

INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS, TOPOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS EN LA CAPTACIÓN DE ESCORRENTÍAS SUPERFICIALES EN FORESTACIONES DE ZONAS SEMIÁRIDAS

M.A. Ripoll¹, M.N. Jiménez¹, E. Fernández-Ondoño², F.B. Navarro¹, E. Gallego¹ y E. De Simón¹

¹Dpto. Forestal. Centro de Investigación y Formación Agraria. Instituto Andaluz de Investigación y Formación Agraria, Pesquera, Alimentaria y de la Producción Ecológica (IFAPA, Junta de Andalucía). Camino de Purchil s/nº, Aptdo. 2027. 18080 Granada (España). E-mail: mariaa.ripoll@juntadeandalucia.es

²Dpto. Edafología. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. C/Severo Ochoa s/nº. 18071 Granada (España).

Resumen

En este trabajo, realizado en una zona semiárida de la provincia de Granada, se han cuantificado las escorrentías superficiales provocadas por los eventos de lluvia registrados durante el período 2000-2003. En el diseño experimental se eligieron dos suelos agrícolas abandonados, con características estructurales y texturales diferentes. En ellos se evaluó cómo afectan las características edáficas, topográficas y climáticas al patrón de generación de escorrentías.

Palabras clave: microcuencas, escorrentía, cultivos abandonados, depresión de Guadix-Baza, semiárido.

INTRODUCCIÓN

El aprovechamiento del agua de escorrentía recogida en el impluvio directo de un grupo de árboles o de un sólo árbol es una técnica de cultivo muy antigua practicada por los agricultores de las zonas áridas y semiáridas de diversas partes del mundo (DE SIMÓN, 1990; FAO, 2000). Esta técnica no constituye ninguna novedad para el medio agrario ya que fue utilizada en el Desierto del Negev, en Israel, hace más de 2.000 años (TENBERGEN *et al.*, 1995).

En los últimos años esta técnica se está trasladando a las forestaciones de tierras agrarias (DE SIMÓN, 2001; BOCIO *et al.*, 2004) y repoblaciones forestales (DE SIMÓN, *oput cit*; PRINZ, 2001; FUENTES *et al.*, 2004) de zonas áridas y semiáridas mediterráneas.

El objetivo de este trabajo es evaluar cuales son los factores externos (edáficos, topográficos y climáticos) que afectan a la generación de escorrentías superficiales y su posibilidad de ser aprovechadas como riegos ocasionales para las plantas forestadas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se eligieron dos zonas muy próximas del norte de la provincia de Granada, situadas en la Depresión de Guadix-Baza (Rambla Becerra y Altiplano del Conejo). En cada zona se instalaron dos parcelas de 20 m² para medir la escorrentía, una de ellas con microcuencas y la otra sin ellas. Estas parcelas se independizaron del resto del terreno mediante unas chapas metálicas para impedir la recogida de escorrentías laterales. Además estas chapas metálicas se introdujeron en el suelo 50 cm para evitar en lo posible las escorrentías subsuperficiales. El agua de escorrentía producida en cada episodio de lluvia se recogió en un bidón de 200 litros, en donde se midió el volumen de escorrentía superficial.

Las parcelas de Rambla Becerra, con una pendiente del 8%, están situadas sobre fluvisoles arénico-calcáricos en los que destacan las texturas arenosas y la ausencia de pedregosidad; y las del Altiplano (pendiente del 17%) están sobre calcisoles pétricos con abundante pedregosidad superficial. Ninguna de las parcelas presenta vegetación arbustiva que haya podido afectar al patrón de generación de escorrentías.

Desde Marzo de 2000 a Marzo de 2003 se han estudiado un total de 390 episodios de lluvia de los que 139 han generado escorrentía superficial apreciable. Con las medidas de precipitación (variable independiente) y escorrentía (variable dependiente) se ha realizado un análisis de correlación con el fin de poder transformar los datos de precipitación en cantidad de agua real que llega a la banqueta de plantación. El valor crítico de r (coeficiente de correlación) tenido en cuenta fue de 0.75 ($P < 0,05$), y su error se ha estimado mediante la técnica Monte Carlo.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

En la parcela de Rambla Becerra con microcuencas la correlación entre cantidad de agua recogida en los bidones y volumen de precipitación recogido en cada episodio de lluvia es alta (Figura 1). Se observa la absoluta dependencia entre la condición previa de humedad del suelo y la generación de escorrentías, de forma que casi todos los puntos que aparecen por encima de la recta de regresión, son episodios de lluvia registrados tras un período lluvioso, donde la cantidad de escorrentía es muy elevada sin necesidad de que las lluvias que la han generado tengan que ser especialmente de gran volumen. Casi todos los puntos que aparecen por debajo de la recta de regresión son episodios de lluvia registrados tras un período seco donde la cantidad de escorrentía es

baja, mientras que las lluvias que la han generado pueden ser especialmente abundantes. El punto 3 corresponde al día 29 de Septiembre de 2000 en el que 13.8 mm, recogidos en apenas una hora, generaron 65 litros de escorrentía tras un período de sequía muy intenso (la última precipitación apreciable se produjo el 2 de Junio de 2000 cuando llovió 5 mm). En este caso, cuando las condiciones previas de humedad son muy secas, y bajo determinadas condiciones de textura, el impacto de las gotas de una lluvia de gran intensidad puede crear una costra que, al obtener los poros superficiales, reduzca la infiltración de forma puntual aumentando la escorrentía superficial.

Este patrón de generación de escorrentías coincide con lo observado por otros autores (LÓPEZ-ALONSO, 2001; CALVO-CASES *et al.*, 2003) que han encontrado que los valores de escorrentía pueden presentar una importante dispersión para cada episodio de lluvia.

En la Rambla Becerra sin microcuencas la correlación entre cantidad de agua recogida en los bidones y volumen de precipitación recogido en cada episodio de lluvia también es alta (Figura 2) observándose la misma dependencia que en el caso anterior entre el estado de humedad del suelo y la cantidad de escorrentía generada.

En la Tabla 1 se refleja el volumen mínimo de precipitación capaz de generar escorrentías superficiales en zonas de pendiente con valores próximos al 8% y la cantidad generada en cada tratamiento, teniendo en cuenta la condición previa de humedad del suelo.

Aunque sobre suelo seco no haya generación de escorrentías con ningún tratamiento, ya hemos visto cómo, en ocasiones, dependiendo de la intensidad de la lluvia y de la formación de costras superficiales, sí se pueden generar escorrentías. Si el suelo está húmedo, la infiltración disminuye y aumenta la escorrentía, siendo este aumento sensiblemente superior en las preparaciones con microcuencas ya que la superficie de impluvio es mayor. Además en este caso incluso precipitaciones de volumen inferior a 6.6 mm podrán ocasionar escorrentías.

El aumento de la superficie de impluvio provoca que incluso con precipitaciones más bajas el volumen de escorrentía que llega a la banqueta de plantación sea mayor ya que toda la que se genera es recogida por los regueros laterales que delimitan la microcuenca dirigiéndola al entorno inmediato de la planta.

En el Altiplano del Conejo se han estudiado los mismos episodios que en la Rambla Becerra.

En la parcela con microcuencas del Altiplano se ha observado, además de una correlación más baja, una disminución considerable de la cantidad de escorrentía recogida (Figura 3). Recordemos que las parcelas del Altiplano tienen además el doble de pendiente, un 15% mientras que en las de Rambla Becerra es del 8%, y sin embargo este factor no incrementa la escorrentía en el Altiplano como señalan otros autores (MUN *et al.*, 1973).

Este comportamiento tan distinto entre localidades está determinado por la textura del suelo y sobre todo por la elevada pedregosidad de la parcela del Altiplano, tanto en superficie como distribuida en el interior del perfil, que aumenta la capacidad de infiltración de este suelo y provoca que la generación de escorrentías sea muy baja.

La baja escorrentía que producen algunos episodios de lluvia también está relacionada con la condición previa de humedad del suelo, de forma que sobre suelo húmedo la cantidad de escorrentía es algo mayor que sobre suelo seco, pero las diferencias no son tan acusadas como en la Rambla Becerra.

En el Altiplano del Conejo sin microcuencas, aunque la correlación entre cantidad de agua recogida en los bidones y precipitación es alta, la cantidad recogida es insignificante debido a la ya comentada capacidad de infiltración, que es muy elevada, y no supone ningún aumento del agua disponible en la banqueta de plantación (Figura 4).

En la Tabla 2 se refleja el volumen mínimo de precipitación capaz de generar escorrentías superficiales y la cantidad generada en cada tratamiento, teniendo en cuenta la condición previa de humedad del suelo. En esta localidad la pendiente parece no influir sobre el patrón de generación de escorrentías y además la cantidad que se recoge es tan baja en ambas preparaciones que probablemente la humedad edáfica previa influya menos que en la Rambla Becerra.

En el caso de las preparaciones sin microcuencas la generación de escorrentías es mínima en cualquiera de los supuestos de humedad edáfica previa, mientras que la construcción de microcuencas produce un ligero aumento de la cantidad de agua que llega a la banqueta cuando el suelo está húmedo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en Rambla Becerra, donde cabía esperar que las características edáficas afectaran negativamente a las propiedades hídricas del mismo, muestran cómo al convertir la escorrentía en un factor positivo, aumenta considerablemente el agua que llega a la banqueta de plantación, de forma que terrenos dominados por costras físicas, que presentan una baja infiltración y que pueden producir escorrentías superficiales, en lugar de disminuir el agua disponible, pueden aumentarla cuando se construyen microcuencas.

Sin embargo en el Altiplano de Conejo, la generación de escorrentías no responde a mecanismos superficiales directos como ocurría en la Rambla Becerra, debido a la alta infiltrabilidad del terreno. Esto coincide con lo observado por otros autores, que han confirmado que las escorrentías en estos ambientes, si se producen, serán subsuperficialmente, bien por acumulación de humedad en la base de la ladera, bien por flujo directo al cauce (CERDÀ, 1995).

BIBLIOGRAFÍA

- BOCIO, I.; NAVARRO, F.B.; RIPOLL, M.A.; JIMÉNEZ, M.N. & DE SIMÓN, E.; 2004. Holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.): response to different soil preparation techniques applied to forestation in abandoned farmland. *Ann. For. Sci.* 61: 171-178.
- CALVO-CASES, A.; BOIX-FAYOS, C. & IMESON, A.C.; 2003. Runoff generation, sediment movement and soil water behaviour on calcareous (limestone) slopes of some Mediterranean environments in southeast Spain. *Geomorphology* 50: 269-291.
- CERDA, A.; 1995. *Factores y variaciones espacio-temporales de la infiltración en los ecosistemas mediterráneos*. Monografías Científicas, nº 5. Geoforma Ediciones. Logroño.
- DE SIMÓN, E.; 1990. Restauración de la vegetación en cuencas mediterráneas: repoblaciones en zonas áridas. *Ecología, Fuera de Serie* 1: 401-427.
- DE SIMÓN, E.; RIPOLL, M.A.; BOCIO, I.; NAVARRO, F.B. y GALLEGO, E.; 2001. Aprovechamiento de escorrentías superficiales, mediante la formación de microcuencas, en repoblaciones de zonas semiáridas. *III Congreso Forestal Español* 3: 305-310.
- FAO; 2000. *Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia en América Latina*. 230 p. Chile.
- FUENTES, D; VALDECANTOS, A y VALLEJO, V.R.; 2004. Plantación de *Pinus halepensis* Mill. y *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp. en condiciones mediterráneas secas utilizando microcuencas. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 17: 157-161.
- MUNN, D.A.; McLEAN, E.O.; RAMÍREZ, A. & LOGAN, T.J.; 1973. Effect of soil, cover, slope, and rainfall factors on soil and phosphorus movement under simulated rainfall conditions. *Soil Science Society of American Journal Proc.* 37: 428-431.
- LÓPEZ-ALONSO, R.; 2001. Consideraciones acerca de los límites de aplicación del método del número de curva del Soil Conservation Service. *Ciencia y Técnica* 66: 92-97.
- PRINZ, D.; 2001. Water harvesting for afforestation in dry areas. *10 th International Conference on Rainwater Catchment Systems*, 195-198. Mannheim.
- TENBERGEN, B; GÜNSTER, A & SCHREIBER, K.F.; 1995. Harvesting runoff: The minicatchment technique- an alternative to irrigated tree plantations in semiarid regions. *Ambio* 24(2): 72-76.

Tabla 1. Comparación entre tratamientos (Rambla Becerra).

	Precipitación mínima capaz de generar escorrentía, mm	Escorrentía, litros	
		Suelo seco	Suelo húmedo
Con Microcuencas	6.6	0.01	11.66
Sin Microcuencas	8.4	0.01	5.31

Tabla 2. Comparación entre tratamientos (Altiplano).

	Precipitación mínima capaz de generar escorrentía, mm	Escorrentía, litros	
		Suelo seco	Suelo húmedo
Con Microcuencas	7.3	0.01	1.56
Sin Microcuencas	10.8	0.01	0.32

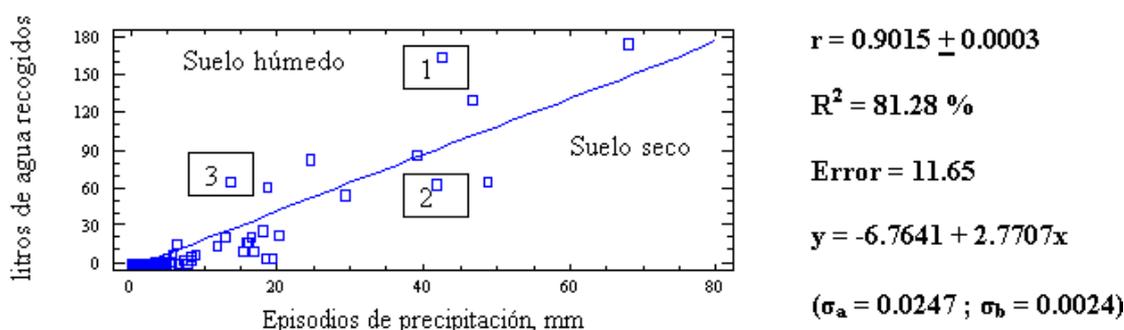


Figura 1. Análisis de correlación y regresión entre Precipitación / Escorrentía, con microcuencas (Rambla Becerra).

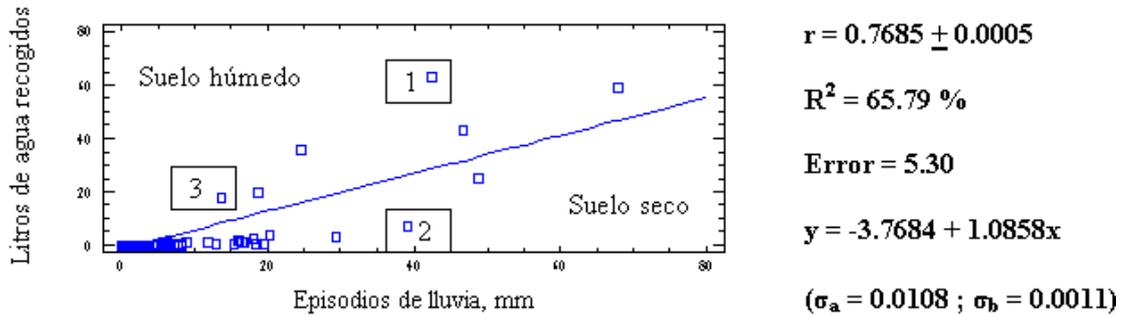


Figura 2. Análisis de correlación y regresión entre Precipitación / Escorrentía, sin microcuencas (Rambla Becerra).

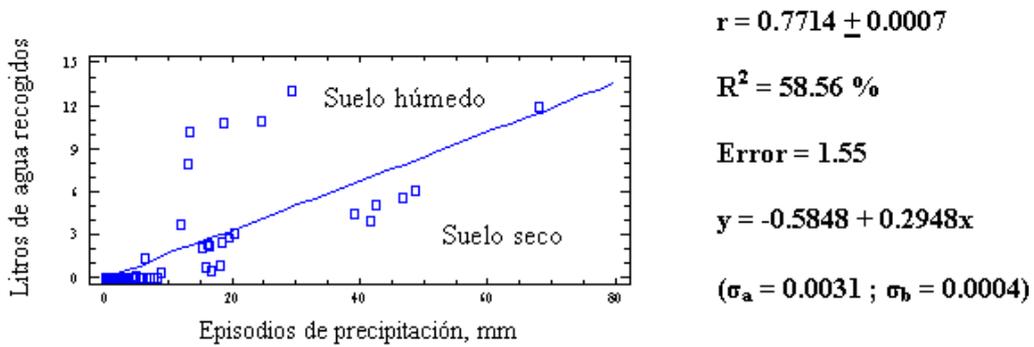


Figura 3. Análisis de correlación y regresión entre Precipitación / Escorrentía, con microcuencas (Altiplano).

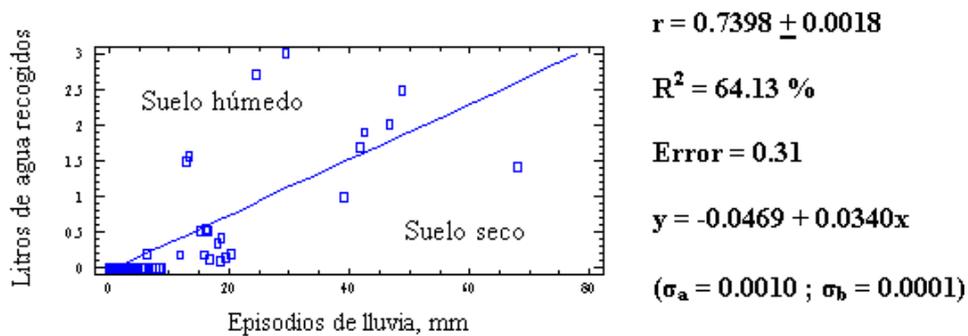


Figura 4. Análisis de correlación y regresión entre Precipitación / Escorrentía, sin microcuencas (Altiplano).