

# La práctica de las claras forestales y su influencia en los ciclos de nutrientes en dos bosques de pino silvestre del Pirineo navarro.

J. A. Blanco Vaca

Departamento de Ciencias del Medio Natural, Universidad Pública de Navarra, E-31006 Pamplona. España

---

La política forestal debería caracterizarse actualmente por un compromiso hacia una gestión ecológicamente sostenible de los ecosistemas forestales, de la preservación de la biodiversidad y de los procesos ecológicos esenciales, encaminado todo ello hacia la conservación y mejora del patrimonio natural. Es indudable que para poder realizar una gestión sostenible de los recursos forestales es necesario conocer los factores que afectan al uso de los bosques (Castillo *et al.*, 2003).

Por ello, en esta tesis doctoral se ha estudiado el ciclo interno de nutrientes en dos bosques de *P. sylvestris* L. y la alteración causada en el mismo por la aplicación de claras. El ensayo de claras se realizó por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra en dos localidades del Pirineo navarro, Aspurz y Garde (**Fig. 1**). En Aspurz, en una masa de *P. sylvestris* de 32 años de edad, con una altura dominante (Ho) de 15,2 m y un diámetro medio (Dg) de 25,0 cm. La altitud media de este bosque es de 650 m, con una pendiente del 7%, siendo la precipitación anual de 912 mm, la temperatura media (Tm) de 12,0 °C y el tipo de suelo un cambisol dístico. El bosque de Garde estaba compuesto por árboles de 37 años, con Ho de 14,0 m y Dg de 24,9 cm. La altitud media es de 1335 m y la pendiente del 40%, con una precipitación anual de 1268 mm y Tm de 8,2 °C, siendo el suelo de tipo alisol háplico. En ambas localidades existe un sotobosque dominado por *Rubus ulmifolius* Schott y *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, habiendo en Aspurz además una presencia notable de *Fagus sylvatica* L. En ambas localidades se delimitaron 9 parcelas rectangulares de 30 x 40 m. En 1999 se cortó el 30% del área basal en 3 parcelas en cada localidad (P30), el 20% en otras 3 (P20), dejando como testigo las 3 restantes (P0). Una descripción más amplia del diseño experimental puede consultarse en Castillo *et al.*, (2003). Los estudios realizados a lo largo del desarrollo de esta tesis doctoral fueron los siguientes.



**Figura 1.** Bosques experimentales. Arriba: bosque de Garde. Abajo: bosque de Aspurz. (Autor: J. A. Blanco).

En primer lugar, se procedió a la caracterización de la biomasa aérea presente en el bosque antes y después de realizar las claras. Antes de las claras no hubo diferencias en biomasa ni en mineralomasa de P y Mg, pero la mineralomasa de N, K y Ca fue mayor en Garde. Tras las claras, la biomasa aérea y la mineralomasa de los cinco principales nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) fue mayor en Aspurz. Tras la corta, las parcelas P0 tuvieron una biomasa significativamente mayor, pero no hubo diferencias entre P20 y P30. A continuación se procedió a caracterizar el desfronde (acículas, ramas, corteza, conos, otros restos de pino y miscelánea) durante 2 años y medio. Se utilizaron 9 cestas de 0,28 m<sup>2</sup> por parcela (**Fig. 2**), recogiendo lo caído en ellas mensualmente, hasta un total de 4860 muestras. En todas las fracciones los análisis detectaron diferencias significativas entre localidades, teniendo Aspurz mayor producción que Garde. En Aspurz se detectaron diferencias significativas entre claras (P0>P20>P30) para la producción de todas las fracciones excepto los conos, y en Garde en todas excepto conos y miscelánea. Se detectaron diferencias entre bosques en la concentración de N, P, K, Ca y Mg de las acículas, siendo mayores en Garde (excepto N) que en Aspurz. Las claras sólo influyeron en la concentración de Ca en Aspurz, que se redujo en P30. El N y P foliar mostraron en ambas localidades máximos en primavera y mínimos en otoño. Los resultados indicaron que la localidad influyó más sobre el desfronde que las claras y que éstas pudieron alterar la concentración del Ca.



**Figura 2.** Cestas para la recogida del desfronde aéreo. (Autor: R. Rípodas).

En el segundo estudio se calculó la retranslocación como la diferencia de concentración de cada nutriente en la hoja verde y la existente en las hojas senescentes, siendo ambos datos obtenidos experimentalmente durante un año, tomando 9 muestras de hojas verdes de cada parcela cada dos meses, hasta un total de 972 muestras analizadas. Se comprobó que la concentración de N, P y K disminuyó con la edad de las acículas, mientras que la de Ca y Mg alcanzaba un máximo en la mitad de la vida de las acículas. En Aspurz existió una mayor eficiencia global en el uso de P, y también una mayor habilidad de reabsorción para todos los nutrientes. Estos parámetros no fueron afectados por las claras, pero la concentración de Mg en las acículas verdes varió en ambas localidades, reduciéndose tras las claras.

En el tercer estudio fueron analizadas la pérdida de peso y la composición química de la hojarasca. Para ello, en cada parcela se depositaron 50 bolsas de polietileno con poros de 2 mm y 10 g de muestra (**Fig. 3**). Se recogieron en 13 ocasiones durante dos años, retirando 3 bolsas de cada parcela cada vez, hasta analizar 702 muestras. Para la pérdida de masa, los análisis estadísticos detectaron diferencias significativas entre localidades. En Aspurz se perdió un 47% de la masa inicial en 2 años, mientras que en Garde sólo se perdió el 38%. En Aspurz, la descomposición fue significativamente más rápida en P0, pero en P20 fue igual que en P30. En Garde no hubo diferencias entre tratamientos. La concentración de N, P y lignina

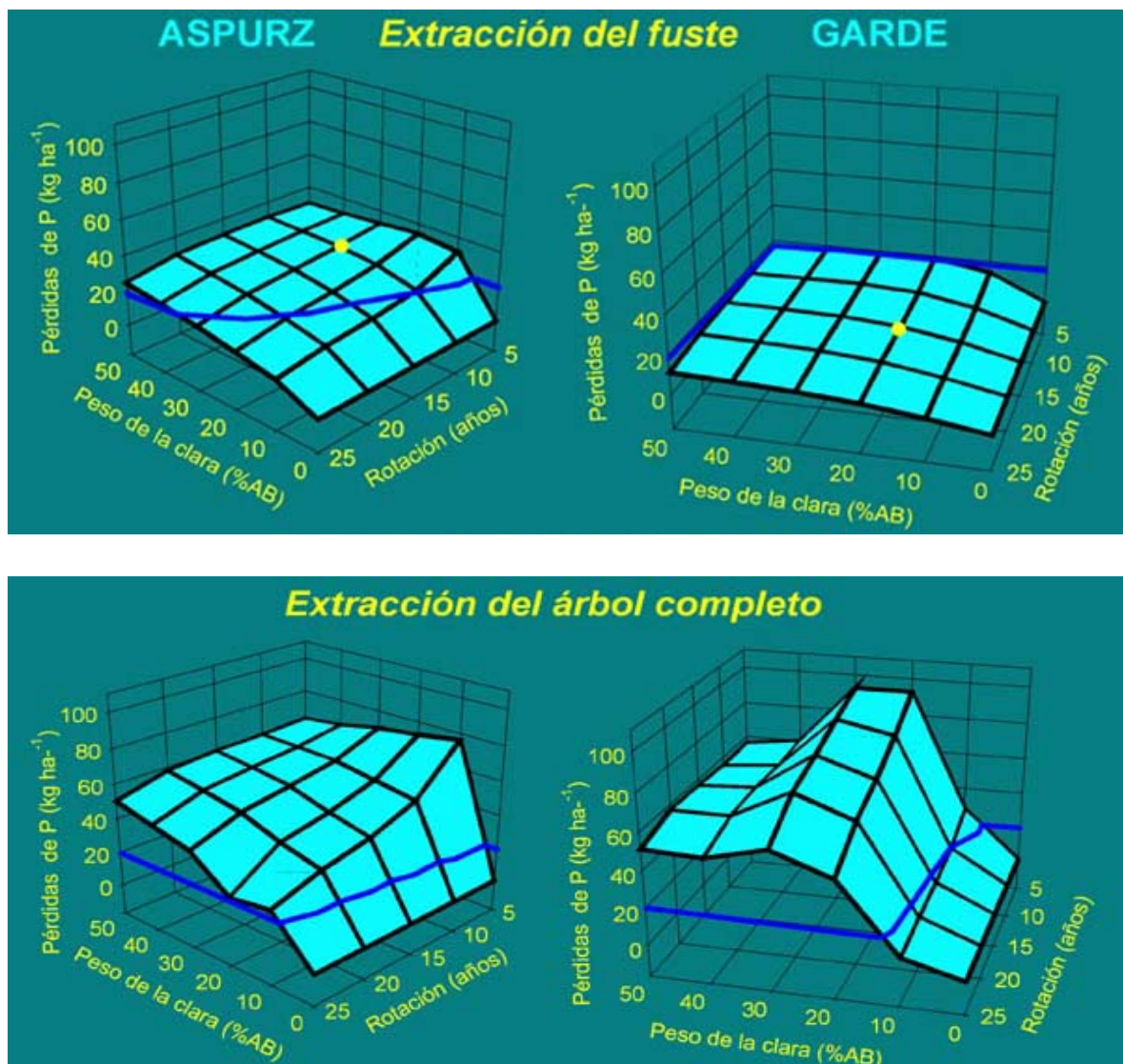
aumentó en ambas localidades al final del estudio, mientras que la de K y celulosa descendieron y la de C, Ca y Mg permanecieron estables. Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos en ambas localidades. En Garde el orden de concentración de N y P fue  $P0 < P20 < P30$ , mientras que para el Ca fue  $P30 < P20 < P0$  y para el Mg fue  $P0 < (P20 = P30)$ . En Aspurz, la concentración de Ca siguió la tendencia  $P30 < P20 < P0$  y para el Mg fue  $(P0 = P30) < P20$ . Realizando análisis de regresión, se comprobó que la temperatura del aire y la precipitación fueron las variables más relacionadas con la pérdida de peso. Estos resultados indican que las condiciones climáticas fueron los principales factores que gobernaron la descomposición, mientras que en un estudio paralelo se ha comprobado que las claras pudieron provocar un descenso en el consumo de hojarasca por la comunidad descomponedora, pero este efecto dependía de la localidad (Blanco *et al.*, 2003).



**Figura 3.** Bolsas para el estudio de la descomposición de la hojarasca. (Autor: J.B. Imbert).

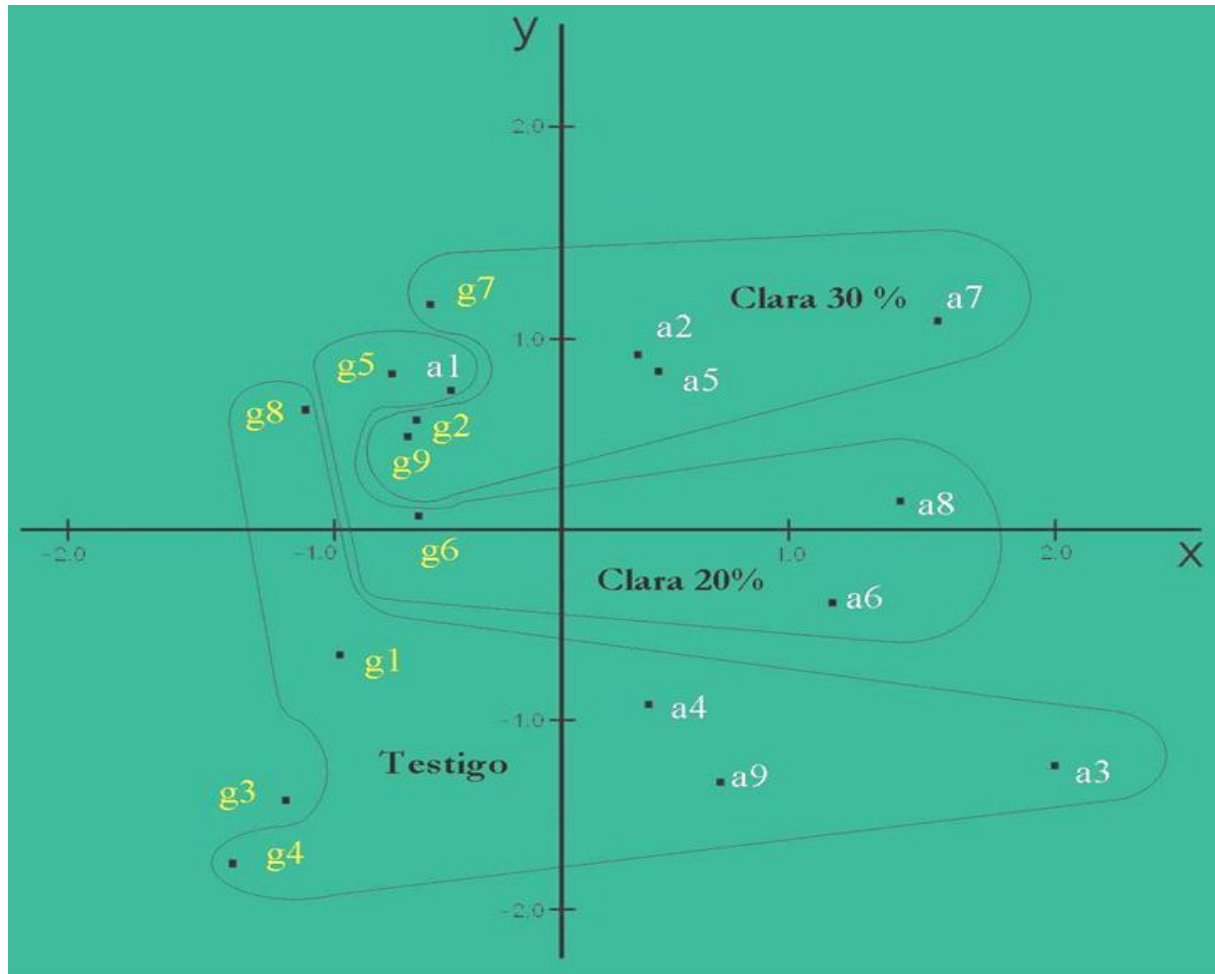
En cuarto lugar se procedió a analizar la respiración del suelo y la composición química del mismo. Para ello se tomaron 10 medidas de respiración por parcela, una vez durante cada estación del año. Además, se recogieron tres muestras de suelo por parcela cada dos meses durante dos años. La respiración del suelo fue mayor en Aspurz, y sólo en junio de 2002 en esta localidad se detectaron diferencias entre tratamientos, que siguieron el orden  $P20 > (P30 = P0)$ . También se comprobó que la respiración del suelo estaba principalmente relacionada con la temperatura y humedad del suelo, pero también con la radiación. Por medio del análisis del suelo se comprobó que las reservas de K, Ca y Mg eran mayores en Garde, mientras que las de N lo eran en Aspurz y no hubo diferencias para el P. No hubo diferencias entre tratamientos en ninguna localidad, pero se constató una cierta tendencia al descenso de la concentración de todos los nutrientes en ambas localidades a lo largo del tiempo. Estos resultados podrían indicar que la actividad metabólica del suelo fue afectada por las claras sólo en la localidad con condiciones climáticas más benignas y también que las concentraciones de nutrientes en el suelo no fueron afectadas a corto plazo por las claras (Imbert *et al.*, 2002).

Finalmente se evaluaron los cambios en las reservas de nutrientes utilizando un modelo de simulación de la circulación de nutrientes en el rodal. Tras validar el modelo frente a los datos reales y estudiar su sensibilidad frente a variaciones en diferentes parámetros, se investigó el efecto de distintos niveles de intensidad y frecuencia de clareo, extrayendo todo el árbol o sólo el fuste (Blanco *et al.*, 2004). Se comprobó que la sostenibilidad está determinada por las características locales del rodal, así como la necesidad de estudiar al menos los dos nutrientes más expuestos a la sobreexplotación, N y P (**Fig. 4**). En ningún supuesto la extracción del árbol completo pareció recomendable debido al descenso provocado en el capital de nutrientes. El modelo se mostró como una herramienta útil de diagnóstico de la sostenibilidad de las prácticas selvícolas actuales.



**Figura 4.** Pérdidas potenciales de P por acción humana (aclareo + lavado) en dos localidades diferentes, para extracción sólo de fustes (arriba) o del árbol completo (abajo), en función del área basal extraída y del periodo entre claras. El punto (·) corresponde a la combinación de %AB retirado y tiempo entre claras recomendado para ese sitio. La línea horizontal azul representa los aportes externos acumulados de P por deposición y meteorización de los minerales del suelo.

En la parte final de la tesis se llevó a cabo un análisis conjunto de todos los flujos estudiados anteriormente por separado. Para ello se utilizó un análisis de componentes principales (**Fig. 5**). Los tres primeros componentes acumularon más del 82% de la varianza total. El primer componente (eje horizontal) estuvo muy relacionado con el flujo de nutrientes en el crecimiento y en la retranslocación, mientras que el segundo (eje vertical) lo estuvo con el desfronde y el tercero con el flujo de nutrientes en la mineralización. Puede apreciarse una clara discriminación de las parcelas en función de la localidad y la intensidad de la clara. Todas las parcelas de Aspuz (excepto la parcela a1) se localizaron en los dos cuadrantes positivos del eje horizontal frente a las parcelas de Garde, situadas todas en la parte negativa de este eje. Por otra parte, las parcelas testigo se localizaron mayoritariamente en la zona negativa del eje vertical, mientras que las sometidas a una clara que retiró el 30% del área basal se localizaron en la parte positiva de este eje (**Fig. 5**). Las parcelas aclaradas en un 20% del área basal inicial se situaron en una posición intermedia entre ambas. A pesar de la clara discriminación entre localidades y tratamientos, algunas parcelas destacan por tener un comportamiento algo peculiar. En concreto, las parcelas 5 y 8 de Garde (g5 y g8 en la **Fig. 5**) tuvieron menos desfronde del esperado. Posiblemente este comportamiento venga determinado porque fueron las parcelas de Garde que menor biomasa aérea tuvieron tras las claras, por lo que sus pérdidas por desfronde también fueron las menores. En el lado contrario se encontró la parcela g3, que al ser la parcela con mayor biomasa aérea, aún tras haber sido aclarada, aparece en la Figura 2 junto al resto de parcelas testigo, con mayor desfronde que las aclaradas. Por último, la parcela a1, aunque sus requerimientos de nutrientes para el crecimiento son superiores a las de todas las parcelas de Garde, son menores que las del resto de parcelas de Aspuz, posiblemente debido a que esta parcela es la que menor densidad de árboles tenía.



**Figura 5.** Análisis de componentes principales para los flujos de nutrientes en cada parcela experimental (g : Garde; a: Aspurz) agrupadas por tratamientos (Testigo: sin clara; 20%: corta del 20% del área basal; 30%: corta del 30% del área basal). Nota: g3 también es parcela 20%.

En definitiva, se ha comprobado que el ciclo interno de nutrientes de un bosque está muy influenciado por las condiciones geoclimáticas en las que se desarrolla. Entre estas condiciones está la disponibilidad de nutrientes en el suelo, que puede condicionar la eficiencia de su uso por parte de los árboles. La estructura del bosque es un reflejo de sus condiciones geoclimáticas y de manejo, y esta estructura condiciona los efectos de las claras sobre el ciclo de nutrientes, que pueden observarse en uno u otro proceso en función de la localidad. Además, la distinta respuesta ante las claras se traduce en diferencias entre localidades a la hora de determinar la sostenibilidad de las claras a largo plazo.

**JUAN ANTONIO BLANCO VACA**

***La práctica de las claras forestales y su influencia en los ciclos de nutrientes en dos bosques de pino silvestre del Pirineo navarro.***

Tesis Doctoral.

Universidad Pública de Navarra. ETSIA

Julio de 2004

Dirección: Federico J. Castillo y J. Bosco Imbert

## Referencias

Blanco J.A., Zavala M.A., Imbert J.B. y Castillo F.J. 2004. Sostenibilidad de las prácticas forestales en masas de *Pinus sylvestris* L. en el Pirineo navarro. Evaluación mediante un modelo de proceso. I Reunión del Grupo de Trabajo sobre Modelización Forestal de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. Palencia, 3-5 de Marzo.

Blanco J.A., Imbert J.B., Ozcáriz A. y Castillo F.J. 2003. Decomposition and nutrient release from *Pinus sylvestris* L. leaf litter in stands with different thinning intensity (2000-2002). I.U.F.R.O. Meeting 'Silviculture And Sustainable Management In Mountain Forests In The Western Pyrenees (Navarra, Spain)'. Pamplona, 15-19 de Septiembre.

Castillo, F. J., Imbert, J. B., Blanco, J. A., Traver, C. y Puertas, F. 2003. Gestión forestal sostenible de masas de pino silvestre en el Pirineo Navarro. *Ecosistemas* 2003/3

(URL: <http://www.aeet.org/ecosistemas/033/investigacion3.htm>).

Imbert J.B., Beraza I., Blanco J.A. y Castillo F. J. 2002. Effects of forest thinning on seasonal and diurnal changes in soil respiration rates and related abiotic factors in two contrasting locations. 9th European Ecological congress (Eureco '02). Lund, Suecia. 27 de Julio ? 1 de Agosto.