

INTERACCION ENTRE LA HOJARASCA Y EL SUELO EN
ECOSISTEMAS FORESTALES DE LA SIERRA DE GATA
(PROVINCIA DE SALAMANCA, ESPAÑA)

MARTIN*, A.; GALLARDO**, J.F.; SABAÑA REGINA**, I.

*Area de Edafología. Universidad de Salamanca (España).
**I.R.N.A./CSIC, Apdo 257, Salamanca, 37071 (España).

INTERACTION BETWEEN LITTER AND SOIL EPIPEDONS IN FOREST
ECOSYSTEMS OF THE 'SIERRA DE GATA' MOUNTAINS (PROVINCE OF
SALAMANCA, SPAIN)

Abstract

Potential and minimum actual return of the bioelements have been determined in four oak (*Quercus pyrenaica*) forests of the 'Sierra de Gata' mountains (Province of Salamanca, Spain) during two cycles. Leaves are the principal pool of actual bioelement return. The parent material seems to have influence on the N, P and K content, whereas other soil parameters seems to be influenced by the climatic factor. Granitic soils, above all Fuenteguinaldo, are better nutrient balanced than the soils on schists, but annual rainfall has a pronounced impact on the C and N soil content and related parameters.

Key words: Biogeochemical cycles, forest ecosystems, turnover.

Resumen

Se ha determinado el retorno potencial de bioelementos por los distintos órganos de la hojarasca y se ha estimado el retorno mínimo real por hojas durante dos ciclos vegetativos en cuatro bosques de *Quercus pyrenaica* Will. en la Sierra de Gata (provincia de Salamanca, España). El mayor retorno de bioelementos se produce a través de los órganos foliares. El roquedo parece afectar al retorno de N, P y K, poseyendo los rebollares sobre granitos un mejor equilibrio de bioelementos; Fuenteguinaldo presenta los valores más altos de retorno, sobre todo de N y Ca. Con todo, la pluviometría parece afectar fuertemente los parámetros relacionados con el contenido orgánico edáfico.

Palabras claves: ciclos biogeoquímicos, ecosistemas forestales, retorno de bioelementos.

INTRODUCCION

En un ecosistema forestal, la producción vegetal anual se traduce principalmente en un aporte masivo de materia orgánica muerta que se acumula sobre el suelo (Mangenot & Toutain 1980). Esta hojarasca acumulada en la superficie del suelo representa, junto con los aportes por la descomposición de raíces (McClougherty et al. 1982), la fuente esencial de energía, de C, N, P y otros bioelementos para la microflora y la mesofauna del suelo, así como una cantidad de nutrientes fácilmente disponibles y reutilizables por la cubierta vegetal (Rapp & Leonard 1988).

Los elementos minerales abandonan las estructuras celulares organizadas, en un tiempo más o menos largo, dependiendo tanto de factores bióticos como abióticos; después esos elementos se incorporan a la parte mineral del suelo donde permanecen retenidos en los complejos húmico-arcillosos hasta su reincorporación a la fitocenosis a través de las raíces, o bien son lixiviados y eliminados del ámbito de influencia del ecosistema.

Los objetivos del presente trabajo son la determinación del retorno potencial de bioelementos al suelo, la estimación del retorno real y la relación existente entre éste retorno real y la concentración de bioelementos en los horizontes edáficos superiores de los bosques seleccionados, ubicados en la Sierra de Gata (Salamanca).

MATERIAL Y METODOS

Se han seleccionado cuatro parcelas experimentales enclavadas en rebollares (*Quercus pyrenaica* Will.) de la denominada "Comarca de El Rebollar" (Sierra de Gata, Salamanca, España).

El clima de la zona se caracteriza por inviernos lluviosos y veranos cálidos, pudiéndose clasificar como mediterráneo templado, variando la pluviometría y la temperatura media entre los 1580 mm/año y 11.4 °C para Navasfrías y los 720 mm/año y 13.3 °C en Fuenteguinaldo.

El estrato arbóreo está constituido por *Quercus pyrenaica* Will. (roble melojo o rebollo), variando su densidad entre 1040 pies/ha en Villasrubias y 406 pies/ha en El Payo; se observa como la parcela menos densa es la que posee un diámetro medio del tronco más elevado (25.4 cm) y una mayor altura (17 m), correspondiendo los valores más bajos de estos parámetros a la parcela de Villasrubias (11 cm y 8.5 m, respectivamente).

Los suelos en todos los casos son Cambisoles (en general, húmicos) desarrollados sobre pizarras y grauwacas en Navasfrías y Villasrubias, y sobre granito calcoalcalino en El Payo y Fuenteguinaldo (Gallardo et al. 1980).

Para la recogida del material de desfronde se colocaron tres series de diez receptáculos de 0.24 m² de superficie en cada parcela recogiendo la producción de hojarasca aproximadamente cada mes y seleccionando sus componentes (hojas, ramas, yemas y otras fracciones). Así mismo, se determina la descomposición de hojarasca mediante bolsas de luz de malla de 1 mm ("litter bags"), tomando bolsas por triplicado cada dos meses. Los

resultados, en los cuales se basan los cálculos del presente trabajo, aparecen en la Memoria STEP/CEE (Gallardo et al. 1993). Las muestras de suelos se han tomado mediante la selección del perfil modal en cada parcela.

Los métodos analíticos utilizados para las muestras vegetales son los aceptados y utilizados rutinariamente en nuestros laboratorios (Santa Regina et al. 1989; Martín 1992), al igual que los referentes a las determinaciones de suelos (Gallardo & Egido 1979).

RESULTADOS Y DISCUSION

A partir de la producción anual de hojarasca y conociendo su composición media, se ha calculado la cantidad máxima de bioelementos que potencialmente pueden regresar al suelo durante dos ciclos anuales (febrero/1990-febrero/1992), expresando los valores medios en la tabla 1.

Conociendo el retorno potencial y la capacidad de cesión de bioelementos por la hojarasca, es fácil estimar la cantidad mínima de bioelementos que cada ecosistema forestal puede ceder, al menos al horizonte superficial edáfico (A_h). Esta estimación se ha hecho para el retorno producido por las hojas y los resultados se exponen en la tabla 2, aunque la columna relativa al carbono se refiere al residuo que se mantiene en el suelo (no al C liberado, que pasa a la atmósfera como CO₂). Asimismo, en la tabla 3 se exponen las características fisicoquímicas y bioquímicas más importantes de los suelos forestales estudiados.

a) Retorno potencial anual de bioelementos al suelo (tabla 1). Dado que la parcela de Fuenteguinaldo es la más productiva (4.5 tm·ha⁻¹·año⁻¹, que equivalen a casi 2 tm·ha⁻¹·año⁻¹ de C), también es la que más bioelementos potencialmente sería capaz de retornar al suelo, siendo especialmente significativa la diferencia en el caso del Ca (32 kg/ha frente a 19 kg/ha en El Payo). Obviamente, Villasrubias y Navasfrías son las que tienen menor retorno potencial de bioelementos, debido, sobre todo, a que son los bosques menos productivos (2.8 tm·ha⁻¹·año⁻¹, esto es, aproximadamente 1.3 tm·ha⁻¹·año⁻¹ de C), aunque entre ellos las diferencias no son significativas, salvo para el Ca (13 y 18 kg/ha).

Se observan fuertes diferencias en el retorno potencial de bioelementos entre las dos parcelas desarrolladas sobre esquistos y las desarrolladas sobre granitos, especialmente para N, P y K (casi el doble en Fuenteguinaldo, algo menos en El Payo).

Las mayores diferencias entre Fuenteguinaldo y El Payo son para el Ca (ya citado) y P, quizás debido a la presencia de leguminosas en el primero (al poseer un pH más alto, tabla 3), más exigentes en este bioelemento.

La escasa diferencia observada para el Mg en todas las parcelas, puede explicarse por la entrada de este bioelemento en las hojas, cuando escasea el Ca (desequilibrio nutricional), sobretodo en las parcelas desarrolladas sobre esquistos (tabla 3).

1689 B15

Tabla 1. Retorno potencial medio al suelo en las cuatro parcelas experimentales.

	Producción kg/ha	C kg/ha	N kg/ha	P kg/ha	Ca kg/ha	K kg/ha	Mg kg/ha	Na kg/ha
NAVASFRÍAS	HOJAS	2229	1049,4	27,48	1,38	13,79	5,33	4,99
	RAMAS	305	147,8	2,40	0,15	2,23	0,75	0,38
	YEMAS	86	41,9	0,76	0,06	0,48	0,27	0,10
	OTROS	179	82,0	2,09	0,13	1,12	0,46	0,24
	TOTALES	2799	1321,0	32,74	1,72	17,61	6,81	5,70
EL PAYO	HOJAS	2430	1192,0	37,01	2,24	13,01	6,27	4,92
	RAMAS	611	291,3	5,42	0,36	3,50	1,39	0,71
	YEMAS	109	51,4	1,49	0,11	0,56	0,37	0,15
	OTROS	386	169,8	5,50	0,35	1,85	1,00	0,42
	TOTALES	3537	1704,5	49,41	3,06	18,93	9,03	6,21
VILLASRUBIAS	HOJAS	2210	1075,5	21,76	1,54	10,81	4,75	6,00
	RAMAS	274	132,8	2,06	0,14	1,45	0,57	0,41
	YEMAS	81	40,8	0,93	0,07	0,34	0,23	0,10
	OTROS	237	109,3	2,90	0,16	0,83	0,62	0,27
	TOTALES	2803	1358,3	27,66	1,91	13,43	6,16	6,78
FUENTEGUINALDO	HOJAS	3004	1407,5	37,17	3,69	21,38	7,01	6,40
	RAMAS	702	328,9	6,09	0,59	6,53	1,95	1,09
	YEMAS	219	107,2	2,79	0,20	1,36	0,69	0,30
	OTROS	532	249,1	7,29	0,58	2,28	2,58	0,75
	TOTALES	4457	2092,8	53,35	5,05	31,55	12,24	8,54

Los órganos foliares son el vector fundamental del retorno potencial de bioelementos al horizonte orgánico de las cuatro parcelas estudiadas, justificando aproximadamente el 80 % del retorno en Navasfrías y Villasrubias y el 70 % en El Payo y Fuenteguinaldo. El Mg es el bioelemento que tiene un mayor retorno a través de las hojas, alcanzando casi el 90 % en Navasfrías y Villasrubias.

b) Retorno real de bioelementos al suelo (tabla 2).- Como ya se ha dicho antes, únicamente se considera el retorno de bioelementos por medio de las hojas, ya que ellas no sólo representan el mayor porcentaje dentro de este retorno, sino que también es la fracción que más bioelementos aporta en los primeros estadios de descomposición.

El roquedo parece influir en el residuo de carbono, ya que debido a la mayor acidez de los esquistos (tabla 3) se restringe la vida bacteriana (Dommergues & Mangenot 1970) y, como consecuencia, aumenta el residuo carbonoso. Así, en Fuenteguinaldo queda retenido un 42 % del C residual inicial (1.4 tm/ha) después de dos años, frente al 54 % de las 1.1 tm/ha de Villasrubias. Esto ocasiona que los valores más bajos de C orgánico se den en los suelos menos ácidos (tabla 3). No obstante en Fuenteguinaldo puede influir también la menor pluviometría (Jenny 1980).

En cuanto al N se observa como casi todo el retorno en El Payo se produce durante el segundo año de descomposición y en gran proporción en Fuenteguinaldo. Asimismo, los mayores retornos reales de N se dan en Fuenteguinaldo, debido a la mayor actividad bacteriana favorecida por la menor acidez edáfica (Dommergues & Mangenot 1970).

Se pierde más P por las hojas en los suelos graníticos, siendo menor su retorno real estimado en las parcelas de esquistos. No cabe duda de que la escasez de este bioelemento en las parcelas (excepto en Fuenteguinaldo, tabla 3) debe ser un factor condicionante de la fuerte retención por la actividad microbiana (inmovilización biológica, Duchaufour 1984).

Salvo en Villasrubias, retornan cantidades relativamente importantes de Ca, sobre todo el primer año (excepto en Fuenteguinaldo), y Mg (que el segundo año prácticamente se mantiene); la cesión de Mg sería de esperar, dado el posible desequilibrio nutricional Ca/Mg (menos en Fuenteguinaldo).

Las pérdidas de K son algo más elevadas en los suelos de granitos, por una mejor absorción potásica (meteorización de los feldespatos y micas).

Las mayores pérdidas de Na se producen en Villasrubias el primer año, para igualarse al final del segundo año en todas las parcelas; en todo caso, las cantidades son mínimas.

c) Influencia sobre el horizonte húmico edáfico (tabla 3).- Cuando se pretende observar las posibles influencias del retorno potencial sobre el tenor de bioelementos en el horizonte superficial edáfico (el más afectado por el ciclo biogeoquímico, Duchaufour 1984), se observa una notable diferencia del contenido orgánico y la capacidad total de cambio (que obedecen claramente al factor pluviométrico, Gallardo et al. 1993), algo menos notable en el N total. En el caso del fósforo, el mayor retorno potencial en Fuenteguinaldo está posiblemente

Tabla 2. Estimación del retorno real mínimo de bioelementos al suelo procedentes de las hojas (* C residual).

AÑO	PARCELA	C kg/ha	N kg/ha	P kg/ha	Ca kg/ha	K kg/ha	Mg kg/ha	Na kg/ha
PRIMER AÑO DE DESCOMPOSICION (1980-1981)	NAVASFRIAS	646.2	2.07	0.27	5.71	2.16	2.43	0.18
	EL PAYO	783.1	0.17	0.44	4.75	2.39	1.51	0.03
	VILLASRUBIAS	701.6	2.38	0.17	2.65	2.05	2.11	0.18
	FUENTEGUINALDO	868.6	4.99	0.81	2.99	2.06	-0.66	0.15
SEGUNDO AÑO DE DESCOMPOSICION (1981-1982)	NAVASFRIAS	495.1	4.67	0.29	0.94	-0.30	-0.51	-0.02
	EL PAYO	624.4	6.00	0.73	0.78	1.11	-0.76	0.14
	VILLASRUBIAS	579.4	2.25	0.39	1.23	0.15	-0.44	0.05
	FUENTEGUINALDO	589.9	6.75	1.19	4.07	1.39	0.16	0.07
SUMA	NAVASFRIAS	495.1	6.74	0.56	6.65	2.16	2.43	0.18
	EL PAYO	624.4	6.17	1.18	5.54	3.50	1.51	0.16
	VILLASRUBIAS	579.4	4.63	0.56	3.88	2.20	2.11	0.24
	FUENTEGUINALDO	589.9	11.74	2.01	7.06	3.45	0.16	0.22

influenciado por el roqueado, produciéndose un fenómeno de "feedback" (menor acidez, mayor productividad, más P, y así sucesivamente). El Ca también parece estar afectado por el roqueado, pero también por la pluviometría, dada la alta movilidad de este bioelemento (Martins 1993). Tampoco el K o el Na, dada su movilidad, muestran una clara tendencia, salvo una cierta concentración del primero en el horizonte de transición AB_w, también observado en algunos suelos graníticos por Martins (1993). Finalmente, la suma de cationes y la saturación sólo es importante en Fuenteguinaldo, condicionadas principalmente por el factor climático (menor lavado invernal, Gallardo et al. 1993).

CONCLUSIONES

1. Los órganos foliares son los órganos que más contribuyen al retorno de bioelementos al suelo.
2. La acidez del roqueado parece afectar al retorno potencial de N, P y K.
3. Los mayores retornos potenciales de bioelementos se producen en Fuenteguinaldo, sobre todo de N y Ca.
4. Los rebollares sobre granitos poseen un mayor equilibrio de bioelementos, especialmente el de Fuenteguinaldo; por el contrario los rebollares sobre esquistos se ven forzados a una mayor retención biológica de ciertos bioelementos para suplir las deficiencias edáficas de nutrientes.
5. El retorno de bioelementos y el roqueado influyen claramente en el tenor edáfico de P, el roqueado sobre el Ca, y el climático sobre el contenido orgánico, N, la capacidad total de cambio, suma de cationes y grado de saturación de bases.

BIBLIOGRAFIA

- DOMMÈRGUES, Y.; MANGENOT F. (1970): *Ecologie Microbienne du sol*. Masson et Cie. Paris.
- DUCHAUFOUR, Ph. (1984): *Edafología*. Masson. Barcelona.
- GALLARDO, J.F. et al. (1993): *Memoria final Proyecto STEP/CEE*. CSIC, Salamanca.
- GALLARDO, J.F.; EGIDO, J.A. (1979): Suelos del norte de la Sierra de Francia. *An. Edaf. Agrícola*, 38:47-66.
- GALLARDO, J.F.; EGIDO, J.A.; PRAT, L.; CUADRADO, S. (1980): Suelos forestales de El Rebollar (Salamanca). *Anu. Cent. Edaf. Biol. Apli.*, 6:193-228.
- JENNY, H. (1980): *The soil resources*. Springer-Verlag, New York.
- MANGENOT, F.; TOUTAIN, F. (1980): Les litières. En: *Actualités d'Ecologie forestière*. P. Pesson, (ed.). Gauthier-Villars, Paris, 3-69.
- MARTIN, A. (1992): Aportaciones al conocimiento del proceso de descomposición *in situ* de hojas de *Quercus pyrenaica* y *Pinus pinaster*. Trabajo de Licenciatura. Universidad de Salamanca.
- MARTINS, A.A. (1993): *Génesis e evolución de solos derivados de granitos*. Tesis doctoral. Universidad de Tras-Os-Montes. Vila Real.
- McCLAUGHERTY, C.A.; ABER, J.D.; MELILLO, J.N. (1982): The role of fine roots in the organic matter and nitrogen budgets of two forested ecosystems. *Ecology*, 63:1481-1490.
- RAPP, M.; LEONARDI, S. (1988): Evolution of the litière au cours d'une année dans un taillis de chêne vert (*Quercus ilex*). *Pédologie*, 32:177-185.
- SANTA REGINA, I.; GALLARDO, J.F.; SAN MIGUEL, C. (1989): Ciclos biogeoquímicos en bosques de la Sierra de Béjar (Salamanca, España): 2. Retorno potencial de bioelementos por medio de la hojarasca. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 26:155-170.

Tabla 3. Propiedades físicoquímicas y bioquímicas edáficas de las cuatro parcelas.

PARCELA	HORIZONTE	Org. %	N _{org}	P _{org} /mg	C _{org} /mg	Ca _{org} /me %	Mg _{org} /me %	K _{org} /me %	Var. me %	V. %
NAVASRRAS	Ah1	10,50	4,98	8,3	300	138	38,1	2,7	1,4	0,7
	Ah2	5,80	3,37	2,1	100	44	25,8	0,6	0,1	0,3
	Bw	0,50	0,47	3,2	100	12	14,4	0,4	0,2	0,1
	V. %									
EL PAVO	Ah	7,69	4,69	9,1	800	152	29,1	1,5	0,6	0,4
	ABw	3,16	2,19	7,7	2100	36	18,3	0,9	0,4	0,3
	BwC	0,52	0,47	3,5	1500	20	12,4	0,8	0,4	0,2
	C	0,48	0,53	3,0	1000	16	16,4	0,8	0,5	0,1
VILLASRUAS	Ah	6,73	3,99	7,7	300	16	25,1	1,3	0,1	0,4
	Bw	1,20	1,25	1,4	200	16	9,4	0,4	0,0	0,1
	C	0,61	0,91	2,8	200	28	6,6	0,1	0,0	0,0
	V. %									
FUENTEGUINALDO	Ah	4,15	3,22	4,5	600	80	23,7	10,2	8,2	1,3
	ABw	2,50	2,08	65,1	4600	304	16,3	1,6	0,8	0,4
	Bw	1,23	1,35	21,7	1200	24	12,4	0,1	0,0	0,1
	C	0,44	0,39	39,9	800	64	15,8	0,4	0,3	0,1
V. %										