

INFLUENCIA DEL DOSEL ARBÓREO EN LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO. ANÁLISIS COMPARATIVO DE SUELO BAJO ROBLEDALES, HAYEDOS Y PINARES

Elena Marcos Porras*, Leonor Calvo Galván, José Antonio Marcos Martín, Ángela Taboada Palomares y Reyes Tárrega García-Mares

Departamento de Biodiversidad y Gestión Ambiental. Facultad de Ciencias Biológicas y Ambientales. Universidad de León. 24071-LEON (España). Correo electrónico: elena.marcos@unileon.es

Resumen

El objetivo de este trabajo es poner de manifiesto el posible efecto de la cubierta arbórea sobre las características químicas del suelo. Para ello se comparan las condiciones edáficas en 4 tipos de formaciones forestales, cada una con 4 réplicas: hayedos (*Fagus sylvatica*), robledales (dominados por *Quercus pyrenaica*, con presencia de *Q. petraea* e híbridos de ambos), pinares de repoblación (*Pinus sylvestris* de más de 40 años) y un pinar natural de la misma especie. Todos ellos se localizan en el noreste de la provincia de León. En cada réplica se toman 5 muestras de los 10 cm superiores del suelo, y se analiza el contenido de pH, materia orgánica, N total y Ca, Mg, K y Na asimilables. Se pone de manifiesto un mayor parecido entre todas las réplicas correspondientes a pinares de repoblación y al pinar de Lillo. Las réplicas de robledal presentan una menor similitud por tener mayor variabilidad en las características del suelo y la hojarasca. Tres de las réplicas de hayedo se sitúan próximas a las repoblaciones, pero la cuarta se separa considerablemente. Por tanto, parece que, aunque el dosel arbóreo es importante, no siempre es el factor principal que determina las características edáficas.

Palabras clave: Suelos forestales, pH, Cubierta arbórea, *Fagus sylvatica*, *Quercus pyrenaica*, *Pinus sylvestris*

INTRODUCCION

Las especies de arbolado influyen en las características del suelo a través de diversos mecanismos (ULERY et al., 1995; BINKLEY & GIARDINA, 1998; AUGUSTO et al., 2002) como: la calidad de la capa de hojarasca que determina su facilidad para descomponerse (SARIYILDIZ et al., 2005), la absorción de nutrientes por las raíces, la intercepción de las deposiciones atmosféricas, la interacción entre la cubierta arbórea y la precipitación (LEVIA & HERWITZ, 2005), los cuales, pueden causar diferencias químicas en las caracte-

terísticas de los suelos desarrollados bajo diversas especies (HAGEN-THORN et al., 2004). El impacto de las especies de arbolado en las características edáficas ha sido un tema que ha recibido mucha atención sobre todo relacionado con la acidificación del suelo (HAGEN-THORN et al., 2004). Así, por ejemplo, diferentes estudios señalan que la hojarasca de coníferas es más ácida que la de caducifolios y la acidificación del suelo es por lo tanto, más pronunciada en el primer caso (SWIFT, et al., 1979; OULEHLE et al., 2007). Por otro lado, la estructura que se va desarrollando en el bosque a medida que éste madu-

ra puede también influir en las características del suelo al crear un microclima determinado. Por ejemplo, AUGUSTO et al. (2002) señalan que a medida que el bosque crece se incrementa la acumulación de la hojarasca y la acidez del mismo y el nuevo microclima que se origina dificulta la velocidad de descomposición. Asimismo, la edad del bosque parece influir en el grado de alteración de las características del suelo. En edades tempranas, las especies muestran su influencia modificando la química de la capa de hojarasca, pero a medida que el bosque madura esta influencia es más pronunciada, detectándose cambios en el suelo mineral a los 40-50 años de edad dependiendo de la especie (HAGEN-THORN et al., 2004). Las políticas de reforestación llevadas a cabo en nuestro país durante el pasado siglo han conducido a un importante aumento en la superficie de coníferas, que en muchos casos han sustituido a los bosques caducifolios autóctonos. Este hecho ha provocado un fuerte debate en nuestra sociedad acerca del supuesto impacto negativo de estas especies en la fertilidad del suelo.

El objetivo de este trabajo es comprobar la influencia de la cubierta arbórea en las características químicas del suelo desarrollado bajo cuatro formaciones forestales diferentes: hayedos (*Fagus sylvatica*), robledales (*Quercus pyrenaica*), pinares de repoblación (*Pinus sylvestris*) y un pinar natural de la misma especie y analizar si la introducción de coníferas produce cambios negativos en el suelo o no.

METODOLOGIA

Para realizar el estudio se seleccionaron cuatro tipos de formaciones forestales: hayedos (*Fagus sylvatica*), robledales (dominados por *Quercus pyrenaica*, con presencia de *Q. petraea* e híbridos de ambos), pinares de repoblación (*Pinus sylvestris* de más de 40 años) y un pinar natural de la misma especie. Para cada uno de los tipos se estudiaron cuatro réplicas (4 bosques diferentes, salvo en el caso del pinar natural de Lillo, en el que se muestreó en 4 parcelas suficientemente alejadas entre sí). Todos ellos eran bosques maduros, con condiciones relativamente similares, localizados en el noreste de la pro-

vincia de León (42° 36'-43° 4'N, 4° 52'-5° 16'O), a una altitud entre 1000 y 1400 m, sobre sustrato silíceo. Las características climáticas son similares en todos los bosques con una precipitación comprendida entre los 900 y 1200 mm, temperaturas medias entre 9 y 11°C y un corto período seco en julio (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1980).

Para caracterizar el arbolado se establecieron dos transectos perpendiculares de 40 m de longitud. En cada transecto se muestrearon cinco puntos separados entre sí 8 m. En cada punto se midió la distancia al árbol más próximo en los cuatro cuadrantes con el objeto de estimar la densidad basado en la distancia media (densidad = $1/(distancia\ media)^2$). En esos mismos árboles se midió el perímetro del tronco (1,30 m sobre el nivel del suelo) y los dos diámetros de la corona (uno en la misma dirección del transecto y otro perpendicular). Además la altura fue calculada mediante estimación visual. En cada uno de los bosques se recogieron cinco muestras de suelo separadas entre sí unos 8 m y a unos 10 cm de profundidad, las cuales fueron homogeneizadas para disminuir la propia variabilidad del suelo. La profundidad de la hojarasca fue medida en el mismo lugar de recogida del suelo. Las muestras de suelo fueron secadas al aire, tamizadas a 2mm y analizadas para pH, materia orgánica, nitrógeno total, y calcio, potasio, magnesio y sodio asimilables, siguiendo los métodos oficiales de análisis de suelos (M.A.P.A., 1994). Se realizó un análisis de la varianza de una vía para comparar de las características del suelo recogidas en las formaciones forestales estudiadas. Se utilizaron cuatro réplicas en todos los casos. Cuando se detectaron diferencias significativas se aplicó el test de Scheffe ($P \leq 0.05$) como test de contraste para saber entre qué formaciones existen tales diferencias. La normalidad de las muestras se comprobó con el test de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de las varianzas con el test de Cochran. Para comparar todos los resultados en conjunto se realizó un análisis en componentes principales (ACP) usando el programa Statistica 6.0 de Windows. Se utilizaron las características de suelo analizadas en todas las formaciones.

RESULTADOS

La mayor altura del arbolado se encontró en las repoblaciones (Tabla 1) seguidas del pinar de Lillo (aunque éste muestre la variabilidad más elevada entre las diferentes réplicas). El perímetro del tronco también fue mayor en el pinar natural de Lillo que en el resto de las formaciones y mostró, asimismo, una enorme variabilidad entre las diferentes réplicas. La misma tendencia fue observada en cuanto al diámetro de la copa, el cual presentaba los valores más altos en el pinar de Lillo, seguido de los hayedos, robledales y las repoblaciones. Sin embargo, cuando se compara la densidad del arbolado entre las distintas formaciones se observa lo contrario, los valores más altos de densidad aparecen en los hayedos y robledales y el más bajo en el pinar de Lillo. Hay que destacar que las repoblaciones muestran la menor variabilidad en cuanto a las características del arbolado.

La mayor acumulación de hojarasca (Tabla 2) se encontró en el pinar de Lillo (12,55) y en los hayedos (8,57) presentando diferencias significativas con los pinares de repoblación y los robledales ($p < 0.05$), y correspondiendo con los valores más bajos de pH (3,77 y 4,28 respectivamente). Los porcentajes de materia orgánica más elevados aparecen en las formaciones de

coníferas, tanto en el pinar natural (21,11) como en las repoblaciones (14,98) presentando el primero diferencias significativas con hayedos y robledales ($p < 0.05$). También se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para la concentración de sodio asimilable entre el pinar de Lillo que presentaba los valores más altos y el resto. No se detectaron diferencias significativas ($p > 0.05$) en la concentración de nitrógeno, calcio, magnesio y potasio asimilables entre las diferentes formaciones forestales.

Se realizó un análisis en componentes principales para la comparación conjunta de todas las variables (Figura 1). Se pone de manifiesto un mayor parecido entre todas las réplicas correspondientes al pinar de Lillo asociadas a valores altos de materia orgánica y sodio asimilable y los pinares de repoblación. Las réplicas de robledal presentan una menor similitud por tener mayor variabilidad en las características del suelo y la hojarasca. Tres de las réplicas de hayedo se sitúan próximas a las repoblaciones, pero la cuarta se separa considerablemente ya que se encuentra asociada a elevados contenidos de calcio, magnesio y potasio asimilables. Con el objeto de relacionar los resultados del ACP y las características biométricas del arbolado, se realizó un análisis de correlación entre los dos primeros ejes del ACP y las dimensiones y den-

	Altura árboles (m)	Perímetro tronco (m)	Diámetro copa (m)	Densidad (N° árboles/ha)
Hayedo 1	13	1,08	7,4	345,2
Hayedo 2	14	0,39	4,8	1753,6
Hayedo 3	14	0,51	4,6	2336,0
Hayedo 4	11	0,71	5,5	1101,5
Robledal 1	14	0,61	4,6	1314,7
Robledal 2	15	0,73	5,2	946,7
Robledal 3	9	0,38	3,0	2438,7
Robledal 4	12	0,73	5,5	992,0
Repoblación 1	16	0,76	4,1	850,5
Repoblación 2	18	0,93	4,7	540,8
Repoblación 3	17	0,91	4,5	481,8
Repoblación 4	19	0,86	3,7	1136,7
Pinar Lillo 1	18	1,56	8,2	264,4
Pinar Lillo 2	19	1,62	8,1	154,3
Pinar Lillo 3	16	1,18	6,0	231,0
Pinar Lillo 4	12	0,69	3,7	416,5

Tabla 1. Características del arbolado para cada una de las réplicas de las formaciones forestales estudiadas

	Hayedos		Robledales		Replantaciones		Pinar Lillo		F	p
	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.	Media	Desv.		
Hojarasca (cm)	8,57 ab	1,82	3,78 a	1,37	4,94 a	1,35	12,55 b	5,94	5,93	0,010
pH	4,28 ab	0,52	5,40 c	0,66	4,80 bc	0,12	3,77 a	0,08	10,70	0,001
M.O. (%)	10,62 ab	3,67	6,81 a	2,52	14,98 bc	1,59	21,11 c	3,41	17,74	<0,001
N (%)	0,43 a	0,09	0,24 a	0,10	0,39 a	0,05	0,34 a	0,11	2,94	0,076
Ca (meq/100g)	3,84 a	4,35	5,01 a	2,78	2,21 a	0,66	1,04 a	0,24	1,81	0,199
Mg (meq/100g)	0,62 a	0,39	1,12 a	0,51	0,44 a	0,13	0,45 a	0,11	3,68	0,043
K (meq/100g)	0,48 a	0,16	0,47 a	0,24	0,41 a	0,08	0,30 a	0,06	1,16	0,365
Na (meq/100g)	0,05 ab	0,01	0,02 a	0,01	0,06 b	0,02	0,09 c	0,01	29,14	<0,001

Tabla 2. Valores medios y desviación estándar (4 réplicas en todos los casos) de los parámetros analizados. Se incluyen resultados del análisis de varianza (test F y valor de p). (Cuando al comparar cualquier par de muestras en la misma fila, no hay ninguna letra común, esto indica diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$ por el test de Scheffé) entre ese par de muestras)

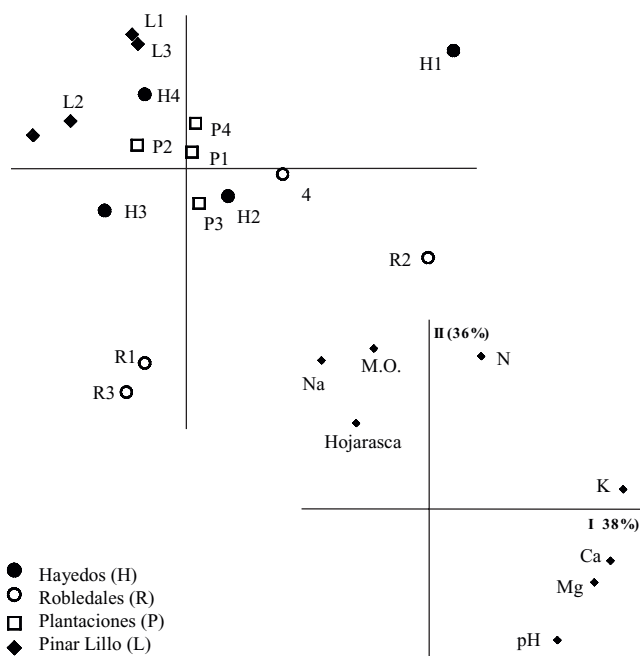


Figura 1. Localización en el plano definido por los dos primeros ejes del análisis en componentes principales de las zonas y variables estudiadas

sidad de los árboles. Esta correlación no es significativa para el eje I, pero sí para el eje II (perímetro del tronco: $r = 0,67$; diámetro de la copa: $r = 0,61$ y densidad: $r = -0,70$). Es decir, el gradiente ambiental complejo explicado por el eje II se correlaciona positivamente con un mayor tamaño de los árboles y menor densidad, lo que está asociado a valores mayores de materia orgánica y nitrógeno y menores de pH.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Las principales diferencias se encontraron entre el pinar de Lillo y los robledales en términos de pH y materia orgánica, presentando el resto de las formaciones una situación intermedia. La mayor acidez aparece en el pinar de Lillo y en los hayedos, mientras que los pinares de repoblación y los robledales muestran valores de pH más elevados, con diferencias superiores a 1 unidad entre ambos grupos. El efecto de las diferentes especies de arbolado en el pH del suelo es muy significativo en los primeros 10 cm del suelo (BINKLEY & VALENTINE, 1991). Estas diferencias entre las distintas formaciones pueden ser explicadas por la baja tasa de descomposición de la hojarasca, que coincide con una mayor acumulación, aumentando la producción de ácidos orgánicos y retrasando el retorno de los cationes básicos al suelo (HAGEN-THORN et al., 2004). Aunque los valores más elevados de materia orgánica se encontraron en el bosque natural de *Pinus sylvestris*, y en las repoblaciones, no está demasiado claro la influencia de las especies en el almacenamiento de la misma en el suelo (JANDL Y RUBIO, 2005). El exceso de agua en el suelo que existe en el pinar de Lillo parece ser la causa que dificulta la descomposición de la materia orgánica del suelo y por lo tanto facilita su acumulación. También la edad del bosque puede influir en la acumulación de materia orgánica tal y como refleja el trabajo realizado por MARCOS et al. (2007) donde se compararon plantaciones de pino desde 2 hasta 80 años de edad con el pinar natural de Lillo encontrándose una acumulación de materia orgánica con la edad del bosque. En cuanto al contenido de nitrógeno y cationes asimilables no se encontraron diferencias significativas entre las especies, aunque las

mayores concentraciones de Ca, Mg y K aparecen en las frondosas tal y como señalan otros autores (AUGUSTO et al., 2002). Cabe señalar, que las repoblaciones de pino realizadas sobre zonas donde potencialmente se instalaría el haya y el roble si parecen tener un efecto en el sentido de homogeneizar las características del suelo, sin embargo, no se observa una influencia negativa en la fertilidad del suelo. Por tanto, parece que, aunque el dosel arbóreo es importante, no siempre es el factor principal que determina las características edáficas, sino que otras características ambientales deberían ser tenidas en cuenta.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Junta de Castilla y León así como a los Guardas Forestales la información suministrada. Este estudio ha sido parcialmente financiado por la C.I.C.Y.T. (Proyecto REN 2003-05432/GLO) y por la Junta de Castilla y León (Proyecto 2003/2, ref. LE031/03).

BIBLIOGRAFIA

- AUGUSTO, L.; RANGER, J.; BINKLEY, D. & ROTHE, A.; 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. *Ann. Sci. For.* 59: 233-253
- BINKLEY, D. & VALENTINE, D. 1991. Fifty-year biogeochemical effects of green ash, white pine and Norway spruce in a replicated experiment. *Forest Ecol. Manage.* 40: 13-25.
- BINKLEY, D. & GIARDINA, C.; 1998. Why do tree species affect soils? The warp and woof of tree soil interactions. *Biogeochemistry* 42: 89-106.
- HAGEN-THORN, A.; CALLESEN, I.; ARMOLAITIS, K. & NIHLGARD, B.; 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecol. Manage.* 195: 373-384.
- JANDL, R. Y RUBIO, A.; 2005. Sostenibilidad del secuestro de carbono en ecosistemas forestales. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 20(2): 259-269.
- LEVIA, D.F. & HERWITZ, S.R.; 2005. Interspecific variation of bark water storage capacity of

- three deciduous tree species in relation to stemflow yield and solute flux to forest soils. *Catena* 64: 117-137.
- M.A.P.A.; 1994. *Métodos oficiales de análisis*. Tomo III. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid.
- MARCOS, J.A.; MARCOS, E.; TABOADA, A. & TARREGA, R.; 2007. Comparison of community structure and soil characteristics in different aged *Pinus sylvestris* plantations and a natural pine forest. *Forest Ecol. Manage.* 247: 35-42.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA; 1980. *Caracterización agroclimática de la provincial de León*. Madrid.
- OULEHLE, F.; HOFMEISTER, J. & HRUSKA, J.; 2007. Modelling of the long-term effect of tree species (Norway spruce and European beech) on soil acidification in the Ore Mountains. *Ecol. Model.* 204: 359-371.
- SARIYILDIZ, T.; ANDERSON, J.M. & KUCUK, M.; 2005. Effects of tree species and topography on soil chemistry, litter quality, and decomposition in Northeast Turkey. *Soil Biol. Biochem.* 37: 1695-1706.
- SWIFT, M.J.; HEAL, O.W. & ANDERSON, J.M.; 1979. *Decomposition in Terrestrial Ecosystems*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- ULERY, A.L.; GRAHAM, R.C.; CHADWICK, O.A. & WOOD, H.B.; 1995. Decade-scale changes of soil carbon, nitrogen and exchangeable cations under Chaparral and Pine. *Geoderma* 65: 121-134.