



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-176

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evolución mensual del desfronde en dos dehesas de *Quercus ilex* subs. *ballota* de la provincia de Huelva. Influencia de la poda.

ANDIVIA MUÑOZ, E., ALEJANO MONGE, R.*, VÁZQUEZ PIQUÉ, J.

Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Huelva. Campus La Rábida. 21819. Palos de la Frontera, Huelva, España.

*Correo electrónico: ralejano@uhu.

Resumen

El desfronde es la caída natural y periódica de biomasa procedente de la parte aérea de los árboles y que contiene una gran parte de los nutrientes extraídos del suelo por el árbol. El estudio del desfronde es necesario para un correcto entendimiento de las relaciones suelo-árbol y cobra gran interés en zonas de clima mediterráneo donde escasean los nutrientes. El estudio se realizó en dos parcelas de dehesa de *Quercus ilex* subs. *ballota* (Desf) Samp situadas en los términos municipales de San Bartolomé y Calañas (SB y CA, provincia de Huelva), incluyendo cada una 100 árboles. En ambas parcelas se realizaron tres tratamientos de poda: débil, moderada y fuerte, dejando árboles testigo. En CA además se realizó una poda en forma de seto. Los pies para el estudio se seleccionaron mediante muestreo estratificado por clases diamétricas y tratamiento de poda, cuantificando el desfronde en 16 árboles en SB y en 15 en CA. Para la toma de datos se colocaron cuatro trampas de desfronde (una por orientación) bajo la copa de los pies seleccionados y con periodicidad mensual, durante dos años en CA (02/2004 – 02/2006) y tres años en SB (02/2004 – 02/2007), se procedió a la recogida de muestras. Posteriormente las muestras fueron secadas y se separaron para su pesado en distintas fracciones: ramillos, hojas, flores masculinas, flores femeninas y otros. Con estos datos se ha analizado la evolución mensual del desfronde para cada fracción encontrando que los periodos de máximo desfronde se dan en primavera coincidiendo con el nacimiento de los nuevos brotes. También se ha realizado un ANOVA para conocer la influencia de la poda en el desfronde encontrando diferencias significativas, para CA la poda seto produce una mayor cantidad de desfronde que los tratamientos de podas tradicionales mientras que en SB las diferencias se han producido entre la poda fuerte y las podas débil y testigo.

Palabras clave

Materia orgánica, Encina, Tratamiento selvícola, Biomasa.

1. Introducción

Las dehesas son sistemas agroforestales de origen antrópico destinados al mantenimiento del ganado, en los que los ingresos provienen de la ganadería, la caza, y otros productos como el corcho, etc. Actualmente las dehesas ocupan en España un área de aproximadamente 2 millones de ha (MMA 2002) de las cuales el 40% se encuentran en Andalucía (JA 2005). Del total de la superficie española de dehesas aproximadamente el 90% está formado por *Quercus ilex* subs. *ballota* (Desf) Samp como especie dominante. Las dehesas poseen además un importante valor ecológico y paisajístico, lo que unido a la superficie que ocupan y a los recursos que generan, convierten a estos bosques abiertos en un sistema agrosilvopastoral de gran importancia económica, social y ambiental. El valor

intrínseco y la riqueza en diversidad biológica de estos ecosistemas justifican la inclusión de muchos de ellos en la red Natura 2000, representando estas formaciones aproximadamente la cuarta parte de la superficie arbolada rala.

A lo largo de su historia las dehesas han estado sometidas a prácticas selvícolas para su mantenimiento. Una de las prácticas más extendida ha sido las podas. Las podas de mantenimiento consisten en la eliminación de ramas de la parte central e interior de la copa, se realizan después de la poda de formación con una intermitencia que puede oscilar entre 6 y 10 años. Estos tratamientos se han aplicado para generar leñas, y porque tradicionalmente se ha considerado que mejoran la producción de bellota. Sin embargo hay ya diversos autores que no están de acuerdo con este último efecto. Así, CANELLAS *et al* (2007) consideran que no existe suficiente información científica para formar una opinión objetiva y racional sobre el efecto de la poda en la producción de bellota, y autores como ALEJANO *et al* (2008), afirman que la poda tradicional no tiene una influencia significativa en la producción de fruto.

Los tratamientos de poda pueden influir además en todos los procesos fenológicos de los individuos, al alterar los ritmos naturales de los mismos. Estos procesos pueden evaluarse a través del desfronde, que se define como la caída natural y periódica de biomasa procedente de la copa del árbol y que contiene una gran cantidad de los nutrientes extraídos al suelo. Este proceso está asociado con la transferencia de energía y nutrientes entre el árbol y el suelo, siendo el punto de partida para el reciclado de nutrientes (GRAY & SCHLESINGER, 1981). El conocimiento del ciclo de biomasa y nutrientes entre el suelo y los árboles, a través del desfronde, es uno de los aspectos fundamentales para una adecuada gestión de los bosques. Esta tarea se dificulta en la región mediterránea, donde la economía de los recursos agua y nutrientes resulta crítica (ARIANOUTSOU, 1989). En el caso de las dehesas mediterráneas el ciclo de nutrientes suele presentar aun más complejidad debido al carácter persistente de las hojas de las especies esclerófilas (BELLOT *et al.* 1992) y a la presencia de herbívoros que se alimentan del pasto y los restos vegetales desprendidos de los árboles (ESCUDERO *et al.* 1985).

El objetivo de este trabajo es analizar los ciclos anuales de desfronde en sendas dehesas de encina de la provincia de Huelva, comparando estos procesos durante dos y tres años respectivamente para cada una de las parcelas, así como evaluar la influencia de las podas de distintas intensidades sobre este proceso.

2. Metodología

2.1 Área de estudio

El presente estudio se realizó en dos parcelas localizadas en la provincia de Huelva (SO España). La primera de ellas se encuentra en el municipio de Calañas, cuenta con un área de 2,9 ha y una densidad de 34,5 pies/ha. La segunda parcela está situada en el municipio de San Bartolomé posee una superficie de 2,7 ha y una densidad de 36 pies/ha. Ambas parcelas se replantearon en dehesas de *Quercus ilex* y disfrutaban de un clima mediterráneo genuino. La parcela de Calañas se encuentra a una altitud de 165 m.s.n.m. cuenta con una precipitación anual de 660,8 mm y una temperatura media anual de 18,3 °C; la parcela de San Bartolomé está situada a 128 m.s.n.m. su precipitación anual es de 611,9 mm y su temperatura media anual es de 18,9 °C. El sustrato de ambas parcelas consiste principalmente en esquistos y grauwacas, y existe diferencia en la profundidad media del suelo en ambas parcelas (33 cm en

Calañas y 67 cm en San Bartolomé). En Calañas el suelo comprende desde Regosoles/Leptosoles a Cambisoles mientras que en San Bartolomé abarca de Regosoles a Luvisoles. Es importante constatar la presencia del hongo *Phytophthora cinamomii* Rands. en el suelo de las parcelas de Calañas y San Bartolomé, si bien los síntomas visibles del desarrollo de la enfermedad son más patentes en la parcela de Calañas (el análisis de las muestras de suelo para determinar la presencia del hongo fue llevado a cabo por Tapias mediante el proyecto de investigación INTERREG QUERCUS/SP5. 45).

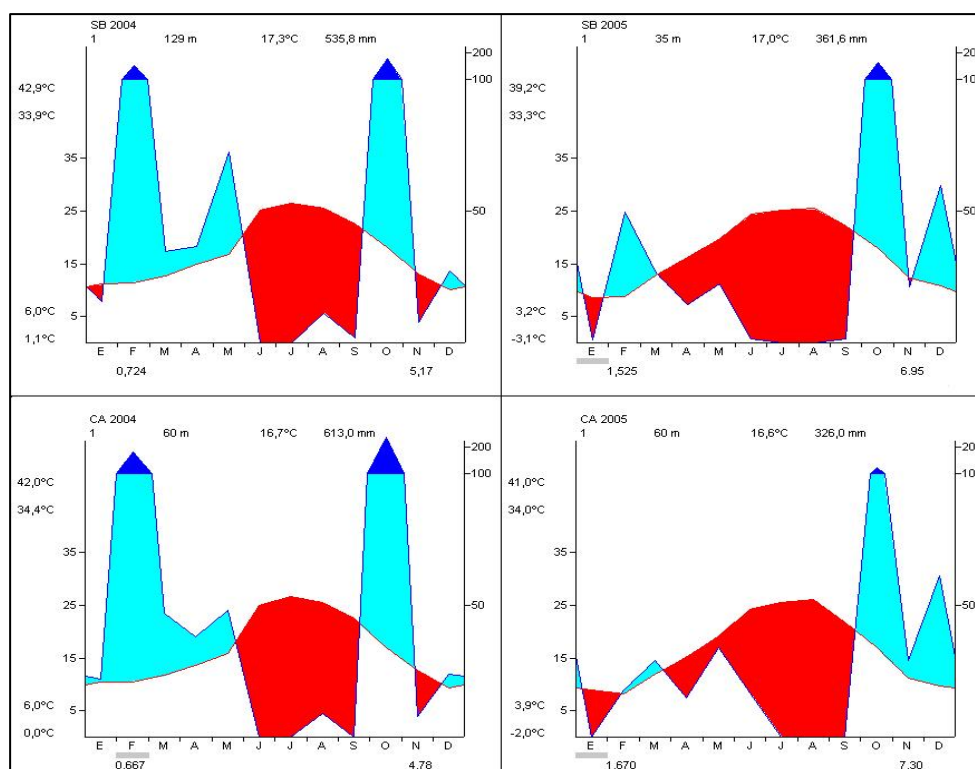


Figura 1: Climodiagramas correspondientes a los dos años de estudios en cada parcela. San Bartolomé 2004, San Bartolomé 2005, Calañas 2004 y Calañas 2005.

2.2 Realización de podas

En cada parcela se numeraron 100 encinas, a cada una de ellas se le midió la circunferencia a una altura de 80 cm (no se pudo utilizar el diámetro normal porque la cruz de los árboles está por debajo de esta altura) y la altura total. Los pies de ambas parcelas fueron sometidos a tres intensidades distintas de poda (débil, moderada y fuerte), con el siguiente criterio: la poda débil consistió en eliminar los chupones y las ramas muertas, la poda fuerte se llevó a cabo siguiendo la práctica habitual en la zona, y la poda moderada se definió de forma intermedia entre débil y fuerte. En ambas parcelas se dejaron pies testigo, sin poda. En Calañas se realizó un cuarto tratamiento de poda que se ha denominado poda de regeneración de copa (o poda tipo “seto”). Este método consiste en cortar las ramas en la parte más externa de la copa, en lugar de limpiar el interior como en las podas tradicionales, para conseguir una estructura más compacta de la misma, que favorece la estructura hidráulica del árbol al disminuir las distancias de transporte de savia a las hojas. Se ha experimentado este método porque está siendo probado en especies frutales (olivo), consiguiendo buenos resultados en la producción.

Las podas se realizaron en enero de 2001 en Calañas y en febrero de 2003 en San Bartolomé (7 años después de la última poda conocida en ambas parcelas). En Calañas se podaron 20 árboles por tratamiento (5 tratamientos) mientras que en San Bartolomé fueron 25 árboles por tratamiento (4 tratamientos). Los tratamientos se asignaron a los árboles de forma aleatoria. La intensidad de poda se definió como el cociente entre la biomasa seca de ramas extraídas (kg) y el diámetro del árbol (m), considerando poda débil a aquella cuya intensidad de poda es menor de 0,8, poda fuerte como aquella cuya intensidad de poda es mayor de 1,7 y poda moderada como aquella que toma valores intermedios entre 0,8 y 1,7 (ALEJANO *et al.* 2008).

2.3 Estudio del desfronde

La elección de árboles para la recogida del desfronde se realizó en base al diámetro del tronco, los árboles se clasificaron en función a las siguientes clases diámetricas: diámetro menor de 25 cm, diámetro entre 25 y 40 cm y diámetro mayor de 40 cm. Posteriormente se eligió al azar un árbol por tratamiento de poda y clase diámetrica de modo que para la parcela de Calañas se eligieron 15 árboles (3 por tratamiento, uno por clase diámetrica) mientras que para la parcela de San Bartolomé se eligieron 16 árboles (4 por tratamiento) aunque en este caso se eligieron para cada tratamiento un árbol de la clase diámetrica superior, uno de la inferior y dos de la intermedia.

Para la recogida del desfronde se situaron en cada uno de los árboles cuatro trampas de desfronde circulares, una por orientación (N, S, E, O), con una superficie de $0,16 \text{ m}^2$ cada una y situadas a tres cuartas partes del radio de copa medidos desde el tronco. La recogida de desfronde se realizó con una periodicidad mensual, en Calañas desde febrero de 2004 a febrero de 2006 y en San Bartolomé desde febrero de 2004 a febrero de 2007. Una vez recolectadas las muestras eran transportadas al laboratorio donde eran secadas en estufa a 65°C durante una semana para posteriormente separarlas y pesarlas por fracción: hojas, ramillos, flores masculinas, flores femeninas y otros. En el último año de estudio en San Bartolomé (febrero 2006 a febrero de 2007) solo se separó el desfronde en las fracciones ramillos, hojas y otros incluyéndose las flores en esta última. La fracción fruto no ha sido considerada en el presente estudio.

2.4 Análisis de datos

Los datos de desfronde están expresados en gramos de materia seca por m^2 de superficie de copa. Los valores por árbol y fecha de recogida son el valor medio de las cuatro orientaciones, los valores de desfronde por fecha de recogida son los valores medios de todos los árboles en dicha fecha de recogida. Para la obtención de datos anuales de desfronde se han sumado los valores por fecha de recogida para cada año y por fracción recogida.

La caracterización de la evolución anual del desfronde se ha realizado de forma gráfica analizando los valores de cada una de las fracciones por fecha de recogida de las muestras. Para analizar la influencia de los distintos tipos de poda en el desfronde hemos realizado un ANOVA dónde se han comparado los valores medios por tratamiento mediante el test de Tukey. Los análisis estadísticos se han realizado con el software SPSS v.16.

3. Resultados

3.1 Evolución anual del desfronde

El desfronde total en la parcela de Calañas durante el primer periodo de estudio (02/2004 – 02/2005) fue de 276,18 g.m⁻² mientras que durante el segundo periodo de estudio (02/2005 – 02/2006) se recogieron 230,50 g.m⁻², lo que supone aproximadamente un 17% menos con respecto al periodo anterior. En San Bartolomé se recogió durante el primer periodo 273,25 g.m⁻² y durante el segundo 298,5 g.m⁻², es decir, que, al contrario que en la parcela de CA, el desfronde fue mayor para el segundo año. Durante el último periodo de estudio en San Bartolomé se recogió un total de 369,35 g.m⁻², siendo el periodo de máxima recogida del mismo.

Tabla 1: Porcentaje de cada fracción de desfronde recogido respecto al total por parcela y periodo de estudio. Datos de recogida de desfronde (g.m⁻²) por parcela y periodo de estudio recogidos en la columna Total.

PARCELA	AÑO	RAMILLOS	HOJAS	F.MASC	F.FEM	OTROS	TOTAL(g.m ⁻²)
Calañas	01/02/04 - 16/02/05	18,8%	70,1%	4,0%	0,2%	6,7%	276,18
Calañas	16/02/05 - 01/02/06	20,6	57,1%	5,3%	0,3%	16,4%	230,50
Año Medio CA		19,6%	64,2%	4,6%	0,3%	11,1%	253,34
San Bartolomé	01/02/04 - 24/02/05	21,9%	55,7%	5,4%	0,2%	16,6%	273,25
San Bartolomé	24/02/05 - 31/01/06	17,7%	51,6%	14,4%	0,1%	16,0%	298,50
San Bartolomé	31/01/06 – 27/02/07	20,1%	53,1%	No determinado	No determinado	26,6%	369,35
Año Medio SB (01/02/04-31/01/06)		19,7%	53,6%	10,1%	0,1%	16,3%	285,87

En la figura 2 se muestra la evolución mensual de las fracciones del desfronde para la parcela de Calañas. Para la fracción hoja los periodos de máximo desfronde coinciden en ambos años con los meses de marzo y abril aunque en junio de 2004 existe un pico de caída de hojas mayor que los de primavera. Los ramillos mantienen una evolución bastante estable aunque toma los valores mayores de desfronde en torno a los meses de marzo y abril, con los valores más bajos durante la época estival, sobre todo durante los meses de julio y agosto. Las flores masculinas mantienen valores bajos durante todo el año excepto durante el mes de abril y a principios de mayo donde alcanza sus valores de caída máximos. Los máximos valores de caída de flores femeninas se encuentran en los meses de mayo y junio.

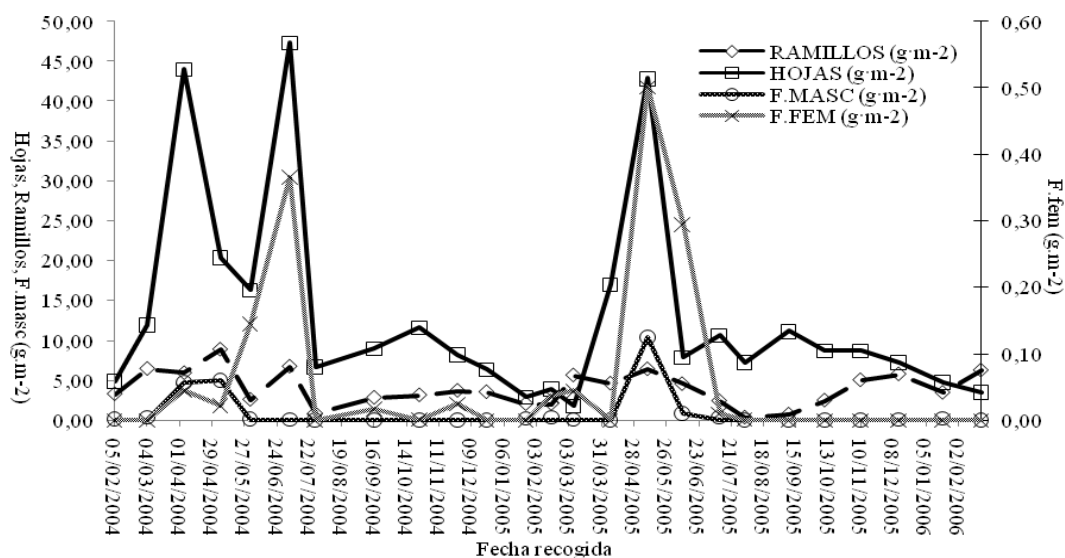


Figura 2: Evolución anual del desfronde para cada fracción para la parcela de Calañas.

En la figura 3 se muestra la evolución mensual de las fracciones del desfronde para la parcela de San Bartolomé. Los valores de máximo desfronde se dan entorno a los meses de abril y mayo. En el caso de las hojas los valores máximos se sitúan en abril y junio de 2004, en mayo de 2005 y en abril y junio de 2006. Encontramos a su vez valores elevados en diciembre de 2004, octubre, noviembre y diciembre de 2005 y en noviembre y diciembre de 2006. Para la fracción ramillos los máximos se encuentran repartidos a lo largo de la primavera de los tres años de estudio (abril, mayo y junio) permaneciendo en valores bajos el resto del año aunque existe ciertos repuntes en noviembre de 2005 y 2006. Las fracciones de flores solo se analizaron durante los dos primeros años de estudio. Las flores femeninas tomaron sus valores máximos en los meses de marzo, mayo y junio de ambos años mientras que las flores masculinas concentraron su caída entre abril y mayo.

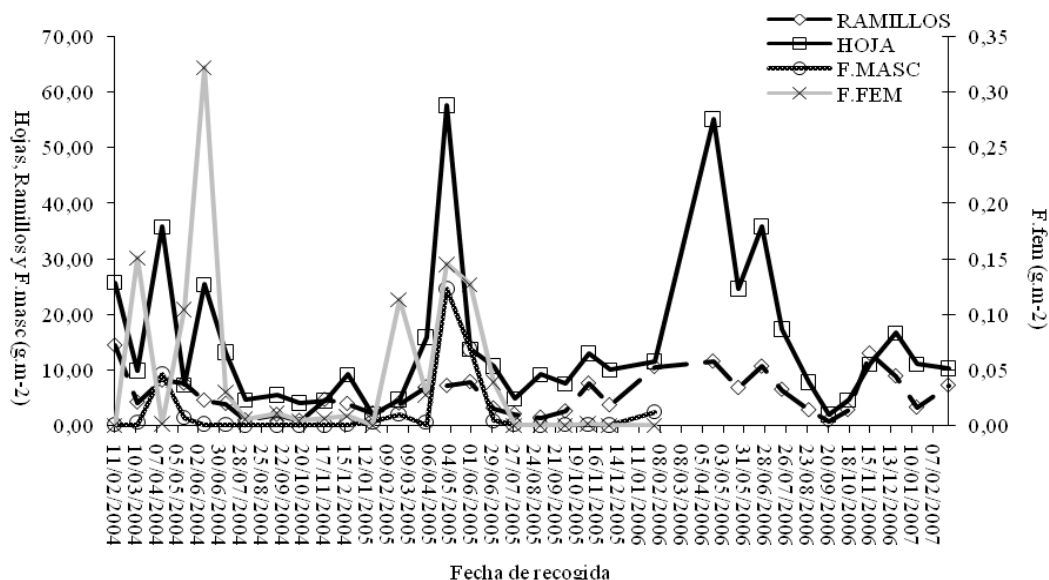


Figura 3: Evolución anual del desfronde para cada fracción para la parcela de San Bartolomé.

3.2 Influencia de la poda en el desfronde

Para la parcela de Calañas hemos encontrado las siguientes diferencias significativas ($\alpha < 0,1$) para los valores de desfronde por fracción entre los diferentes tratamientos de poda

aplicados: para el caso de los ramillos hemos encontrado diferencias entre la poda “seto” y la poda débil y entre la poda “seto” y la poda fuerte, en ambos casos los árboles a los que se les aplicó la poda “seto” tuvieron valores mayores de desfronde que aquellos a los que se les practicó una poda débil o fuerte. Para el caso de las hojas hemos encontrado diferencias entre la poda “seto” y el tratamiento testigo, al igual que en el caso de los ramillos los árboles a los que se les realizó la poda “seto” los valores de desfronde de hojas fueron mayores que en el caso de los demás tratamiento. Para las flores no encontramos diferencias significativas entre los distintos tratamientos aplicados. Los valores medios por fracción y tratamiento para Calañas están recogidos en el Figura 4.

En cuanto a San Bartolomé hemos encontrado las siguientes diferencias significativas ($\alpha < 0,1$) entre los diferentes tratamientos: para los ramillos las diferencias han sido entre la poda fuerte y el tratamiento testigo y la poda débil, obteniendo los árboles tratados con poda fuerte valores de desfronde menores que en el caso del tratamiento testigo y la poda débil. En cuanto a las hojas las diferencias encontradas han sido entre el tratamiento con poda débil y el testigo y entre la poda fuerte y la débil, en ambos casos los valores de desfronde de la poda débil son mayores que en el tratamiento testigo y en la poda fuerte. Para las flores no encontramos diferencias significativas entre los distintos tratamientos aplicados. Los valores medios por fracción y tratamiento para Calañas están recogidos en el Figura 5.

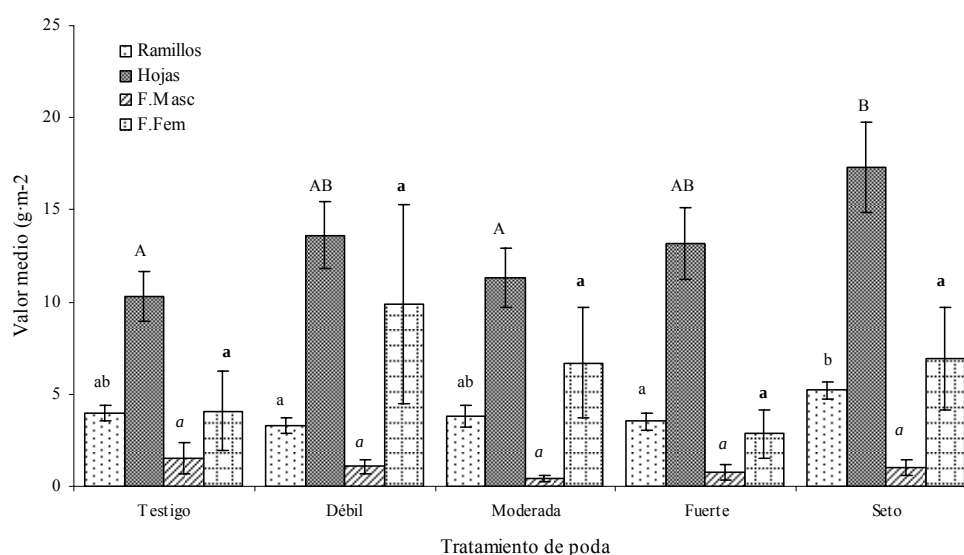


Figura 4: Valores medios de desfronde ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$) por fracción y tratamiento de poda ($\pm$ error típico) para Calañas. Las letras representan diferencias significativas $p < 0,1$ entre tratamientos para cada fracción. Los pesos de f.fem están $\times 100$.

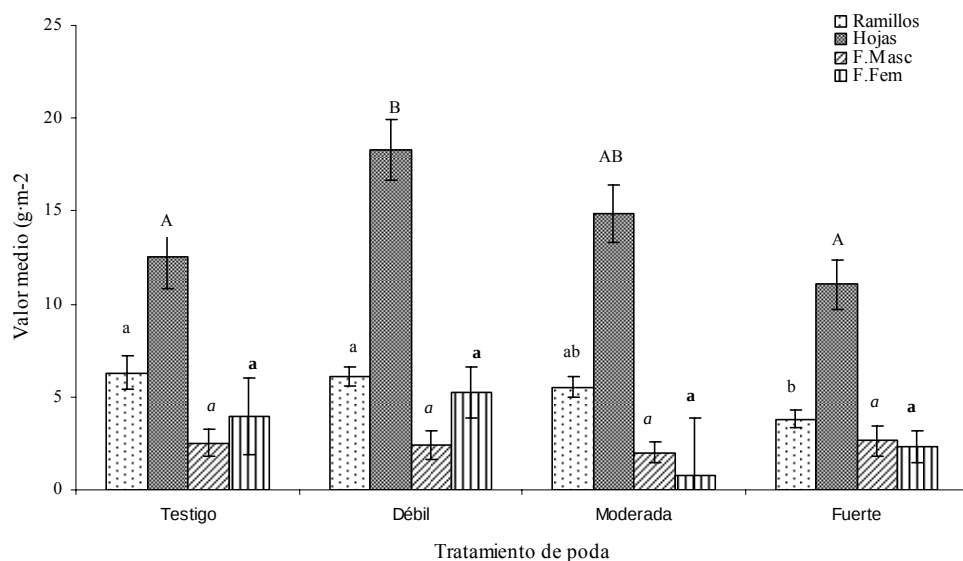


Figura 5: Valores medios de desfronde (g.m^{-2}) por fracción y tratamiento de poda ($\pm$ error típico) para San Bartolomé. Las letras representan diferencias significativas $p < 0,1$ entre tratamientos para cada fracción. Los pesos de f.fem están $\times 100$.

4. Discusión

4.1 Evolución anual del desfronde

Los valores medios de desfronde para encina obtenidos en otros estudios presentan un alto grado de variación, BELLOT *et al* (1992) obtuvo valores medios de desfronde de $228,18 \text{ g.m}^{-2}$ mientras que BUSSOTTI *et al* (2003) obtuvo valores entre 694 y 495 g.m^{-2} . En el presente estudio los valores medios de desfronde oscilan entre los $253,34 \text{ g.m}^{-2}$ de Calañas y los $285,87 \text{ g.m}^{-2}$ de San Bartolomé. Sin embargo existen diferencias en el área de estudio y en la metodología que hacen incomparable los datos de estos estudios con el nuestro. En el caso de nuestro estudio la densidad de la masa es bastante menor a la de los demás estudios realizados, las condiciones climáticas son distintas, se incluyen distintas fracciones del desfronde en su contabilización total (no hemos incluido frutos en el estudio) y tanto el número como la colocación de las trampas de desfronde son distintos. ANDIVIA *et al* (2008) aplicó la misma metodología a un área de *Quercus suber* L. con condiciones climáticas similares aunque con una densidad de masa mayor obteniendo valores medios de desfronde de $337,08 \text{ g.m}^{-2}$ (sin contar fracción frutos).

Si comparamos los datos entre parcelas observamos que los datos obtenidos para ambas parcelas en el año 2004 son similares ($276,18 \text{ g.m}^{-2}$ en CA, $273,25 \text{ g.m}^{-2}$ en SB) sin embargo para 2005 en SB aumenta el desfronde casi un 15% ($298,50 \text{ g.m}^{-2}$) mientras en CA se reduce un 17% ($230,50 \text{ g.m}^{-2}$) con respecto a los datos del año anterior. Esto puede deberse a las duras condiciones climáticas del año 2005, muy seco y frío, que se acusaron más en la parcela de Calañas, por tener un clima algo más extremo y estar más debilitada por la presencia de seca (Figura 1).

Los periodos de máximo desfronde para la fracción hojas se producen durante los meses de marzo y abril coincidiendo con la época de renovación de la cobertura foliar (SA *et al*,

2001) típica de las especies mediterráneas (ESCUDERO & DEL ARCO, 1987). Hemos encontrado un segundo repunte del desfronde foliar entre los meses de octubre y diciembre, este hecho ya ha sido descrito e interpretado como un segundo rebrote después de la sequía estival, producido por unas condiciones ambientales de temperatura y precipitación favorables durante el otoño (LEONARDI *et al.*, 1992; BUSSOTTI *et al.*, 2003; CARITAT *et al.*, 2006; ANDIVIA *et al.*, 2008). También se ha observado que existe un pico de desfronde foliar en los meses de junio de 2004(SB y CA) y junio de 2006(SB), creemos que es debido a que en buena condiciones climáticas la renovación de la cobertura foliar se realiza en dos fechas una a primeros de primavera y otra a finales de la misma. Durante 2005 este pico no se observa en ninguna de las parcelas estudiadas debido a las malas condiciones climáticas ya comentadas anteriormente.

Los periodos de máximo desfronde de ramillos se producen durante los meses comprendidos entre finales de marzo y junio coincidiendo también con el periodo de renovación de la cobertura foliar, aunque hemos encontrado repuntes durante el periodo invernal (2005 en CA y SB; 2006 en SB) ambos aspectos descritos anteriormente por LEONARDI *et al* (1992). El máximo desfronde de flores masculinas se observan durante los meses de abril y mayo aunque CARITAT *et al* (2006) describe los periodos de máximo desfronde para flores masculinas durante el mes de junio, esta diferencia puede ser debida a la diferencia entre la fenología de la encina y el alcornoque, aunque ANDIVIA *et al* (2007) encuentra los valores de máximo desfronde para flores masculinas en alcornoque durante el mes de mayo, teniendo en cuenta que este último estudio se realizó en la provincia de Huelva creemos que existe relación entre la producción de flores masculinas y las condiciones climáticas del área en concreto. En cuanto a las flores femeninas los meses de máximo desfronde ocurren entre mayo y junio aunque hemos encontrado algún repunte en marzo de 2004 y 2005 para la parcela de San Bartolomé, estos periodos coinciden con los descritos para la fenología de la especie que sitúan la producción de flores femeninas a lo largo de la primavera.

4.2 Influencia de la poda en el desfronde

En Calañas se han encontrado diferencias significativas en el desfronde producido por la poda de regeneración de copa frente al resto de los tratamientos, siendo mayor en el primer caso. El aumento del desfronde en este tratamiento en comparación con los demás puede deberse a que este tipo de poda mejora la estructura hidráulica del árbol al acortar las distancias para el transporte de agua a las hojas, consiguiendo así una mayor eficiencia en la producción. ALEJANO *et al* (2008) también encontraron un aumento en la producción de bellota en la poda seto respecto a las demás en un estudio realizado en la misma parcela y con los mismos individuos. En San Bartolomé se encontraron diferencias significativas en el desfronde entre tratamientos tradicionales de poda. Las diferencias para las fracciones ramillos y hojas en esta parcela indican que los árboles a los que se les realizó una poda fuerte producen menos cantidad de desfronde que aquellos con poda débil o testigo. Esto podría explicarse porque el árbol debe invertir recursos en superar la situación de stress que supone la poda, recursos que no invertirá por lo tanto en la generación de biomasa. Para flores masculina y femeninas no hemos encontrado diferencias entre tratamientos.

Las diferencias encontradas en San Bartolomé entre tratamientos tradicionales, no aparecieron en la parcela de Calañas. Esto podría explicarse por la mayor incidencia de la seca en esta parcela. También puede influir la diferencia entre el tiempo transcurrido desde las

podas hasta el comienzo de la toma de muestras entre ambas parcelas, por lo que sería interesante la utilización de series de datos de más años para confirmar dichas diferencias.

5. Conclusiones

El periodo de máximo desfronde se produce durante la primavera, siendo la fracción mayoritaria las hojas. Las diferencias encontradas entre parcelas y años de estudio implican una relación entre las condiciones climáticas y el desfronde que explicaría la variabilidad interanual de este proceso. Se ha constatado una influencia negativa de las podas tradicionales más fuertes en el desfronde, pero solo en una de las parcelas. Con respecto a esta conclusión sería interesante aumentar los años de estudio posteriores a las podas, para tener resultados de la evolución del desfronde a lo largo de un ciclo completo de este tratamiento (desde el año que se realiza una poda hasta el año que se realice la siguiente).

6. Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación “Optimización de tratamientos selvícolas en dehesas de encina” y “Producción de bellota en dehesas de encina como garantía para su conservación”, ambos financiados por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía. Enrique Andivia disfruta de una beca predoctoral FPU del Ministerio de Ciencia e Innovación. Queremos agradecer a todos aquellos que de algún modo han participado en la obtención de los datos presentados.

7. Bibliografía

ALEJANO, R.; TAPIAS, R.; FERNÁNDEZ, M.; TORRES, E.; ALAEJOS, J.; DOMINGO, J.; 2008. The influence of pruning and climatic conditions on acorn production in holm oak (*Quercus ilex* L.) dehesas in SW Spain. *Ann For Sci* 65: 209

ANDIVIA, E.; VÁZQUEZ-PIQUÉ, J.; TAPIAS, R.; GONZÁLEZ-PÉREZ, A.; FERNÁNDEZ, M.; 2007. Modelización de la evolución anual del desfronde en una masa adehesada de alcornoque en el SO de España: Influencia de las condiciones climáticas, poda, descorche y competencia intraespecífica. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 23: 115-121.

ANDIVIA, E.; FERNÁNDEZ, M.; VÁZQUEZ-PIQUÉ, J.; GONZÁLEZ-PÉREZ, A.; TAPIAS, R.; 2008. Ciclo de nutrientes y desfronde en una dehesa de alcornoque en la provincia de Huelva. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 25: 67-71.

ARIANOUTSOU, M.; 1989. Timing of litter production in a maquis ecosystem of north-eastern Greece. *Oecological Plantarum* 10(4):371-378.

BELLOT, J.; SÁNCHEZ, JR.; LLEDÓ, MJ.; MARTÍNEZ, P.; ESCARRÉ, A.; 1992. Litterfall as a measure of primary production in mediterranean holm oak forest. *Vegetatio* 99-100: 69-76.

BUSSOTTI, F.; BORGHINI, F.; CELESTI, C.; LEONZIO, C.; COZZI, A.; BETTINI, D.; FERRETTI, M.; 2003. Leaf shedding, crown condition and element return in two mixed holm oak forests in Tuscany, central Italy. *For. Ecol. Manage* 176:273-285.

- CAÑELLAS, I.; MONTERO, G.; 2002. The influence of cork oak pruning on the yield and growth of cork. *Ann For Sci* 59: 753-760.
- CAÑELLAS, I.; ROIG, S.; POBLACIONES, M.J.; GEA-IZQUIERDO G.; OLEA L.; 2007. An approach to acorn production in Iberian dehesas. *Agroforest Syst* 70:3-9
- CARITAT, A.; BERTONI, G.; MOLINAS, M.; OLIVA, M.; DOMÍNGUEZ-PLANELLA, A.; 1996. Litterfall and mineral return in two cork oak forests in northeast Spain. *Ann. Sci. Forest* 53:1049-1058.
- CARITAT, A.; GARCÍA-BERTHOUS, E.; LAPEÑA, R.; VILAR, L.; 2006. Litter production in a *Quercus suber* forest of Montseny (NE Spain) and its relationship to meteorological conditions. *Ann. For. Sci* 63(7):791-800.
- ESCUADERO, A.; GARCÍA, B.; GÓMEZ, JM.; LUIS, E.; 1985. The nutrient cycling in *Quercus rotundifolia* and *Quercus pyrenaica* ecosystems (dehesas) of Spain. *Oecologia Plantarum* 6(20-1):73-86.
- ESCUADERO, A.; DEL ARCO, JM.; 1987. Ecological significance of the phenology of leaf abscission. *Oikos* 49: 11-14.
- GRAY, JT.; SCHLESINGER, WH.; 1981. Nutrient cycling in mediterranean type ecosystems. In: Miller, p.c. (ed.). Resource use by chaparral and matorral. A comparison of vegetation function in two mediterranean type ecosystems, pp. 259-286. Springer-Verlag, Ecological Studies vol. 39, New York.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. 2005. <http://www.juntadeandalucia.es>
- LEONARDI, S.; RAPP, M.; FAILLA, M.; KOMAROMY, E.; 1992. Biomasse, minéralomasse, productivité et gestion de certains elements biogènes dans une forêt de *Quercus suber* L. en Sicile (Italie). *Ecologia Mediterranea* 18:89-98.
- MMA; 2002. Plan Forestal Español. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural. Madrid.
- RAPP, M.; SANTA-REGINA, I.; RICO, M.; GALLEGU, HA.; 1999. Biomass, nutrient content, litterfall and nutrient return to the soil in Mediterranean oak forest. *For. Ecol. Manage* 119: 39-49.
- ROBERT, B.; CARITAT, A.; BERTONI, G.; VILAR, L.; MOLINAS, M.; 1996. Nutrient content and seasonal fluctuations in the leaf component of cork-oak (*Quercus suber* L.) litterfall. *Vegetatio* 122: 29-35.
- SA, C.; MADEIRA, M.; GAZARINI, L.; 2001. Produção e decomposição da folhada de *Quercus suber* L. *Rev. Cie. Agr* 24: 245-256.