

Fenología y variaciones estacionales de nutrientes en fanerófitos mediterráneos

R. Milla Gutiérrez

Instituto Pirenaico de Ecología. Avda. Montañana, 1005. 50192 Zaragoza. Zaragoza

El ajuste entre los ciclos de actividad de las plantas y la estacionalidad del ambiente en el que viven es un aspecto fundamental de la estrategia ecológica de los organismos vegetales. Por tanto, sería esperable que las posibilidades fenológicas estuvieran limitadas por las condiciones climáticas particulares de cada lugar del mundo. De este modo, la diversidad fenológica local sería escasa. Sin embargo, climas de marcada estacionalidad, como son los mediterráneos, presentan una elevada diversidad de patrones de organización estacional de las actividades vegetativas y reproductivas.

Esta variedad de patrones fenológicos, junto con la diversidad de formas de crecimiento, de tasas y modos de aprovechamiento de los recursos disponibles, de respuestas frente a las perturbaciones, o de relaciones con los organismos circundantes, origina la diversidad funcional existente en las comunidades vegetales complejas. Plantas con distinta fenología pueden diferir en su manera de utilizar el carbono o el agua, y en las relaciones bióticas que mantienen con otros seres vivos. Por tanto, también podrían diferir en el modo de usar los nutrientes minerales. Este último aspecto ha sido poco explorado, por lo que el objetivo general de la Tesis Doctoral que aquí se resume fue conocer cómo la actividad estacional de distintos árboles y arbustos mediterráneos condiciona el uso interno de los nutrientes que han adquirido.

Este objetivo puede abordarse desde múltiples aproximaciones. Por ejemplo, el estudio preciso de los movimientos de nutrientes en el interior de la planta, utilizando isótopos radiactivos en condiciones controladas, permite explorar la dinámica interna de los nutrientes a escala de planta entera. Lamentablemente, los patrones de crecimiento de las plantas cultivadas pueden variar con respecto a los observados en el campo. La investigación con plantas juveniles en el campo nos permite trabajar en condiciones naturales (ver Silla 2002), pero no podemos evaluar los efectos de las inversiones relacionadas con la reproducción sexual. Por su parte, el estudio de árboles y arbustos adultos en condiciones de campo plantea la dificultad del acceso a órganos tales como las raíces, o la imposibilidad de trabajar con individuos completos sin realizar considerables destrozos en el medio. Por todo ello, se decidió restringir este estudio a la escala de rama, renunciando al análisis de la planta entera, pero conservando la capacidad de investigar individuos adultos en el campo. En concreto, durante un periodo de dos años por especie, se estudió de manera mensual la fenología vegetativa y reproductiva, y los contenidos y concentraciones de N, P y K en las ramas de once especies de fanerófitos mediterráneos seleccionados a priori por su diversidad fenológica.

Las especies estudiadas fueron *Amelanchier ovalis*, *Pistacia terebinthus* y *Quercus faginea* (caducifolios); y *Arbutus unedo*, *Bupleurum fruticosum*, *Buxus sempervirens*, *Cistus laurifolius*, *Lonicera implexa*, *Pistacia lentiscus*, *Quercus coccifera*, y *Q. ilex subsp. ballota* (perennifolios). Todas ellas son arbustos o árboles, excepto *L. implexa*, que es una planta trepadora. Se eligió una población numerosa de cada una de las especies en los ambientes de encinar y quejigal de la región occidental del Prepirineo aragonés (**Fig. 1**). En esta zona el clima es típicamente mediterráneo, pero de inviernos fríos. Los materiales litológicos (calizas, areniscas, conglomerados, margas) dan asiento a suelos de carácter alcalino.



Figura 1. Imágenes de dos de las parcelas de estudio de esta tesis. En la fotografía superior se muestra el encinar-quejigal del Monte El Fragal (Orés, Zaragoza). La imagen inferior corresponde a un matorral alto en una ladera que mira al río Gállego, cerca de Ayerbe (Huesca), en el que domina Pistacia lentiscus.

Con la información fenológica se calcularon distintos índices fenológicos y se elaboraron diagramas de fenofases. Para la estimación de los movimientos de nutrientes a escala de rama se usaron datos de demografía de los elementos de la rama (hojas, flores, frutos, etc.), del peso seco de cada elemento de la rama en cada mes y de los análisis químicos. A partir de estas fuentes se obtuvieron parámetros como la removilización mensual de nutrientes por unidad de rama, o la eficiencia de la reabsorción de los nutrientes de las hojas senescentes. Los procesos de reutilización interna de nutrientes proporcionan un valor añadido al esfuerzo realizado por la planta en adquirir éstos nutrientes, escasos en ambientes de matorral y bosque mediterráneos.

El análisis de la relación entre variables fenológicas y parámetros del ciclado interno de nutrientes en la rama produjo algunos resultados interesantes. En los perennifolios, la removilización de N y P se produjo en verano, coincidiendo con el periodo de abscisión foliar, y no en primavera, como esperábamos, cuando las plantas demandan más nutrientes para crecimiento y floración (**Fig. 2**). La retranslocación del K parece ser máxima en los periodos más estresantes del año, como son la mitad del verano y el principio y fin del invierno. Esto último, junto a otras evidencias encontradas en esta tesis y en la bibliografía, sugiere que la acumulación y removilización de este elemento responden a la necesidad de realizar ajustes osmóticos durante momentos climáticamente adversos, más que a la satisfacción de las demandas del crecimiento.

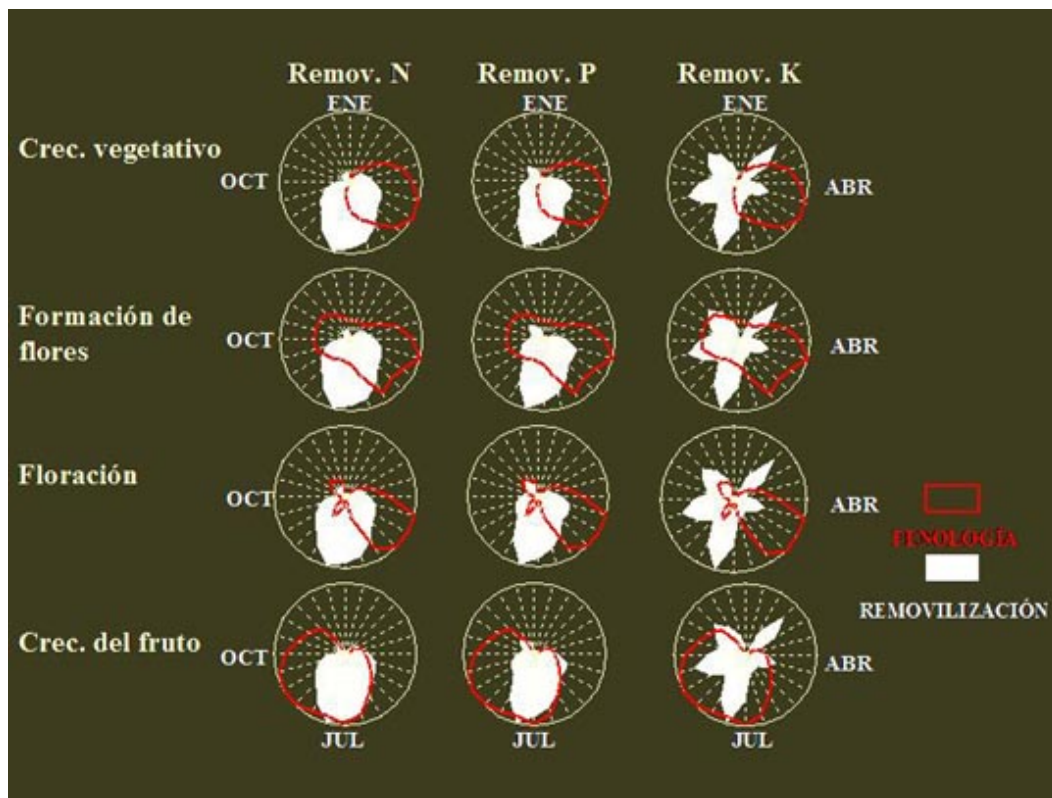


Figura 2. Calendario de la removilización de nutrientes y de las distintas fenofases promediado entre los ocho perennifolios estudiados. Cada diagrama polar muestra la estacionalidad de la removilización del nutriente indicado en la parte superior en rojo frente a la cronología de una fenofase, indicada en blanco en la parte izquierda. Para más detalles sobre los cálculos y la elaboración de estos gráficos, consultar la tesis que aquí se resume, o Milla et al. (in press).

La estrategia fenológica de cada especie también ejerce una influencia fundamental sobre el patrón de variación de nutrientes en la rama. Al comparar las dos especies de perennifolios con estrategia fenológica más contrastada, se encontró que la especie de ciclo fenológico corto y con fenofases reproductivas y vegetativas más superpuestas (*C. laurifolius*) removilizaba los nutrientes durante el corto periodo de crecimiento intensivo de primavera, mientras que la especie de ciclo fenológico más largo y fenofases más secuenciadas (*B. fruticosum*) mantenía procesos de removilización de nutrientes durante un periodo de tiempo más largo (**Fig. 3**). Las estrategias intermedias entre ambos extremos parece que no influyen de manera tan marcada sobre la removilización de los nutrientes.

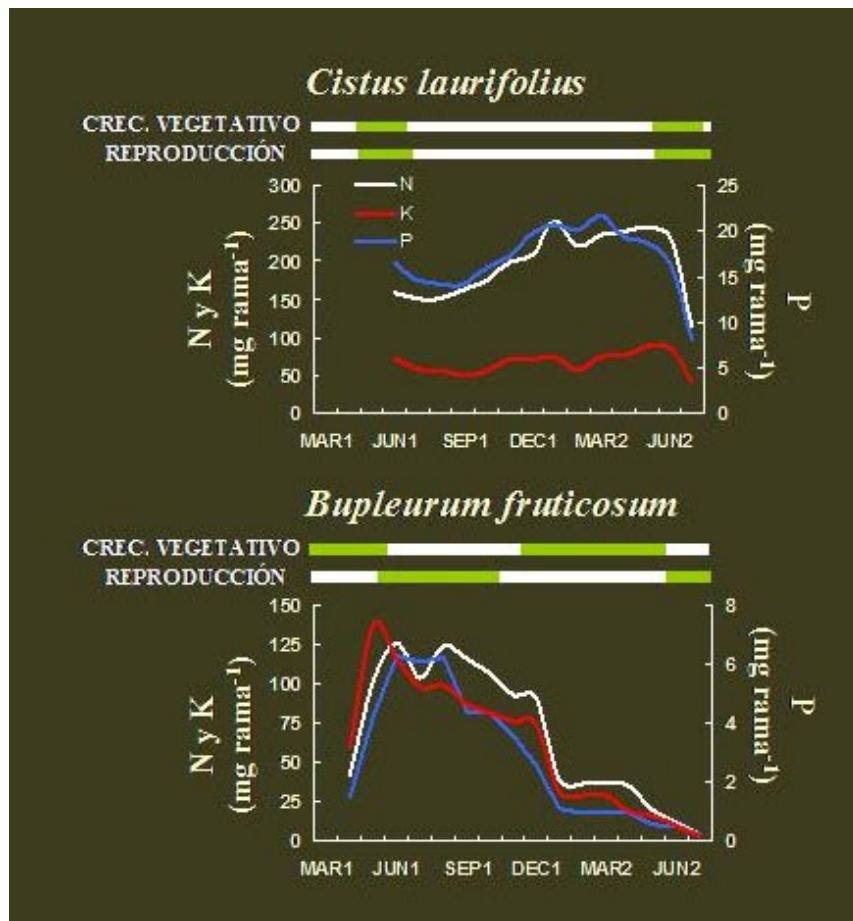


Figura 3. *Cistus laurifolius* y *Bupleurum fruticosum* fueron las dos especies con fenología más contrastada. En esta figura se comparan las variaciones estacionales en el contenido de N, P y K en las ramas de estas especies.

Los tres caducifolios estudiados mostraron patrones fenológicos amoldados en cierto modo al régimen climático mediterráneo, ya que brotaron antes que sus análogos centroeuropeos y detuvieron el crecimiento vegetativo antes del verano. Aun así realizaron actividades reproductivas, como el crecimiento de los frutos, predominantemente durante el verano. Debido a su fenología foliar, el tiempo de retención de nutrientes en la copa de estas especies es corto, especialmente en *A. ovalis* (Fig. 4). Esto probablemente deja a los caducifolios de invierno mediterráneos en desventaja competitiva en los suelos poco fértiles frente a los perennifolios.

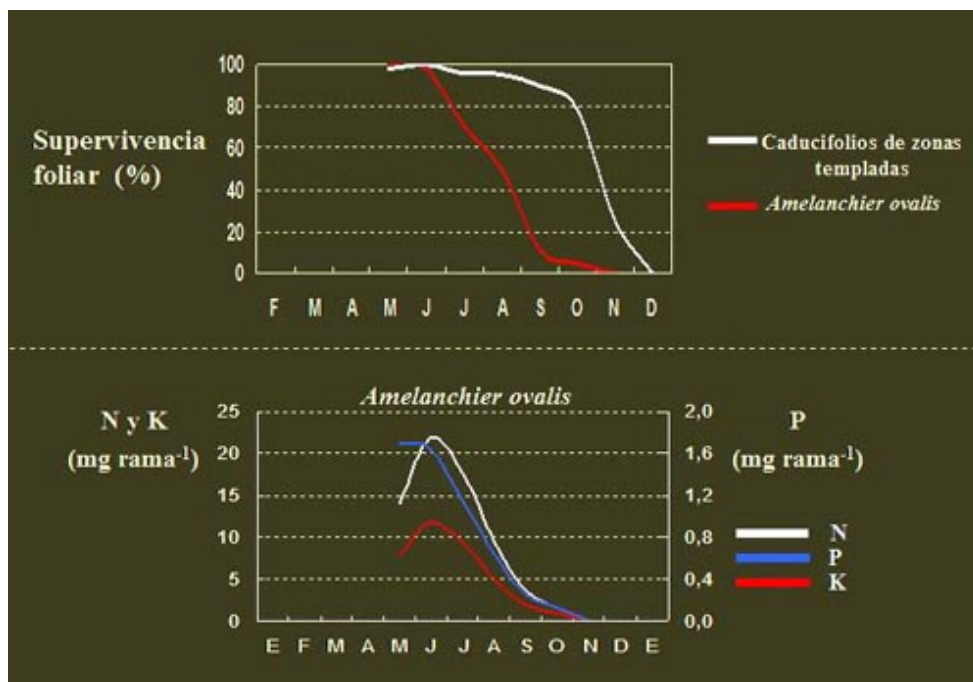


Figura 4. Pérdida de follaje y nutrientes en *Amelanchier ovalis* a lo largo del verano. En el gráfico superior se aprecia como esta especie tiene una mortalidad de hojas muy alta durante el estío, en comparación con el patrón habitual que muestran los caducifolios de climas templados. Esto se traduce, en el gráfico inferior, en una pérdida prematura de N, P y K del cuerpo de la planta.

En esta Tesis hemos contrastado que los patrones de removilización interna de los nutrientes minerales dependen, entre otros factores, de los fenológicos. Otros recursos, como el carbono, el agua y los recursos bióticos, también son utilizados de maneras distintas según la fenología (e.g. Borchert 1994; Kikuzawa 1995; Fox *et al.* 1997). Estos resultados apoyan la conveniencia de considerar el desarrollo fenológico como un componente más de la estrategia de la planta a la hora de enfrentarse al medio en el que vive (Ackerly 2004).

RUBÉN MILLA GUTIÉRREZ

Fenología y variaciones estacionales de nutrientes en fanerófitos mediterráneos

Tesis Doctoral.

Universidad de Zaragoza (realizada en el Instituto Pirenaico de Ecología).

Enero de 2005

Dirección: P. Castro Díez, M. Maestro Martínez y G. Montserrat Martí.

Referencias

- Ackerly, D. 2004. Functional strategies of chaparral shrubs in relation to seasonal water deficit and disturbance. *Ecological Monographs* 74: 25-44.
- Borchert, R. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75: 1437-1449.
- Fox, C.W., Waddell, K.J., Groeters, F.R. y Mousseau, T.A. 1997. Variation in budbreak phenology affects the distribution of a leafmining beetle (*Brachys tessellatus*) on Turkey oak (*Quercus laevis*). *Ecoscience* 4: 480-489.
- Kikuzawa, K. 1995. Leaf phenology as an optimal strategy for carbon gain in plants. *Canadian Journal of Botany* 73: 158-163.
- Milla, R., Castro Díez, P., Maestro Martínez, M. y Montserrat Martí, G. In press. Relationships between phenology and the retranslocation of N, P, and K in branches of eight Mediterranean evergreens. *New Phytologist*.
- Silla, F. 2002. Producción y ciclo del nitrógeno en reforestaciones de Quercíneas. *Ecosistemas* nº 2.