

## Influencia de la cobertura vegetal en los parámetros hidrológicos y erosión hídrica, utilizando simulador de lluvias en Salta-Argentina

Liliana Paola Ramírez<sup>1</sup> y Silvia Ferreira Padilla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CECRIM (Centro de Estudios de Cuencas y Ríos de Montaña), Consejo de Investigación. Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150 (4400) Salta, Argentina.

Mail de contacto: [liparamirez@gmail.com](mailto:liparamirez@gmail.com)

### RESUMEN

Una alternativa para determinar parámetros hidrológicos es realizar simulaciones de precipitaciones controladas en intensidad, duración y volumen en estudios de campo o laboratorio con una lluvia de 140 mm/h de intensidad, 5,5 minutos de duración y 32,5 litros. Mediante una parcela experimental, el objetivo fue determinar los parámetros hidrológicos: infiltración (I), escurrimiento superficial (ES) y sub-superficial (ESS), pérdida de suelos por erosión hídrica (PS) y coeficiente de escorrentía (C) para 2 tratamientos: A) 100% cobertura de pastizal de 5-7 cm de altura (TA) y B) Sin cobertura (TB), ambos con pendiente 0%. ESS en ambos tratamientos fue igual. ES fue en TB 1,23 veces mayor que en TA. En TA infiltró 1,1 veces más que en TB. La producción de sedimentos fue 3 veces mayor en TB. Se pudo observar cómo influye favorablemente la cobertura vegetal en la protección del suelo frente a la lluvia, evitando la pérdida de suelo por erosión hídrica.

**Palabras claves:** Erosión hídrica, simulador de lluvia, sedimentos.

### ABSTRACT

An alternative to determine hydrological parameters is to perform simulations of controlled rainfall in intensity, duration and volume in field or laboratory studies with a rainfall of 140 mm/h intensity, 5.5 minutes and 32.5 liters. An experimental plot was installed, the objective was to determine the hydrological parameters: infiltration (I), surface runoff (ES) and sub-surface runoff (ESS), loss of soil due to water erosion (PS) and runoff coefficient (C) for 2 treatments: A) 100% pasture cover 5-7 cm high (TA) and B) No coverage (TB), both with 0% slope. ESS in both treatments was the same. ES was 1.23 times higher in TB than in TA. In TA it infiltrated 1.1 times more than in TB. Sediment production was 3 times higher in TB. It was possible to observe how favorable the vegetal cover influences in the protection of the ground against the rain, avoiding the loss of soil by water erosion.

**Keywords:** Water erosion, rain simulator, sediments.

### Introducción

El uso de simuladores de lluvia, para evaluar el efecto del golpeteo o "splash" (energía cinética) y de la cobertura superficial de los suelos, es de uso más frecuente en Argentina. El estudio de los procesos de erosión hídrica, y de escurrimiento superficial, puede ser realizado más rápida y eficientemente con equipos simuladores de lluvia (Marelli *et al.*, 1989).

El simulador permite evaluar en campo o en laboratorio: infiltración, escorrentía y producción de sedimentos en microparcels con diferentes coberturas y/o disturbios. La vegetación cumple un rol fundamental en la protección hidrológica del suelo: una buena cobertura vegetal amortigua los efectos del impacto de la gota debido a la disminución de su energía cinética Ferreira (2019).

Weber *et al.* (2005) con trabajos experimentales, mencionan que se definen

los sitios de ensayo, considerando las variables a priori más influyentes sobre los resultados a obtener el tipo de suelo y el uso del suelo.

El objetivo de este trabajo fue comparar dos tratamientos con diferente cobertura en microparcels a campo con pendiente cero con una lluvia simulada, a fin de evaluar la erosión hídrica, y las variables hidrológicas.

## Materiales y Métodos

### Área de estudio

El trabajo se realizó en la ciudad de Salta, en el Valle de Lerma. El clima es templado con invierno seco y verano suave (Cwb según la clasificación climática de Köppen), con gran pluviosidad entre diciembre y febrero (promedio anual de 754,7 mm). La parcela presentó las siguientes coordenadas 65° 26' 17" longitud O y los 24° 47' 19,5" latitud S, a 1.164 m.s.n.m. de altitud, en un terreno con pastizal natural. Según Vargas Gil (1999), el suelo donde se realizó el estudio pertenece a la Serie San Lorenzo donde prevalece el horizonte Bt (acumulación de arcilla iluvial) correspondiendo a un Haplustalf lúdic. Los ensayos se efectuaron a campo en noviembre de 2017. El simulador de lluvia (Ramírez & Ferreira, 2017; Ramírez, 2018) consta de un prisma y un cilindro adosado, que genera una lluvia de 32,5 litros, 140 mm/h de intensidad en 5,5 minutos (Fig.1).

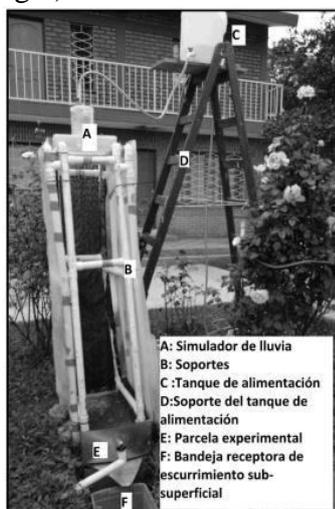


Fig. 1. Simulador de lluvias y equipo completo, microparcelsa con suelo desnudo.

La microparcelsa de chapa galvanizada (1800 cm<sup>2</sup>) presenta dos vertederos triangulares, con 2 colectores para los volúmenes de escorrentía superficial y sub-superficial. El tamaño de la gota de lluvia es de 4mm, con una velocidad media 0,35 m/s.

Los sedimentos de los Escurrimientos Superficiales (ES) y Sub-superficial (ESS) se determinaron por medición volumétrica y filtración utilizando papel de filtro estándar de laboratorio y balanza digital, del agua recolectada en cada ensayo.

Los valores de sedimentos generados por erosión hídrica se expresan en gr/l.

### Resultados y discusión

Se obtuvieron 6 parámetros para analizar Infiltración, Escurrimiento superficial (ES), Coeficiente de escorrentía (C), Escurrimiento sub-superficial (ESS), Sedimentos de escurrimiento superficial y sedimentos de escurrimiento sub-superficial.

Se observó que un suelo con cobertura de 5-7 cm de altura de pastizal, infiltró 65 % de la lluvia simulada, siendo el Escurrimiento superficial (ES) de 22% y Escurrimiento sub-superficial (ESS) 13% (Fig. 2), la producción de sedimentos fue 0,0095 gr/l (ES) y 0,024 gr/l (ESS). El coeficiente de escorrentía fue 22% (Tabla 1).

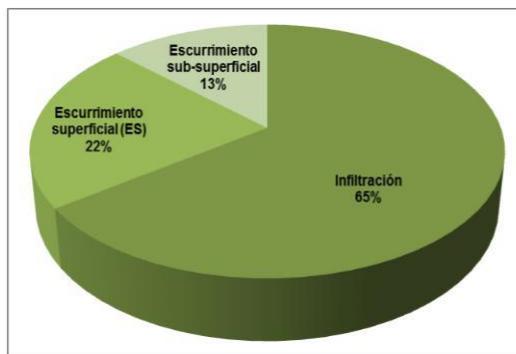
**Tabla 1.** Parámetros obtenidos en suelo con 2 Tratamientos: TA: suelo con 100 % de cobertura y TB: suelo desnudo

Parámetros analizados	Tratamiento A	Tratamiento B
Infiltración (%)	65	59
Escurrimiento superficial (ES)%	22	28
Coeficiente de Escorrentía (C) %	22	28
Escurrimiento sub-superficial (ESS) %	13	13
Sedimentos Escurrimiento superficial (gr/l)	0,0095	0,028
Sedimentos Escurrimientos sub-superficial (gr/l)	0,024	0,04

En un suelo sin cobertura (TB) se observó que 59% de la lluvia infiltró, siendo ES de 28% y ESS de 13%, los sedimentos producidos fueron 0,028 gr/l (ES) y 0,04 gr/l (ESS). El coeficiente de escorrentía es de 28% (Fig. 3).

Se puede observar que en el tratamiento A la infiltración es mayor (65%) que en un suelo sin cobertura (59%), esto es 1,1 veces mayor. Es decir, la vegetación tiene una influencia directa, favoreciendo la protección del suelo y la infiltración.

Los resultados obtenidos para el escurrimiento superficial en suelo desnudo fueron de 28%, mientras que el escurrimiento en un suelo con cobertura vegetal produjo 22%. Se observa que en un suelo sin cobertura es mayor el escurrimiento superficial en 1,27 veces que en un suelo con cobertura vegetal. Es decir que, el suelo desnudo es afectado directamente por el escurrimiento superficial, favoreciendo la erosión hídrica. Esto coincide con los valores del coeficiente de escorrentía.

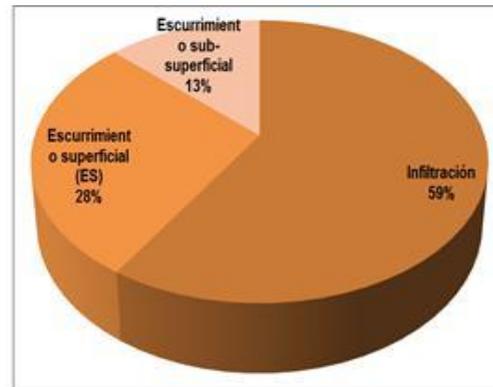


**Fig. 2.** Infiltración (I), Escurrimiento superficial (ES) y Escurrimiento sub-superficial (ESS) en un suelo con 100% cobertura

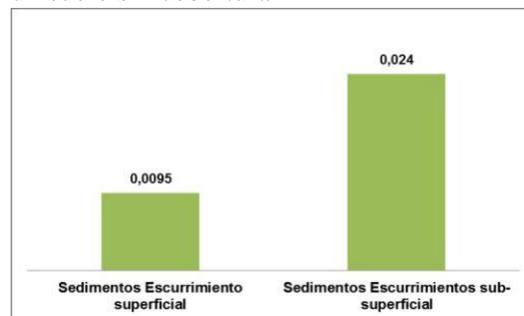
Los sedimentos producidos en el escurrimiento sub-superficial en TA de 0,024 gr/l mientras que en TB es de 0,04 gr/l. Para ambos tratamientos coincidieron los valores de escurrimiento sub-superficial en 13%, aunque en el tratamiento con suelo desnudo se produjeron 1,6 veces más cantidad de sedimentos.

De acuerdo a la Tabla 1 y las Figuras 4 y 5, se observa que se produjo mayor cantidad de sedimentos por erosión hídrica en un suelo

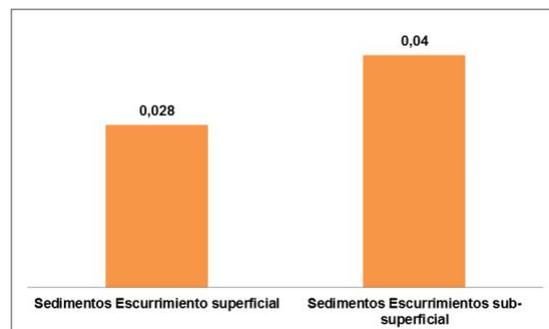
sin cobertura vegetal.



**Fig. 3.** Infiltración (I), Escurrimiento superficial (ES) y Escurrimiento sub-superficial (ESS) en un suelo sin cobertura



**Fig. 4.** Sedimentos (gr/l) cuantificados del Escurrimiento superficial (ES) y sub-superficial (ESS) en un suelo con cobertura



**Fig. 5.** Sedimentos (gr/l) cuantificados del escurrimiento superficial (ES) y sub-superficial (ESS) en un suelo sin cobertura

En el TB, el escurrimiento superficial fue de 0,028 gr/l de sedimentos generados, mientras que en TA el escurrimiento sub-superficial fue de 0,0095 gr/l. Es decir, se produjo 2,94 veces más de sedimentos en TB. Al analizar el tiempo respuesta del suelo y la precipitación producida por el simulador en la parcela experimental a campo, se observó que en un suelo sin cobertura el

escurrimiento superficial tardó 8 minutos mientras que en un suelo con cobertura el tiempo fue de 19 minutos. El tiempo de escurrimiento sub-superficial en un suelo con cobertura es de 32 minutos mientras que en un suelo sin cobertura fue de 18 minutos.

El tiempo de respuesta que genera el complejo suelo-cobertura frente a una precipitación simulada fue 2,3 veces mayor en un suelo sin cobertura, mientras que el tiempo de respuesta de escurrimiento sub-superficial en suelo con cobertura fue mayor en 1,7 veces más que en TB.

### Conclusiones

En el presente trabajo se ha desarrollado un análisis de la influencia de la cobertura vegetal para un mismo tipo de suelo, con y sin cobertura vegetal, determinando la erosión hídrica con los sedimentos arrastrados por los escurrimientos superficiales y sub-superficiales.

La aplicación de simuladores de lluvias para ensayos en parcelas experimentales es muy útil para determinar los parámetros hidrológicos que influyen en la erosión de suelos.

Se pudo determinar la respuesta del complejo suelo-vegetación frente a la variación de la cobertura vegetal con los mismos parámetros de intensidad, duración y volumen de lluvia simulada.

Un suelo con una buena cobertura vegetal infiltró 1,1 veces más que en un suelo sin cobertura vegetal. Es decir que la vegetación tiene una influencia directa, favoreciendo la protección del suelo contra el impacto de las gotas de lluvias y mejorando la infiltración en el suelo.

Se pudo estimar el coeficiente de escurrimiento en ambos tratamientos, parámetro importante para evaluar la erosión hídrica. En este caso fue 1,27 veces mayor en el suelo desnudo. El suelo desnudo produjo 2,94 veces más sedimentos por erosión

hídrica que el tratamiento con 100% de cobertura vegetal. Un suelo con buena cobertura vegetal disminuye la pérdida de suelos provocada por la erosión hídrica, debido a que la cobertura amortigua la energía cinética generada por las gotas de lluvias, favorece la infiltración del agua en el suelo y disminuye los valores escurrimientos superficial y sub-superficial.

### Referencias

- Marelli, H. J. 1989. La erosión hídrica. Proyecto: alternativas mejoradas conservacionistas de producción agrícola ganadera en el sur de Córdoba. Publicación técnica 1. Córdoba, Argentina: INTA, Estación Experimental Agropecuaria Marco Juárez.
- Ramírez, L. P. 2018. Construcción de un simulador de lluvias para la estimación de infiltración, escurrimiento y sedimentos en microparcels. Tesina de grado. Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente. Universidad Nacional de Salta.
- Ramírez, L.P. y Ferreira Padilla. S. 2017. Construcción de un simulador de lluvias para la estimación de infiltración, escurrimiento y sedimentos en microparcels en campo/laboratorio. VIII Jornadas de Ciencias Naturales, VI Jornadas de la Enseñanza de las Ciencias Naturales y II Jornadas de Unidad Integrada INTA-UNSa. Facultad de Ciencias Naturales Universidad Nacional de Salta.
- Vargas Gil, J.R. 1999. Carta de Suelo de La Republica Argentina .INTA, Macroregión N.O.A., Estación Experimental Agropecuaria Salta.
- Weber, J. F., Urbano, J. M., Stuyck, E.E., Azelart, D. y Martínez, B.N. 2005 Caracterización de los parámetros del modelo de Infiltración de Horton en suelos de la ciudad de Córdoba. Cuadernos del Curiham. UNR Editora, Rosario. Vol. 11, No. 1, 29-38
- Climate-data.org <https://es.climate-data.org/america-del-sur/argentina/salta-128>