

EFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS SOBRE LA TEMPERATURA DEL SUELO EN UN PINAR DE CARRASCO

Antonio Luis Lidón Cerezuela¹, Luis Lado Monserrat¹, Josep Vicent Llinares Palacios¹, Inmaculada Bautista Carrascosa¹ y Francisco Galiana Galán²

Edafología, Dpto. de Química¹ y Dpto. Ingeniería Rural y Agroalimentaria². ETSI Agrónomos. U.P.V. Camino de Vera s/n. 46022-VALENCIA (España). Correo electrónico: alidon@qim.upv.es

Resumen

En los sistemas forestales mediterráneos la fertilidad del suelo está directamente relacionada con la cantidad y calidad de los restos procedentes de la cubierta vegetal que llegan al suelo y por la velocidad de descomposición de los mismos. Este proceso se ve afectado fundamentalmente por la temperatura y humedad del suelo, factores que están relacionados con la diferente radiación solar recibida a través de los tratamientos selvícolas realizados. En cuatro parcelas de pinar situadas en el término municipal de Tvejar (Valencia), con diferentes tratamientos de corta (bosquete, aclareo de intensidad fuerte, de intensidad débil y control), se mide la temperatura del suelo a dos profundidades con el objeto de determinar el efecto de las prácticas selvícolas realizadas sobre esta variable. Los datos disponibles hasta la fecha ponen de manifiesto el efecto protector de la cubierta vegetal, ya que en la época de mayor radiación las temperaturas medias mensuales son más altas en la corta por bosque que en el resto de los tratamientos, mientras que tienden a igualarse en la época otoñal. En invierno se invierte la tendencia observada. Las diferencias entre tratamientos son más acusadas cuando se analiza la amplitud térmica.

Palabras clave: *Amplitud térmica, Aclareo sucesivo, Entresaca por bosquetes, Pinus halepensis*

INTRODUCCIÓN

En los sistemas forestales mediterráneos la fertilidad del suelo está directamente relacionada con la cantidad y calidad de los restos procedentes de la cubierta vegetal que llegan al suelo y por la velocidad de descomposición de los mismos. Los tratamientos selvícolas de aclareo y regeneración de la masa arbórea suelen provocar cambios en el microclima y en las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que puede condicionar el tipo y distribución de la vegetación herbácea y arbustiva (MERINO *et al.*, 1998). Estos tratamientos, al alterar las propiedades y

condiciones ambientales del suelo, afectan a la actividad de los microorganismos y, por tanto, a la descomposición de la materia orgánica (CORTINA & VALLEJO, 1994), influenciada fundamentalmente por la temperatura y humedad del suelo, factores que están relacionados con la diferente radiación solar recibida (SORIA, 2005). La disponibilidad de nutrientes depende de los procesos de entrada, transformaciones y pérdidas, y como éstos estén sincronizados. Así, por ejemplo, el lavado de nutrientes suele aumentar tras un aclareo (REYNOLDS *et al.*, 1995; ROSEN *et al.*, 1996) debido al aumento de nutrientes liberados en el proceso de descomposición de los

residuos generados por el tratamiento, y a la reducción de la extracción por la eliminación de los árboles (PALVAINEN et al., 2004).

Las variables climáticas afectadas por los tratamientos son la radiación solar, la temperatura media del aire y del suelo, la amplitud térmica diaria y la humedad relativa del aire, relacionadas en su mayoría con procesos tan importantes como el balance de agua o el ciclo de nutrientes (PRESCOTT, 1997; REDDING et al., 2003; WENG et al., 2007).

Este estudio forma parte de un proyecto que pretende cuantificar el efecto de diferentes tratamientos selvícolas de regeneración de pino carrasco (GALIANA et al., 2001), sobre la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo. El objetivo del trabajo es caracterizar el comportamiento térmico del suelo en los distintos tratamientos, presentándose únicamente los datos correspondientes a los meses de otoño e invierno. El conocer las características térmicas del suelo según los tratamientos, permitirá explicar su influencia sobre los procesos de transformación de la materia orgánica, y predecir la mineralización del nitrógeno in situ, a partir de incubaciones en laboratorio y los datos de temperatura y humedad del suelo medidos en las parcelas.

METODOLOGÍA

La zona de estudio se encuentra en el término municipal de Tuéjar, alrededor del alto de la Montalbana (960 m), en la provincia de Valencia. Se trata de un pinar de carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) sometido a tratamientos selvícolas de regeneración de la masa efectuados en el año 1997, consistentes en cortas finales de entresaca por bosquetes y cortas con criterio de aclareo sucesivo uniforme. En las parcelas de entresaca por bosquetes se ha eliminado totalmente el estrato arbóreo, y en las sometidas a aclareos sucesivos uniformes se han aplicado dos intensidades (fuerte, manteniendo aproximadamente el 25% de los pies, y débil, en las que se respetaron el 50% de los pies); también se han utilizado como control parcelas sin intervención con el 100% de la espesura inicial. En todas ellas se ha realizado la caracterización dasonómica y florística de la masa forestal antes y después de los tra-

tamientos (GALIANA et al., 2001; ESCRIG, 2005), la caracterización lumínica sobre el sotobosque a través de la medida de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) (SORIA et al., 2005), y la evolución del crecimiento diametral de la masa de pinar (GONZÁLEZ, 2005).

Las parcelas están en zona de escasa pendiente (< 5%) y orientadas en dirección Norte-Sur. Los suelos que predominan son *Regosoles*, *Cambisoles* y *Calcisoles*, con clases texturales entre franco arcillosas y franco arcillo limosas, altos porcentajes de materia orgánica y contenidos en carbonatos en torno al 25%.

El régimen térmico de la zona muestra una tendencia continental, con una temperatura media anual en Tuéjar de 16,5°C, con valores de 23°C en los meses más cálidos y de 6°C en los más fríos; la media de las máximas se sitúa en torno a los 30°C en el verano y la media de las mínimas es de 1,4°C en invierno. La zona pertenece a la Región Mediterránea, piso mesomediterráneo, horizonte medio o superior, con un ombroclima seco. Actualmente la zona está ocupada por una masa densa de *Pinus halepensis*, predominando en el sotobosque los grandes arbustos (*Quercus coccifera*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus phoenicea*).

En verano de 2006 se procedió a la instalación de sondas de temperatura y humedad del suelo en cuatro de estas parcelas: un bosque de 45x45 (B), una parcela de aclareo sucesivo de intensidad fuerte (AsuF), una de intensidad débil (AsuD) y una parcela control (C). Las sondas de temperatura son termistores con un rango de medida de -40°C a 60°C y una resolución de 0,06°C a -40°C y 0,015°C a temperaturas > 0°C. Las sondas van conectadas a un datalogger Em50 con cinco canales de conexión, 1Mb de memoria, resolución digital 32 bit y 3.0 v de excitación en cada canal. En cada una de estas parcelas se establecieron tres puntos de toma de datos. Cada uno de estos puntos dispone de dos sondas de temperatura a 5 y 10 cm de profundidad y dos sondas de humedad a las mismas profundidades.

A partir de los datos horarios se obtienen los valores diarios de temperatura media, máxima, mínima y amplitud térmica (diferencia entre la máxima y la mínima) y los correspondientes valores medios mensuales. Además se obtiene la media mensual de temperatura en las horas en

que se recibe radiación solar (temperatura diurna) y en las que no se recibe radiación (temperatura nocturna). El periodo considerado es el semestre comprendido entre septiembre de 2006 y febrero de 2007. La comparación entre tratamientos mediante el análisis de la varianza simple y factorial se ha limitado a los datos mensuales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra los valores medios mensuales de la temperatura media, media de las máximas, media de las mínimas, media obtenida como promedio de máximas y mínimas, temperatura diurna y temperatura nocturna en cada uno de los tratamientos a la profundidad de 5 cm.

Cuando las temperaturas son más elevadas (septiembre), el tratamiento B presenta para todas las variables valores más altos que el resto de tratamientos, aunque sólo aparecen diferen-

cias estadísticamente significativas en la temperatura media de las máximas, en la media de los valores extremos y en la media diurna. Estas diferencias podrían estar relacionadas con el balance de radiación diurno. SORIA *et al.* (2005) encontraron que los valores de radiación PAR eran más altos en este tratamiento a lo largo del año. En cambio, en el mes más frío (diciembre) el tratamiento B presenta los valores más bajos en todas las variables, con diferencias estadísticamente significativas en la temperatura media de las mínimas. En el resto de los meses los valores de todas las variables no difieren significativamente entre tratamientos. BURS & MURDOCH (2005) describen un patrón similar de diferencias estacionales de la temperatura entre zonas sometidas a aclareo y bosque no tratado, con valores de temperatura más altos durante el verano en la zona tratada y escasas diferencias en el invierno. LONDO *et al.* (1999), en un estudio de respiración del suelo, también encontra-

Mes	Tratamiento	Tm	Tmm	tmm	Tm*	Tmd	Tmn
Septiembre	C	18,3	23,0 a	15,3	19,1 ab	19,1 a	17,3
	AsuD	18,4	22,9 a	15,5	19,2 ab	19,3 ab	17,5
	AsuF	18,4	21,7 a	16,0	18,8 a	18,9 a	17,9
	B	19,8	27,9 b	14,7	21,3 b	21,9 b	17,5
Octubre	C	14,9	18,0	12,7	15,4	15,5	14,3
	AsuD	14,7	17,3	12,7	15,0	15,2	14,2
	AsuF	15,0	17,4	13,1	15,2	15,2	14,7
	B	14,8	20,1	11,5	15,8	16,1	13,6
Noviembre	C	10,4	12,2	9,0	10,6	10,6	10,2
	AsuD	10,3	11,8	9,0	10,4	10,5	10,1
	AsuF	10,4	11,7	9,2	10,5	10,4	10,4
	B	9,4	12,2	7,4	9,8	10,7	9,9
Diciembre	C	5,0	6,8	3,7 ab	5,2	5,1	4,9
	AsuD	5,4	5,7	4,4 a	5,0	5,7	5,6
	AsuF	5,0	5,9	4,2 ab	5,1	4,9	5,0
	B	2,8	4,2	1,8 b	3,0	3,1	2,7
Enero	C	5,3	7,2	4,0	5,6	5,5	5,2
	AsuD	5,1	6,2	4,0	5,1	5,2	5,1
	AsuF	4,8	5,9	3,9	4,9	4,7	4,8
	B	3,8	6,0	2,3	4,1	4,2	3,6
Febrero	C	6,8	9,0	5,2	7,1	5,8	5,6
	AsuD	6,9	8,8	5,4	7,1	7,2	6,6
	AsuF	6,9	8,6	5,5	7,1	7,0	6,8
	B	6,4	9,6	4,2	6,9	7,0	6,0

Tabla 1. Valores mensuales de la temperatura media (Tm), media de las máximas (Tmm), media de las mínimas (tmm), media calculada como promedio de la máxima y mínima (Tm*), media del período diurno (Tmd) y media del período nocturno (Tmn) en cada uno de los tratamientos a 5cm de profundidad

ron mayores valores de temperatura en un tratamiento de aclareo, que se correspondían con mayores tasas de respiración, si bien estas medidas no son del todo comparables con las de este trabajo al corresponder a valores instantáneos.

Las temperaturas nocturnas se igualan bastante entre tratamientos en cada uno de los meses y no difieren en ningún caso. Este resultado da entender que el efecto de la cubierta afecta más al calentamiento del suelo producido durante el día, que a su enfriamiento durante la noche.

El efecto del tratamiento selvícola sobre la temperatura disminuye con la profundidad como muestran los valores medios mensuales de temperatura máxima y mínima medidos a 10 cm de profundidad (Figura 1). Los valores de la temperatura media de las máximas son más bajos que sus correspondientes en superficie, mientras que los de la media de las mínimas son más elevados.

Cuando se analiza la amplitud térmica media mensual por profundidades para el conjunto de todo el período, se pone de manifiesto de forma más clara el diferente comportamiento térmico del suelo según los tratamientos (Figura 2). Es más evidente a 5 cm de profundi-

dad, donde el bosqueque presenta diferencias con el resto de los tratamientos. El control y el aclareo de intensidad débil difieren del aclareo de intensidad fuerte, que es el que presenta la menor amplitud térmica para el conjunto de los seis meses. Las amplitudes térmicas de otoño son superiores a las de invierno siendo, en esa época, las diferencias entre tratamientos más evidentes. A mayor profundidad se reduce la amplitud térmica, y sólo el aclareo sucesivo fuerte difiere de los demás, presentando una amplitud térmica media más baja.

La menor amplitud térmica del tratamiento de aclareo de intensidad fuerte durante el período estudiado podría ser debida, o al efecto amortiguador adicional del estrato herbáceo y arbustivo que con este tratamiento se habría desarrollado de forma más adecuada que en el resto, a un contenido de agua en el suelo más uniforme en el tiempo, o a una mayor acumulación de restos vegetales en superficie.

Considerando conjuntamente todos los valores de amplitud térmica y analizando los factores profundidad y mes (Figura 3), se observa como ésta es siempre mayor a 5 cm de profundidad, independientemente del tratamiento, y

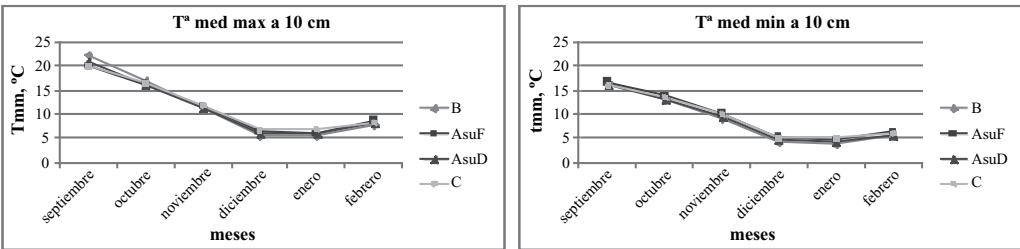


Figura 1. Valores mensuales de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas a 10 cm de profundidad en cada uno de los tratamientos

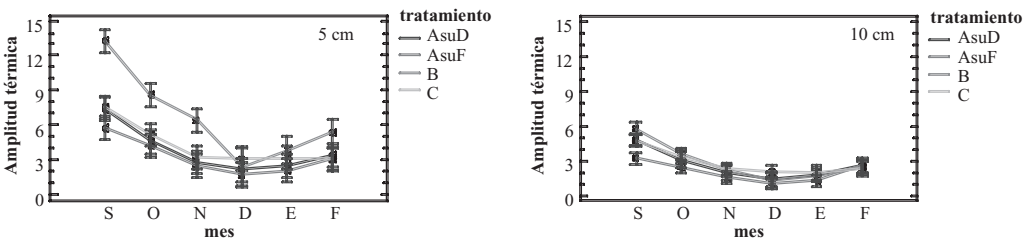


Figura 2. Amplitud térmica media mensual (en °C) a 5 y 10 cm de profundidad para los factores tratamiento y mes. Las barras corresponden a los intervalos LSD

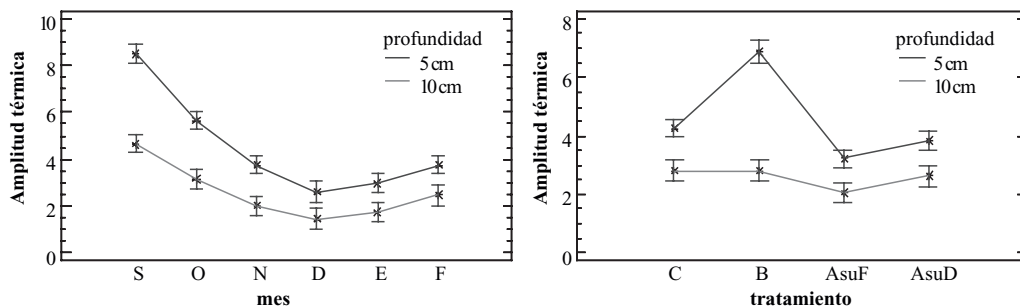


Figura 3. Amplitud térmica media mensual (en °C) para los factores mes y tratamiento según la profundidad. Las barras corresponden a los intervalos LSD

como las diferencias se atenuan en el invierno. La entresaca por bosquetes es el tratamiento en el que existe la mayor diferencia de amplitud térmica entre los 5 y 10 cm de profundidad.

CONCLUSIONES

Este estudio muestra la naturaleza dinámica de la temperatura del suelo y la necesidad de medida en continuo frente a valores puntuales de ésta. La variable amplitud térmica permite establecer diferencias en el comportamiento térmico según el tratamiento realizado sobre la masa arbórea. La cubierta vegetal arbórea tiene un efecto regulador sobre la temperatura del suelo, que se traduce en una mayor amplitud térmica en superficie y en profundidad en el tratamiento sin vegetación arbórea. Sin embargo, este efecto no depende únicamente de la densidad de la cubierta arbórea, como muestra el hecho de que el tratamiento de aclareo de intensidad fuerte sea el que presenta, para el período estudiado, la menor amplitud térmica.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la financiación de la Conselleria de Empresa, Universidad y Ciencia de la Generalitat Valenciana a través del proyecto de I+D GV06/126. Se agradece a la Dirección General del Medio Natural (Generalitat Valenciana) y al CEAM su apoyo para la utilización de las parcelas experimentales en Tuéjar (Valencia).

BIBLIOGRAFÍA

- BURNS, D.A. & MURDOCH, P.S.; 2005. Effects of a clearcut on the net rates of nitrification and N mineralization in a northern hardwood forest, Catskill Mountains, New York, USA. *Biogeochemistry* 72: 123-146.
- CORTINA, G. & VALLEJO, V.R.; 1994. Effects of clearfelling on forest floor accumulation and litter decomposition in a radiata pine plantation. *Forest Ecol. Manage.* 70(1/3): 299-310.
- ESCRIG, A.; 2005. *Evolución de la estructura y diversidad de la vegetación en tratamientos experimentales selvícolas sobre el pinar de carrasco en los montes de Tuéjar y Chelva (Valencia)*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Proyecto Final de Carrera. Valencia.
- GALIANA, F.; PÉREZ-BADÍA, R.; REYNA, S.; SANCHO, J.; PRATS, G. Y GONZÁLEZ, E.; 2001. Efectos sobre la diversidad y estructura de la vegetación de tratamientos selvícolas por cortas finales en pinares de *Pinus halepensis*. En: S.E.C.F.-Junta de Andalucía (eds.), *III Congreso Forestal Español. Montes para la sociedad del nuevo milenio V*: 139-147. Gráficas Coria. Sevilla.
- GONZÁLEZ, N.; 2005. *Variación del crecimiento diametral de la masa de pinar de carrasco en cortas finales experimentales en los montes de Tuéjar y Chelva (Valencia)*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Proyecto Final de Carrera. Valencia.
- LONDO, A.J.; MESSINA, M.G. & SCHOENHOLTZ, S.H.; 1999. Forest harvesting effects on soil

- temperature, moisture, and respiration in a bottomland hardwood forest. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 637-644.
- MERINO, A.; EDESO, J.M.; GONZÁLEZ, M.J. & MARAURI, P.; 1998. Soil properties in a hilly area following different harvesting management practices. *Forest Ecol. Manage.* 103(2-3): 235-246.
- PALVIAINEN, M.; FINER, L.; KURKA, A.M.; MANNERKOSKI, H.; PIIRAINEN, S. & STARR, M.; 2004. Decomposition and nutrient release from logging residues after clear-cutting of mixed boreal forest. *Plant Soil* 263: 53-67.
- PRESCOTT, C.E.; 1997. Effects of clearcutting and alternative silvicultural systems on rates of decomposition and nitrogen mineralization in a coastal montane coniferous forest. *Forest Ecol. Manage.* 95: 253-260.
- REDDING, T.E.; HOPE, G.D.; FORTIN, M.J.; SCHMIDT, M.G. & BAILEY, W.G.; 2003. Spatial patterns of soil temperature and moisture across subalpine forest-clearcut edges in the southern interior of British Columbia. *Can. J. Soil Sci.* 83: 121-130.
- REYNOLDS, B.; STEVENS, P.A.; HUGHES, S.; PARKINSON, J.A. & WEATHERLEY, N.S.; 1995. Stream chemistry impacts of conifer harvesting in Welsh catchments. *Water Air Soil Pollut.* 79: 147-170.
- ROSEN, K.; ARONSON, J.A. & ERIKSSON, H.M.; 1996. Effects of clear-cutting on streamwater quality in forest catchments in central Sweden. *Forest Ecol. Manage.* 83: 237-244.
- SORIA, A.; 2005. *Radiación P.A.R. en parcelas con diferentes tratamientos selvícolas*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Valencia. Proyecto Final de Carrera. Valencia.
- SORIA, A.; MOLLA, S.; CURRÁS, R. Y LIDÓN, A.L.; 2005. Caracterización de la radiación P.A.R. en un pinar de carrasco (*Pinus halepensis*) sometido a diferentes tratamientos selvícolas en Tuejar y Chelva (Valencia). En: S.E.C.F.-Gobierno de Aragón (eds.), *Libro de Resúmenes, Conferencias, Ponencias IV Congreso Forestal Español, Zaragoza* CD-Rom 232. Imprenta Repes S.C. Zaragoza.
- WENG, S.; KUO, S.; GUAN, B.; CHANG, T.; HSU, H. & SHEN, C.; 2007. Microclimatic responses to different thinning intensities in a Japanese cedar plantation of northern Taiwan. *Forest Ecol. Manage.* 241: 91-100.