CARACTERIZACIÓN DE LA RADIACIÓN P.A.R. EN UN PINAR DE CARRASCO (*Pinus halepensis)* SOMETIDO A DIFERENTES TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS EN TUEJAR Y CHELVA (VALENCIA)

SORIA, A.[1]; MOLLA, S.[2]; CURRÁS, R.[3] Y LIDÓN, A.L.[1]

[1] ETSI Agrónomos. Und. de Edafología. U. P.V. Camino de Vera s/n. 46022. Valencia. alsollo@etsia.upv.es

[2] EPS de Gandía. U. P. V. Car. Nazaret-Oliva s/n, 46730 Gandía (Valencia).

[3] Conselleria de Territori y Habitatge. Dirección Territorial de Valencia. C/ Gregorio Gea, 27. 46009 Valencia.

Palabras clave
Iluminación relativa, aclareo sucesivo, entresaca por bosquetes, temperatura del suelo.

Resumen
Seis años después de realizados unos tratamientos selvícolas sobre pinar de carrasco (*Pinus halepensis*) en parcelas situadas en los montes de Tuejar y Chelva (Valencia), se vuelven a realizar medidas de radiación P.A.R. en los diferentes tratamientos. Se pretende comparar éstas con las realizadas al inicio del experimento y poder contrastar las relaciones encontradas entonces entre la radiación y la densidad, fracción de cabida cubierta y área basimétrica. Así mismo se caracteriza, para los dos solsticios y los dos equinoccios la radiación P.A.R en las parcelas de *entresaca por bosquetes* de diferentes tamaños, de *aclareo sucesivo uniforme* con dos intensidades y en las *control*. El análisis se centra en la variación de radiación dentro de las parcelas y entre tratamientos y en la comparación con anteriores resultados. La radiación P.A.R. incidente y la iluminación relativa muestran una misma secuencia para los diferentes tratamientos independientemente de la época de muestreo: entresaca por bosquetes (grandes) > aclareo sucesivo fuerte y entresaca por bosquetes (medianos) > aclareo sucesivo débil y entresaca por bosquetes (pequeños) > control. Estas diferencias en la radiación recibida en cada tratamiento se relacionan con medidas de temperatura del suelo realizadas a 5 y 10 cm de profundidad.

INTRODUCCIÓN

El bosque mediterráneo es uno de los ecosistemas más especiales que existen, tanto por las condiciones ambientales en que se forma, como por la influencia de la presión humana sobre este medio. Una adecuada manera de reducir su vulnerabilidad es realizar una gestión de la masa forestal encaminada a aumentar la riqueza de especies y la resiliencia del bosque. Ello requiere de unos tratamientos selvícolas adecuados para que, en un periodo relativamente corto, se pueda conducir una masa arbórea monoespecífica de pinar hacia una masa arbórea mixta de buena calidad forestal y ambiental. En este sentido es interesante saber como influyen los tratamientos selvícolas sobre la composición de la vegetación y el desarrollo de las diferentes especies, en competencia por la luz, agua y nutrientes ya que la colonización de ciertas especies con mayor capacidad de crecimiento puede impedir el desarrollo de otras.

Uno de los factores ecológicos más importante en el desarrollo de las comunidades forestales es la radiación solar; la cantidad de radiación que penetra a través de una masa forestal condiciona la actividad fotosintética por debajo de dicha masa, la cual es fundamental para el crecimiento y reproducción del sotobosque, y afecta también a la temperatura del aire determinando las condiciones térmicas alrededor y dentro de la planta. (Spurr y Barnes, 1982). La cantidad de luz que llega a la superficie terrestre varía debido a la latitud, exposición y nubosidad, pero donde siempre se produce una reducción es bajo la cubierta de las formaciones arbóreas (Serrada, 1995). Por ello, la luz juega un papel importante en la distribución y estratificación de la vegetación, similar al que puedan ejercer los factores térmico, hídrico o edáfico (Currás y Laguna, 1988), así como en las dinámicas poblacionales internas de formaciones forestales (Lemee, 1985; Nakashizuka, 1985; Poulson y Platt, 1989; Klinka et al., 1992; Lieffers y Stadt, 1994), ya que interviene en el balance de energía en la superficie del suelo y éste se verá modificado por la existencia de una vegetación que lo cubra total o

parcialmente. Esta influencia amortiguadora de la cubierta vegetal puede provocar cambios en el aporte de residuos, en la humedad y en el calentamiento del suelo, lo que afectaría a los procesos en los que interviene la temperatura y el agua disponible, como pueden ser la mineralización de la materia orgánica, la descomposición de restos orgánicos, la extracción de nutrientes o la germinación de semillas (Prescott, 1997).

En este sentido tratamientos selvícolas como los aclareos crean huecos en la masa aumentando los niveles de luz en el piso inferior, lo que puede favorecer el desarrollo de la vegetación herbácea y arbustiva. Por ello es importante medir y caracterizar la radiación incidente en distintos tratamientos selvícolas, para poder relacionarla con aspectos dasométricos en diferentes tratamientos, con el desarrollo de la vegetación arbustiva y herbácea y su regeneración, y por ver su efecto sobre el suelo que sirve de soporte a esa vegetación.

El objetivo del trabajo es la caracterización de la radiación PAR en parcelas con diferentes tratamientos selvícolas siete años después de efectuados los tratamientos; se pretende con ello confirmar las relaciones entre PAR y ciertos parámetros dasométricos, encontradas anteriormente (Galiana *et al*., 2001), y ver la evolución de las mismas una vez que la masa arbórea ha cambiado con el paso de los años. La radiación medida constituye una importante base de datos para establecer posteriores relaciones con otras variables consideradas como temperatura y humedad del suelo, evolución de la materia orgánica, regeneración del pinar, o cubierta herbácea y arbustiva.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio se encuentra en los términos municipales de Tuéjar y Chelva, alrededor del alto de la Montalbana (960m), en la provincia de Valencia. Se ha trabajado con 21 parcelas de un pinar de carrasco (*Pinus halepensis*), agrupadas en tres réplicas, con diferentes características cada una de ellas, derivadas tanto de su tamaño como de los tratamientos selvícolas de regeneración que en ellas se realizaron en el año 1997. Todas ellas están en zona de escasa pendiente y orientadas en dirección Norte-Sur. Los tratamientos, aplicados a un pinar adulto poco intervenido y con presencia de encina (*Quercus rotundifolia*) natural incipiente, consistieron en cortas finales de entresaca por bosquetes, cortas con reserva de masa y unos controles. Hay doce parcelas de entresaca por bosquetes con diferentes tamaños (3 de 45x45 m^2, B45, 3 de 30x30 m^2, B30, y 6 de 15x15 m^2, B15) y en las que se ha eliminado totalmente el estrato arbóreo; seis parcelas sometidas a aclareos sucesivos uniformes con dos intensidades (3 de intensidad fuerte, ASUF, manteniendo aproximadamente el 25% de los pies, y otras tres de intensidad débil, ASUD, en las que se respetaron el 50% de los pies); tres parcelas fueron designadas como control (C), dejándolas evolucionar sin intervención y conservando el 100% de la espesura inicial.

Los suelos que predominan en la zona son Regosoles, Cambisoles, Calcisoles y Kastanozems, con clases texturales entre franco arcillosas y franco arcillo limosas, altos porcentajes de materia orgánica y contenidos en carbonatos en torno al 25%. 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*).

La radiación incidente sobre las parcelas es determinada por medida directa con microprocesador multifuncional quanto-foto-radiométrico. Se utilizó una sonda radiométrica para la medición de las radiaciones en el campo del proceso de la clorofila (RAD/PAR, Photo-syntetically Active Radiation), que corresponde a la banda de 400-700 nm en el espectro electromagnético, medida en microeinsteins por metro cuadrado y por unidad de tiempo. Se obtuvieron los valores máximo, mínimo y acumulado durante un período de diez segundos para cada punto de medición. Las medidas se realizaron sobre una malla cuadrangular, dividiéndose las parcelas de 45x45m^2 en 8 transectos en dirección N-S, separados entre sí una distancia de 6,45m, y se tomaron medidas cada 5 metros, para un total de 80 medidas en cada muestreo; las de 30x30m^2 se dividieron en 6 transectos separados por una distancia de 6m, con un total de 42 puntos de muestreo; y en las de 15x15m^2 se establecieron 4 transectos separados por 5m y un total de 16 puntos de medida. Esto representaba una densidad de muestreo de un punto cada 25, 21 y 14 m^2, respectivamente. Las medidas se realizaban a 1,5 metros del suelo.

Inmediatamente antes y después de la medida en cada parcela, se hicieron mediciones de la

radiación PAR en el exterior de las mismas, en una zona de cortafuegos desprovista de vegetación, y que sirven como patrón para determinar la iluminación relativa, o porcentaje de PAR incidente en la parcela respecto de lo que recibiría una superficie totalmente descubierta. Se hicieron cuatro medidas en cada una de las parcelas coincidiendo con los solsticios y equinoccios, en días totalmente despejados y en las horas centrales del día (± 2 horas en torno al mediodía solar). Puesto que las medidas de PAR se hicieron en distintos días alrededor del solsticio o equinoccio correspondiente y en una franja horaria de cuatro horas, los valores fueron corregidos para poder hacerlos comparables. Para ello se utilizaron los coeficientes propuestos por Herrero (1985) para la corrección horaria y diaria, que si bien no están definidos para radiación incidente, ya fueron utilizados en la anterior campaña de medidas de radiación en estas parcelas. En cada una de las parcelas se midió la fracción de cabida cubierta (FCC), la fracción de cabida libre (FCL), la densidad, la suma diamétrica y el área basimétrica. En una de las réplicas se instalaron sondas de temperatura del suelo a dos profundidades (5 y 10 cm), en los tratamientos ASU fuerte, ASU débil, Entresaca de 45 y Control, conectadas a un data logger Em5 (Decagon Devices Inc®).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se resumen los valores medios de radiación P.A.R. acumulada en 10 segundos para cada uno de los tratamientos y épocas de muestreo. Estos se han obtenido como media de los valores registrados en cada una de las tres parcelas, ya que un análisis previo (test de Tukey, al 95% de confianza) pone de manifiesto que las tres réplicas de un mismo tratamiento pueden considerarse como repeticiones independientes. Se observa como, independientemente de la época en la que se realice la medida, la secuencia de los tratamientos según la radiación recibida es la misma: B45 > ASUF y B30 > ASUD y B15 > C. En el solsticio de verano, que es cuando más radiación se recibe, los valores registrados oscilan entre los 24,9 $\mu e \cdot m^{-2}$ en 10 segundos del B45 y los 7,9 $\mu e \cdot m^{-2}$ en 10s del control, existiendo diferencias significativas entre los cuatro bloques establecidos; en el solsticio de invierno los valores oscilaron entre 7,5 $\mu e \cdot m^{-2}$ en 10s del B45 y 1,8 $\mu e \cdot m^{-2}$ en 10s del C, estableciéndose en este caso tres bloques al no existir diferencias significativas entre C, ASUD y B15. En los equinoccios los valores fueron similares, no existiendo, como era de esperar, diferencias entre las dos épocas de medida; los valores van desde los 18,3 $\mu e \cdot m^{-2}$ en 10s del B45 en el equinoccio de otoño y los 5,0 $\mu e \cdot m^{-2}$ en 10s del C en el de primavera. En el equinoccio de otoño se mantienen los cuatro grupos homogéneos con diferencias significativas entre ellos, aunque el bosquete de 45 y el de 30 no diferían en sus valores medios. En el equinoccio de primavera si bien se mantienen cuatro grupos homogéneos con diferencias entre ellos, la distribución de los tratamientos es ligeramente diferente, ya que los bosquetes de 45 y 30 no presentan diferencias entre ellos y el de 15 no difiere ni del ASUF ni del ASUD.

Cuando estos valores se expresan como porcentaje respecto a la radiación recibida en una zona totalmente descubierta, se obtienen valores de radiación o iluminación relativa. La tabla 1 recoge los valores medios por tratamiento y época de muestreo del porcentaje de P.A.R., así como los valores anuales para cada tratamiento obtenidos como media de los valores individuales de cada parcela en las cuatro fechas de medida. El tratamiento de entresaca por bosquetes de 45x45 m^2 es el que mayor iluminación relativa recibe en todas las épocas, seguido por el B30, ASUF, ASUD, B15 y C. Los porcentajes de P.A.R. relativa son similares en los equinoccios, y se acercan más a los valores del solsticio de verano que a los del solsticio de invierno, lo que hace que el valor medio anual en cada tratamiento sea más alto considerando los equinoccios, que si se obtuviese simplemente como la media entre la época de mayor y menor radiación.

Las parcelas control son las que menos porcentaje de P.A.R. reciben con tan solo un 24% de la que se recibe en una superficie totalmente descubierta. Este valor es similar al encontrado por Reifsnyder *et al*. (1971) en rodales de *Pinus resinosa* de 36 años de edad (30%). La diferencia de iluminación relativa entre el tratamiento ASUF y el control se sitúa para la media anual en un 160% (2,6 veces más que el C), mientras que entre el ASUD y C la diferencia es del 99% (este tratamiento recibe aproximadamente el doble que las parcelas sin tratar). En cuanto a las diferencias entre tratamientos de aclareo, ésta se sitúa en el 30%, recibiendo el aclareo de mayor intensidad 1,3 veces la radiación del de menor intensidad. Las diferencias entre bosquetes tienen relación con el tamaño de los mismos, de forma que la iluminación relativa disminuye a medida que lo hace la superficie,

independientemente de la época del año; estas diferencias aumentan conforme se acerca el solsticio de invierno, hecho que no ocurre en la comparación entre los tratamientos de aclareo y el control, lo que refleja la importancia del tamaño del bosquete en la época de menor radiación.

En la figura 2 se pueden observar las relaciones encontradas entre diversos parámetros dasométricos y la radiación P.A.R. medida en las épocas de máxima y mínima iluminación, así como con el valor medio anual de dicha radiación. En el caso de la fracción de cabida cubierta la relación con la P.A.R. es de tipo lineal y los coeficientes de determinación son similares o incluso superiores a los obtenidos en trabajos similares con abedules (Johansson, 1996). Sin embargo los términos de la ecuación obtenida estarían indicando que la relación no sería lineal sobre el rango completo de FCC (p.e. para valores medios, una parcela con FCC de 0% el porcentaje de P.A.R. sería del 89%), lo que explicaría que en los bosquetes grandes, en la época de mayor insolación, los porcentajes de iluminación relativa fuesen inferiores al 100% (oscilaron entre 83 – 91%). Para la densidad y el área basimétrica el mejor ajuste es el potencial, que además permite una visualización clara del comportamiento de la luz en función de estas características dasométricas. Los coeficientes de determinación se situaron por encima de 0,9 en todos los casos, excepto para aquellos en los que se emplearon los valores de radiación del solsticio de invierno, quizás debido al menor número de valores disponibles en esta época del año. Cuando se utilizan los datos de las dos campañas de medidas, 1998 y 2004, (figura 3) las relaciones encontradas se mantienen, aunque bajan ligeramente los coeficientes de determinación en el caso del solsticio de verano y el valor medio, y aumentan claramente en el caso del solsticio de invierno. Estos resultados confirmarían la posibilidad de poder hacer uso de estas relaciones para estimar los niveles de luz, según tratamientos, a partir de alguno de los parámetros dasométricos mencionados, cuya medida es más sencilla que la de la radiación.

En la relación encontrada entre P.A.R. y densidad se observa que a partir de densidades de 500 -600 pies por hectárea, a penas se produce variación en el porcentaje de radiación recibida con el aumento del número de pies. La relación encontrada pone de manifiesto que la luz penetra en un rodal de pinar en mayor medida que en masas de especies de madera dura, a igualdad de densidad y área basimétrica (Idso y Wit, 1970, Baldocchi *et al.*, 1985). Así para rodales con densidades de 1500 pies·ha^{-1} se midieron valores de iluminación relativa del 11% en abedules y 2,5% en píceas (Johansson, 1987 y 1996), mientras que en este caso y con la relación obtenida, dicha densidad implica unos porcentajes de radiación del 18%. En el caso del área basimétrica, la relación encontrada es similar a la de la densidad, es decir, aumentos a partir de unos 20 m^2·ha^{-1} suponen disminuciones pequeñas del porcentaje de P.A.R., mientras que descensos del mismo orden de magnitud implican aumentos importantes del porcentaje de radiación recibida.

En cuanto a los datos de temperatura del suelo obtenidos desde junio de 2004 a marzo de 2005, la tabla 2 recoge los valores mensuales de temperatura media a 5 y 10 cm de profundidad para cada uno de los tratamientos de una de las tres parcelas. La falta de algunos valores mensuales se debe a que no se han podido obtener registros completos de esos meses y se ha optado por no calcular dichos valores. A pesar de que se trata de un período corto de tiempo, los datos muestran la clara influencia amortiguadora que la cubierta arbórea ejerce sobre la temperatura del suelo. Se puede observar como durante los meses de verano las temperaturas medias del suelo son más bajas en los tratamientos que reciben menos radiación al tener mayor cubierta, mientras que hacia el otoño e invierno parece invertirse esa tendencia. Similares resultados han sido encontrados bajo eucaliptal, pinar y cubierta herbácea de bajo porte (Díaz de Bustamante *et al.*, 1979) y bajo cubierta de frondosas como *Quercus robar* y *Castanea sativa* (Díaz-Maroto *et al.*, 1994). Las diferencias de intercepción de radiación solar se traducen directamente en diferencias de la temperatura del suelo, siendo estas diferencias más acentuadas en la capa más superficial. La oscilación térmica, calculada como diferencia entre la temperatura máxima y mínima absoluta (figura 4) es mayor en el tratamiento de entresaca por bosquetes y va disminuyendo conforme aumenta el porcentaje de cubierta arbórea. Se observa también como a mayor profundidad y para un mismo tratamiento, la oscilación es menor, siendo las temperaturas máximas menores a 10 cm y las mínimas mayores.

CONCLUSIONES

Tanto en valores absolutos de radiación P.A.R. como en valores de iluminación relativa, la secuencia por tratamientos ha sido similar en todas las fechas de medida: B45 > B30 y ASUF > ASUD y B15 > C. A pesar de ello las diferencias en la iluminación relativa entre tratamientos varían

según las épocas de muestreo. Seis años después, se han obtenido similares relaciones entre la radiación medida y las características dasométricas de las diferentes parcelas tratadas, en cuanto al tipo de relaciones (lineal para la fracción de cabida cubierta y potencial para el área basimétrica, suma diamétrica y densidad) y en cuanto a los valores del coeficiente de determinación obtenidos en cada caso. Esto confirma la posibilidad de utilizarlas para determinar la radiación si se tienen medidas de alguno de estos parámetros, o como herramienta de predicción en la gestión forestal. A pesar de disponer actualmente de pocos datos de temperatura del suelo, éstos muestran la clara influencia amortiguadora que la cubierta forestal ejerce sobre la misma.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en el programa de I+D sobre *Restauración de la cubierta vegetal* dirigido por la Fundación CEAM y financiado por la Generalitat Valenciana. Los autores agradecen la colaboración de D. Emilio González, Ingeniero de Montes de la Consellería de Territorio y Vivienda y del personal de la Unidad Forestal de los montes de Tuejar y Chelva.

BIBLIOGRAFÍA

BALDOCCHI DD.; HUTCHINSON B.; MATT D. & MCMILLER R.; 1985. The effect of clumped foliage on the radiation regimen in a deciduous forest canopy. In: *Proc. 17th Conf. Agricultural and Forest Meteorology and 7th Conf. Biometeorology and Aerobiology*. American Meteorological Society. Boston. pp: 237-238.

CURRÁS, R. y LAGUNA, E. 1998. Primeros resultados sobre variaciones del ambiente lumínico en el seno de varias comunidades vegetales levantinas. *Lazaroa*,10: 127-152.

DÍAZ DE BUSTAMANTE J.; GIL F. y DÍAZ-FIERROS F.; 1979. Estudio de algunos factores que determinan el régimen de temperaturas en los suelos gallegos. *Trab. Comp. de Biol.* 6.

DÍAZ-MAROTO, I.J.; SILVA PANDO, F.J. & PRUNEL, A.; 1994. Variaciones de la intensidad lumínica y la temperatura bajo cubierta de frondosas caducifolias en una zona de "fraga mixta" en Galicia. *Anais do Instituto Superior de Agronomía* pp: 467-480.

GALIANA, F.; PÉREZ-BADÍA, R.; CAMARERO, E.; ESTRUCH, V. y CURRÁS, R.; 2001. Estimación de la radiación solar incidente en pinares de Pinus halepensis sometidos a tratamientos selvícolas de cortas finales. II Congreso Forestal Nacional, Granada.

HERRERO, M.A.; 1985. *Soleamiento y energía solar. Aplicaciones a la edificación.* S.P.U.P.V. Valencia.

IDSO S.B. & DE WIT CT.; 1970. Light relations in plant canopies. *Applied Optics* 9: 177-184.

JOHANSSON, T.; 1987. Irradiance in thinned Norway spruce *(Picea Abies L.)* stands and the possibilities to prevent suckers of broadleaved trees. *For. Ecol. and Manage.* 20: 307-319.

JOHANSSON, T.; 1996. Estimation of canopy density and irradiance in 20-to 40-year-old birch stands *(Betula pubescens Ehrh.* and *Betula pendula Roth). Trees*, 10: 223-230.

KLINKA K.; WANG Q.; KAYAHARA G.J. & CARTER R.E.; 1992. Light-growth response relationships in Pacific silver fir (*Abies amabilis*) and subalpine fir (*Abies lasiocarpa*). *Can.J. Bot.* 70: 1919 - 1930.

LEEME G.; 1985. Rôle des arbres intolérantes a l'ombrage dans la dynamique d'une hêtraie naturelle (Fôret de Fontaineblau). *Acta Oecol.-Oecol. Plant*. 6(20): 3-20.

LIEFFERS V.J. & STADT K.J.; 1994. Growth of understory *Picea glauca, Calamagrostis canadensis* and *Epilobium angustifolium* in relation to overstory light transmission. *Can. J. For. Res*. 24: 1193–1198.

NAGASHIZUKA T. 1985. Diffused light conditions in canopy gaps in a beech (*Fagus crenata Blume*) forest. *Oecologia* 66: 472-474.

POULSON T.L. & PLATT W.J.; 1989. Gap light regimes influence canopy tree diversity. *Ecology* 70: 553 – 555.

PRESCOTT C.E.; 1997. Effects of clearcutting and alternative silvicultural systems on rates of decomposition and nitrogen mineralization in a coastal montane coniferus forest. *For. Ecol. and Manage*. 95: 253-260.

REIFSNYDER, W.E., FURNIVAL G.M. & HORORWITZ J.L.; 1971. Spatial and temporal distribution of solar radiation beneath forest canopies. *Agricultural Meteorology* 9: 21-37.

SERRADA, R.; 1995. *Apuntes de repoblaciones forestales*. Editorial Fundación Conde del Valle

Salazar, 2ª ed.
SPURR, S.H. & BARNES, B.V.; 1982. *Ecología forestal.* Editorial AGT. México.

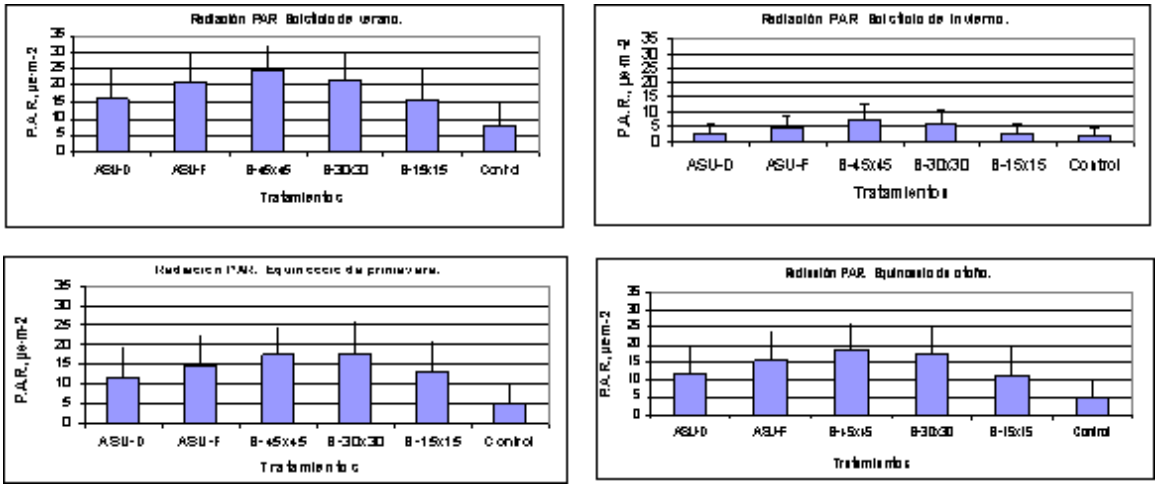

Figura 1. Valores medios de radiación P.A.R. acumulada en 10 segundos para cada uno de los tratamientos y épocas de muestreo (las barras indican el valor positivo de la desviación típica).

TRATAMIENTO	PORCENTAJE DE P.A.R. (%)				
	Solsticio de verano	Equinoccio de otoño	Solsticio de invierno	Equinoccio de primavera	AÑO
ASU Fuerte	74,2 ± 1,8	66,1 ± 3,7	37,1	64,5 ± 4,7	62,6 ± 13,7
ASU Débil	58,1 ± 1,5	48,0 ± 5,4	24,6	53,5 ± 2,6	48,0 ± 12,7
Bosquete45*45m^2	88,2 ± 3,4	80,6 ± 3,1	60,6	82,7 ± 4,7	79,6 ± 10,5
Bosquete30*30m^2	78,6 ± 4,3	75,0 ± 1,5	46,9	71,4 ± 4,8	69,9 ± 12,4
Bosquete15*15m^2	59,9 ± 8,4	52,5 ± 8,5	20,6	60,2 ± 8,9	50,8 ± 17,3
Control	30,2 ± 3,6	23,6 ± 3,0	14,5	24,8 ± 7,8	24,1 ± 8,3

Tabla 1. Iluminación relativa, expresada como porcentaje de P.A.R, para cada tratamiento y época de medida, y valor medio anual (obtenido como media de los valores de cada parcela y época de medida).

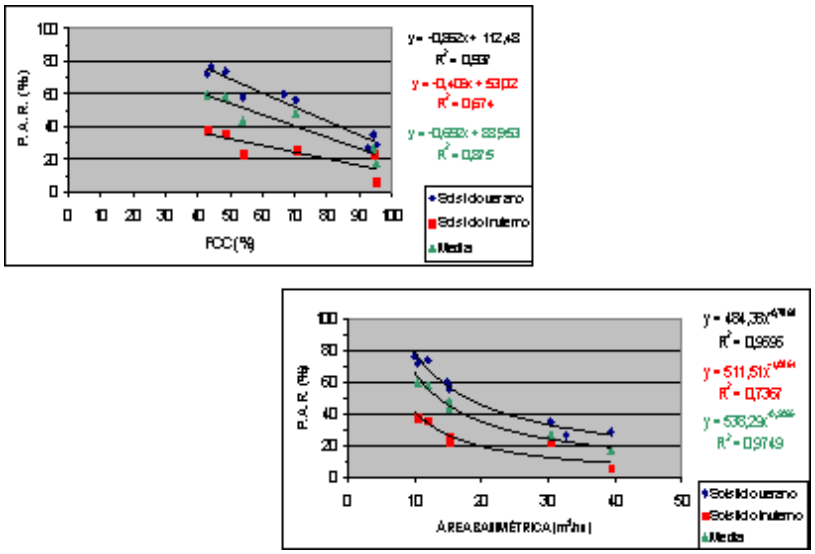

Figura 2. Relación entre la fracción de cabida cubierta, densidad y área basimétrica y el porcentaje de P.A.R. del solsticio de verano, invierno y medio anual medido en el año 2004.

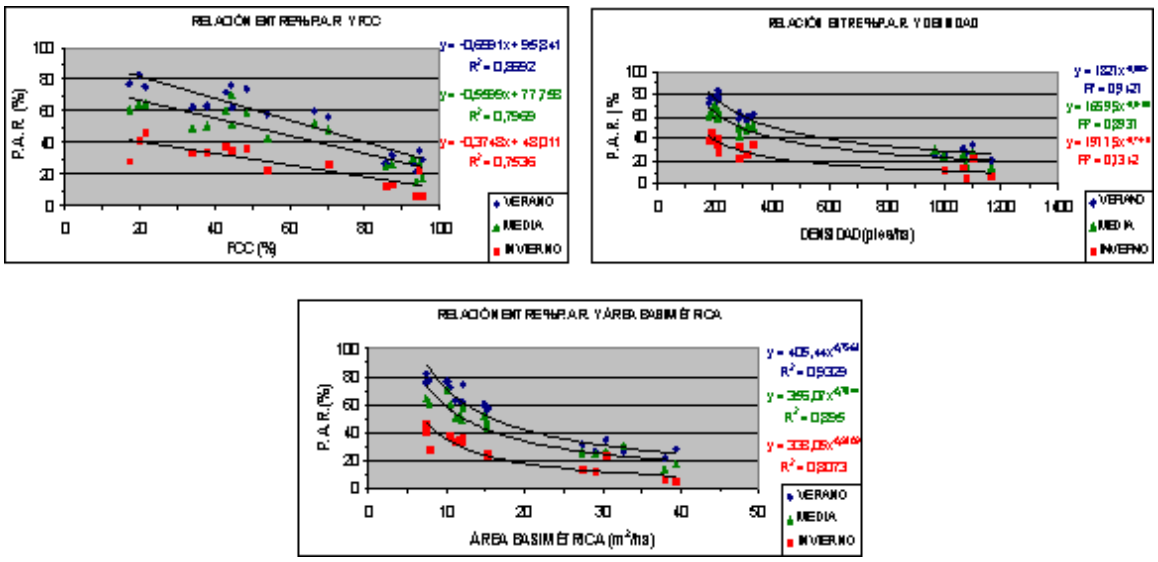

Figura 3. Relaciones entre diferentes parámetros dasométricos y el porcentaje de P.A.R. del solsticio de verano, invierno y medio anual, obtenidas con los datos correspondientes a las dos campañas (1998 y 2004).

	Temperatura media (ºC) a 5 cm				Tempmedia a 10 cm (ºC)			
Mes	**C**	**ASUD**	**ASUF**	**B45**	**C**	**ASUD**	**ASUF**	**B45**
J	19,0	20,0	20,8	21,6	18,2	19,6	20,1	21,9
Jl	21,2	23,1	23,9	26,1	20,3	22,2	23,2	24,8
A	22,1	23,3	23,8	25,0	21,2	22,4	22,9	23,7
S	18,5	18,1	-	17,7	18,4	18,2	-	11,5
O	14,5	13,8	-	-	14,9	14,1	-	-
N	8,5	7,5	-	-	9,3	8,1	-	-
D	7,4	6,7	-	2,2	7,1	6,1	-	3,1
E	4,7	3,7	-	1,7	5,5	4,3	-	2,7
F	3,9	3,2	-	-	4,6	3,7	-	-
M	4,5	4,1	-	-	4,6	4,1	-	-

Tabla 2. Valores mensuales de temperatura media, a 5 cm y 10 cm de profundidad, para cada tratamiento de la parcela de Tuéjar izquierda.

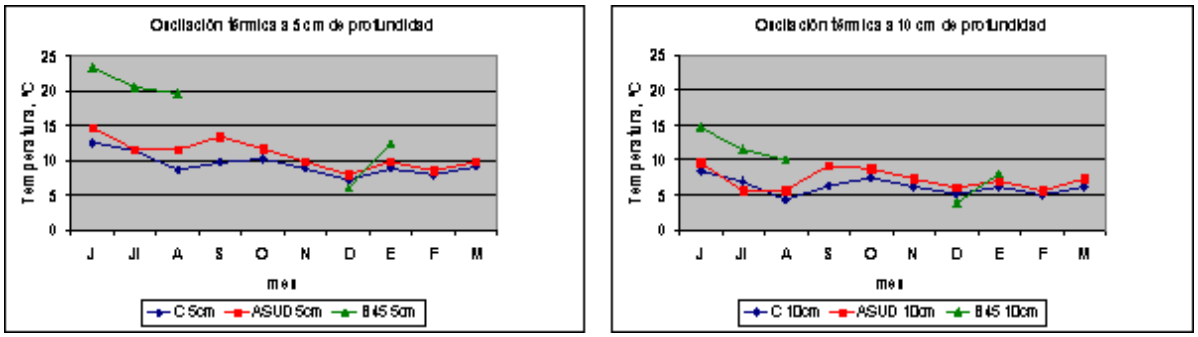

Figura 4. Oscilación térmica mensual en cada uno de los tratamientos a 5 y 10 cm de profundidad.