

ESTUDIO DEL DESFRONDE EN TRES BOSQUES DEL SISTEMA CENTRAL (MADRID): EVOLUCIÓN ANUAL Y APORTE DE MATERIA SECA AL SUELO.

F. PARDO*, L. GIL* Y J. PARDOS*.

* U.D. ANATOMÍA, FISIOLOGÍA Y GENÉTICA FORESTAL. E.T.S.I. INGENIEROS DE MONTES. CIUDAD UNIVERSITARIA, 28040 MADRID

RESUMEN

Se ha estudiado el desfronde en tres rodales correspondientes a *Fagus sylvatica*, *Quercus pyrenaica* y *Pinus sylvestris*, localizados en Montejo de la Sierra (Madrid), durante el periodo comprendido entre mayo de 1993 y abril de 1996. Se observaron diferencias tanto entre formaciones como entre periodos anuales. También existieron diferencias en el aporte de estructuras leñosas, foliares y reproductivas. Cabe destacar el alto aporte de flores y frutos en el hayedo durante el ciclo de mayor floración y fructificación, que tuvo lugar el año 1994. En las otras dos formaciones la producción de frutos nunca alcanzó tales valores, mientras que las flores solo alcanzaron valores similares en algunos casos.

SUMMARY

Litterfall in three stands of *Fagus sylvatica*, *Quercus pyrenaica* and *Pinus sylvestris*, located in Montejo de la Sierra (Madrid) was studied between may 1993 and april 1996. Differences among stands and among years were observed. Differences in woody, foliar and reproductive litter fall were also found. A high production of flowers and fruits was observed in beech formation during the year 1994. In the other two stands fruit production never reached those values and flowers only reached lower or similar importance.

INTRODUCCIÓN

Dentro del ciclo de los elementos, el desfronde constituye una etapa fundamental de reciclado interno en los ecosistemas forestales. El desfronde se ve sometido a variaciones anuales, como consecuencia de fluctuaciones en la producción total pero también como resultado de una diferencia en la producción de fracciones de distinto tipo (hojas, flores, frutos, etc.), en ciclos vegetativos consecutivos. Cabe destacar el impacto que puede tener en el aporte de nutrientes una alta fructificación, pudiendo suponer el desfronde de estructuras reproductivas hasta el 50 % del nitrógeno que caerá al suelo (Pregitzer y Burton, 1991).

En el presente trabajo se ha estudiado el desfronde en tres formaciones del Sistema Central español (tabla 1), localizadas en el norte de la provincia de Madrid (41°7'N, 3°30'W). Dos de ellas son masas puras dominadas por el melojo (*Quercus pyrenaica*) y el pino silvestre (*Pinus sylvestris*), esta última de repoblación; mientras que la tercera es un hayedo (*Fagus sylvatica*) con melojos. El principal objetivo de este trabajo ha sido comparar el desfronde en tres ciclos anuales así como determinar la importancia relativa de

las distintas fracciones (hojas, flores, ramas, etc.) en el aporte de necromasa al suelo, comparando especialmente el aporte de estructuras vegetativas y reproductivas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Para el seguimiento del desfronde se definieron “ciclos de desfronde” que comprenden desde el comienzo de un periodo vegetativo (la salida de la hoja) hasta el comienzo del periodo vegetativo del año siguiente. Para estandarizar los trabajos y comparar los distintos rodales y, considerando que la recogida se hace mensualmente, se asumió que el periodo vegetativo comenzaba en la zona en el mes de mayo.

En cada parcela se dispusieron al azar un conjunto de bandejas de 80 cm de lado y 20 cm de altura (construidas con malla de plástico de 5 mm de poro) de las que se retiró, con periodicidad mensual, el material caído. Se colocaron 12, 8 y 5 bandejas en el hayedo, melojar y pinar respectivamente. Su número se relacionó con el tamaño y heterogeneidad de la parcela de manera que fuera suficiente para obtener un coeficiente de variación del total anual recogido por bandeja menor al 10%. El material fue separado en sus diferentes fracciones (ramas, hojas, amentos masculinos, etc.), secado a estufa a 85°C hasta peso constante y posteriormente pesado. Para cada ciclo de desfronde se calculó la materia seca media anual caída por unidad de superficie; total y de cada una de las fracciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas 2 a 4 se presentan los resultados del aporte anual de distintas fracciones del desfronde en los tres periodos estudiados. Se observa que las fracciones correspondientes a partes perennes no presentan grandes variaciones entre ciclos; una excepción la constituyó el pinar en el que el aporte de ramas en el ciclo 95-96 fue significativamente mayor que en los otros dos bosques (tabla 4). Las fracciones perennes tuvieron mayores variaciones en el hayedo y en el pinar; en el melojar la única fracción que experimentó diferencias significativas fueron las bellotas abortadas. En el hayedo con melojos, las hojas de haya fueron significativamente mayores en el ciclo 93-94, mientras que las fracciones reproductivas fueron más abundantes en el ciclo 94-95 (tabla 2). En el pinar el menor aporte de acículas se produjo en el ciclo 95-96, coincidiendo con la mayor caída de ramas; también fue en este ciclo cuando menor fue la caída de estróbilos masculinos (tabla 4). El desfronde total solo se diferenció significativamente en el ciclo 94-95 respecto a los otros dos en el hayedo, debido fundamentalmente a la alta producción de flores masculinas, semillas y cúpulas durante ese periodo.

En la tabla 5 se compara la producción de las distintas fracciones del desfronde, agrupadas en tres categorías: fracciones perennes, hojas y flores + frutos. En los tres ciclos estudiados el pinar fue la formación que mayor producción de fracciones perennes aportó al suelo. En el caso de las hojas el mayor aporte fue en el hayedo en el 93-94, en el pinar en el 94-95 y en el melojar en el 95-96. Respecto a las flores y frutos cabe destacar la alta producción de ambos en hayedo el ciclo 94-95, la cual superó en más de 10 veces a la del melojar y en más de 7 a la del pinar.

El desfronde se ha considerado un indicador de la producción del ecosistema forestal (Bray y Gorham, 1964). En este sentido hay que diferenciar las estructuras cuya caída puede verse favorecida por factores climáticos (vientos, lluvia, etc.) como ramas y corteza, de las que inevitablemente caerán al suelo una vez terminado el ciclo vegetativo o cumplida

su función en el árbol (hojas, flores, frutos, etc.). Dentro de este segundo grupo es común que exista una correlación negativa en el aporte respectivo de estructuras vegetativas y reproductivas (Pregitzer y Burton, 1991). Por esta razón se comparó la caída de flores, frutos y hojas por bandeja en los tres ciclos y para los tres bosques estudiados mediante el análisis de correlación (tabla 6). En el único caso en que se cumple la teoría anteriormente expuesta es en el hayedo en el que existió una correlación negativa, estadísticamente significativa ($p < 0,005$) entre la producción de hojas y la de flores y frutos. Además se observó una correlación positiva entre la producción de flores y frutos que también fue estadísticamente significativa ($p < 0,005$). En este sentido se ha señalado que una alta producción, cada cierto número de años, de flores masculinas y femeninas favorece la fructificación durante ese año (Sork, 1993). Como se observa en la figura 1 la relación entre la producción reproductiva y la de hojas muestra una tendencia exponencial negativa mientras que la de flores y frutos muestra una tendencia lineal. Sin embargo en el melojar solamente existió una correlación positiva, estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre la caída de flores masculinas y frutos (la mayor parte de ellos abortados); mientras que en el pinar existió una correlación positiva ($p < 0,005$) entre hojas y estróbilos masculinos (tabla 6).

Los datos expuestos en este trabajo sitúan el desfronde de los dos bosques caducifolios estudiados dentro del rango de los bosques caducifolios templados (Bray y Gorham, 1964, De Angelis et al., 1981), encontrándose también el pinar con unos valores parecidos. Como diferencia a destacar entre las formaciones estudiadas podemos señalar la baja producción de frutos en el melojar los tres ciclos estudiados. Parece existir una clara anomalía en la producción de frutos en esta formación ya que, pese a existir las flores femeninas, el fruto no se llega a desarrollar como demuestra la abundante caída de frutos abortados. Sin embargo la producción de flores masculinas alcanza valores similares a los del hayedo en el cual la producción reproductiva puede suponer casi la mitad del desfronde total como sucedió en el ciclo 94-95. La mala fructificación del melojar se podría relacionar con el origen vegetativo de esta formación, debido a las abundantes cortas que ha sufrido. La semilla abortada podría tener su origen en un alto nivel de endogamia; la flores no fecundadas podrían serlo por una ausencia de sincronía entre la floración masculina y la femenina, motivado por una escasa diversidad genética.

BIBLIOGRAFÍA

BRAY, J.R. & GORHAM, E. (1964). Litter production in forest of the world. *Advances Ecol. Res.*, 2: 101-157.

DE ANGELIS, D.L., GARDNER, R.H. & SHUGART, H.H. (1981). Productivity of forest ecosystems studied during the IBP : he woodlands data set. *In: D.E. REICHLE (Ed), Dinamic properties of forest ecosystems: 567-672 (Ed), Cambridge University Press, Cambridge.*

PREGITZER, K.S. & BURTON, A.J. (1991). Sugar maple seed production and nitrogen in litterfall. *Can. J. For. Res.*, 21: 1148-1153.

SORK, V.L. (1993). Evolutionary ecology of mast-seeding in temperate and tropical oaks (*Quercus* spp). *Vegetatio*, 107/108: 113-147.

Rodal	Hayedo-Melojar	Melojar	Pinar
Densidad (pies / ha)	457	272	1018
Area basimétrica (m ² / ha)	36,2	16,9	12,8

Tabla 1: Densidad y área basimétrica de los rodales estudiados

FRACCIONES	1993-1994	1994-1995	1995-1996	Media
Perennes				
Ramas ^{ns} (1)	65,1 (9,5)	59,0 (11,5)	71,5 (12,9)	65,2 (3,6)
Corteza ^{ns}	5,7 (3,7)	5,7 (1,9)	9,6 (2,9)	7,0 (1,3)
Líquenes ^{ns}	6,2 (1,1)	8,6 (1,3)	7,7 (1,3)	7,5 (0,7)
Decíduas				
Hojas de haya*	294,9 (17,9)a	211,6 (10,5)b	239,2 (16,3)b	248,6 (24,5)
Hojas de melojo ^{ns}	124,6 (16,0)	84,9 (11,3)	104,4 (13,8)	104,6 (11,4)
Amentos masculinos*	4,2 (1,0)a	18,4 (1,5)b	4,0 (1,2)a	8,8 (4,7)
Cúpulas de haya*	14,7 (4,4)a	128,2 (13,1)b	18,5 (3,0)a	53,8 (37,2)
Semillas de haya*	2,9 (1,3)a	86,4 (13,1)b	0,1 (0,0)a	29,8 (28,3)
Otros (2) ^{ns}	3,2 (1,6)	3,1 (1,8)	3,2 (1,2)	3,1 (0,0)
Total*	521,9 (14,9)a	606,2 (25,3)b	458,6 (20,5)a	528,9 (42,7)

1) Para cada fracción se indica si existen diferencias significativas en los ciclos de desfronde estudiados, tras el ANOVA: ns, no significativo; *, P < 0,05. Cuando el ANOVA resultó significativo se aplicó el test TUKEY HSD para comparar las medias. Así para cada fila de valores, la coincidencia de la misma letra indica que no existieron diferencias significativas entre ciclos de desfronde.

2) Dentro de esta fracción se incluyen: frutos a abortados de melojo, yemas y restos de pequeño tamaño.

Tabla 2. Cuantía de las distintas fracciones del desfronde en el hayedo, expresadas en g/m². Se ofrece el valor medio y el error estándar, entre paréntesis.

FRACCIONES	1993-1994	1994-1995	1995-1996	Media
Perennes				
Ramas ^{ns} (1)	87,7 (9,2)	58,7 (8,1)	65,9 (12,1)	70,8 (8,7)
Corteza ^{ns}	1,3 (0,4)	1,8 (0,8)	3,4 (1,8)	2,2 (0,6)
Líquenes*	18,5 (2,4) a	22,2 (1,6)a	9,0 (1,9)b	19,5 (3,9)
Decíduas				
Hojas de melojo ^{ns}	358,9 (12,8)	236,2 (11,1)	337,3 (17,4)	340,8 (9,6)
Hojas del sotobosque (2) ^{ns}	18,5 (11,2)	9,7 (7,0)	11,1 (9,5)	13,1 (2,7)
Amentos masculinos ^{ns}	16,0 (3,1)	13,5 (3,2)	9,7 (1,5)	13,1 (1,8)
Semillas ^{ns}	0,0 (0,0)	0,0 (0,0)	0,6 (0,3)	0,2 (0,2)
Frutos abortados*	13,9 (1,9)a	5,5 (1,0)b	8,8 (1,7)ab	9,4 (2,4)
Otros (3) ^{ns}	3,7 (0,6)a	0,0 (0,0)a	10,9 (3,0)b	4,8 (3,2)
Total^{ns}	518,2 (17,1)	437,9 (23,8)	465,4 (33,5)	475,8 (23,5)

1) Ver tabla 1. 2) *Crataegus monogyna*, *Cytisus scoparius* y *Rosa* spp entre otros.

3) Dentro de esta fracción se incluyen: yemas, ramas de arbustos, cúpulas de bellotas y restos de pequeño tamaño.

Tabla 3. Cuantía de las distintas fracciones del desfronde en el melojar, expresadas en g/m². Valor medio y el error estándar, entre paréntesis.

FRACCIONES	1993-1994	1994-1995	1995-1996	Media
Perennes				
Ramas* (1)	95,8 (12,8)a	78,8 (12,8)ab	128,4 (9,3)b	101,0 (8,6)
Corteza ^{ns}	99,1 (7,9)	85,9 (5,2)	108,6 (10,5)	97,9 (5,0)
Decíduas				
Acículas*	330,0 (20,6)a	378,2 (11,3)a	262,8 (6,0)b	323,7 (14,7)
Estróbilos masculinos*	25,4 (0,6)a	29,9 (2,2)a	8,7 (0,8)b	21,4 (2,5)
Piñas*	26,8 (7,7)a	4,0 (3,1)b	0,0 (0,0)b	10,2 (4,0)
Otros (2) ns	9,8 (0,5)a	2,4 (0,3)b	33,2 (2,2)c	15,1 (3,5)
Total^{ns}	587,2 (29,9)	579,4 (19,3)	541,9 (13,7)	569,5 (12,9)

1) Ver tabla 1. 2) Dentro de esta fracción se incluyen los restos de pequeño tamaño no identificables.

Tabla 4. Cuantía de las distintas fracciones del desfronde en el pinar, expresadas en g/m². Valor medio y el error estándar, entre paréntesis.

		Hayedo	Melojar	Pinar
Fracciones perennes	1993-1994 * (1)	77 (11) a	111 (11) a	204 (15) b
	1994-1995 *	73 (12) a	82 (8) a	167 (12) b
	1995-1996 *	70 (10) a	78 (15) a	270 (17) b
Fracciones decíduas				
	Hojas			
	1993-1994 *	419 (9) a	376 (12) ab	330 (16) b
1994-1995 *	299 (10) a	336 (8) ab	378 (12) b	
1995-1996 *	339 (10) a	356 (15) a	262 (17) b	
Flores y frutos	1993-1994 *	22 (5) a	29 (4) ab	52 (7) b
	1994-1995 *	236 (23) a	19 (4) b	34 (4) b
	1995-1996 *	26 (3) a	19 (2) ab	8 (1) b
Total	1993-1994 ns	535 (15)	518 (17)	587 (30)
	1994-1995 *	607 (25) a	437 (24) b	579 (19) a
	1995-1996 ns	585 (20)	464 (33)	541 (14)

1) Ver tabla 1

Tabla 5: Comparación del desfronde de distintas fracciones (g/m²) entre los tres tipos de bosque estudiados. Valor medio y el error estándar, entre paréntesis.

	Hayedo (n=36)			Melojar (n=24)			Pinar (n=15)		
	Hj	FM	Fr	Hj	FM	Fr	Hj	FM	Fr
Hj	1,000			1,000			1,000		
	<0,005			<0,005			<0,005		
FM	-0,642	1,000		0,293	1,000		0,781	1,000	
	<0,005	<0,005		0,164	<0,005		<0,005	<0,005	
Fr	-0,662	0,872	1,000	0,090	0,405	1,000	0,286	0,330	1,000
	<0,005	<0,005	<0,005	0,675	0,049	<0,005	0,300	0,229	<0,005

Tabla 6. Análisis de correlación entre el aporte por bandeja de las fracciones decíduas del desfronde: Hj, hojas; FM flores masculinas y Fr, frutos. Se muestra, en cada caso, el coeficiente de correlación (arriba) y el nivel de significación para la correlación (abajo)

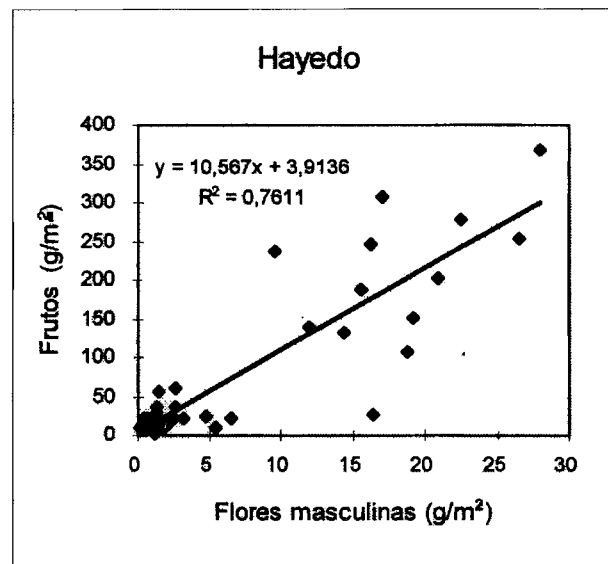
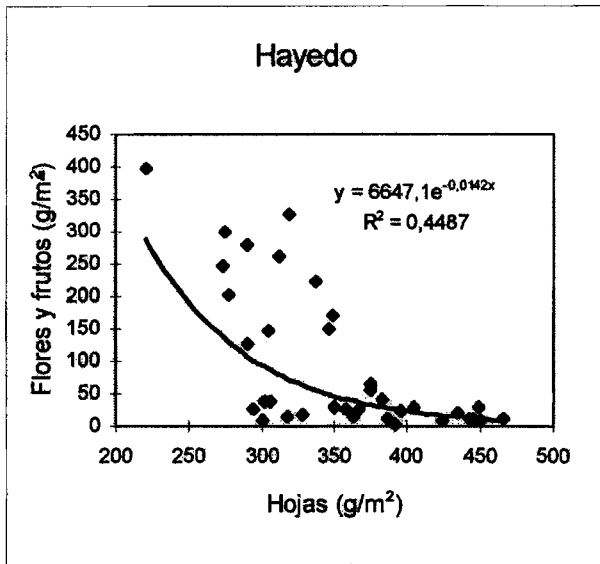


Figura 1: Relación entre el aporte de hojas y fracciones reproductivas (izquierda) y el aporte de flores masculinas y frutos (derecha) en el hayedo.