

ANÁLISIS DEL ÁREA FOLIAR DEL ALCORNOQUE EN RELACIÓN CON TRATAMIENTOS SILVO-PASTORALES

A. Caritat (1), M. Molinas (1), L. Vilar (1) y P. Masson (2)

(1) Laboratori del Suro. Facultat de Ciències Universitat de Girona. Campus Montilivi, 17071 Girona, España.

(2) Laboratoire d'Agronomie. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie de Toulouse ENSAT. 145 Av. de Muret, F-31706 Toulouse, France.

RESUM

Les fluctuacions que presenten alguns paràmetres ecofisiològics de les fulles arbòries en relació a diferents tractaments silvícoles es poden utilitzar per avaluar els seus efectes sobre els arbres. S'ha determinat l'àrea foliar i l'índex foliar de la surera en relació a tractaments de debrossament i de pastoreig. Els paràmetres foliars s'han trobat a partir de l'anàlisi d'imatges digitalitzades de les fulles. En la majoria dels casos, l'àrea foliar mitjana augmenta aparentment per tal de recuperar la capçada perduda. En canvi, l'índex foliar disminueix a causa de la pèrdua de biomassa foliar. Aquesta disminució de la biomassa foliar es atribueix a la eliminació d'exemplars de baix rendiment que es produeix durant el debrossament o com a conseqüència del pastoreig. Malgrat tot, els tractaments silvícoles estimulen un ràpid creixement apical i la recuperació de les capçades sempre que s'assoleixi la densitat òptima.

RESUMEN

Se han evaluado el área foliar y el índice foliar del alcornoque en relación a distintos tratamientos silvo-pastorales. Los parámetros foliares se han determinado a partir del análisis por ordenador de imágenes digitalizadas de las hojas. En la mayoría de los casos el área foliar media aumenta mientras, por el contrario, el índice foliar disminuye debido a la pérdida de biomasa foliar. Esta disminución de la biomasa foliar se atribuye a la eliminación de ejemplares de bajo crecimiento que se produce durante el desbroce o como consecuencia del pastoreo. Sin embargo, los tratamientos silvícolas estimulan la recuperación siempre que se alcance la densidad óptima.

ABSTRACT

The fluctuations showed by ecophysiological parameters, like leaf area and leaf area indices, in relation to silvo-pastoral treatments can be used to evaluate the effects of these treatments on oak-cork forests. Leaf area shows a close relation to production and is a good indicator of the physiological state of the plants. Leaf area, leaf area indices and specific leaf weight have been studied in four cork-oak wood stations in relation to shrub clearing and grazing treatments. Leaf parameters have been measured using a computer image analysis system. We found that, in general, leaf average area is increased by silvo-pastoral treatments, apparently in order to recover the wasted canopy and in answer to nutrient supply. On the other hand, leaf area index decreases after treatments because of the leaf biomass lost, but the fast apical growth showed by cork-trees in treated plots points to a quick recovery of this parameter when an appropriate tree density is reached.

Keywords: Cork-oak, silvo-pastoral treatments, shrub clearing, grazing, leaf area, leaf index.

INTRODUCCIÓN

La comparación del área foliar y del índice foliar de los árboles en zonas sometidas a tratamientos silvo-pastorales en relación a zonas de control permite apreciar el efecto directo de estos tratamientos. Ambos parámetros mantienen una estrecha relación con la producción y constituyen un buen indicador de las condiciones ecofisiológicas de las plantas.

La producción de la cubierta vegetal es tanto mayor cuanto mayor es la captación de luz disponible por las superficies asimiladoras (Larcher, 1977). Sin embargo, la correlación entre la producción neta de un ecosistema forestal y el índice foliar tiene carácter positivo sólo hasta un cierto valor, a partir del cual muestra una inflexión (Kozlowski et al., 1991). Este efecto se explica por la acción inhibitoria de la eficiencia fotosintética por la propia competencia entre las hojas.

El estudio de la relación entre biomasa foliar, índice foliar (LAI) y producción de las masas forestales ha sido objeto de numerosos trabajos, especialmente en bosques templados de caducifolios y coníferas. Sin embargo existen pocos trabajos publicados sobre el alcornoque, *Quercus suber*. Entre ellos debemos citar el de Picolo y Terrades (1989), que trata de la reconstrucción de la copa después de una defoliación, y el de Oliveira *et al.* (1994) que versa sobre la fenología y los patrones de crecimiento.

En este trabajo analizamos el área foliar y el índice foliar del alcornoque en relación a tratamientos de aclareo y pastoreo en cuatro estaciones de alcornocal situadas en la sierra de l'Albera (sudeste de Francia) y el macizo de les Gavarres (nordeste de la península Ibérica).

MATERIAL Y MÉTODOS

En cada estación se marcaron tres parcelas cuadradas de 400 m², una de las cuales se dejó intacta mientras que las otras dos fueron sometidas a distintos tratamientos. En cada estación se compararon parámetros relativos al área foliar correspondientes a la parcela control (A) con los de las parcelas de alcornocal desbrozado (B) y alcornocal desbrozado y pastado (C). La evaluación del área foliar se llevó a cabo en los años 1991 y 1992.

Para cada parcela se escogieron 10 árboles, según la distribución de las clases diamétricas, y de cada uno de ellos se recogieron las hojas de dos ramas de 35 cm de longitud situadas en la parte media de la copa.

El área foliar se obtuvo utilizando un sistema de análisis de imágenes por ordenador. Se procedió a la digitalización de la imagen de las hojas con un escaner (Agfa S 200) y a su posterior calibrado. Seguidamente, las imágenes digitalizadas se analizaron con el programa IMAGE 1.38 para Macintosh (Figura 1). Para cada una de las hojas se determinaron la superficie foliar total, el eje mayor, el eje menor y el perímetro.

Para cada rama se obtuvo el correspondiente peso seco de las hojas procediéndose a la posterior determinación del peso específico (LSW) de las mismas.

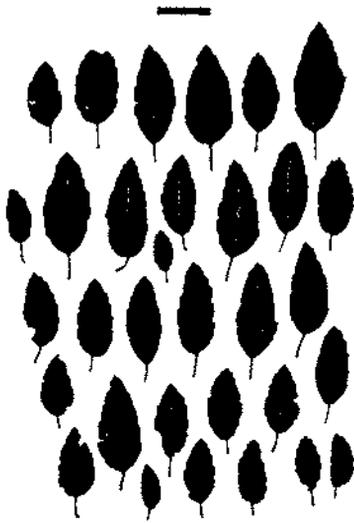


Figura 1. Imagen digitalizada de las hojas de un brote de alcornoque de la parte media de la copa preparada para el análisis del área foliar a través del programa IMAGE 1.38 para Macintosh.

Se determinaron los valores medios y las desviaciones estándar correspondientes a cada árbol. A continuación se realizó un análisis estadístico de varianza ANOVA para comparar el área foliar en relación a dos factores, el tratamiento y la estación. El índice foliar (LAI) se pudo determinar a partir de la estimación de la biomasa foliar de cada parcela según el método descrito por Caritat *et al.* (1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 1, 2, 3 y 4 se muestran los valores medios del área foliar de las distintas parcelas, así como la biomasa foliar, el peso específico y el índice foliar (LAI) correspondientes.

Se puede apreciar (Figura 2) como excepción que en la estación Fitor el área media de las hojas tiende a ser mayor en las parcelas tratadas (desbrozadas o pastadas) que

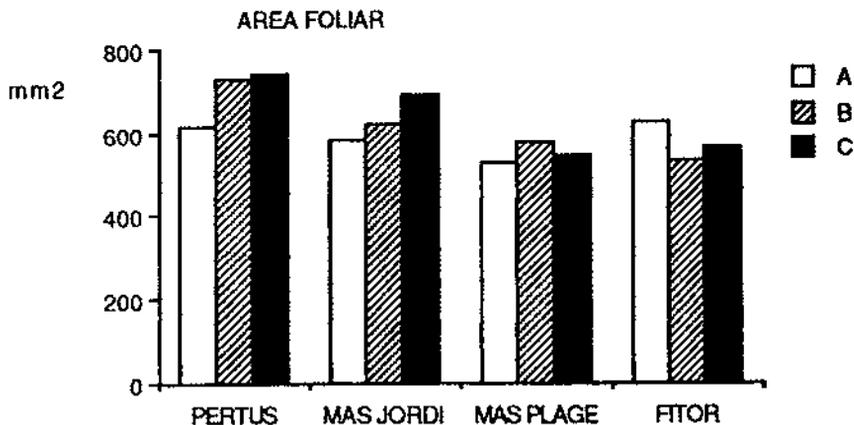


Figura 2. Superficie foliar media registrada en hojas de la parte media de la copa en las cuatro estaciones de alcornocal para los tres tratamientos (A = parcela control, B = parcela desbrozada, C = parcela desbrozada y pastada)

PERTHUS		Area foliar	mm ²	
B		C	C	A
680		1074	706	477
774		863	547	773
737		618	765	715
781		744	737	744
631		580	716	644
715		592	492	671
882		776	827	621
756		863	969	463
768		805	927	425
581		569	646	
m				
	730.5	748.40	733.20	614.78
DE				
	84.68	162.71	150.73	129.36
Area F /biom		cm ² /g		
	68.20	67.48	70.20	72.17
	63.7	81.39	79.05	62.28
	69.4	65.3	78.3	72.39
	66.6	75.4	78.08	72.9
	67.8	67.35	62.05	64.1
	70.7	63.1	67.98	61
	76.5	68.6	76.47	75.9
	69.3	60.3	67.28	56.3
	73.8	74.6	66.25	
	74.3			
m				
	70.03	69.28	71.74	67.13
DE				
	3.89	6.66	6.32	7.08
Biomasa foliar			kg/400 m ²	
B		C		A
85.35		68.2		80.95
LAI		Indice foliar		
1.49		1.2		1.35

Taula 1. Área foliar y peso específico medio en los árboles tipo de la estación Pertús en relación a los tratamientos silvopastorales. También se muestran los valores estimados de la biomasa foliar y del índice foliar (LAI). (m = media, DE = desviación estándar, A = parcela control, B = parcela desbrozada, C = parcela desbrozada y pastada).

MAS JORDI	Area foliar	mm ²
C	B	A
612	521	519
545	563	489
606	716	468
694	810	514
788	469	454
765	334	710
677	861	703
833	839	708
	488	486
		763
m		
690.00	622.33	581.40
DE		
100.02	189.20	122.70
Area F/biom	cm ² /gr	
62.6	74.5	82.1
64.4	61.6	73
62	58.1	64.01
54.9	56.7	65.5
62	58.1	52.5
59.4	51.01	61.4
73.3	62.3	63.5
57.4		64.4
		59.3
		72.9
m		
62	60.33	65.861
DE		
5.51	7.26	8.28
	Biomasa foliar	kg/400 m ²
C	B	A
54.27	47.1	117.03
LAI	Indice foliar	
0.84	0.71	1.93

Taula 2. Área foliar y peso específico medio en los árboles tipo de la estación Mas Jordi en relación a los tratamientos silvopastorales. También se muestran los valores estimados de la biomasa foliar y del índice foliar (LAI) (m = media, DE = desviación estándar, A = parcela control, B = parcela desbrozada, C = parcela desbrozada y pastada).

MAS PLAGE	Area foliar		mm ²
A	B	C	
697	524	594	
473	799	620	
489	516	509	
556	461	489	
502	740	502	
465	471		
	516		
m			
530.33	575.28	542.8	
DE			
87.75	135.88	59.76	
Area F/biom	cm ² /g		
78.2	73.03	94.5	
70.05	77.06	77.2	
72.01	69.41	84.3	
72.2	79.22	75	
72	67.11		
75.24			
m			
73.28	73.17	82.75	
DE			
2.93	5.06	8.78	
	Biomasa foliar		kg/400 m ²
A	B	C	
50.73	52.47	65.56	
LAI	Indice foliar		
0.93	0.96	1.36	

Taula 3. Área foliar y peso específico medio en los árboles tipo de la estación Mas Plage en relación a los tratamientos silvopastorales. También se muestran los valores estimados de la biomasa foliar y del índice foliar (LAI). (m = media, DE = desviación estándar, A = parcela control, B = parcelu desbrozada, C = parcela desbrozada y pastada).

en las parcelas control, aunque estas diferencias no son significativas respecto al tratamiento. El crecimiento de la superficie foliar puede ser debido a la disminución de la competencia por el desbroce o gracias al aporte de nutrientes que realiza el ganado. El crecimiento foliar, de un modo parecido a lo que ocurre con el crecimiento apical de los brotes (Caritat *et al.*, 1994), resulta estimulado para recuperar la cobertura perdida y como respuesta a la mayor disponibilidad de nutrientes.

FITOR		Area foliar	mm ²
	C	B	A
	546	742	638
	841	498	412
	982	485	959
	412	463	657
	631	491	401
	395	717	473
	410	481	839
	473	600	
	401	468	
		385	
m			
	565.67	533.00	625.57
DE			
	231.41	120.68	214.94
Area F/biom		cm ² /g	
	55.7	77.2	73.9
	66.1	66.6	61.04
	61.3	61.2	71.4
	54.6	69.1	63.8
	56.7	77.1	
	64.8	59.5	
	51.58	64.16	
m			
	58.68	67.84	67.54
DE			
	5.47	7.11	6.18
		Biomasa foliar	kg/400 m ²
	C	B	A
	26.38	41.46	90.56
LAI		Índice foliar	
	0.39	0.70	1.53

Taula 4. Área folia, peso específico medio en los árboles tipo de la estación Fitor en relación a los tratamientos silvopastorales. También se muestran los valores estimados de la biomasa foliar y del índice foliar (LAI). (m = media, DE = desviación estándar, A = parcela control, B = parcela desbrozada, C = parcela desbrozada y pastada).

Sin embargo, los tratamientos silvo-pastorales conllevan en general una disminución de la biomasa foliar total, debida, al menos en parte, a que los ejemplares pequeños o malformados son eliminados (Tablas 1- 4). Esta disminución de biomasa, causada por la eliminación de los ejemplares defectuosos, no repercute negativamente en la explotación del corcho, sino que incluso puede suponer un estímulo para el crecimiento de los ejemplares respetados por el tratamiento aplicado.

La gráfica de los valores medios del índice foliar (LAI) presenta un aspecto muy distinto del correspondiente al área foliar media de las hojas (Figura 3). Las parcelas tratadas, a excepción de Mas Plage, suelen tener una LAI igual o inferior a las parcelas control. Ello podría ser debido a que este parámetro resulta influenciado por la pérdida de biomasa foliar total. Sin embargo, el ritmo de crecimiento de ramas y hojas que se produce en las parcelas tratadas hace predecir una rápida recuperación de la LAI que, por lo menos en los casos en que no se haya producido una pérdida excesiva de densidad, puede alcanzar niveles óptimos.

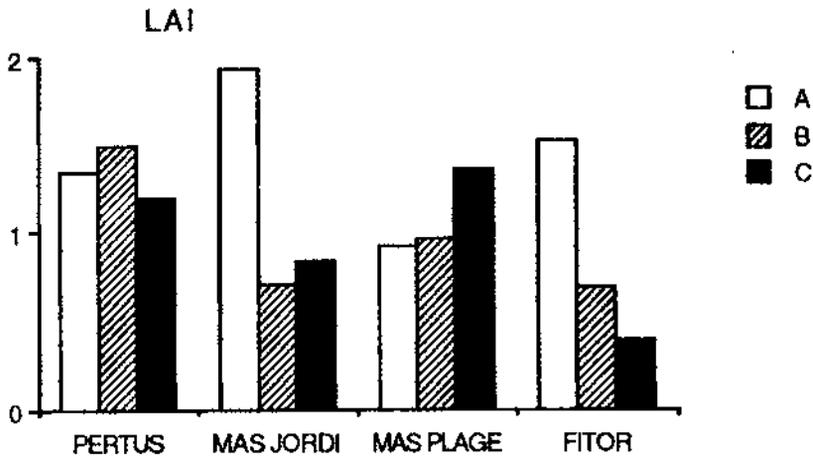


Figura 3: Valores estimados del índice foliar (LAI) en las cuatro estaciones de alcornoque para los tres tratamientos (A = parcela control, B = parcela desbrozada, C = parcela desbrozada y pastada).

Los valores de peso específico de las hojas oscilan entre 12mg/cm² en Mas Plage a 17 mg/cm² en Fitor y son comparables a los hallados por otros autores (Oliveira *et al.*, 1994). Este parámetro tiene relación directa con el índice de esclerofilia y normalmente es mayor en las zonas más secas.

Como conclusión podemos destacar que el área foliar y la LAI aparecen como buenos indicadores de la estructura de las copas y de la fase evolutiva en que se encuentran los árboles después de las intervenciones silvo-pastorales. Para la recuperación de alcornoques abandonados tiene gran importancia conseguir una densidad adecuada a fin de que las copas alcancen un índice foliar óptimo.

Bibliografía

- CARITAT, A., OLIVA, M. y MOLINAS, M. 1992. Distribución de la biomasa en dos parcelas de alcornocal. *Scientia gerundensis*, 18: 131-142.
- CARITAT, A., VILAR, L., MASSON, P. y MOLINAS, M. 1994. Influencia del desbroce y el pastoreo sobre el crecimiento apical del alcornoque. *Studia OEcologica*, 10-11: 323-328.
- KOZLOWSKI, T., KRAMER, P.J. y PALLARDY, S.G. 1991. *The Physiological Ecology of Woody Plants*.. San Diego. Academic Press, INC.
- LARCHER W.1977, *Ecofisiología Vegetal*. Barcelona: Omega.
- OLIVEIRA, G., CORREIRA, O., MARTINS-LOUÇAO, M.A. and CATARINO, F.M. 1994. Phenological and growth patterns of the Mediterranean oak *Quercus suber* L. *Trees*, 4: 41-46.
- PICOLO, R. y TERRADAS, J. 1989. Aspects of crown reconstruction and leaf morphology in *Quercus ilex* L. and *Quercus suber* L. after defoliation by *Lymantria dispar* L. *Acta OEcologica*, 10: 69-78.