

# Influencia de un tapiz de musgos de olivar sobre la evaporación del agua del suelo

Milagros Saavedra<sup>1</sup>✉, Susana Rams<sup>2</sup>, Francisco Orgaz<sup>3</sup>, Sivan Ben Sasson<sup>4</sup>

<sup>1</sup>IFAPA, CAPD, Apdo 3092, 14080-Córdoba

<sup>2</sup>Dpto. Didáctica de las CC. Experimentales, Facultad de CC. de la Educación, 18071 – Campus de Cartuja, U. de Granada, Granada

<sup>3</sup>Instituto de Agricultura Sostenible, CSIC, Fca. Alameda del Obispo, s/n, 14080, Córdoba

<sup>4</sup>Departamento de Agronomía, Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales s/n, 14080 Córdoba

✉ mariam.saavedra@juntadeandalucia.es

**Resumen:** En tres tratamientos de cobertura de suelo (musgo, paja y suelo desnudo) en macetas de 25 litros se ha evaluado la evaporación del agua del suelo mediante la ecuación de Ritchie durante tres ciclos de desecación. Las menores pérdidas diarias se produjeron con paja y las más elevadas con suelo desnudo. La fase I más larga se produjo con paja y la más corta con suelo desnudo. Los valores  $a$  y  $\alpha$  de las ecuaciones de Ritchie fueron normales, sin embargo los valores de  $U$  (24,98 a 38,24 mm) resultaron excesivamente altos, lo que es atribuible a las condiciones artificiales de experimento. Estos resultados son preliminares y será necesario no solo estimar los parámetros en condiciones de campo, sino considerar también la frecuencia de las lluvias para evaluar las ventajas de los musgos como cubierta vegetal en relación con el balance hídrico respecto al suelo desnudo.

**Palabras clave:** olivar, musgo, evaporación, balance hídrico, cubierta vegetal.

## 1. INTRODUCCIÓN

En zonas áridas y cálidas como la mediterránea las pérdidas de agua por evaporación llegan a alcanzar entre 30-80% de la evapotranspiración (Yanusa et al., 1993). En marcos tradicionales de olivar ésta puede ser muy elevada debido a la dispersión de los árboles y la baja cobertura del suelo (Bonachela et al., 1999). Por otro lado, en los olivares la producción está limitada por la falta de agua (Villalobos et al., 2000) y pequeñas variaciones en las cantidades de agua disponibles pueden afectar significativamente al crecimiento y producción del olivar (Pastor, 2008), por lo que es importante reducir las pérdidas, por ejemplo cubriendo el suelo.

Por otro lado, las condiciones de la superficie del suelo tienen una gran influencia en los regímenes hidrológicos locales, ya que controlan los procesos de infiltración, generación de escorrentía y erosión (Le Bissonnais et al., 2005). En zonas desprovista de vegetación se forman costras biológicas, de las que forman parte los musgos, que influyen en la microtopografía del suelo aumentando la rugosidad y actuando como estructuras de retención de agua que pueden por tanto favorecer la infiltración (Chamizo et al., 2010) y que tienen un papel fundamental en el control de los procesos hidrológicos (Benlap, 2006).

Los musgos no presentan raíces, sino rizoides, y la absorción de agua se realiza a través de toda la superficie de la planta. De hecho, la conducción externa de agua, mediante capilaridad a lo largo de la superficie de la planta, es la que resulta fisiológicamente más significativa (Estébanez-Pérez et al., 2011). Estos autores comprobaron la función de los musgos en el mantenimiento de las condiciones de humedad y temperatura en los ecosistemas. Los estratos briofíticos son aislantes térmicos efectivos (Longton, 1997).

En olivar en España se ha constatado la formación de importantes tapices de musgos en olivar en condiciones de no laboreo (Rams et al., 2011; Saavedra et al., 2013 y 2014). Estos tapices compiten, reducen la instalación de las malas hierbas (Ben Sasson et al., 2013) y en muchos casos llegan a ser cobertura dominante. También se han observado en Italia e Israel, y tanto en suelos

tratados con herbicidas como en olivares ecológicos (Ben Sasson, 2013). Sin embargo, no existen trabajos sobre el efecto que pudieran tener sobre el balance de agua del suelo, salvo el estudio previo (Ben Sasson, 2013) que forma parte de esta comunicación.

En el balance de agua, juega un papel fundamental la evaporación del agua del suelo. El modelo establecido por Ritchie (1972) está basado en la premisa de que la evaporación desde el suelo ( $E_s$ ) ocurre en 2 fases, descritas por Philips (1957). La primera, fase I, controlada por las condiciones externas, atmosféricas, y la segunda, fase II, controlada por las características propias de la transmisión del agua del suelo, edafológicas. La evaporación del agua del suelo en fase I, tiene gran importancia en la agronomía e hidrología para aprovechar o predecir el comportamiento del agua en un suelo entre chubascos sucesivos.

Ante la importancia que la evaporación de agua del suelo puede tener sobre las cosechas de aceituna, en este trabajo se ha planteado como objetivo evaluar la evaporación del agua en suelo desnudo respecto a suelo cubierto con musgo o paja.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron entre mayo y julio de 2013 en el Centro IFAPA Alameda del Obispo, Córdoba (37.51°N, 4.48° W) en 18 macetas de polietileno con 0,117 m<sup>2</sup> de superficie y suelo compuesto por una mezcla de arena, limo y turba a partes iguales en volumen. Las macetas se dispusieron al aire libre a finales de abril en zona soleada y se establecieron 3 tratamientos de cobertura de suelo con 6 repeticiones: T1-suelo desnudo (19 kg de suelo por maceta); T2-suelo con cubierta de paja (18,8 kg de suelo y 0,2 kg de paja) y T3-suelo cubierto con musgo (18,8 kg de suelo y 0,2 kg de trozos de musgos triturados). Para T3, previamente en julio 2012, se recolectaron musgos secos de un olivar en la misma finca mezclados con algo de suelo y se disgregaron a tamaño <0,2 mm y se sembraron en la superficie, manteniéndolos en un umbráculo húmedo hasta que a los 10 meses se formó un tapiz denso. El diseño experimental del ensayo fue bloques al azar. El ensayo consistió en evaluar la evaporación a lo largo de 3 ciclos de desecación: ciclo 1º, del 1 al 14 de mayo, ciclo 2º del 12 al 18 de junio y ciclo 3º del 20 de junio al 5 de julio. Las macetas se regaron al inicio de cada ciclo hasta capacidad de campo (CC) y posteriormente se pesaron diariamente a las 8:00 h y se determinó la evaporación diaria mediante diferencia de pesada entre dos días consecutivos. Los datos de evaporación del suelo ( $E_s$ ) así calculado, se compararon con los valores diarios de evapotranspiración de referencia ( $E_{To}$ ) tomados de la estación meteorológica del IFAPA.

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre  $E_s$  se utilizó el modelo de Ritchie (1972), el cual contempla la  $E_s$  como un proceso en dos fases. En la fase I, tras una lluvia o riego, la superficie del suelo se encuentra húmeda y la evaporación depende de la energía disponible en la superficie del suelo:  $E_s(I) = a \times E_{To}$ . El coeficiente  $a$  depende del nivel de cobertura del suelo. Para un suelo desnudo  $a$  vale aproximadamente 1 (Ritchie, 1972). La fase I se mantiene hasta que se ha evaporado una cantidad de agua en milímetros que se cuantifica con el parámetro  $U$ . Una vez evaporados  $U$  mm y se seca la superficie del suelo, comienza la fase II, en la que la conductividad hidráulica del suelo es el factor limitante de la  $E_s$ . Durante esta fase II, la  $E_s$  se va reduciendo según una función de la raíz cuadrada del tiempo:  $E_s$  acumulada (II) =  $\alpha \times \sqrt{t}$ . En esta ecuación  $t$  es el tiempo en días desde el comienzo de la fase II, y  $\alpha$  es otro parámetro que depende del tipo de suelo. La obtención de valores empíricos de  $U$  y  $\alpha$  son suficientes, por tanto, para la evaluación de un determinado tratamiento en la evaporación del suelo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones de evaporación diaria, evaporación acumulada y la relación entre  $E_s$  y  $E_{To}$  para los tres ciclos se representa en la figura 1 y la duración de la fase I y la evaporación acumulada ( $U$ ) durante la misma y durante cada ciclo en la tabla 1. Los ciclos 1º y 2º se interrumpieron por lluvia imprevista.

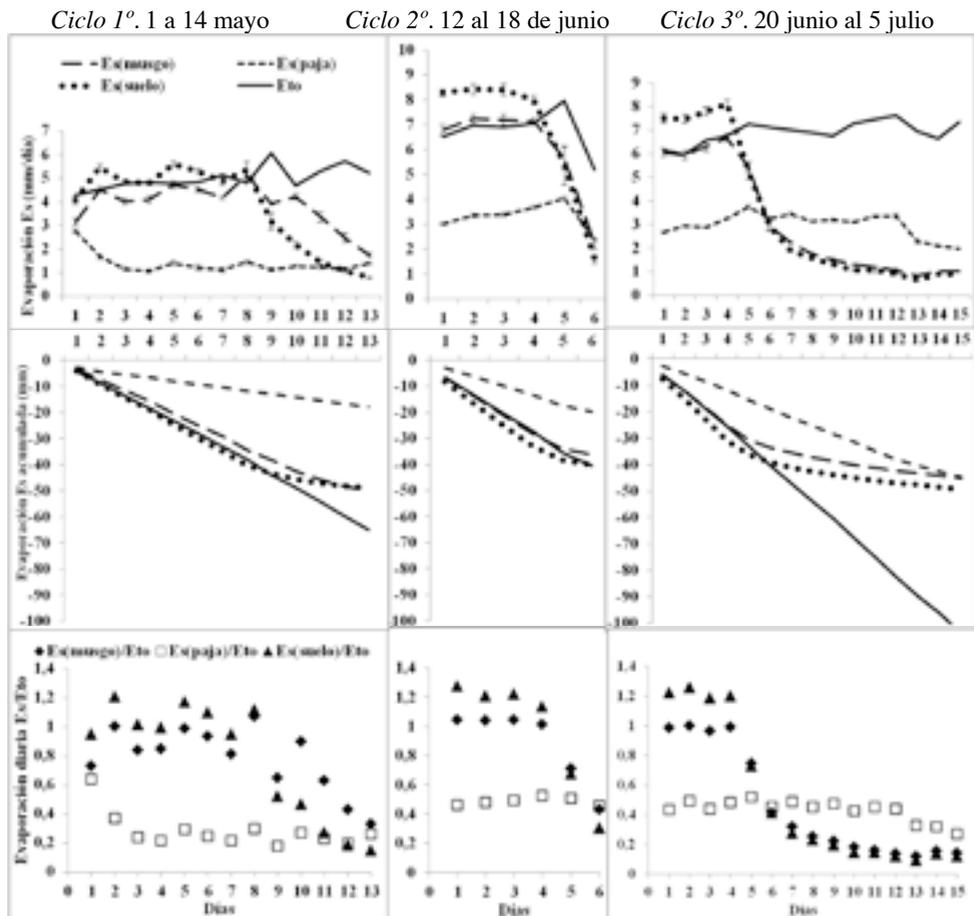


Figura 1. Evaporación  $E_s$ , evaporación acumulada y evaporación diaria en tres ciclos de desecación del suelo cubierto con musgo, paja o desnudo.

La fase I tuvo una duración más prolongada en el Ciclo 1º de desecación, y algo mayor en musgo (9 días) que en suelo desnudo (7 días), frente a los 4 que duró en los otros dos ciclos. La  $E_s$  acumulada en ese tiempo fue excesivamente elevada respecto a los valores habituales en condiciones de campo, que no suelen superar los 15 mm, lo que se atribuye a las condiciones del ensayo, en maceta y además son un suelo artificial. Con cubierta de paja apenas se vislumbró el

comienzo de la fase II al final de los ciclos 1º y 3º. En los 3 ciclos, la evaporación diaria en fase I con paja fue la más baja, y la más elevada en suelo desnudo. El musgo redujo la evaporación diaria frente al suelo desnudo en torno a 1 mm diario, pero en el ciclo 1º la fase I duró 2 días más en el musgo que en el suelo desnudo, por lo que, al finalizar éstas, la Es acumulada total de las fases I fue más alta en musgo que en suelo desnudo.

**Tabla 1.** Pérdidas por evaporación acumuladas durante la fase I y en el total del ciclo evaluado

Tipo de cobertura	Ciclo 1 (1-14 mayo) 13 días			Ciclo 2 (12-18 junio) 6 días			Ciclo 3º (20 junio a 5 julio) 15 días		
	Fase I	Fase I ES U	Total ciclo Es	Fase I	Fase I ES U	Total ciclo Es	Fase I	Fase I ES U	Total ciclo Es
	días	mm	mm	días	mm	mm	días	mm	mm
Musgo	9	38,24	50,01	4	28,35	36,11	4	24,98	45,11
Paja	>13	--	17,93	>6	--	19,81	12	38,27	44,62
Suelo desnudo	7	34,16	48,92	4	33,08	40,02	4	30,88	49,35
ETo			66,51			40,56			103,8

El ahorro de agua respecto al suelo desnudo (%) en el tiempo que duró la Fase I en el suelo desnudo se representa en la tabla 2. Este ahorro fue muy importante en los 3 ciclos, entre el 59,42 y 70,3% en suelo con paja. Cabe señalar que el volumen de paja aportado fue muy elevado, 23,38 t/ha, y posiblemente se crearon unas condiciones que solo se producen en campo en zonas de acumulación de restos secos. Con musgo el ahorro resultó entre un 14,31 y un 19,12%, pero las condiciones del ensayo no nos permiten hacer extensivos estos balances a condiciones de campo, aunque sí el considerar que los musgos reducen la evaporación respecto a suelo desnudo durante la fase I de la evaporación.

**Tabla 2.** Ahorro de agua en % respecto al suelo desnudo durante la fase I del suelo desnudo

	Ciclo 1 (1-14 mayo)	Ciclo 2 (12-18 junio)	Ciclo 3º (20 junio a 5 julio)
Duración fase I en suelo desnudo (días)	7	4	4
% Ahorro con musgo	16,51	14,31	19,12
% Ahorro con paja	70,38	59,42	62,08

Los parámetros de las ecuaciones de Richie para la fase II de los ciclos 1º y 3º se presentan en la tabla 3. El 2º ciclo no permitió obtenerlas debido a lluvia imprevista.

Los valores de  $\alpha$  resultaron ligeramente altos en ambos ciclos, atribuible a las condiciones del ensayo, pero dentro de valores normales (Bonachela et al., 1999). En el ciclo 1º  $\alpha$  fue algo menor con musgo, pero en el ciclo 2º fue al contrario. Estas pequeñas diferencias podrían deberse asimismo a las condiciones del ensayo, aunque esto solo podrá determinarse en condiciones de campo y perfeccionado el diseño del ensayo y la toma de datos.

**Tabla 3.** Ecuación de Richie para la fase II en suelo cubierto con musgos y suelo desnudo en dos ciclos de desecación durante la primavera y verano  $E_s \text{ acumulada (II)} = \alpha \times \sqrt{t^2}$ 

	Ciclo 1º			Ciclo 3º		
	n	$\alpha$	R <sup>2</sup>	n	$\alpha$	R <sup>2</sup>
Cubierta de musgo	4	5,57	0,92	6	6,11	0,99
Suelo desnudo	11	5,91	0,98	11	5,67	0,99

Ante estos resultados, podemos augurar que los tapices de musgos en olivar pueden suponer un ahorro de agua respecto al suelo desnudo en la fase I de evaporación, lo que tiene lugar en las zonas olivereras durante muchos días entre el otoño y la primavera, y esto beneficiaría a la producción oleícola. Con esos valores y aplicando los modelos de evaporación que se han obtenido para olivar (Villalobos et al., 2000) podría estimarse la repercusión que tendría la presencia de un tapiz de musgos sobre la cobertura del suelo en diferentes condiciones climáticas. Para ello, no solo es preciso tener en cuenta la evaporación, sino también la frecuencia y periodicidad de las lluvias. Esto sería además importante de cara a evaluar los posibles ahorros en condiciones climáticas más adversas que las actuales.

#### 4. AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto TRA. TRA. 201600.2 financiado con fondos FEDER (80%) e IFAPA. A Andrés Gutiérrez, Trinidad Gutiérrez, Juana Mes y M<sup>a</sup> Ángeles Gutiérrez por su asistencia en campo.

#### 5. REFERENCIAS

- Ben Sasson (2013). Iniciación al estudio de los musgos en el olivar mediterráneo. Tesis de Máster. Universidad de Córdoba. 138 pp.
- Ben Sasson S, Rams S, Alcántara C and Saavedra M (2013). Influencia de la presencia de musgo sobre la instalación de malas hierbas en suelos de olivar. In Osca JM., Gómez de Barreda-Ferraz D., Castell V. y Pascual N. (Eds.). 2013. XIV Congreso de la Sociedad Española de Malherbiología. Valencia 5-7 noviembre. 25-29.
- Benlap J (2006). The potential Roles of Biological Soil Crusts in Dryland Hydrologic Cycles. *Hydrological Processes*, 20 (15), 3159-3178.
- Bonachela S, Orgaz F, Villalobos FJ and Fereres E (1999). Measurement and simulation of evaporation from soil in olive orchards. *Irrigation Science*, 18, 205-211.
- Chamizo S, Rodríguez-Caballero E, Miralles-Mellano I, Afana A, Lázaro R, Domingo F, Calvo-Cases A, Sole-Benet A, Cantón Y (2010). Características de las costras físicas y biológicas del suelo con mayor influencia sobre la infiltración y la erosión en ecosistemas semiáridos. Pirineos. *Rev. Ecol. Mont.*, 165, 69-96.
- Estébanez-Pérez B, Draper y Días De Aauri I and Medina-Bujalance R (2011). Briófitos: una aproximación a las plantas terrestres más sencillas. *Memorias R. Soc. Esp. Hist. Nat.* 2ª ép. 19-73.
- Le Bissonnais Y, Cerdan O, Lecomte V, Benkhadra H, Souchère V and Martin P (2005). Variability of Soil Surface Characteristics Influencing Runoff and Interrill Erosion. *Journal of Arid Environment*, 48, 373-395.
- Longton RE (1997). The role of bryophytes and lichens in polar ecosystems. Ed by Woodin SJ & Marquiss M. *Ecology of arctic environment*, pp. 69-96. Blackwell Science, Oxford.

- Pastor M (2008). Capítulo VIII: Sistemas de manejo del suelo. Ed. by Barranco, D., Fernández-Escobar, R. and Rallo, L. El Cultivo del Olivo. 6ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 846 pp.
- Philips JR (1957). Evaporation, and moisture and heat fields in the soil. *Journal Meteorology*, 14, 354-366.
- Rams S, Saavedra M, Alcántara C, Cabezas C and Jiménez-Moreno MJ (2011). Primera aproximación al estudio del estrato muscinal en el olivar andaluz. *XIII Congreso Nacional de Malherbología*. Ed. by Arévalo JR, Fernández S, López F, Recasens J and Sobrino E. Plantas Invasoras Resistencias a Herbicidas y Detección de Malas Hierbas. pp. 267-270. La Laguna, Tenerife.
- Ritchie JT (1972). Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. *Water Resources Research*, 8, 1204-1231.
- Saavedra M, Rams S, Ben Sasson S, Cabezas C, Castillo F and Alcántara C (2014). Los musgos como parte de la cubierta vegetal en olivar. IFAPA. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. 17 p., [www.servifapa.es](http://www.servifapa.es).
- Saavedra M, Rams S and Ben Sasson S (2013). Los musgos una alternativa o un complemento a las cubiertas vegetales en olivar mediterráneo. *Vida Rural*, 368, 30-34.
- Villalobos FJ, Orgaz F, Testi L and Fereres E (2000). Measurement and modeling of evapotranspiration of olive (*Olea europea* L.) orchards. *European Journal of Agronomy*, 13, 155-163.
- Yanusa IAM, Sedgley RH, Belford RK and Tennant D (1993). Dynamics of water use in a Mediterranean environment. I. Soil evaporation little affected by presence of plant canopy. *Agric. Water Management*, 24, 205-224.

---

### **Influence of olive groves moss crust on soil evaporation**

**Summary:** In three treatments of soil cover (moss, straw and bare soil) in pots 25 L of capacity, it has been evaluated the soil evaporation using Ritchie equation during 3 cycles of desiccation. The lowest daily loss occurred with straw and the highest with bare soil. The longest fase I was formed with straw, and the shortest with bare soil. The  $a$  and  $\alpha$  values of Ritchie's equations were similar to others situations in crops conditions, but  $U$  (24,98 to 38,24 mm) were very high. These are attributable to artificial conditions of the experiment. In consequence, these results are considered preliminary, and it is necessary to evaluate the evaporation in crop conditions in order to evaluate the positive results of the moss crust during the fase I of evaporation and to consider the rain frequency and climatic conditions.

**Keywords:** olive groves, moss, evaporation, water balance, cover crops.