

PRODUCCION Y RENOVACION DE ACICULAS EN LA CUBIERTA ARBOREA DE UN PINAR DE *Pinus sylvestris* EN LA SIERRA DE GUADARRAMA. VALSAIN. (SEGOVIA).

J. M. GARCIA DEL BARRIO, M. LOPEZ ARIAS & D. MORALES HERRAIZ.

CIT-INIA. AREA DE CONSERVACION DEL MEDIO NATURAL. CRTA. LA CORUÑA KM. 7. 28040 MADRID.

RESUMEN

Se presenta una visión de las pautas de evolución y renovación de la biomasa fotosintéticamente activa en la cubierta del pinar (*Pinus sylvestris*) que puebla la cuenca CV02 de Valsaín. También se realiza una estimación del LAI utilizando los valores previamente calculados de Area Foliar Específica, y se compara dicho valor con el de otras masas de pino silvestre.

P.C.: Biomasa fotosintéticamente activa, producción de acículas, desfronde, LAI, *Pinus sylvestris*.

SUMMARY

In this paper we try to explain the evolution and changes in canopy needle biomass of a *Pinus sylvestris* forest in Valsaín (Segovia). Needle biomass is calculated from allometric methods and from the monthly needle litterfall. An approximation to LAI is reported, and this LAI is compared with that of other Scots pine forests in Europe.

K.W.: Needle production, annual litter, LAI, Scots pine forests.

INTRODUCCION

La cuantificación de la biomasa de hojas del dosel arbóreo, y su correspondiente área foliar, resulta de gran utilidad en ecología forestal ya que proporciona una medida de la productividad o de la eficacia en el crecimiento de una masa (WARING, 1983). En bosques maduros, donde el crecimiento en altura del dosel y las condiciones de competencia por la luz se estabilizan, se alcanza un estadio en el que las variaciones en el LAI (Índice de Área Foliar) se hacen mínimas de un año a otro. Además, en bosques no caducifolios, el tiempo medio de permanencia de las hojas en el árbol (unido a la capacidad de retraslocar nutrientes antes de su caída) proporciona una medida de la eficiencia en el uso de nutrientes (NUE) en las hojas (ESCUADERO *et al*, 1992).

Para la determinación del área foliar se han utilizado diversos procedimientos (MARSHALL y WARING, 1986). Uno de ellos se basa en la cuantificación del desfronde anual. Dado que en una masa madura el desfronde suele estar estabilizado, su seguimiento a lo largo de los años permite además detectar determinadas variaciones ambientales, como por ejemplo el stress hídrico (LINDER *et al*, 1987), que contribuyen a explicar de modo más preciso el comportamiento y evolución del bosque.

El presente trabajo pretende aportar una idea de la dinámica de las acículas en la cubierta del pinar de *Pinus sylvestris* de la cuenca experimental CV02 de Valsaín entre los años 1992 y 1995, contrastando los valores de existencias con los de desfronde para determinar el tiempo medio de permanencia de las acículas en el árbol y la tasa de renovación del área foliar del dosel.

MATERIAL Y METODOS

Zona de estudio. El estudio se ha realizado en la cuenca experimental CV02 de Valsaín (Segovia), en la que el grupo de ecosistemas forestales del Area de Conservación del Medio Natural del INIA lleva realizando experiencias desde 1990. La masa de pino silvestre que cubre las 64 ha de la cuenca presenta una edad media en torno a los 100 años, una cabida cubierta del 50 % y una densidad que no alcanza los 300 pies/ha. El manejo de la masa en los últimos años ha sido básicamente por entresaca. Otras características de la zona han sido descritas en publicaciones anteriores (GARCIA DEL BARRIO *et al*, 1993).

El presente estudio se ha llevado a cabo entre los años 1992 y 1995. La toma de datos se realizó de la siguiente manera:

Desfronde. Mediante recogedores de biomasa, situados a 1.5 m del suelo, de 0.25 m² y 1.0 m² de superficie, ubicados en dos parcelas permanentes, una a 1550 m. y la otra a 1350 m. de altitud. La superficie total de recogida son 12 m² y la cadencia de recogida mensual.

Existencias foliares. Se muestrea de modo sistemático una cuarta parte de la extensión de la cuenca (parcelas de 1 ha), numerándose y midiéndose el diámetro normal de todos los árboles de más de tres metros de altura. Se procede al análisis dimensional (WHITTAKER y WOODWELL, 1968) mediante el apeo de ocho árboles sobre los que se calculan las ecuaciones alométricas para estimar la biomasa de acículas por árbol. Dichas ecuaciones se aplican al muestreo para estimar las existencias foliares del dosel arbóreo de la cuenca.

Distribución por edades de las acículas. Durante el periodo 92-95 se muestrean en el mes de Noviembre un número variable de ramas completas, sanas e intactas (obtenidas de árboles caídos por tormentas o abatidos para su estudio). En ellas se determina la proporción de acículas y brotes foliares por edades (en peso seco con respecto al total). Además, en 1993 se eligen 20 ramas, correspondientes a 5 árboles, para el conteo de los pares de acículas y las inserciones vacías en los crecimientos de los cuatro últimos años.

Índice de Area Foliar (LAI). Se aproxima a partir de las existencias foliares estimadas y del Area Foliar Específica de las acículas por edades, según el procedimiento realizado con árboles de esta cuenca en 1992 (REY SIMO, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSION

Se han numerado y medido 4336 pinos mayores de 5 cm de diámetro normal en las 16 ha muestreadas lo que equivale a una densidad de 271 pies/ha. El análisis dimensional proporciona la siguiente ecuación para la estimación de las existencias de acículas por árbol: BIOMASA DE ACICULAS (Kg)= -0.16 + 0.0432 x DIAMETRO NORMAL 1.6698 (cm), siendo los estadísticos del ajuste: MSE= 11.0 y R² Ajustado= 0.9371.

La estimación de las existencias totales y su correspondiente intervalo de confianza (ver SOKAL Y RHOLF, 1981) aporta un valor : EXISTENCIAS ACICULAS = 4741 ±816 Kg/ha.

En cuanto a los valores de desfronde de acículas, en la FIGURA 1 se representan los correspondientes a cuatro años (1992-1995). Como se puede comprobar existe una diferencia significativa en cuanto al desfronde de acículas recogido en una y otra parcela, ya que el de la parcela 13 (situada a mayor altitud) resulta casi un 45 % mayor. Esto es debido fundamentalmente a la estructura de la masa próxima a la zona de recogida (más densa y con un dosel más cerrado en la parcela superior). Además de estas diferencias, existen otras relacionadas con la cadencia de desfronde. Durante los cuatro años estudiados el 70 % de las acículas caen en el periodo Agosto-October, pero mientras que en la parcela de menor altitud el máximo se produce en Agosto (más de la mitad del desfronde 'otoñal'), en la más alta está más repartido en los tres meses (el máximo se da en Septiembre con un 40 %). Esta variación a pequeña escala se debe a varias razones entre las que caben destacar ciertas asincronías en el desarrollo vegetativo debidas a la altitud, junto a variaciones en la disponibilidad hídrica y en la evapotranspiración real por parte de los árboles en una y otra zona. Salvadas las diferencias locales, la cuenca CV02 se caracteriza por un desfronde 'temprano' en comparación con otras masas situadas en latitudes superiores (BEADLE *et al* -1982-, PAUSAS -1993-). Aunque en la FIGURA 1 se observa un cierto incremento del desfronde de un año a otro, creemos que ésta no es una tendencia estable ya que no existen razones para pensar en un crecimiento significativo de la biomasa de acículas de la cubierta. El valor medio de desfronde de acículas para la cuenca CV02 en el periodo 92-95 ronda las dos toneladas por hectárea (2076 ± 323 Kg/ha), cifra que utilizaremos para recalcular las existencias de acículas de la cubierta.

La FIGURA 2 representa la proporción, en ramas individuales, de las acículas correspondientes a cada uno de los cuatro últimos crecimientos. Los valores medios para la proporción de acículas (en peso seco) de cada año con respecto al total son: 43.7 ± 2.4 % para el primer año, 34.4 ± 2.2 % para el segundo año, 17.2 ± 4.5 % para el tercer año y 4.7 ± 0.9 % para el cuarto año. PAUSAS (1993) aporta datos similares (utiliza el número de acículas por edades en vez del peso seco de éstas) para dos parcelas en el Pirineo. Las diferencias más apreciables se refieren por un lado a la longevidad máxima de las acículas (en el Pirineo aproximadamente un 5 % de éstas alcanzan los cinco años de edad) y por otro a su distribución por edades, ya que mientras que en Valsain el acumulado para los dos primeros años alcanza el 78.1 % del total, en el Pirineo apenas alcanza el 59 %.

Teniendo en cuenta que en una masa estabilizada el desfronde anual de acículas se asimila a la producción, y que dicha producción son las acículas del último año, podemos recalcular las existencias medias de los cuatro años en 4751 ± 739 Kg/ha, valor casi equivalente al calculado mediante muestreo y análisis dimensional (4741 ± 816 Kg/ha).

La FIGURA 3 recoge la proporción de las acículas nacidas en 1993 o antes y que permanecen en la rama en el momento del muestreo de ramas. Como se puede apreciar, las pérdidas de pares de acículas de los dos últimos crecimientos son escasas y se producen con ritmo uniforme (BEADLE *et al* -1982- ya señalaron esta circunstancia en masas de repoblación en Inglaterra). Paralelamente a esto, se produce la rotura y caída de ramillos completos. Estimando las acículas desprendidas como ramillos para cada uno de los crecimientos, sólo se observan pérdidas significativas en el tercer y cuarto año, sin llegar en ningún caso al 25 % del total de las acículas producidas.

Utilizando los valores medios de existencias de acículas en la cubierta y desfronde anual se calcula un tiempo medio de permanencia de las acículas en el dosel de 2 años y cuatro meses. Este valor supone una de las mayores tasas de renovación del área foliar de la

cubierta, publicadas para pinares de silvestre, y está directamente relacionado con el coste de mantenimiento de las hojas en la cambiante climatología del piso oromediterráneo.

El cálculo del LAI del pinar se realiza a partir de las estimaciones de existencias de acículas y los valores calculados de Area Foliar Específica para dichas acículas. Existen diferencias significativas (REY SIMO, 1993) en el Area Foliar Específica de acículas de uno y de dos o más años de edad, con valores medios estimados de $139.8 \pm 46 \text{ cm}^2/\text{g}$ o $131.1 \pm 46.3 \text{ cm}^2/\text{g}$ respectivamente. Ello supone un LAI medio de 6.4 para el conjunto del dosel arbóreo en el mes de Noviembre. Esta última puntualización es importante dado que el valor de este indicador varía a lo largo del año alcanzando su valor mínimo justo antes del comienzo de período vegetativo (6.2 en el mes de Abril), y su máximo cuando en el dosel coexisten las nuevas acículas del año con las de años anteriores que todavía no han comenzado su caída masiva (8.5 en el mes de Julio o Agosto). Al comparar el valor estimado de LAI con los calculados por otros autores para masas de silvestre en Europa (WHITEHEAD -1978-, BEADLE *et al* -1982-, BARRANTES y GRACIA -1989-) resulta necesaria una corrección de las cifras ya que los procedimientos de estimación de la superficie foliar son diferentes (area proyectada de una cara en los autores citados). Hecha esta salvedad decir que el LAI de la cuenca CV02 alcanza un valor medio bastante alejado de los máximos descritos para ésta y otras especies de coníferas (ver DEANGELIS *et al* -1981-, WARING -1983-), aunque bastante parejo al de algunas masas en crecimiento (WHITEHEAD, 1978) y ciertos pinares escandinavos maduros (BRINGMARK, 1977). Sin embargo, estos valores deben considerarse con precaución ya que el LAI del pinar de Valsaín no está condicionado únicamente por la capacidad fisiológica de los árboles de mantener una mayor o menor carga de acículas (como si lo estaba el tiempo medio de permanencia de las acículas en el dosel). La existencia de una baja densidad de pies, lo que supone una cobertura de apenas el 50 %, tiene mucho que ver con la gestión forestal por entresaca de esta masa madura, y no tanto con el óptimo productivo de la especie en la zona.

BIBLIOGRAFIA

- BARRANTES, O. y C. A. GRACIA (1989). Estimación del Area Foliar a partir de la superficie de albura en *Pinus sylvestris*. *Opciones Mediterr. Serie Sem.* 3: 53-56.
- BEADLE, C. L.; H. TALBOT y P. J. JARVIS (1982). Canopy structure and Leaf Area Index in a mature scots pine forest. *Forestry*, 55: 105-123.
- BRINGMARK, L. (1977). A bioelement budget of an old scots pine forest in Central Sweden. *Silva Fennica*, 11: 201-209.
- DE ANGELIS, D. L.; R. H. GARDNER y H. H. SHUGART (1981). Productivity of forest ecosystems studied during the IBP: the woodlands data set. In REICHLE, D. E. [Edited by]. *Dynamic properties of forest ecosystems*. I.B.P. 23. Cambridge University Press. Cambridge. 683 pp.
- ESCUADERO, A.; J.M. del ARCO; I. C. SANZ y J. AYALA (1992). Effects of leaf longevity and retranslocation efficiency on the retention of nutrients in the leaf biomass of different woody species. *Oecologia*, 90: 80-87.
- GARCIA DEL BARRIO, J. M.; M. LOPEZ ARIAS y F. PENALVA (1993). Biomasa y mineralomasa aérea arbustiva en una cuenca forestada de *Pinus sylvestris* en la Sierra de Guadarrama. Valsaín. (Segovia). *Congreso Forestal Español. Lourizán 1993*. Tomo I, 323-328.

LINDER, S.; M. L. BENSON, B. J. MYERS & R. J. RAISON (1987). Canopy dynamics and growth of *Pinus radiata*. Effects of irrigation and fertilization during a drought. *Can. J. For. Res.* 17: 1157-1165.

MARSHALL J. D. y R. H. WARING (1986). Comparison of methods of estimating leaf-area index in old-growth douglas-fir. *Ecology*, 67: 975-979.

PAUSAS, J. G. (1993). Litterfall in two Pirinean stands of *Pinus sylvestris* L. under different environmental conditions. *Fol. Bot. Misc* 9: 127-136.

REY SIMO, A. (1993). Determinación del área foliar de *Pinus sylvestris*. *Congreso Forestal Español. Lourizán 1993*. Tomo I, pgs 289-294.

SOKAL, R. R. y F. J. ROHLF (1981). *Biometry*. W. H. Freeman y co. New York. 859 pp.

WARING, R. H., (1983). Estimating forest growth and efficiency in relation to canopy leaf area. *Advances in Ecological Research* 13: 327-354.

WHITEHEAD, D. (1978). The estimation of foliage area from sapwood basal area in scots pine. *Forestry* 51: 137-149.

WHITTAKER, R. H. y G. M. WOODWELL (1968). Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven forest, New York. *J. of Ecol.*, 56: 1-25.

FIGURA 1: EVOLUCION DEL DESFRONDE ANUAL EN LA CUENCA CV02 DE VALSAIN DURANTE EL PERIODO 1992-1995

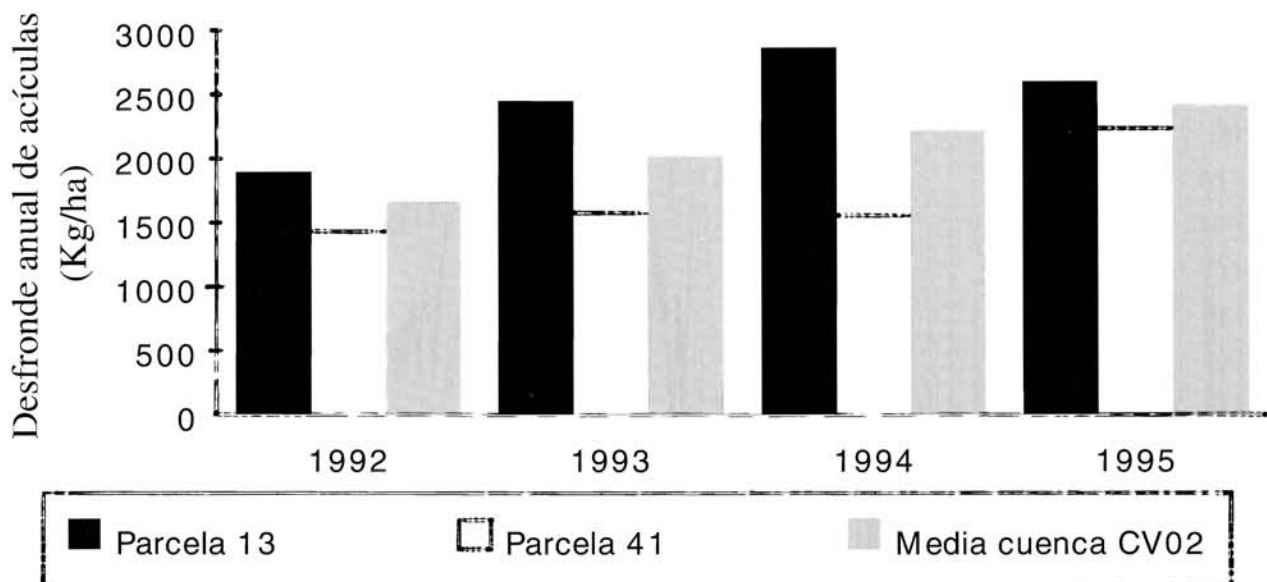


FIGURA 2: DISTRIBUCION DE LAS ACICULAS POR EDADES EN RAMAS DE CUATRO AÑOS .

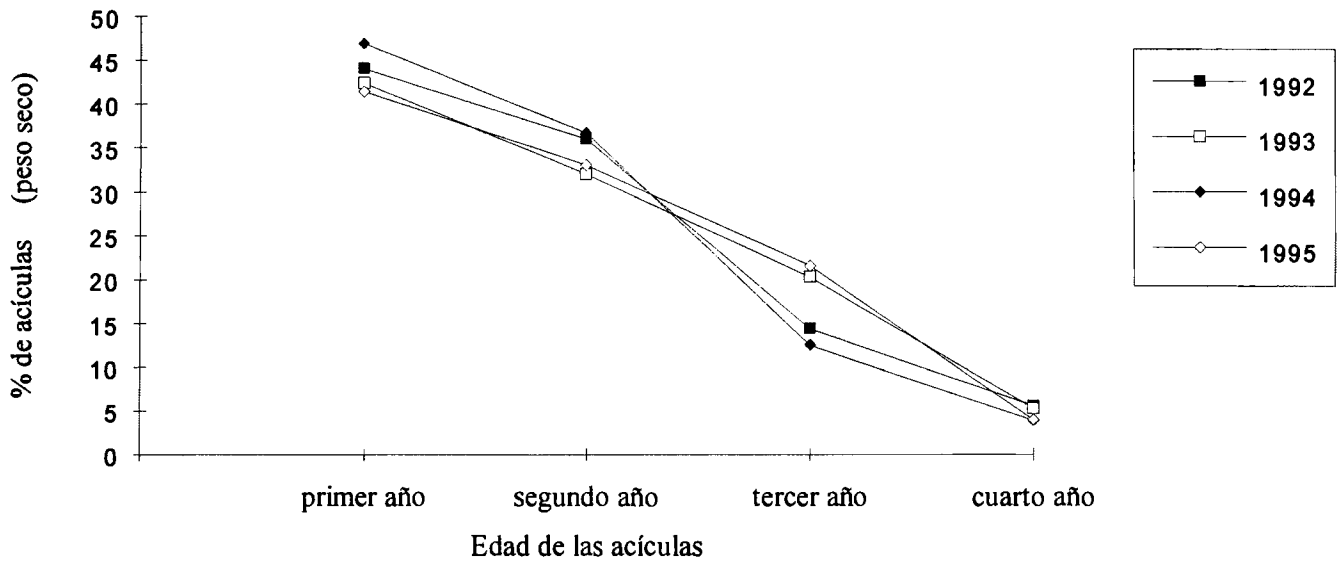


FIGURA 3: PROPORCION DE ACICULAS CAIDAS EN FUNCION DE LA EDAD.

