

COMPORTAMIENTO HIDROLÓGICO DE DOS CUENCAS AGRÍCOLAS BAJO FORMAS DE MANEJO CONTRASTANTES EN LA REGIÓN CENTRAL DE CÓRDOBA, ARGENTINA

Gustavo F. ESMORIZ¹, Ricardo L. LUQUE², Eduardo J. RUIZ POSSE,
Alejandro J. CROCE & María R. ATECA

1. INTRODUCCIÓN

La región central de la provincia de Córdoba sufre en los últimos años importantes alteraciones en el régimen hidrológico de sus cuencas. Las causas principales de este fenómeno son la intensificación del uso agrícola de los suelos y la aplicación de técnicas culturales inadecuadas (Luque *et al.* 1997). Las prácticas agronómicas e ingenieriles en ocasiones pueden y deben complementarse para obtener los mejores resultados en la lucha contra la erosión hídrica (Marelli, 1998). Para la evaluación de prácticas adecuadas en la conservación de suelo y agua se necesitan datos que permitan cuantificar la relación lluvia-escurrimiento.

En este trabajo se compara el comportamiento hidrológico, de dos microcuencas con diferentes tipo de manejo.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es una cuenca de 967 ha ubicada en el Departamento Santa María, Provincia de Córdoba, República Argentina, entre los 31° 33' - 31° 37' latitud sur y 64° 14' - 64° 19' longitud oeste, al este de las sierras de Córdoba. El clima corresponde al tipo seco subhúmedo, mesotermal, con distribución monzónica de lluvias; la precipitación media anual es de 750 mm, con una gran concentración en el semestre octubre - marzo (82,3%).

Dentro de esta cuenca se estudia el comportamiento de dos microcuencas agrícolas adyacentes, una en estado natural (CNS) y otra sistematizada (CS). Las características de ambas se observan en la tabla 1. Se considera el evento del día 29/12/2000, con registros de aforo de ambas microcuencas, y el registro de un pluviógrafo ubicado en ellas. Al momento de ocurrencia de la lluvia, CNS se encontraba con suelo desnudo y el cultivo (soja) en germinación, CS se encontraba con una cobertura de rastrojo de maíz, superior al 80% y el cultivo (soja) en germinación.

Se analizan aquí, las diferencias encontradas en cuanto a lámina escurrida e infiltrada, volumen escurrido, caudal pico y tiempo de concentración.

El cálculo del tiempo de concentración (Tc) se realizó según las fórmulas de Bransby y Williams (Yen, 1992 en Bertoni, 2000) y Ramser y Kerby (Hugging *et al.*, 1982 en Bertoni, 2000), contando para ello con un plano de curvas de nivel de equidistancia 0.10 m. Además se lo estimó en base a los gráficos de hidrograma-hietograma registrados y la ecuación de infiltración de Horton ajustada para la cuenca de 9.3 ha (Aoki *et al.*, 1999).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El evento considerado (29/12/00) tuvo una precipitación de 22.2 mm, con una intensidad máxima en 10 minutos (Imax10) de 61.2 mm/h. y una condición de humedad antecedente seca (AMCI), según el criterio del SCS (llovieron

23.4 mm en los cinco días anteriores). Como se puede observar en la tabla 2 el coeficiente de escurrimiento (C) para este evento fue de 0.236 para CNS y de 0.016 para CS, es decir que en CNS escurrió casi el 24% de la lluvia caída, mientras que en CS el escurrimiento no alcanzó al 2%. En concordancia, el volumen total escurrido fue sensiblemente inferior en CS, lo que indica una mayor infiltración del agua caída con respecto a CNS. Esto podría justificarse teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Coincidiendo con Morgan, 1997 se observa que la cobertura dada por el rastrojo acumulado por siembra directa en CS, disminuyó la velocidad de escurrimiento y el riesgo de formación de costra, lo que permitiría mantener un mayor nivel inicial de infiltración.

- La rugosidad generada por el rastrojo en superficie aumentó la capacidad de almacenamiento superficial de agua favoreciendo de este modo la infiltración del agua en el suelo.

- El suelo en CNS se encontraba refinado y sin cobertura observándose un encostramiento superficial en días posteriores a la precipitación, esto pudo haber limitado severamente la infiltración a partir de los primeros minutos de iniciada la lluvia. Este fenómeno fue señalado para esta cuenca por Aoki *et al.* en 1996. Estudios de infiltración realizados por INTA Marcos Juárez en suelos de textura semejante y con lluvia simulada de 60 mm/h de intensidad (Marelli, 1998) coinciden al respecto.

- Beasley, en 1984, afirma que en cuencas agrícolas con presencia de terrazas y canales de desagüe, se produce una disminución de la velocidad de escurrimiento y una atenuación del caudal pico, y por ende, una mayor oportunidad de infiltración. CS, a pesar de duplicar su superficie con respecto a CNS, mostró un valor menor de caudal máximo cercano a la mitad del registrado en esta última (ver tabla 2). Esto ocurrió a pesar de que en CNS se produce un fenómeno de embalse en las inmediaciones de las estructuras aforadoras, que tendería a disminuir el pico de la crecida. En consecuencia los tiempos de concentración de ambas microcuencas no son fácilmente comparables. Para inferir el efecto de las terrazas en CS sobre este parámetro, se efectuó una comparación entre los valores estimados a partir de los datos registrados para este evento y los calculados por dos fórmulas, considerando la presencia o no de terrazas.

Se adoptó el criterio de Tucci (1993) en la estimación del Tc a partir de los datos de lluvia-caudal, debido a que la duración de la precipitación fue muy inferior al valor de Tc obtenido por ambas fórmulas. Considerando al Tc como el intervalo entre el fin de la lluvia neta y el punto de inflexión de la curva de receso del hidrograma. A estos efectos, la lluvia neta se separó de la total mediante la ecuación de infiltración de Horton ajustada a las condiciones de CNS (Aoki *et al.*, 1999). El Tc así estimado da un valor cercano a los calculados por fórmulas (ver tabla 2). Igual metodología se siguió para estimar los Tc para CNS. La gran disparidad de los valores calculados por las fórmulas y el obtenido por los registros limnigráficos confirma el efecto de embalse que se produce en dicha cuenca, no permitiendo aplicar el

¹ Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Grupo de Gestión Ambiental de Suelo y Agua. Av Valparaiso s/n Ciudad Universitaria. C.C. 509 - 5000 Córdoba, Argentina. E-Mail gesmoriz@agro.uncor.edu

² E-Mail riluque@agro.uncor.edu

Tabla 1 - Descripción de las dos microcuencas

	CNS	CS
Área	9,3 ha	18,4 ha
Tipo de suelo	Haplustoles típico y éntico	
Textura	Franco limosa	
Pendiente	1,3%	1,6%
Manejo del suelo	Labranza convencional	Siembra directa
Prácticas estructurales de conservación de suelos	Sin prácticas	Sistematizada con terrazas de desagüe paralelas de base ancha
Cultivo	monocultivo de soja	rotación maíz-soja
Estructura de aforo	estructura aforadora de dos gargantas ubicadas a la par, aforadores sin cuello o de tipo cutthroat flume (Bertoni, 1994)	
Medidas de las estructuras aforadoras	Garganta 1: ancho de 0.20 m garganta 2: ancho de 0.60 m y cota de fondo de 0.30 m sobre el nivel de la garganta 1.	Garganta 1: ancho de 0.30 garganta 2: ancho de 0.60 m y cota de fondo de 0.30 m sobre el nivel de la garganta 1.
Tipo de sensor-registrador de altura de escurrimiento	limnógrafo de presión	Limnógrafo de ultrasonido
Tiempo de registro de datos	intervalos regulares de cinco minutos.	
Registro pluviométrico	Pluviómetro digital a intervalos de 10 minutos.	

mismo criterio que en CS. Los valores de los tiempos de concentración calculados para CS simulando la ausencia de terrazas se redujeron entre 17 y 23 minutos con respecto a los calculados con terrazas (ver tabla 2), lo cual confirmaría que la sistematización eleva el Tc, al aumentar la longitud del camino recorrido por el agua y controlar su velocidad de escurrimiento. Esto último justifica en parte el bajo valor de la lámina escurrida de CS con respecto a CNS (ver tabla 2).

Tabla 2

Parámetros	CNS	CS	CS sin terrazas
Volumen escurrido (m ³)	487.3	63.2	
Lámina (mm) según datos observados	5.24	0.35	
Lámina calculada por ecuación de Horton	6.02		
Caudal Máx. (m ³ /s)	0.065	0.030	
Tc Bransby Williams (min)	37	47	26
Tc Ramser Kerby (min)	29	46	29
Tc en base valores obtenidos	2h 55'	50	

4. CONCLUSIONES

- Esta primera comparación de los escurrimientos, indicaría la eficiencia de la complementación de la SD con las terrazas de desagüe, en la disminución de los excedentes hídricos en las cuencas rurales de la región en estudio. Esto se evidencia en que, para este evento, en CS escurrió el 6.7% de la lámina escurrida en CNS.

- Los valores de Tc para CS, calculados por Bransby y Williams y Ramser y Kerby, ajustaron bien con respecto al estimado a partir de los registros lluvia-escurrimiento. Un mayor número de eventos permitirá una mejor evaluación de éstos y otros algoritmos de cálculo.

- En CNS el efecto del microembalse obliga a la aplicación de otras metodologías para el cálculo de Tc.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AOKI, A.M., L.E. ROMERO, G.F. ESMORIZ, M.R. ATECA, R. MENDOZA, H.P. APEZTEGUÍA y R. SERENO "Determinación de la infiltración con simulador de lluvia en suelos con diferentes manejos en la región central de la provincia de Córdoba, Argentina". **XIII° Congreso Latinoamericano de Ciência do Solo**. Aguas de Lindóia, SP - Brasil. 1996.
- AOKI, A.; R. SERENO. "Caracterización de la Conductividad Hidráulica de un Suelo Haplustol típico bajo condición de Monte Natural y de Monocultivo de Soja usando Infiltrómetro de Tensión". **Resumen en Actas del XIV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo**, pag 616. 1999.
- BERTONI J.C.; CHEVALLIER, P.; BOUVIER, C.; DESBORDES, M. Análisis relativo a la estimación del tiempo de concentración: Aplicación a tres cuencas semiurbanizadas de la Región Central de Argentina. **XIX Congreso Latinoamericano de Hidráulica**. Córdoba, Argentina. 2000.
- BEASLEY, R.P.; GREGORY, J.M. Y MCCARTY, T.R. Erosion and sediment pollution control. Iowa State University Press. EEUU. 1984.
- LUQUE R.L., E.J. RUIZ POSSE, A. CROCE; G.F. ESMORIZ. "Valores medidos y estimados del tiempo de concentración (TC) de una cuenca agrícola". **XVI° Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo**. Villa Carlos Paz. Córdoba. 1998.
- MARELLI, H., En Panigatti J.L.; Marelli, H., Buschiazzi D.; y R. Gil. Siembra Directa, cap 9. S. A. G. P. y A., INTA, Ed. Hemisferio Sur. 1998.
- MORGAN, R.P.C., 1997. Erosión y conservación del suelo. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España, 343 pg.
- TUCCI, C. E. Hidrología, Ciencia e Aplicação. Cap. 11. Escoamento Superficial. Ed. UFRGS. Porto Alegre. Brasil. 1993.