



6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

6CFE01-286

Montes: Servicios y desarrollo rural
10-14 junio 2013
Vitoria-Gasteiz



Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013
ISBN: 978-84-937964-9-5

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Efecto de la selvicultura hidrológica en una masa natural de *Quercus ilex ssp ballota*

GONZÁLEZ SANCHÍS, M.¹; DEL CAMPO GARCÍA, A.¹.; BAUTISTA CARRASCOSA, I.¹.; LIDÓN CEREZUELA, A.¹.; LULL NOGUERA, C. ¹.; GARCÍA PRATS, A. ¹ y FRANCÉS GARCÍA, F.R. ¹

¹ Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022, Valencia. España.

Resumen

Los bosques mediterráneos juegan un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico. Aunque su presencia disminuye la evaporación del agua del suelo, su espesura es indirectamente proporcional a la precipitación capaz de alcanzar el suelo. Dicha espesura puede por tanto generar problemas de disponibilidad hídrica, tanto a la propia masa como a la cuenca en la que se enmarca.

La selvicultura adaptativa o hidrológica, trata de adaptar las masas forestales a la disponibilidad hídrica mediante la regulación artificial de la estructura y espesura de la masa. Por ello, regiones con escasez de agua, como la mediterránea, requieren de dichos tratamientos que optimicen su ciclo hidrológico, cada vez más escaso bajo el nuevo escenario de cambio climático.

El presente estudio pretende poner de manifiesto la relevancia de la selvicultura hidrológica en el entorno mediterráneo. Para ello, se ha seleccionado un encinar natural, situado en la cabecera de la cuenca de la Rambla Espadilla, La Hunde, Valencia, cuya espesura disminuye considerablemente el aporte hídrico a dicha cuenca. Se han tomado dos parcelas de 60x30 m, en las que sólo en una de ellas se ha realizado el tratamiento selvícola adecuado, que disminuye la cubierta forestal de 936 a 455 árboles/ha. Posteriormente, se ha cuantificado el efecto de dicho tratamiento en el ciclo hidrológico de la masa mediante el registro de la interceptación, trascolación, humedad del suelo y transpiración de ambas parcelas.

Palabras clave

Selvicultura hidrológica, interceptación, transpiración, humedad del suelo, bosque mediterráneo.

1. Introducción

La región Mediterránea representa una zona de transición entre las regiones árida y húmeda, siendo por tanto especialmente sensible a cualquier cambio climático (SCARASCIA-MUGNOZZAA *et al.* 2000). La elevada dependencia de la productividad del ecosistema a la disponibilidad de agua, la susceptibilidad a la disminución del nitrógeno así como a la erosión del suelo son factores determinantes que aceleran los impactos producidos por el cambio global (SCARASCIA-MUGNOZZAA *et al.* 2000).

Los bosques mediterráneos pueden llegar a cubrir áreas importantes, a menudo en la parte alta de las cuencas hidrográficas, y juegan un papel fundamental en la protección del suelo así como en la regulación del ciclo hidrológico (BIROT *et al.* 2011). Las relaciones entre la cubierta boscosa y el agua son complejas (BIROT *et al.* 2011), pero existe creciente interés por el balance entre agua azul y agua verde (el agua líquida total y el agua utilizada

por la vegetación en un ecosistema concreto) en ecosistemas forestales como consecuencia de los esperados impactos del cambio global. Por tanto, el estudio de los efectos del manejo de la vegetación en el ciclo del agua debería ser una prioridad en la política de manejo forestal Mediterráneo (BIROT et al. 2011).

El presente estudio plantea el manejo forestal adaptativo como herramienta capaz de mejorar la resiliencia de la masa forestal frente al cambio global así como regular en mayor o menos medida el ciclo hidrológico. Para ello, se han seleccionado dos parcelas experimentales de monte bajo dominadas por *Quercus ilex ssp. ballota*. En una de ellas se ha aplicado un tratamiento selvícola que reduce la espesura y favorece el desarrollo de *Q. ilex*, mientras que la otra permanece intacta como testigo. Posteriormente, se ha cuantificado el ciclo hidrológico y desarrollo de la masa en ambas parcelas, analizando así el efecto del tratamiento tanto en la masa como en el ciclo del agua.

2. Objetivos

El objetivo principal del estudio es poner de manifiesto la necesidad de un manejo forestal adaptativo en los montes mediterráneos que regule el ciclo hidrológico y minimice los impactos del cambio global. Como objetivos específicos se plantea el estudio del efecto del manejo forestal adaptativo en:

- La intercepción de la lluvia.
- La escorrentía cortical.
- La humedad del suelo.
- La transpiración de la masa forestal.

3. Metodología

El área de estudio, Monte Público de La Hunde y Palomeras (39°50'30'' N, 1°12'30'' O), se encuentra en el Suroeste de la provincia de Valencia, a 950 m. El clima es Mediterráneo con una precipitación media anual de 466 mm y una temperatura media anual de 13.7 °C. Los suelos presentan un elevado contenido en carbonato (26-38 %; pH 7.7-8.2), con una profundidad media aproximada de 50-60 cm y una textura areno-arcillosa.

Las parcelas experimentales forman parte de un típico carrascal dominado por *Quercus ilex ssp ballota*, en el que también encontramos algunos pies de *Quercus faginea* y *Pinus halepensis*. La densidad arbórea es de 936 árboles/ha y su estrato arbustivo algo escaso, en el que predominan el *Juniperus phoenicea* y el *Juniperus oxycedrus*.

La especie objetivo del presente estudio es el *Q. ilex*, debido precisamente a su dominancia en la masa forestal.

Diseño experimental

Se han seleccionado dos parcelas experimentales contiguas (Control y Tratamiento), de idéntica orientación (NO) y pendiente (30 %). Tan sólo en una de las parcelas se ha aplicado el tratamiento selvícola pertinente (resalveo), dejando la otra parcela como testigo. El tratamiento fue efectuado en Abril del 2012, siguiendo dos criterios: apertura de la masa y eliminación de los pies sometidos, favoreciendo siempre a las especies *Q. ilex* y *Q. faginea*.

las más adelantadas en la sucesión natural. Como resultado, la cubierta forestal se disminuyó de 936 a 455 árboles/ha. El tratamiento fue llevado a cabo bajo la supervisión del servicio Forestal público de Valencia. La madera gruesa fue extraída, mientras que la fina fue triturada y reincorporada a la parcela Tratamiento.

Caracterización de la estructura forestal:

Las parcelas fueron inventariadas en Marzo del 2012 siguiendo las variables de estructura forestal (Tabla 1): Índice de Área Foliar (LAI, m^2/m^2), área basimétrica (BA, m^2/ha), densidad de árboles (D, árbol/ha) y clase diamétrica.

El LAI fue estimado mediante un sensor LAI-2000 (LI-COR, 1991). Las lecturas fueron tomadas bajo radiación solar directa según MOLINA y DEL CAMPO, 2011 y 2012. El área basimétrica y la densidad fueron estimadas mediante la medida de los diámetros y el conteo de todos los árboles de la parcela. La distribución diamétrica de la masa fue obtenida midiendo los diámetros tan sólo de los pies de *Q. ilex* como especie objetivo del presente estudio.

Caracterización del ciclo hidrológico:

Las variables que permiten caracterizar el ciclo hidrológico en una masa forestal son: precipitación neta, transcolación, escorrentía cortical, humedad del suelo y flujo de savia. Todas fueron recolectadas después de la ejecución del tratamiento selvícola, en el periodo comprendido entre agosto y diciembre del 2012, a excepción del flujo de savia, cuyo registro se inició en octubre.

La precipitación neta se midió en un área abierta a 10 m de las parcelas mediante un pluviómetro (Davis, USA) programado para medir a intervalos de tiempo de 10 minutos.

Para medir la transcolación se instalaron en cada parcela 3 filas de 3 canalones paralelos a la pendiente, de $1 m^2$ cada uno (Figura 1). Cada fila de canalones se conectó a un pluviómetro (Davis, USA) programado para medir a intervalos de tiempo de 10 minutos.

La escorrentía cortical se midió en 4 árboles de cada parcela, representantes de cada una de las 4 clases diamétricas obtenidas en el inventario inicial. Se instaló en cada árbol un anillo de poliuretano sellado con silicona y conectado a un pluviómetro (Davis, USA) programado para medir a intervalos de tiempo de 10 minutos. Los datos fueron recogidos desde agosto hasta diciembre del 2012.



Figura 1. Canales para recolectar la transcolación.

El flujo de savia se midió también en 4 árboles por parcela, representantes de cada una de las 4 clases diamétricas obtenidas en el inventario inicial. En cada árbol se instaló una sonda de velocidad de flujo de savia (HRM-30, ICT International Pty Ltd., Armidale/Australia) a 20 cm de la base, en la parte superior de la pendiente y con orientación Sur. Cada sensor consiste en tres agujas con termopares, los cuales son instalados radialmente en el xilema. Los sensores de temperatura, superior e inferior, se instalaron a -0.005 y +0.005 m del sensor central (STAUDT et al, 2011).

La humedad del suelo se registró cada media hora, mediante sondas de humedad y temperatura (5TE, Decagon[®]) situadas en 3 puntos por parcela y a 3 profundidades: 5, 15 y 30 cm.

Tabla 1. Estructura forestal en las parcelas control y tratamiento. D: densidad arbórea (árboles/ha). BA: Área Basimétrica (m^2/ha). LAI: Índice de área foliar (m^2/m^2).

Parámetro	Control	Tratamiento
D	936	455
BA	11.4	9.1
LAI	1.8	1.1

4. Resultados

Caracterización de la estructura forestal:

La densidad arbórea inicial es de 936 árboles/ha, con un LAI de 1.8 m^2/m^2 y un área basimétrica de 11.4 m^2/ha . Como consecuencia del tratamiento selvícola, la densidad de la masa descende a 455 árboles/ha, el LAI a 1.1 m^2/m^2 y el área basimétrica a 9.1 m^2/ha (ver Tabla 1). La distribución diamétrica obtenida para los pies de *Q. ilex* se ilustra en la Tabla 2.

Tabla 2. Distribución diamétrica del *Quercus ilex*.

Clase	Diámetro(cm)	Nº Árboles	árbol/ha
I	<7.5	74	205.6
II	7.5-11	58	161.1
III	11-15	71	197.2
IV	>15	56	155.6

Caracterización del ciclo hidrológico:

La precipitación registrada en el periodo comprendido entre agosto y diciembre del 2012 es de 288.9 mm, de los cuales, aproximadamente la mitad fueron interceptados por la cubierta vegetal arbórea. Concretamente, la interceptación registrada en las parcelas control y tratamiento es 48 ± 7 y 46 ± 7 % del total registrado, respectivamente (Tabla 3). En contra de lo esperado, a pesar de que la interceptación es algo mayor en la parcela control, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre ambas parcelas ($p > 0.05$). Sin embargo, en lo referente a la escorrentía cortical, sí se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre parcelas, siendo siempre mayor la correspondiente a la parcela tratada. Dichas diferencias son además directamente proporcionales al tamaño del árbol, siendo por tanto mayores aquellas correspondientes a la clase IV.

Tabla 3. Precipitación neta (mm) y trascolación (mm) en ambas parcelas.

Evento	Pción. neta	Control	Tratamiento
08-ago-12	11	5.53	7.0
02-oct-12	86	48.6	49.6
19-oct-12	6.6	3.2	3.2
26-oct-12	55.2	33.6	34.5
14-nov-12	88.6	40.8	39.7
20-nov-12	14.8	8.1	8.4
29-nov-12	4.5	2.6	2.5
18-Dec-12	22.2	13.7	11.5

El tratamiento selvícola produce un efecto en la humedad del suelo, siendo ésta significativamente mayor en la parcela tratada que en la control ($p < 0.05$). Dicha diferencia se registró en cada una de las 3 profundidades, siendo mayor en la intermedia de 15 cm.

De la misma forma, el resalveo también genera, a priori, un efecto en la transpiración de los árboles, que es significativamente mayor en la parcela tratada que en la control ($p < 0.05$) (Figura 2). Este incremento en el consumo de agua se da tanto a nivel de parcela como a nivel de árbol, siendo éste último directamente proporcional al tamaño del árbol.

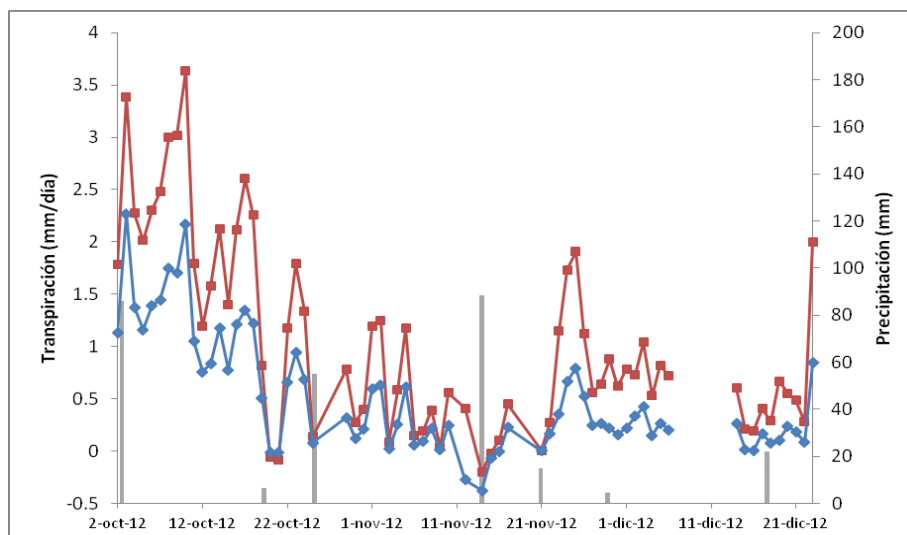


Figura 2: Precipitación y transpiración diaria en las parcelas control (azul) y tratamiento (rojo).

5. Discusión

La caracterización estructural de la masa forestal revela una densidad y área basimétrica significativamente elevadas, superior incluso a la encontrada en estudios bajo condiciones climáticas similares, tales como SALA Y THENHUNEN, 1994 o BUSSOTTI *et al*, 2002. Probablemente, dicha espesura y la condición semiárida del clima, estimulen la competencia por el agua, ralentizando por tanto el desarrollo y evolución de la propia masa (MORENO Y CUBERA, 2008). De acuerdo con esto, la parcela tratamiento incrementa significativamente el consumo de agua por árbol, indicando por tanto una disminución de la competencia por el recurso.

Por el contrario, el tratamiento no parece tener un efecto significativo en la interceptación de la lluvia hasta la fecha. Sin embargo, sí parece que incrementa la escorrentía cortical. Por tanto, el resalveo incrementa el agua total que llega al suelo, pero la dirige hacia el consumo directo de los árboles. De esta forma, se evita un posible aumento de la erosión del suelo en beneficio del desarrollo de la masa. De hecho, atendiendo a los datos de transpiración (Figura 2), se observa que a pesar de existir un menor número de pies en la parcela tratamiento, su consumo global es mayor. Además, este mayor consumo de agua no se traduce en una disminución del contenido en agua del suelo, sino que éste aumenta. Por tanto, el tratamiento incrementa la disponibilidad hídrica tanto del suelo como de la planta.

6. Conclusiones

El presente estudio pretende poner en relieve la necesidad de una gestión forestal que mejore y acelere la adaptación de la masa a la disminución de la disponibilidad hídrica. En este sentido, a pesar de que los resultados corresponden tan sólo a los 6 primeros meses después de aplicar el tratamiento selvícola, parece ser que el manejo forestal adaptativo sí resulta eficaz tanto en la dinamización general del ciclo hidrológico como en la eficiencia del uso del recurso por parte de la masa forestal.

El tratamiento aplicado parece incrementar la eficiencia de los árboles en la captación de agua de lluvia directamente para su consumo. De esta forma, la transpiración aumenta

considerablemente, y por tanto probablemente el desarrollo de la masa forestal. Además, debido a la reducción de la densidad arbórea, este mayor consumo de agua no se traduce en una disminución significativa del agua disponible en el suelo, sino que por el contrario, ésta aumenta, incrementando por tanto el ciclo hidrológico general de la masa forestal.

Por el contrario, el tratamiento no parece tener un efecto significativo en la interceptación general de la lluvia, siendo prácticamente la misma en ambas parcelas. Sin embargo, este efecto nulo en la interceptación, podría traducirse en una disminución de los posibles problemas de erosión que podrían derivarse de la disminución de la cubierta forestal.

7. Agradecimientos

Este estudio ha sido financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del gobierno español con fondos FEDER mediante el proyecto de investigación: CGL2011-28776-C02-02, Hydrological characterisation of forest structures at plot scale for an adaptive management, HYDROSIL”. Los autores desear agradecer expresamente a la Generalitat Valenciana (CMAAUV) y VAERSA su apoyo técnico y logístico para el uso del monte público de La Hunde y la ejecución de los trabajos forestales, en concreto a Javier Hermoso de Mena y Raúl Díez.

8. Bibliografía

BRIOT, Y., GRACIA, C. Y PALAHÍ, M. 2011. Agua para los bosques y la sociedad en el Mediterráneo, un difícil equilibrio. European Forest Institute. 185.

BUSSOTTI, F., BETTINI, D., PAOLO, G., MANSUINO, S., NIBBI, R., SODA, C. Y TANI, C. 2002. Structural and functional traits of *Quercus ilex* in response to water availability. Environmental and Experimental Botany. 47, 11-23.

LLORENS, P., RAMON POCH, R., LABTRON, J., AND GALLART, F; 1997. Rainfall interception by a *Pinus sylvestris* forest patch 345overgrown in a Megiterranean mountainous abandoned area I. Monitoring design and results down to the event scale. Journal of Hydrology. 199, 331- 345.

MOLINA, A. DEL CAMPO, A.D. 2012. The effects of experimental thinning on throughfall and stemflow: A contribution towards hydrology-oriented silviculture in Aleppo pine plantations. Forest Ecology and Management. 269, 206-213.

MOLINA, A., DEL CAMPO, A.D. 2011. Leaf area index estimation in a pine plantation with LAI-2000 under direct sunlight conditions: relationship with inventory and hydrologic variables. For. Syst. 20 (1), 108–121.

MORENO, G. Y CUBERA, E. 2008. Impact of stand density on water status and leaf gas exchange in *Quercus ilex*. Forest Ecology and Management. 254, 78-84.

OR, L.I.-C., 1991. LAI-2000 Plant Canopy Analyser Operating Manual. EE.UU, LI-COR Inc., Lincoln, Nebraska.

SALA, A Y TENHUNEN, J. D. 1994. Site-specific water relations and stomatal response of *Quercus Alex* in a Mediterranean watershed. *Tree Physiology* 14, 60 1-6 17.

SCARASCIA-MUGNOZZAA, G., OSWALDB, H., PIUSSIC, P. AND RADOGLUO K. 2000. Forests of the Mediterranean region: gaps in knowledge and research needs. *Forest Ecology and Management*. 132, 97-109.

STAUDT, K.; SERAFIMOVICH, A; SIEBICKE, L. PYLES, R.D. AND FALGE, E. 2011. Vertical structure of evapotranspiration at a forest site (a case study). *Agricultural and Forest Meteorology*. 151, 709-729.