

CICLO DE NUTRIENTES Y DESFRONDE EN UNA DEHESA DE ALCORNOQUE DE LA PROVINCIA DE HUELVA

Enrique Andivia Muñoz, Manuel Fernández Martínez, Javier Vázquez Piqué, Aranzazu González Pérez y Raúl Tapias Martín

Departamento de Ciencias Agroforestales. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Huelva. Ctra. Huelva - Palos de la Frontera s/n. 21071-LA RABIDA-PALOS DE LA FRONTERA (Huelva, España). Correo electrónico: enrique.andivia@dcaf.uhu.es

Resumen

El conocimiento del ciclo de nutrientes y el desfronde en los ecosistemas es fundamental para el correcto entendimiento de las relaciones árbol-suelo. En ecosistemas mediterráneos los recursos agua y nutrientes son muy limitantes, por lo que un buen conocimiento de aspectos como los estudiados proporcionaría herramientas útiles para la correcta gestión de estos bosques. Para la realización del estudio tomamos 12 individuos a los cuales se le colocaron 4 trampas de desfronde a cada uno. Mensualmente durante dos años se recogió dicho desfronde, el cual era separado en distintas fracciones: hojas, ramillos, amentos, frutos y otros. Paralelamente una vez por estación meteorológica, se tomaban muestras de hojas de la copa con el fin de tener datos de hoja verde para compararlo con los datos del desfronde. Los nutrientes analizados en todas las muestras fueron: N, P, K, Ca, Mg, C, Fe, Mn, S, Cu, Zn, Mo. Se ha caracterizado la evolución anual de cada macro y micro nutrientes analizados, dando explicación a la dinámica encontrada y comparando los valores con los encontrados en hoja verde.

Palabras clave: *Quercus suber*, Desfronde, Ciclo de nutrientes, Nutrientes

INTRODUCCIÓN

El alcornoque (*Quercus suber* L.) es una de las pocas especies forestales naturales que sólo con sus aspectos puramente económicos y contables justifica plenamente su conservación (MONTROYA, 1988). 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 (ESCUADERO et al., 1985).

Mediante este estudio pretendemos conocer la dinámica y pautas del ciclo de nutrientes entre suelo y árbol a partir del desfronde, además de conocer qué cantidad de nutrientes es retornada al suelo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio y toma de datos del desfronde

El área de estudio se encuentra en el municipio de Hinojos, perteneciente a la provincia de Huelva (suroeste de la península ibérica). La parcela de estudio tiene una superficie de 1,9 ha donde *Quercus suber* aparece como especie predominante y *Quercus ilex* spp *ballota* aparece como especie secundaria. La densidad de la parcela es de 99,6 pies.ha⁻¹ y 8,1 m².ha⁻¹ de área basimétrica. La pendiente es escasa y la altitud de 100 m sobre el nivel del mar.

La parcela donde se llevó a cabo el estudio, cuenta con un total de 107 árboles, todos ellos han sido identificados numéricamente y tomado datos dendrométricos (circunferencia normal, altura total, altura de la primera rama viva y cuatro radios de copa) y de superficie de descorche, a partir de la cual se calculó la intensidad y coeficiente de descorche. Posteriormente se formaron tríos de árboles con similares características en cuanto a diámetro y coeficiente de descorche. Finalmente se seleccionaron al azar 2 árboles de la parte alta de la parcela y 2 de la parte baja de la parcela al tener ambas zonas índices de competencia muy distintos. Estos 4 árboles junto con los correspondientes a su trío forman los 12 árboles objeto del presente estudio.

Para recoger el desfronde se colocaron 4 trampas de desfronde circulares de 0,16 m² en cada uno de los cuatro puntos cardinales y a una distancia correspondiente a las tres cuartas partes del radio de copa medido desde el tronco. La recogida de muestras se realizó con periodicidad mensual, desde Marzo de 2004 hasta Marzo de 2006. En el laboratorio se separaron las distintas fracciones (hojas, ramillos, amentos, frutos y otros) y tras secado en estufa a 105°C durante dos días, se procedió al pesado de las muestras.

Análisis de nutrientes

El análisis de los distintos componentes estudiados se realizó a partir de las hojas que fueron recogidas en las trampas de desfronde. El periodo analizado fue entre Marzo de 2004 y Marzo de 2006. Para el análisis de hoja verde se tomaron muestras de los mismos árboles anteriores en abril, junio, septiembre de 2004 y en enero de 2005 con el fin de tener datos estacio-

nales. Tras separar las distintas fracciones, se tomaron las hojas de cada árbol y se mezclaron las cuatro orientaciones. Posteriormente fueron molidas con un micromolino (0,8 mm de diámetro de poro de la rejilla).

Para el análisis de nutrientes las muestras secas fueron calcinadas en un horno mufla a 550°C durante aproximadamente 7 horas. Seguidamente se realizó una digestión ácida mediante HCl 5N y se diluyeron para su posterior análisis.

Los nutrientes analizados fueron: C, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, S, Cu, Zn, Mo. Para el análisis del Carbono y el Nitrógeno se utilizó un analizador elemental Termo Finningan 1112 Series EA, para el resto de los nutrientes se utilizó un ICP-OES Yobin Yvon Última 2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desfronde foliar

Durante el periodo correspondiente entre marzo de 2004 y marzo de 2005 se recogió 283,18 g.m⁻² mientras que durante el segundo año de estudio (marzo 2005-marzo 2006) se obtuvo 191,11 g.m⁻². Ambos valores son similares a los descritos en otros estudios de desfronde en alcornoque (CARITAT et al., 1996; CARITAT et al., 2006).

En la figura 1 se representa la cantidad de hoja recogida en cada una de las fechas de toma de datos. Observamos cómo los mayores valores de desfronde foliar se dan en primavera (marzo-junio), siendo máximo el valor en la recogida de finales de abril. La principal causa de este desfronde es que el árbol renueva la cobertura foliar (SA et al., 2001). Esta renovación de la cobertura foliar es típica de las especies de áreas mediterráneas (ESCUDERO Y DEL ARCO, 1987). También hemos observado un pico de desfronde durante los meses comprendidos entre octubre y diciembre. Este hecho ha sido descrito por otros autores (LEONARDI et al., 1992; BUSSOTTI et al., 2003; CARITAT et al., 2006) quienes exponen que debido a unas buenas condiciones de temperatura y precipitación en otoño se produce un segundo rebrote después de la sequía estival y antes de las bajas temperaturas invernales.

Un aspecto importante es la diferencia de la cantidad de desfronde en la mayoría de meses de

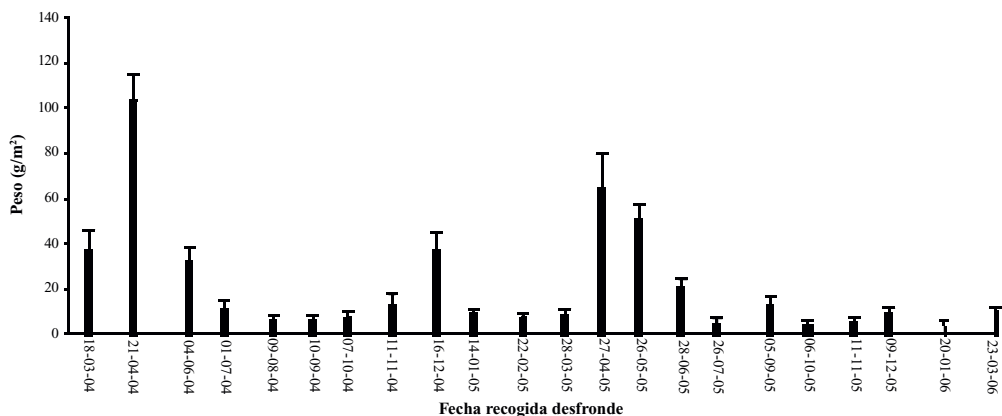


Figura 1. Valores de desfronde de hojas (g m²) para las fechas de recogida (± error típico)

recogida entre los dos años de estudio, siendo el valor de desfronde del año 2004 mayor que el de 2005. El año 2005 fue un año muy seco, 314 mm de precipitación frente a los 475 mm de 2004. Además en invierno de 2004-2005 se produjeron bastantes heladas y ese verano (2005) las precipitaciones fueron nulas. Esto explicaría la diferencia entre un año y otro en cuanto a desfronde ya que no hubo agua suficiente como para renovar la cobertura foliar en primavera.

Evolución del contenido de nutrientes en hojas de desfronde

En la figura 2 se muestra la evolución en porcentaje del contenido en N, P, K y Ca de las hojas recogidas en el desfronde. Nitrógeno y fósforo se comportan de forma muy similar por ser nutrientes muy móviles que tienden a ser retranslocados en aquellas fechas en que el árbol tiene programada fenológicamente la abscisión de las hojas (mínimos relativos al final de la primavera, principalmente, y

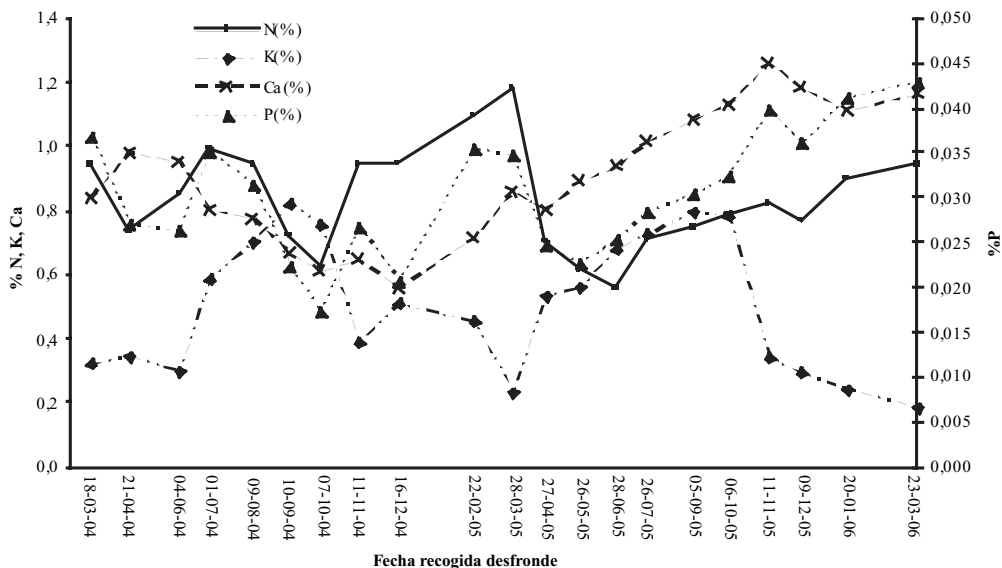


Figura 2. Evolución del contenido en nutrientes (%) para las distintas fechas de recogida

principio del otoño), coincidentes con épocas de crecimiento. Cuando la caída de las hojas se da por golpes de calor (centro del verano) o por frío o tormentas (otoño-invierno) el contenido de estos dos nutrientes es mayor, al no dar tiempo a movilizarse.

En cuanto al potasio, observamos una secuencia repetitiva en ambos años, los valores mínimos se observan en la época de máximo desfronde, lo que sugiere al igual que para N y P que al tener una caída de hoja programada el árbol retranslocó el potasio. La secuencia de contenido en potasio sugiere una función osmoreguladora del mismo con el fin de combatir el estrés hídrico estival (PASSARINHO *et al.*, 2006). Los altos contenidos registrados en verano puede ser debido a dos razones: una es que al igual que para el N y P las hojas caigan por golpes de calor y no dé tiempo a movilizar el potasio y la otra es que el análisis del suelo de la zona de estudio, demostró que este nutriente no es deficitario por lo que puede que no se necesite retranslocar dicho nutriente.

Los patrones de concentración de calcio son muy distintos entre el año 2004 y el año 2005. Sabemos que la concentración de calcio en las hojas aumenta conforme son más maduras (PASSARINHO *et al.*, 2006). Los valores de 2004 corroboran esta afirmación ya que los valores máximos se dan en marzo-abril que es cuando cae la hoja del año pasado. Después la concentración de calcio va disminuyendo hasta que alcanza de nuevo un valor alto en marzo de 2005. Cabría esperar que desde marzo de 2005 en adelante hubiera una nueva caída en el porcentaje de calcio, sin embargo esto no se produjo. Como hemos comentado anteriormente el máximo desfronde de 2005 fue bastante menor que el de 2004 por lo que no todas las hojas formadas el año anterior se renovaron en la primavera de 2005, de ahí que existan valores altos de calcio después de la primavera ya que las hojas formadas en 2004 y que no cayeron esa primavera lo hicieron de forma escalonada en los meses sucesivos.

En relación con los demás nutrientes analizados decir que para cobre, molibdeno y magnesio se ha encontrado unos valores que permanecen relativamente constantes en el tiempo y que para manganeso y zinc se ha encontrado tendencias interesantes que nos encontramos analizando en más profundidad.

Contenido estacional de nutrientes en hoja verde

En la tabla 1 observamos los valores en porcentaje de contenido en nutrientes obtenidos del análisis de hoja verde. Se presentan los datos de los cuatro nutrientes (N, P, K, Ca) cuya secuencia ha sido explicada anteriormente.

Los valores obtenidos en hoja verde son similares a los obtenidos en otros estudios (PASSARINHO, 2006). Cabe destacar que los valores máximos para N, P y K se dan en abril de 2004, mientras que es en esa fecha cuando los valores de Ca son los más bajos. Esto es lógico ya que en abril de 2004 el análisis fue sobre las hojas nuevas por lo que los valores de Ca al ser poco maduras son los más bajos y sin embargo los valores de los demás nutrientes son los más altos corroborando la teoría de que cuando se produce la formación de hoja nueva hay una retranslocación de nutrientes hacia estas hojas en formación, de ahí que los valores de nutrientes en desfronde de esta fecha son bajos.

En cuanto a las demás fechas la secuencia es al alza en el caso de Ca, ya que aumenta conforme la hoja madura, y se mantiene relativamente estable para N y P. Llama la atención los valores altos de K tanto en Junio como en Septiembre, lo que podría confirmar la función osmoreguladora de este nutriente.

CONCLUSIONES

El ciclo anual de desfronde cuenta con máximos anuales, el primero y más importante

| MES | N | P | K | Ca |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Abril 2004 | 2,29 (0,57) | 0,19 (0,03) | 1,22 (0,18) | 0,28 (0,03) |
| Junio 2004 | 1,31 (0,06) | 0,06 (0,01) | 0,91 (0,10) | 0,55 (0,09) |
| Septiembre 2004 | 1,20 (0,17) | 0,05 (0,01) | 0,81 (0,05) | 0,66 (0,10) |
| Enero 2005 | 1,20 (0,02) | 0,05 (0,02) | 0,50 (0,23) | 0,63 (0,09) |

Tabla 1. Contenido en nutriente expresado en % (desviación estandar) para las distintas fechas de análisis de hoja verde

se produce en primavera, en torno a abril y coincide con el momento en el que el árbol renueva la cobertura foliar. El segundo no es tan claro y se da sobre el mes de octubre, aprovechando las primeras lluvias y las temperaturas suaves que producen un segundo rebrote. La diferencia de desfronde entre 2004 y 2005 en nuestro estudio parece estar relacionada con la diferente precipitación de dichos años por lo que pensamos que el factor climático más importante que ha influido en el desfronde total foliar es la cantidad de agua disponible en el suelo, de modo que en el momento de renovar la cobertura foliar no existía una adecuada disponibilidad de agua por lo que se retrasó esta renovación hasta que las condiciones hídricas fueron las apropiadas.

El principal patrón que sigue la evolución anual de N, K y P parece estar relacionado con los periodos donde existe una caída programada de la hoja de modo que en aquellas época de máximo desfronde o de crecimiento, el árbol retransloca los nutrientes de las hojas antes de que éstas caigan, obteniéndose así los valores menores de estos nutrientes en el desfronde recogido. Para Ca, el patrón es distinto aumentando la presencia del mismo conforme la hoja madura obteniéndose los máximos antes de los periodos de máximo desfronde. El análisis estacional de nutrientes en hoja verde permitió corroborar las secuencias de nutrientes en el desfronde además de mostrar datos que confirman la función osmorreguladora del K.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los Proyectos de Investigación: SUBERWOOD (V Programa Marco de la UE, QLK5-CT-2001-007001) y MEDCRE (Plan Nacional de I+D+I, 2005, AGL2005-04971). Agradecemos la colaboración prestada para la realización de este trabajo al Excmo. Ayuntamiento de Hinojos y a la Delegación de Medio Ambiente de Huelva de la Junta de Andalucía y a todas las personas que han ayudado en la realización de los trabajos de campo y laboratorio y muy especialmente a Celia, Raúl, Nico, Dani y Felipe.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIANOUTSOU, M.; 1989. Timing of litter production in a maquis ecosystem of North-Eastern Greece. *Oecol. Plant.* 10(4): 371-378.
- BELLOT, J.; SÁNCHEZ, J.R.; LLEDÓ, M.J.; 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. *Forest Ecol. Manage.* 176: 273-285.
- 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. For. Sci.* 53: 1049-1058.
- CARITAT, A.; GARCÍA-BERTHOU, 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.
- ESCUDERO, A.; GARCÍA, B.; GÓMEZ, J.M. & LUIS, E.; 1985. The nutrient cycling in *Quercus rotundifolia* and *Quercus pyrenaica* ecosystems (dehesas) of Spain. *Acta Oecol. Oecol. Plant.* 6(20-1): 73-86.
- ESCUDERO, A. & DEL ARCO, J.M.; 1987. Ecological significance of the phenology of leaf abscisión. *Oikos* 49: 11-14.
- LEONARDI, S.; RAPP, M.; FAILLA, M. & KOMAROMY, E.; 1992. Biomasse, minéralomasse, productivité et gestion de certains éléments biogènes dans une forêt de *Quercus suber* L. en Sicile (Italie). *Ecologia Mediterranea* 18: 89-98.
- MONTOYA, J.M.; 1988. *Los alcornoques: revisión del estado de conocimientos en 1987*. Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- PASSARINHO, J.; LAMOSAS, P.; BAETA, J.P.; SANTOS, H. & CANDIDO, P.; 2006. Annual changes in the concentration of minerals and organic compounds of *Quercus suber* leaves. *Physiol. Plant.* 127: 100-110.
- SA, C.; MADEIRA, M. & GAZARINI, L.; 2001. Producao e decomposicao da folhada de *Quercus suber* L. *Rev. Cie. Agr.* 24: 245-256.