

Estudio de la transpiración del esparto (*Stipa tenacissima* L.) en una cuenca del semiárido alicantino: un análisis pluriescalar

D.A. Ramírez Collantes

Departamento de Ecología, Universidad de Alicante. Apartado de correos 99. 03080 Alicante, España

➤ Recibido el 10 de abril de 2006, aceptado el 10 de abril de 2006.

La transpiración forma parte integral de la evapotranspiración (ET), ésta a su vez es parte fundamental en el estudio hidrológico superficial, teniendo una crucial importancia en el manejo de recursos hídricos, estudios medioambientales y producción vegetal. Sin embargo, las estimaciones de la ET han sido consideradas como muy difíciles de inferir, requiriéndose una perspectiva especial en paisajes formados por vegetación dispersa en parche, tal como ocurre en ambientes semiáridos (Domingo *et al.*, 1999).

El cálculo de la ET en el espartal en solana perteneciente a la Sierra de 'El Ventós' (término municipal de Agost, Alicante – España, **Fig. 1**) no fue ajeno a la problemática enunciada en el párrafo anterior. Así, los valores de transpiración medidos por el método de balance de calor fueron sub-estimados por un modelo basado en la ET potencial y humedad del suelo (Chirino, 2003). De allí, el interés de generar estrategias para la estimación de la transpiración, basadas en la información tomada a diferentes niveles o escalas haciendo uso de un análisis pluriescalar. En la presente tesis se realiza una incursión en el estudio de la transpiración del esparto (*Stipa tenacissima* L.) a tres escalas adyacentes: hoja, individuo y población o rodal. Se caracterizó los principales procesos que ayudaron a explicar patrones en el comportamiento de esta variable en cada escala, lo que a su vez nos sirvió satisfactoriamente para realizar el paso hacia la siguiente escala (escalado). Todo ello confirma la utilidad que tiene el estudio de los principales mecanismos operantes en cada sistema, y cómo esta perspectiva reduccionista puede ayudar a la hora de escalar una variable como la transpiración. Baldocchi *et al.* (1991) sugieren que el escalado de una variable fisiológica debe ser realizado bajo una aproximación jerárquica, teniendo en cuenta que dicho proceso debe ser llevado a cabo únicamente en escalas adyacentes y explorando escalamientos hacia arriba y hacia abajo. Nuestro trabajo confirma la utilidad de la aproximación de Baldocchi *et al.* (1991) en el estudio y escalado de la transpiración, la que a su vez, nos permitió distinguir algunos procesos cruciales en el funcionamiento del espartal y que pasamos a detallar de manera resumida a continuación.



Figura 1. Fotografía de una ladera en la micro-cuenca estudiada ($38^{\circ} 28' N$, $0^{\circ} 37' W$). El recubrimiento medio de la vegetación es de $43,0 \pm 2,1 \%$, donde el esparto (*Stipa tenacissima*) es la especie de mayor dominancia con $22,76 \pm 3,0 \%$ de recubrimiento.

A escala de hoja, un estudio más realista del proceso de senectud foliar y radiación incidente influida por la arquitectura y el grado de autosombreado de las hojas en la mata, nos permitió realizar satisfactoriamente el escalado de la transpiración desde la hoja al individuo. En este paso (hoja al individuo), cabe resaltar un mecanismo crucial para entender la respuesta a escala individual, sugiriéndose un proceso de aclimatación de las hojas a la luz. De esta manera, las hojas que han venido siendo expuestas a una mayor radiación, se muestran más reactivas en su respuesta de la transpiración a la luz. Todo esto confirma lo sugerido por Pearcy (1997), él cual considera a la arquitectura, senescencia y aclimatación de las hojas, como los principales factores que pueden ayudar al estudio del individuo completo.

Por otro lado, ya inmersos en la escala individual, hemos podido constatar también que los individuos de mayor tamaño, son más eficientes en el uso del agua, con asimilaciones de CO_2 mayores con un coste de transpiración bajo (**Fig. 2**). En este aspecto, juega un rol esencial el autosombreado entre hojas, el cual en principio ayudaría a evitar el impacto de las altas radiaciones tal y como lo sugiere el trabajo de Valladares y Pugnaire (1999) en la mata de *Stipa tenacissima*. Los individuos más pequeños ('reclutas') son más susceptibles al estrés hídrico, donde los rangos de contenido volumétrico de agua en el suelo menores del 10 % influyen de manera importante en la velocidad de la senectud del tejido foliar en dichos individuos. Hemos podido constatar por tanto, que la ontogenia de la mata de *Stipa tenacissima* trae consigo implicaciones funcionales importantes, las cuales pueden estar ligadas a un proceso gradual de aclimatación y desarrollo de mecanismos para optimizar la luz, tal y como lo sugieren Huber y Wiggerman (1997).

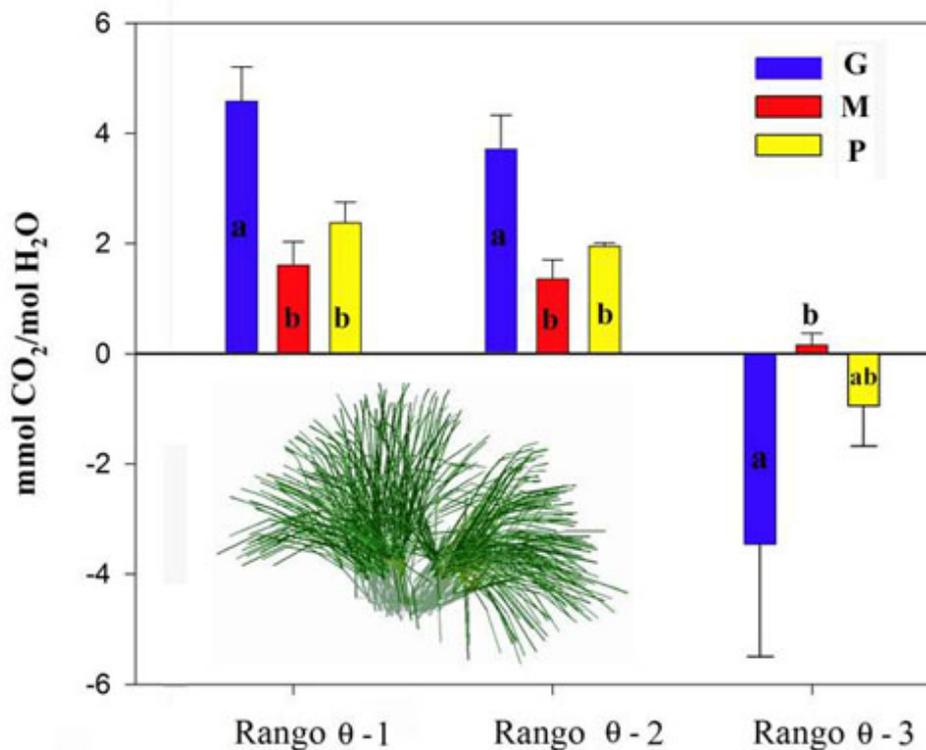


Figura 2. Comparación de la eficiencia del uso de agua obtenida a escala individual por el modelo Yplant para tres clases de tamaño de mata G ($\varnothing > 60$ cm), M (\varnothing : 30-60 cm) y P ($\varnothing < 30$ cm) en tres rangos de contenido volumétrico de agua en el suelo (θ), Rango θ -1: $25\% > \theta > 15\%$, Rango θ -2: $15\% \geq \theta > 5\%$ y Rango θ -3: $\theta \leq 5\%$. Diferencia entre clases de tamaño obtenidas en base a la prueba U Mann-Whitney ($p < 0,05$).

Se calcularon funciones de calibración o corrección individual (FCI) distinguidas para tres tamaños de matas y distintos rangos de contenido de agua en el suelo, las cuales fueron obtenidas entre los escalados de la transpiración en base a las medidas de hojas por porometría (ponderadas por senectud) y la transpiración individual (estimada por un modelo de arquitectura del follaje – Yplant). Dichas FCI nos permitieron dar el paso del individuo a la población o rodal de *Stipa tenacissima*, obteniéndose como resultado una alta coherencia entre el escalado, utilizando la distinción entre tamaños de mata haciendo uso de los FCI, y la transpiración calculada por un modelo de vegetación dispersa parametrizado y validado para medios semiáridos (Fig. 3). Estos valores estimados también fueron validados con el contenido de agua en el suelo bajo esparto obteniéndose resultados satisfactorios cuando se realizó la incursión de un escalado hacia abajo ('scaling down'). Este resultado, confirma la aproximación de Baldocchi *et al.* (1991) expuesta en el segundo párrafo, y en la cual se recomienda la exploración de escalados hacia arriba y hacia abajo, siempre y cuando sean llevados a cabo en escalas adyacentes.

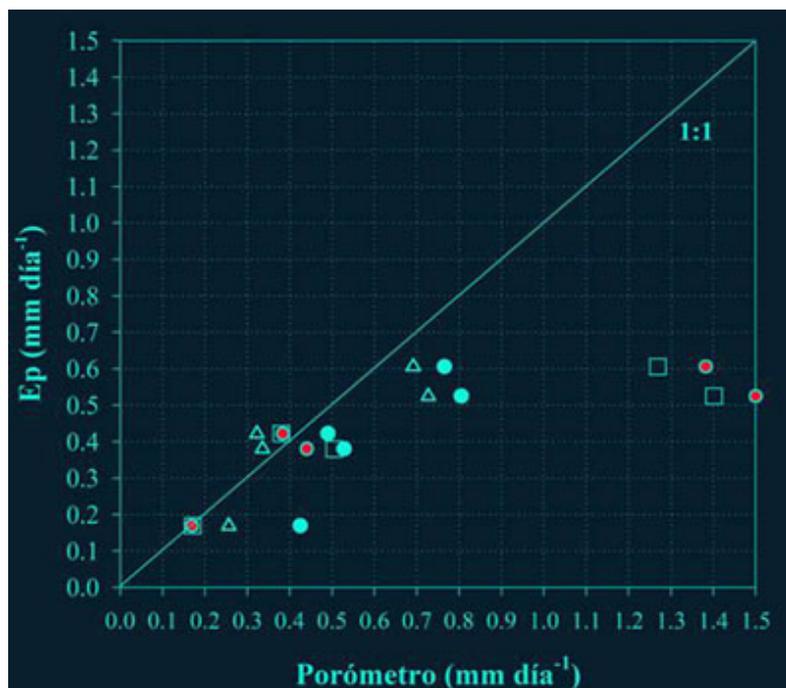


Figura 3. Diagrama de dispersión de los valores diarios de transpiración obtenidos por el modelo 'Clumped' (E_p) y las estimaciones de: porómetro extrapoladas (cuadrados), porómetro extrapoladas corregidas por FCI (círculos claros), porómetro integradas por cada clase de tamaño (círculos rojos), porómetro integradas por cada clase de tamaño y corregidas por las FCI (triángulos). Las evaluaciones correspondieron a las siguientes fechas: 21/04, 28/05, 08/08, 17/08 y 06/09/2004.

El poder acercarnos a la estimación de una transpiración a escala poblacional o rodal en base a la información de hoja-individuo, constituye un alcance de suma importancia. Dicho logro, nos permitió el estudio de las sub-poblaciones de espartal en la micro-cuenca, así como la distinción de los principales mecanismos que están detrás de los patrones de transpiración del rodal a diferentes condiciones de disponibilidad hídrica. Así, el resultado de la evaluación y comparación de la transpiración de la población y el análisis de la estructura de las sub-poblaciones de *Stipa tenacissima* en la micro-cuenca evaluada, nos permitieron inferir a la competencia intra-específica y la disponibilidad de suelo, como los principales procesos responsables del uso de agua por el espartal. Dichos procesos cobrarían diferente grado de importancia dependiendo de la disponibilidad de agua en el sistema.

Hemos visto pues, que a medida que subimos en la escala de análisis de la hoja a la población, se van añadiendo otros procesos que van cobrando importancia dependiendo de la escala. Así, tal y como lo señalan Meentemeyer y Box (1987), el aumento de escala en un análisis pluriescalar trae consigo el aumento de interacciones y propiedades funcionales. De esta manera, a nivel poblacional, la disponibilidad de suelo en la microcuenca, el auto-sombreado entre matas y principalmente la competencia intra-específica, se añaden a los procesos analizados a menor escala, como lo son: el auto-sombreado, la aclimatación y la senectud de las hojas.

DAVID A. RAMIREZ COLLANTES

Estudio de la transpiración del esparto (*Stipa tenacissima* L.) en una cuenca del semiárido alicantino: un análisis pluriescalar

Tesis Doctoral

Departamento de Ecología, Universidad de Alicante

Marzo de 2006

Director: Dr. Juan F. Bellot Abad

Referencias

- Baldocchi, D.D., Luxmoore, R.J. y Hatfield, J.L. 1991. Discerning the forest from the trees: an essay on scaling canopy stomatal conductance. *Agricultural and Forest Meteorology* 54: 197 – 226.
- Chirino, E. 2003. *Influencia de las precipitaciones y de la cubierta vegetal en el balance hídrico superficial y en la recarga de acuíferos en clima semiárido*. Tesis doctoral Universidad de Alicante – España.
- Domingo, F., Villagarcía, L., Brenner, A. y Puigdefábregas, J. 1999. Evapotranspiration model for semi-arid shrub-lands tested against data from SE Spain. *Agricultural and Forest Meteorology* 95, 67-84.
- Huber, H. y Wiggerman, L. 1997. Shade avoidance in the clonal herbs *Trifolium fragiferum*: a field study with experimentally manipulated vegetation height. *Plant Ecology* 130: 53-62.
- Meentemeyer, V. y Box, E.O. 1987. Scale effects in landscape studies. En: Turner, M. G. (editor). *Landscape heterogeneity and disturbance*. Ecol Studies 64. Springer Verlag. Nueva York, pp.: 15-34.
- Pearcy, R.W. 1997. Acclimation to sun and shade. En: Raghavendra, A. S. (editor). *Photosynthesis, a comprehensive treatise*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Valladares, F. y Pugnaire, F.I. 1999. Tradeoffs between irradiance capture and avoidance in semi-arid environments assessed with a crown architecture model. *Annals of Botany* 83: 459-469.