

EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD DE FLUJO DE SAVIA DE INDIVIDUOS DE *ACACIA MELANOXYLON* R. BR. EN EL NOROESTE DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

Enrique Jiménez Carmona, José Antonio Vega Hidalgo, Pedro Pérez Gorostiaga, Teresa Fonturbel Lliteras y Cristina Fernández Filgueira

Centro de Investigación e Información Ambiental, CINAM-Lourizán. Apartado 127. 36080-PONTEVEDRA (España). Correo electrónico: ejimenez.cifal@siam-cma.org

Resumen

Se presentan resultados preliminares de un estudio de transpiración de masas de *Acacia melanoxylon* R. Br. en la zona costera de Pontevedra (Galicia). *Acacia melanoxylon* es una especie introducida, que puede jugar un importante papel en los balances hídricos de numerosas cuencas del noroeste de la Península Ibérica. En una masa dominada por esta especie, con una densidad de 9.000 pies.ha⁻¹, se seleccionaron diez individuos a principios de 2006, en los que se instalaron sondas para la determinación de la densidad de flujo de savia durante el período de crecimiento vegetativo mediante el método de disipación de calor. Se registró igualmente, la variación en el tiempo de diferentes parámetros ambientales. En este estudio se constató una baja relación entre la tasa de transpiración y variables meteorológicas (radiación, déficit de presión de vapor), debido al alto control estomático de la transpiración en esta especie. Igualmente, se observó una relación significativa entre la densidad de flujo de savia media y la longitud de copa de los individuos, ya que esta última variable define la cantidad de tejido fotosintético presente en la planta.

Palabras clave: *Densidad de flujo de savia, Acacia melanoxylon, Déficit de presión de vapor, Radiación solar*

INTRODUCCIÓN

Acacia melanoxylon es una especie introducida, de origen australiano, que en la actualidad ocupa amplias extensiones de terreno en el noroeste de la Península Ibérica, en masas puras o, generalmente, en masas mixtas junto a *Eucalyptus globulus*. Generalmente se encuentra en rodales de alta densidad. Aunque en la actualidad en nuestro país, es una especie con escaso uso maderero, a nivel internacional se ha aceptado como una de las grandes maderas decorativas del mundo (PINILLA-SUÁREZ et al., 2006).

Esta especie, caracterizada por un rápido crecimiento en las zonas en las que se desarrolla, puede jugar un papel de gran importancia en

los balances hídricos de las cuencas forestales en las que se encuentra (VERTESSY et al., 1995). En el noroeste de la Península Ibérica puede suponer un elemento a tener en consideración en aquellas cuencas de *Eucalyptus globulus* continuamente degradadas por el efecto de plagas, incendios y una gestión poco sostenible (FERNÁNDEZ et al., 2006). Aunque tanto en Galicia como a nivel mundial se han desarrollado diferentes estudios sobre el posible efecto ecológico del eucalipto (DÍAZ-FIERROS et al., 1982; BARÁ et al., 1985; CALVO DE ANTA, 1992; GRAS, 1993; VERTESSY et al., 1995; HUNT & BEADLE, 1998; FERNÁNDEZ, et al., 2006), la investigación sobre el efecto de especies del género *Acacia* es prácticamente inexistente. Por

lo tanto, es necesario incrementar el conocimiento de diferentes aspectos ecofisiológicos de esta especie. En este artículo se presentan los resultados preliminares de un estudio sobre la transpiración de individuos de *Acacia melanoxylon* en el noroeste de la Península Ibérica.

METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en una masa pura de *Acacia melanoxylon* localizada cerca de la ciudad de Pontevedra – Galicia (43° 30' N y 8° 38' O). La densidad del arbolado era de 9.000 pies.ha⁻¹. El clima es oceánico, templado y lluvioso, con una precipitación de 1715 mm y una temperatura media anual de 14°C. El suelo es franco arenoso y poco profundo (100 cm). La vegetación del sotobosque es la típica de brezal costero, con predominio de Ericaceas (*Calluna vulgaris*, *Erica cinerea* y *Erica umbellata*) y helecho (*Pteridium aquilinum*).

Para el estudio se seleccionaron 10 individuos (Tabla 1) que no presentasen deformaciones ni síntomas de ataque de plagas o enfermedades. La transpiración se midió mediante el uso de sensores de disipación de calor (GRANIER, 1985), que consisten en una sonda calentada de manera continua insertada en el área conductora 12 cm por encima de otra que se mantiene a la temperatura del área conductora. Las sondas se colocaron a 130 cm del suelo, en la cara norte del tronco, minimizando el impacto del calentamiento solar. La zona de inserción de las sondas se cubrió con una carcasa plástica adosada al tronco, revestida de aislante térmico. Las medidas se almacenaron mediante datalogger en intervalos de 10 minutos. Para caracterizar cada individuo se consideraron los valores de densidad de flujo de savia diaria –DFS– (dm³.dm⁻².día⁻¹). La densidad de flujo media diaria para la masa se estableció

como la media aritmética de los 10 árboles monitorizados. Las medidas se realizaron desde el 8 de junio al 24 de agosto de 2006 (78 días). Al inicio del estudio se midió la altura total, altura de inicio de copa, diámetro normal y ancho de copa de cada individuo monitorizado (Tabla 1). A cada uno de estos individuos se calculó su índice de competencia, estableciendo una parcela de 3 y 6 m de radio alrededor de cada árbol monitorizado, en la que se midió el diámetro normal y distancia con respecto al individuo de cada uno de los ejemplares incluidos en su interior (Tabla 1). El índice de competencia se calculó mediante la siguiente fórmula (HEGYI, 1974):

$$IC_A = \sum (d_i/D_A) / L_i$$

Siendo IC_A el índice de competencia para el árbol A (m⁻¹), d_i el diámetro normal del árbol vecino (cm), D_A el diámetro normal del árbol A (cm) y L_i la distancia entre el árbol A y el árbol vecino (m).

Una estación meteorológica de la red de la Xunta de Galicia situada anexa al área de estudio recogió los valores cada 10 minutos de precipitación, radiación solar global, velocidad del viento, temperatura y humedad relativa del aire. El valor de déficit de presión de vapor (VPD) se calculó a partir de los correspondientes valores de temperatura y humedad relativa. Se monitorizó la humedad del suelo (0–20 cm) semanalmente mediante TDR para determinar el porcentaje de humedad durante el período de estudio.

Para analizar la posible relación existente entre la DFS y los parámetros meteorológicos, se realizaron regresiones múltiples paso a paso (stepwise), con los valores de densidad de flujo de savia máximos (de 12:00 a 14:00 horas solares), seleccionando aquella que dio mejor ajuste. Con la finalidad de explorar posibles relaciones entre las características del arbolado y la DFS se realizaron regresiones simples.

d.b.h. (cm)	h _t (m)	h _{ic} (m)	l _c (m)	a.c. (m)	c.e. (m. cm ⁻¹)	r.c.	i.c. ₆ (m ⁻¹)	i.c. ₃ (m ⁻¹)
7,92	11,38	4,20	7,18	2,10	1,46	0,63	19,39	11,54
(0,47)	(0,37)	(0,38)	(0,49)	(0,07)	(0,05)	(0,03)	(1,10)	(0,94)

Tabla 1. Características medias de los individuos monitorizados: d.b.h.: diámetro normal; h_t: altura total; h_{ic}: altura de inicio de copa; l_c: longitud de copa (h_t – h_{ic}); a.c.: ancho de copa; c.e.: coeficiente de esbeltez (h_t/d.b.h.); r.c.: ratio de copa (l_c/h_t); i.c.₆: índice de competencia con radio de 6 m; i.c.₃: índice de competencia con radio de 3 m. Números entre paréntesis: error estándar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climatológicas durante el año de estudio (Figura 1) fueron muy similares a medias observadas previamente, con una temperatura media de 15,25°C, y una precipitación anual de 1931,6 mm. Se observó un período de sequía durante los meses de junio y julio, con una precipitación de 11,6 mm y 4,6 mm respectivamente.

La DFS media para el período de estudio fue de 14,79 dm³.dm².día⁻¹, con un valor máximo de 20,35 dm³.dm².día⁻¹ observado el 25 de junio, y un valor mínimo de 7,91 dm³.dm².día⁻¹ observado el 24 de julio. Los valores son superiores a los observados cerca del área de estudio durante un período de tiempo parecido (primavera – verano), en una masa juvenil de *Eucalyptus globulus* (entre 2,91 y 12,45 dm³.dm².día⁻¹ – JIMÉNEZ et al., 2006), y del mismo orden que los observados en *Eucalyptus regnans* (entre 13,07 y 37,51 dm³.dm².día⁻¹ – VERTESSY et al., 1995), *Acacia dealbata* (entre 0,16 y 11,71 dm³.dm².día⁻¹ – HUNT & BEADLE, 1998) y *Eucalyptus nitens* (entre 7,96 y 54,64 dm³.dm².día⁻¹ – HUNT & BEADLE, 1998).

Al analizar la evolución diaria de la densidad de flujo de savia se apreció (Figura 2) como el VPD y la radiación actuaron como las fuerzas motoras de la transpiración, presentando la densidad de flujo de savia un comportamiento similar a ambas variables, con valores mínimos durante la noche, incrementándose estos a partir del amanecer hasta alcanzar un valor máximo en las horas centrales del día, para volver a descender antes del anochecer. No se observó, sin embargo,

una alta relación entre parámetros meteorológicos medios de 12:00 a 14:00 horas solares y la humedad del suelo diaria y la DFS máxima media diaria (de 12:00 a 14:00 horas) mediante regresión múltiple paso a paso, siendo la más significativa la siguiente, de tipo logarítmico:

$$DFS_{\text{máx}} = 0,751 \ln(VPD) + 0,504 \ln(R.G.) + 1,844 \ln(\text{suelo}) - 4,630 \quad (R^2=0,456; n=78; P=0,0008; e.e.=0,714)$$

siendo DFS_{máx}: densidad de flujo de savia máxima diaria – de 12:00 a 14:00 horas (dm³.dm².día⁻¹); VPD: déficit de presión de vapor medio diario de 12:00 a 14:00 (kPa); R.G.: radiación global media diaria de 12:00 a 14:00 (W.m²); suelo: humedad del suelo (%). El VPD la variables más significativa de las tres que entraban en el modelo, ajustando el 0,334 de la variación, la radiación mejoraba el ajuste en 0,069, y la humedad del suelo en 0,052. Esta débil relación puede deberse a un elevado control estomático de la transpiración en esta especie, produciéndose el cierre de los estomas ante una elevada demanda evaporativa, evitando de esta manera fenómenos de cavitación en el xilema (DAVID et al., 2004). En estudios previos se ha observado mediante técnicas de porometría un elevado control estomático en los filodios de esta especie (BRODRIBB & HILL, 1993). Además, la humedad del suelo se mantuvo durante todo el período de estudio con valores bajos, y relativamente constantes, entre el 8,00 y el 12,53%, lo que pudo favorecer la existencia de un mayor control estomático.

Con respecto a las relaciones existentes entre DFS media diaria por individuo para todo el período de estudio y características del arbo-

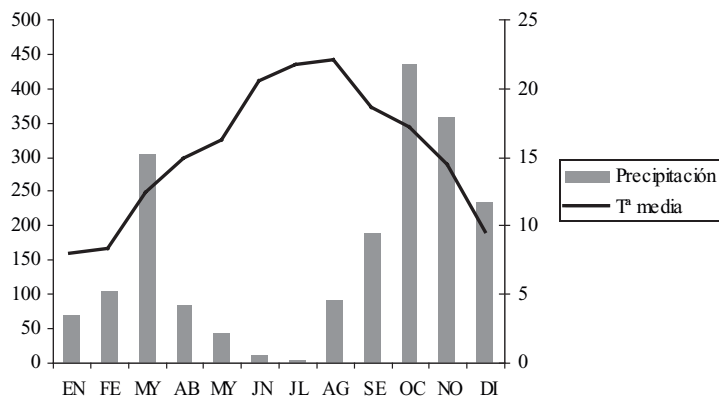


Figura 1. Precipitación y temperatura media mensual durante el año de monitorización en el área de estudio

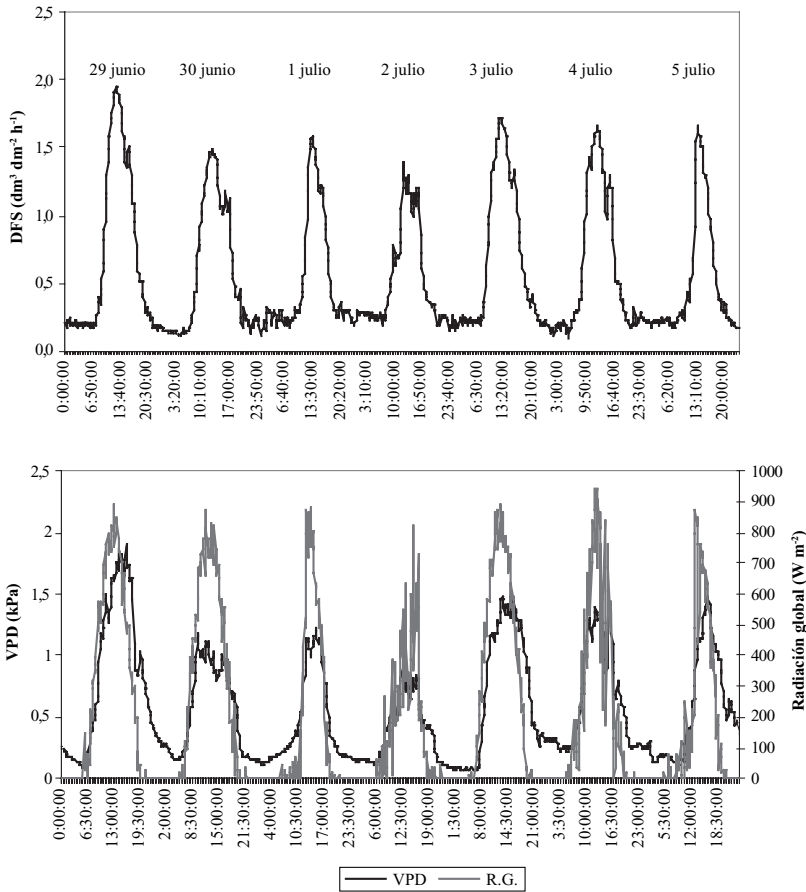


Figura 2. Evolución cada 10 minutos de los valores de densidad de flujo de savia media (DFS), déficit de presión de vapor (VPD) y radiación global, del 29 de junio al 5 de julio

lado, solo se apreciaron relaciones estadísticamente significativas (Figura 3) en el caso de la longitud de copa ($r = 0,798$; $P=0,006$; e.e. = 4,22) y ratio de copa ($r = 0,765$; $P=0,010$; e.e. = 4,51). Esta alta relación puede deberse a que son variables que definen la cantidad de tejido fotosintéticamente activo presente en cada individuo (LAGERGREN & LINDROTH, 2004). Aunque en ninguno de los casos fue estadísticamente significativa, cabe destacar que el índice de competencia considerando un radio de 3 m presentaba un coeficiente de correlación de Pearson mayor que al considerar 6 m (0,549 frente a 0,444), debido probablemente a la alta densidad del arbolado, lo que podría provocar que los indivi-

duos estuviesen más influenciados por el arbolado más cercano.

CONCLUSIONES

Los altos valores de densidad de flujo de savia observados en este estudio para *Acacia melanoxylon* para todo el período vegetativo demuestran la alta influencia que puede tener esta especie en el balance hidrológico de aquellos ecosistemas en los que se encuentre. Asimismo se observó un alto control estomático en los filodios de la especie en el proceso de transpiración, evitando la cavitación del xilema

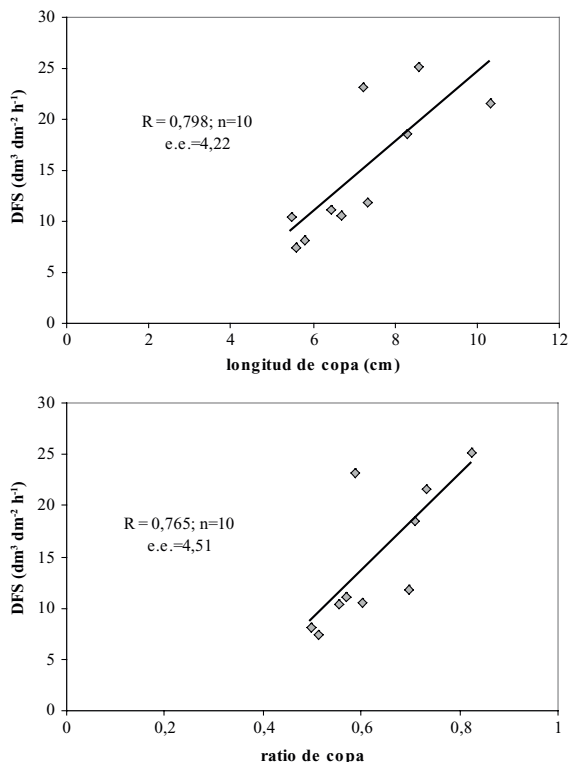


Figura 3. Relación entre la longitud de copa y ratio de copa de los individuos monitorizados y su densidad de flujo de savia media para todo el período de estudio

en momentos de elevada demanda evaporativa de la atmósfera.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado con el proyecto PGDIT05RFO50202PR de la Dirección Xeral de I+D de la Xunta de Galicia. Agradecemos a todos aquellos que colaboraron en el trabajo de campo y de laboratorio, especialmente a J.R. González, A. Arellano, A. Pereira, M. López y J. Pardo.

BIBLIOGRAFÍA

- BARÁ, S.; RIGUEIRO, A.; GIL, M.C.; MANSILLA, P. Y ALONSO, M.; 1985. *Efectos ecológicos del Eucalyptus globulus en Galicia. Estudio comparativo con Pinus pinaster y Quercus robur*. INIA. Madrid.
- BRODRIBB, T. & HILL, K.S.; 1993. A physiological comparison of leaves and phyllodes in *Acacia melanoxylon*. *Aust. J. Bot.* 41: 293-305.
- CALVO DE ANTA, R.; 1992. *El eucalipto en Galicia: Sus relaciones con el medio natural*. Universidad de Santiago de Compostela. Santiago de Compostela.
- DAVID, T.S.; FERREIRA, M.I.; COHEN, S.; PEREIRA, J.S. & DAVID, J.S.; 2004. Constraints on transpiration from an evergreen oak tree in southern Portugal. *Agric. For. Meteorol.* 122: 193-205.
- DÍAZ-FIERROS, F.; CALVO, R. & PAZ, A.; 1982. *As especies forestais e solos de Galicia. Cuad. Area de Cien. Agrarias Sem. Estad. Galegos*. Santiago de Compostela.

- FERNÁNDEZ, C.; VEGA, J.A.; GRAS, J.M. & FONTURBEL, T.; 2006. Changes in water yield after a sequence of perturbations and forest management practices in an *Eucalyptus globulus* Labill. watershed in Northern Spain. *Forest Ecol. Manage.* 234: 275-281.
- GRANIER, A.; 1985. Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. *Ann. Sci. For.* 42: 193-200.
- GRAS, J.M.; 1993. *Investigación sobre las relaciones hídricas de las plantaciones de Eucalyptus globulus en Galicia*. Tesis Doctoral. Universidad de Madrid. Madrid.
- HEGYI, F.; 1974. A simulation model for managing jack pine stands. In: F. Joran (ed.), *Growth models for tree and stand simulation*. 74-90 Estocolmo, Suecia.
- HUNT, M.A. & BEADLE, C.L.; 1998. Whole-tree transpiration and water-use partitioning between *Eucalyptus nitens* and *Acacia dealbata* weeds in a short-rotation plantation in northeastern Tasmania. *Tree Physiol.* 18: 557-563.
- JIMÉNEZ, E.; VEGA, J.A.; PÉREZ-GOROSTIAGA, P.; FONTURBEL, T. CUIÑAS, P. Y FERNÁNDEZ, C.; 2006. Evaluación de la transpiración de *Eucalyptus globulus* mediante la densidad de flujo de savia y su relación con variables meteorológicas y dendrométrica. En: 2º *Simposium Iberoamericano de Eucalyptus globulus*: 1-30. Pontevedra, España.
- LAGERGREN, F. & LINDROTH, A.; 2004. Variation in sapflow and stem growth in relation to tree size, competition and thinning in a mixed forest of pine and spruce in Sweden. *Forest Ecol. Manage.* 188: 51-63.
- PINILLA-SUÁREZ, J.C.; MOLINA-BRAND, M.P.; BRIONES, R. Y HERNÁNDEZ-CARIAGA, G.; 2006. Opciones de productos a partir de la madera de acacia, y su promoción. Antecedentes de una experiencia con acacias en Chile. *Boletín del CIDEU* 2: 73-92.
- VERTESSY, R.A.; BENYON, R.G.; O'SULLIVAN, S.K. & GRIBBEN, P.R.; 1995. Relationships between stem diameter, sapwood area, leaf area and transpiration in a young mountain ash forest. *Tree Physiol.* 15: 559-567.