

EFECTO DE LA CLASE SOCIOLÓGICA Y LA ESTRUCTURA DE COPAS EN LA HUMEDAD FOLIAR DE *QUERCUS ROBUR* L. Y *BETULA ALBA* L. EN GALICIA

Ana Daría Ruiz González, Juan Gabriel Álvarez González y Esteban Gómez-García

Unidad de Gestión Forestal Sostenible (UXFS). Universidad de Santiago de Compostela. Escuela Politécnica Superior. Campus Universitario s/n. 27002-LUGO (España). Correo electrónico: Anadaria.ruiz@usc.es

Resumen

En este estudio se aportan datos sobre humedades de hojas y ramillas finas en dos de las especies frondosas de mayor relevancia en Galicia: *Quercus robur* y *Betula alba*. En el documento se analizan diversas fuentes de variación, observándose diferencias debidas a la especie, al tipo de combustible y a la posición en la copa. Los resultados ratifican la importancia de la caracterización de la humedad del dosel de copas por estratos de altura, independientemente de la clase sociológica de los árboles individuales, para la correcta predicción de la subida del fuego a las copas. Destaca la elevada humedad de las hojas frente a las ramillas, y se pone de manifiesto la gran influencia, que en la humedad de los combustibles vivos, presentan las condiciones específicas del lugar.

Palabras clave: *Incendio forestal, Entorchamiento, Combustible, Frondosas*

INTRODUCCIÓN

La humedad foliar es una de las variables más influyentes en la altura de desecado de las copas y en la posibilidad de que un fuego de superficie inicie su transición hacia las mismas (VAN WAGNER, 1977). Prueba de ello es su inclusión en los modelos de predicción de la ocurrencia y del comportamiento del fuego que actualmente se emplean para planificar estrategias de selvicultura preventiva (KEYES, 2006). A pesar de las implicaciones de la humedad foliar en el comportamiento y en los efectos del fuego sobre el arbolado hay poca información publicada sobre los patrones y rangos de variación de esta variable en las especies forestales de nuestros montes, y menos aún en el caso de frondosas. En España existen diversos estudios

sobre humedad de combustibles vivos pero se refieren fundamentalmente a especies de matorral o arbustivas, y además del ámbito mediterráneo (VIEGAS et al., 2001; CASTRO et al., 2006). Más abundante es la información disponible sobre humedad foliar de coníferas pero se limita a especies de Norte América (ALEXANDER, 1988; AGEE et al., 2002). RUIZ et al. (2010) exploran la variación estacional de la humedad foliar y de ramillas finas vivas en masas de *Quercus robur* y *Pinus radiata* e inician una línea de trabajo orientada a cubrir el vacío de información que sobre el tema hay para las especies forestales y condiciones ambientales de Galicia.

En este estudio, que pretende profundizar en la línea apuntada, se aportan datos sobre humedades de hojas y ramillas finas en dos de las

especies de frondosas de mayor relevancia en Galicia: *Quercus robur* y *Betula alba*. En el documento se analizan las diferencias detectadas entre especies, tipo de combustible, estado sociológico y posición en la copa.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se basa en las mediciones de humedad realizadas en 50 pies distribuidos entre distintas clases sociológicas (árboles dominantes, codominantes, intermedios y sumergidos) y procedentes de 14 parcelas experimentales en su mayor parte de la provincia de Lugo (Figura 1).

Para la toma de muestras se aprovecharon los árboles cortados en el contexto del proyecto “Modelos de evolución y capacidad de secuestro de carbono en bosques de frondosas autóctonas

del noroeste de España” que incluye, entre otros objetivos el ajuste de tarifas de biomasa y de contenido en nutrientes y carbono. En la Tabla 1 se indica la distribución temporal y por especies de los árboles apeados y utilizados en el estudio de humedades. Como se observa las mediciones de humedad se hicieron durante los meses de verano, intensificándose las de roble en el mes de junio, y las de abedul en los meses de julio, agosto y septiembre.

En cada parcela, el dosel de copas se dividió en tres zonas de igual longitud comprendidas entre el ápice del árbol más alto (correspondiente al árbol dominante) y la base de la copa más cercana al suelo (correspondiente al árbol sumergido). Los distintos datos de humedades de la parcela en cuestión se distribuyeron entre estas tres zonas en función de la distancia al suelo de cada ramilla.

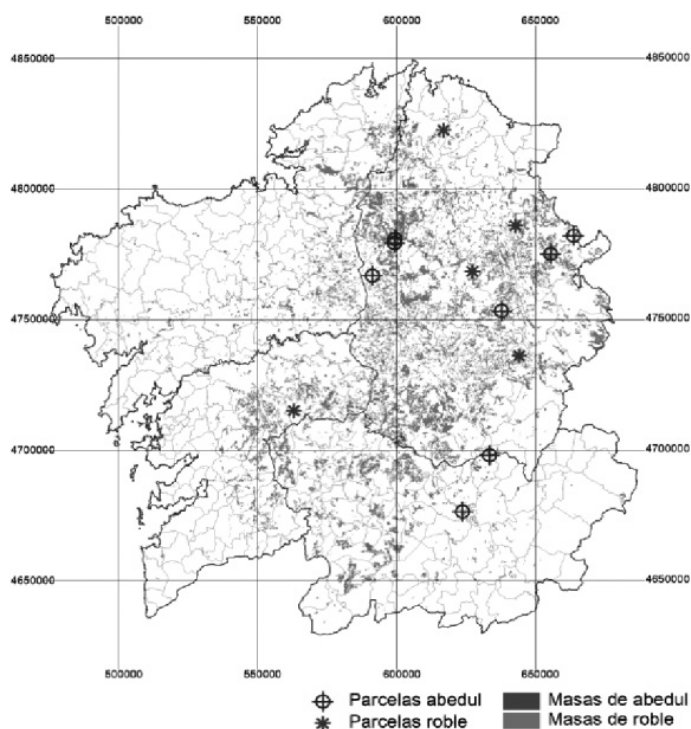


Figura 1. Distribución geográfica de las parcelas experimentales

Especie	Septiembre 2008	Junio 2009	Julio 2009	Agosto 2009	Total
<i>Betula alba</i>	8	1	14	8	31
<i>Quercus robur</i>	---	16	3	--	19
Total	8	17	17	8	50

Tabla 1. Calendario de corta y número de árboles de cada especie utilizados en el estudio

La utilización de pies apeados permitió la toma de muestras de hojas y ramillas para determinación de humedad a distintas alturas en la copa. En cada copa se consideraron tres posiciones: zona basal o tercio inferior, zona media, y zona alta o tercio superior. En cada una de esas zonas se cortaron tres ramillos hasta un grosor de 6 mm medido con un calibre. Cada ramillo se fraccionó a su vez en tres componentes: hojas, ramillas de nuevo crecimiento y ramillas de crecimiento antiguo. La descomposición basada en la madurez de la ramilla no resultó fácil en abedul por lo que para esta especie se basó en el grosor, diferenciándose: hojas, ramillas muy finas (grosor inferior a 3 mm) y ramillas finas (grosor entre 3 y 6 mm). Los distintos componentes correspondientes a cada posición de copa se envasaban por separado, en botes de plástico con tapa y obturador que además se sellaban con cinta adhesiva para minimizar las pérdidas de humedad durante el traslado al laboratorio. Diariamente las muestras traídas del campo se pesaban y se introducían en estufa para su secado a 80°C hasta peso constante. A partir de los pesos húmedos (PH) y secos (PS) se calcularon las humedades de las muestras (M, en porcentaje respecto a peso seco):

$$M(\%) = \frac{PH - PS}{PS} \times 100$$

Análisis de datos

El tratamiento de la información incluye la elaboración de gráficos de cajas y la realización de diversos análisis de varianza según un modelo lineal mixto. La posición de la ramilla en el dosel y la clase sociológica se trataron como factores fijos mientras que el árbol (individuo) se trató como factor aleatorio anidado a la clase. Se realizaron análisis independientes para cada especie (roble o abedul) y tipo de combustible (hojas y distintas categorías de ramillas) según la expresión general del modelo que es la siguiente:

$$m_{ijk(i)} = \mu + CS_i + P_j + CS_i P_j + I_{k(i)} + e_{ijk(i)}$$

Donde $m_{ijk(i)}$ es la humedad (%), μ es la humedad media, CS_i es el factor clase sociológica (i = dominante, co-dominante, intermedia y sumergida), P_j es el factor posición en la copa (j

= superior, media e inferior), $I_{k(i)}$ es el factor individuo anidado a la clase sociológica y $e_{ijk(i)}$ es el término del error. Los gráficos se elaboraron con Sigmaplot (SYSTAT SOFTWARE, 2009) y los análisis de varianza con el procedimiento MIXED de SAS/STAT® (SAS INSTITUTE INC., 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los estadísticos descriptivos generales de las humedades observadas. Destaca, para ambas especies la mayor humedad máxima, media y mínima de las hojas frente a las ramillas, y también su mayor rango de variación. La humedad foliar observada en roble resultó ligeramente inferior a la observada en abedul aún cuando la mayor parte de las mediciones de la primera especie se efectuaron a lo largo del mes de junio mientras que las mediciones en la abedul se realizaron cuando el verano ya estaba más avanzado (Tabla 1). Sin embargo, la humedad observada en las ramillas adultas de roble resultó superior a la humedad observada en las ramillas de abedul. Esto se aprecia incluso si se contrasta con las ramillas de abedul más finas (grosor inferior a 3 mm) que estaban constituidas básicamente por crecimiento del año. Los datos de ramillas nuevas en roble se desecharon pues el peso de la muestra resultó insuficiente en la mayoría de las ocasiones para garantizar un error aceptable. La mayor humedad de las hojas frente a las ramillas en ambas especies representa la tendencia general indicada por diferentes autores y para especies muy diversas (CHANDLER et al., 1991; AGEE et al., 2002).

Los diagramas de cajas de las Figuras 2 (abedul) y 3 (roble) muestran el efecto de la posición en el dosel en la humedad de hojas y ramillas. En las Figuras 4 (abedul) y 5 (roble) se muestra la influencia de la clase sociológica. En abedul la humedad foliar muestra una clara tendencia a descender conforme aumenta la distancia al suelo mientras que con las ramillas sucede lo contrario (Figura 2). En roble se detectaron las mismas tendencias aunque no son tan marcadas y apenas se notan si se utiliza, como se ha hecho, la misma escala de humedades que en abedul (Figura 3). Los análisis de varianza, fijado un nivel de significación del 5%, indicaron

Especie	Combustible	Nº datos	Media	Máximo	Mínimo	Desv. Est
Abedul	Hojas	93	180,1	301,5	127,6	34,6
	Ramillas <3mm	93	109,6	154,9	79,2	14,1
	Ramillas 3-6mm	93	97,5	131,1	69,3	11,6
Roble	Hojas	57	171,9	276,8	107,1	36,5
	Ramillas adultas < 6 mm	57	123,8	163,6	90,5	17,7

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de las humedades observadas en las especies y combustibles estudiados. Las humedades se expresan en porcentaje respecto a peso seco

para ambas especies y categorías de combustible, diferencias significativas en la humedad media debidas al factor posición en el dosel. Sin embargo no se observaron diferencias significativas debidas al factor clase sociológica. En abedul la humedad foliar resultó significativamente diferente en las tres posiciones del dosel mientras que las diferencias de humedad de las ramillas solo resultaron significativas entre el tercio superior e inferior del dosel. En roble los análisis de varianza indicaron diferencias significativas entre la humedad foliar del tercio superior del dosel y las otras dos zonas, y entre la humedad de las ramillas del tercio superior y el tercio inferior del dosel. Aunque no se encontraron diferencias significativas entre clases sociológicas sí que se observa, en las Figuras 4 y 5, que la humedad media mínima para las distintas categorías de combustible y en ambas especies corresponde al estrato dominante. Esto concuerda con lo observado en *Quercus robur* y *Pinus radiata* por RUIZ et al. (2010). La influencia del

estado sociológico en la humedad foliar es indirecta, las diferencias (no significativas) detectadas entre estados se deben a que sus copas ocupan distintas posiciones en la masa con respecto al suelo. Por ejemplo, en abedul las mayores humedades se observaron en la zona baja de los árboles sumergidos mientras que las menores en la zona alta de los dominantes; las humedades observadas en la parte basal de los árboles dominantes fueron similares a las de la zona alta de los árboles sumergidos. RUIZ et al. (2010) observaron en roble humedades foliares medias similares a las de este estudio. Sin embargo, el rango de variación de la humedad fue bastante menor lo cual es sorprendente pues el periodo de muestreo abarcó un mayor número de meses (de febrero a octubre). Este resultado pone de manifiesto la gran influencia, que en la humedad de los combustibles vivos, presentan las condiciones ambientales del lugar (KEYES, 2006) puesto que el anterior estudio se desarrolló en un único lugar y éste en catorce sitios diferentes.

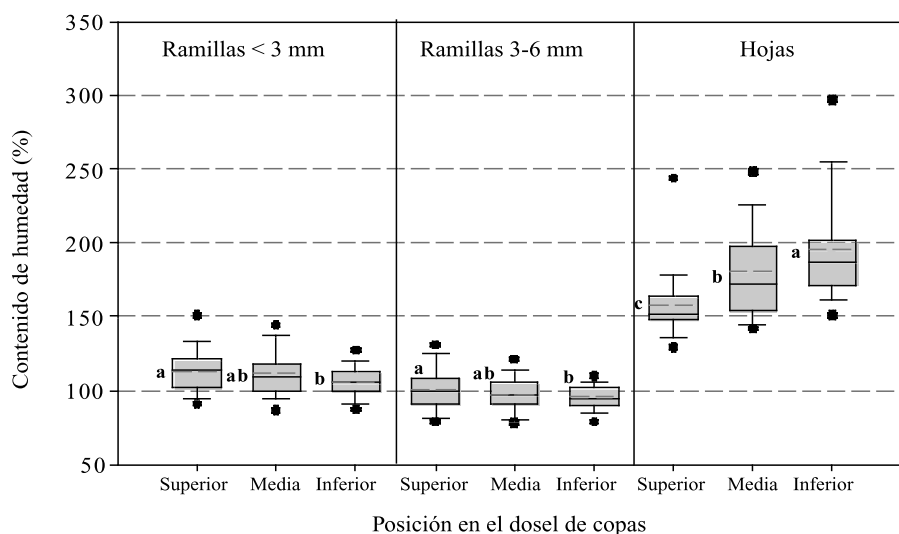


Figura 2. Efecto de la posición en el dosel en la humedad de las hojas y ramillas en abedul. Letras diferentes, dentro de cada tipo de combustible, indican medias significativamente diferentes (línea gris)

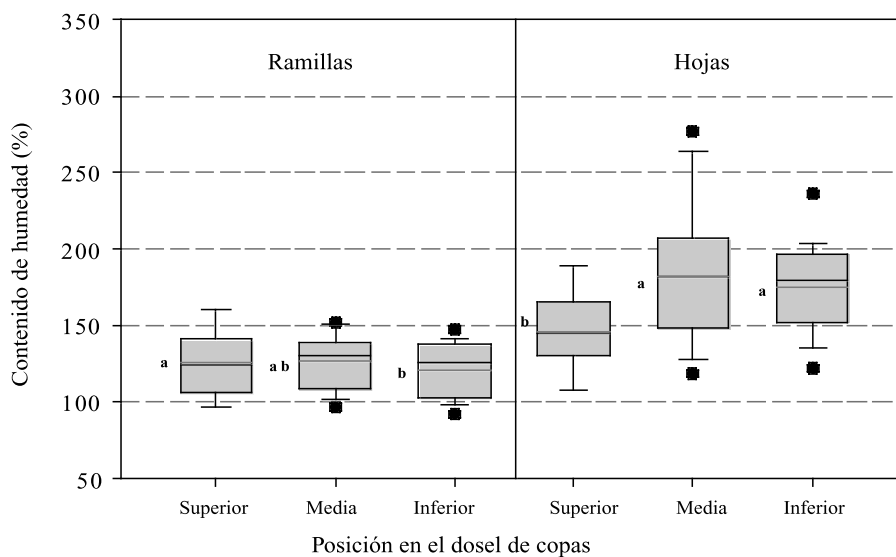


Figura 3. Efecto de la posición en el dosel en la humedad de las hojas y ramillas en roble. Letras diferentes, para cada combustible, indican medias significativamente diferentes (línea gris)

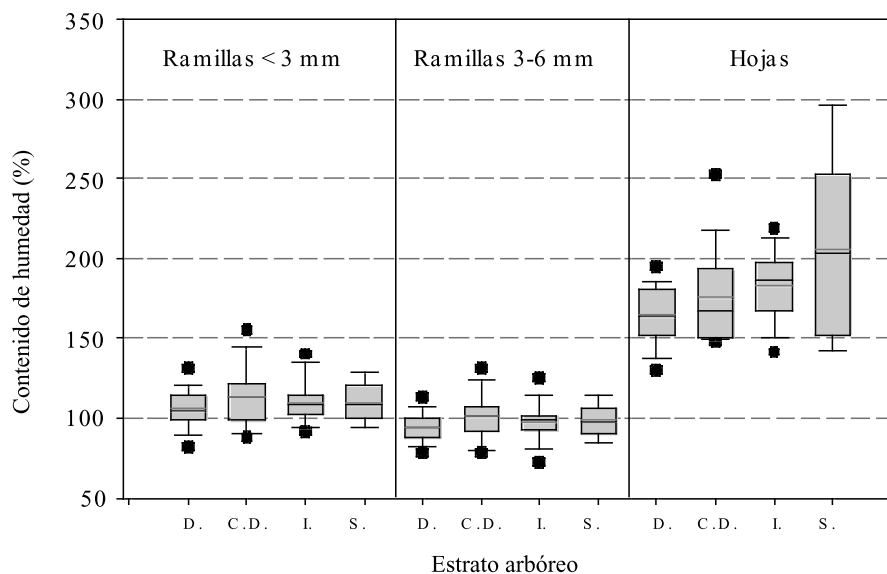


Figura 4. Efecto de la clase sociológica en la humedad de las hojas y ramillas en abedul. D=dominante; CD=co-dominante; I=intermedio; S=sumergido. No existen diferencias significativas entre medias, dentro de cada tipo de combustible (línea gris)

CONCLUSIONES

Destaca la elevada humedad de las hojas frente a las ramillas que también son elementos finos y que aunque presentan menor relación superficie/volumen que las hojas también pueden contribuir a la transición del fuego hacia las copas. La humedad foliar depende de la distancia al suelo, disminuyendo claramente en abedul conforme aumenta dicha distancia. Es necesario

analizar los resultados obtenidos contrastándolos con las condiciones meteorológicas presentes y pasadas, la humedad del suelo y los condicionantes particulares de cada parcela.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el "Ministerio de Educación y Ciencia" de España

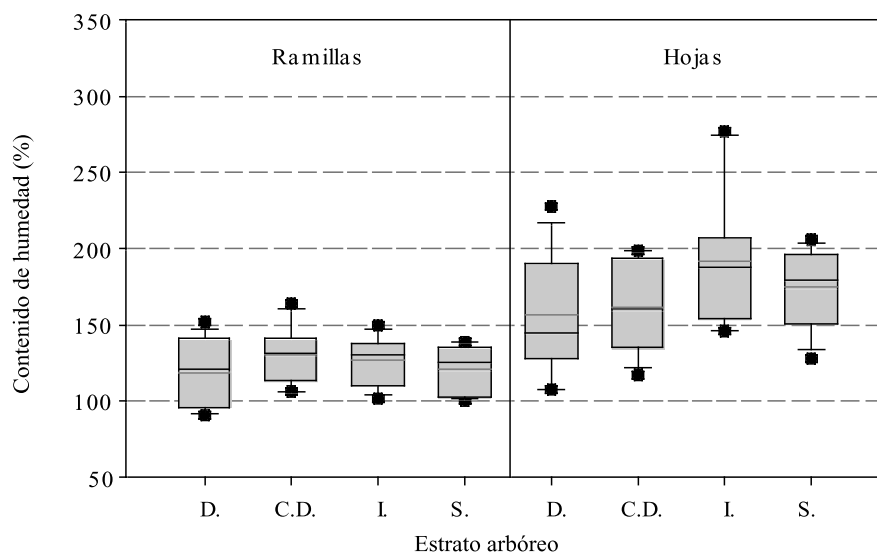


Figura 5. Efecto de la clase sociológica en la humedad de las hojas y ramillas en roble. D=dominante; CD=co-dominante; I=intermedio; S=sumergido. No existen diferencias significativas entre medias, dentro de cada tipo de combustible (línea gris)

mediante el proyecto AGL2007-66739-C02-01 "Modelos de evolución de bosques de frondosas autóctonas del noroeste peninsular".

BIBLIOGRAFÍA

AGEE, J.K.; WRIGHT, C.S.; WILLIAMSON, N. & HUFF, M.H.; 2002. Foliar moisture content of Pacific Northwest vegetation and its relation to wildland fire behaviour. *Forest Ecol. Manage* 167: 57-66.

ALEXANDER, M.E.; 1988. Help with making crown fire hazard assessments. In: W.C. Fischer & S.F. Arno (eds.), *Proceedings of the Symposium and Workshop in Protecting People and Homes from Wildfire in the Interior West*: 147-156. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. INT-251.

CASTRO, F.X.; TUDELA, A.; GABRIEL, E.; MONSERRAT, D.; CANYAMERES, E. & SEGARRA, M.; 2006. Evolution of live fuel moisture in mediterranean forest. In: D.X. Viegas (ed.), *Proceedings of 5th International Conference on Forest Fire Research*: 27-30. Figueira da Foz. Portugal.

CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L. & WILLIAMS, D.; 1991. *Fire in forestry. Volume I: Forest fire behavior and effects*. Krieger Publishing Company. Malabar. Florida.

KEYES, C.R.; 2006.; Role of foliar moisture content in the silvicultural management of forest fuels. *W.J.A.F.* 21(4): 228-231.

VAN WAGNER, C.E.; 1977. Conditions for the start and spread of crown fire. *Can. J. For. Res.* 7(1): 23-34.

RUIZ, A.D.; VEGA, J.A. & ÁLVAREZ, J.G.; 2010. Foliar moisture content variation in *Quercus robur* L. and *Pinus radiata* D. Don. in Galicia (NW Spain). In: D.X. Viegas (ed.), *Proceedings of 6th International Conference on Forest Fire Research*: 15-18. Coimbra. Portugal.

SAS INSTITUTE INC.; 2004. *SAS/STAT[®] 9.1 User's Guide*. SAS Institute Inc. Cary, NC.

SYSTAT SOFTWARE; 2009. *Sigmaplot 11.2 User's guide*. Systat Software. Inc. San Jose.

VIEGAS, D.X.; PIÑOL, J.; VIEGAS, M.T. & OGAYA, R.; 2001. Estimating live fine fuels moisture content using meteorologically-based indexes. *Int. J. Wild. Fire.* 10: 223-240.