

INFLUENCIA DE LA COMPOSICION QUIMICA DE LA HOJARASCA EN SU DESCOMPOSICION EN SISTEMAS FORESTALES

A.M. GARCÍA ARRESE

DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGÍA Y QUÍMICA AGRÍCOLA. UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA.

RESUMEN

Se analizan las tasas de pérdida de materia orgánica de hojarasca de *Quercus robur* L., *Eucalyptus globulus* Labill., *Pinus pinaster* Aiton. y *P. radiata* D.Don., relacionándolas con su composición química inicial y con algunas características de la capa más superficial del suelo en que se incuban. El experimento, con una duración de dos años, se realiza en el campo, sobre suelos desarrollados a partir de esquistos de Ordenes.

P.C.: Hojarasca, descomposición, composición química.

SUMMARY

Organic matter decomposition rates and related initial elemental composition and some upper soil characteristics are studied during *Quercus robur* L., *Eucalyptus globulus* Labill., *Pinus pinaster* Aiton and *P. radiata* D.Don litter decomposition. Field incubations are carried out for two years on soils developed from Ordenes schists.

K.W.: Litter, decomposition, chemical composition.

INTRODUCCION

La descomposición de la hojarasca en el suelo libera los nutrientes almacenados en la vegetación, haciendo posible su reutilización. En sistemas forestales en explotación sujetos a extracción parcial o total de biomasa se altera la dinámica natural de los nutrientes en el suelo, pudiendo limitar su disponibilidad y, consecuentemente, la productividad y calidad de las masas forestales. Las técnicas de manejo que eliminan gran parte de la biomasa (ramas, hojas, cortezas,...) susceptible de ser reincorporada al suelo pueden llegar a plantear problemas de empobrecimiento del suelo que obliguen a una restitución de elementos (fertilizantes y/o enmiendas).

Entre los múltiples factores que afectan a la tasa de descomposición, la calidad de la hojarasca, que refleja la cantidad o proporción de nutrientes y energía que puede proporcionar a los descomponedores, ha sido uno de los más estudiados. Desde que en 1929 fuera señalada la composición química inicial como el principal factor que controla la tasa de descomposición (TEENEY y WAKSMAN), ha habido muchos intentos de encontrar un índice capaz de predecir la tasa de descomposición. Por otro lado, también se han encontrado diferencias entre tasas de pérdida de materia orgánica de hojarascas incubadas durante seis meses en distintos tipos de suelos (GARCIA ARRESE y MACIAS, 1993).

El objetivo de este trabajo es conocer los efectos de la composición química inicial de la hojarasca y del suelo sobre las pérdidas de materia orgánica en el proceso de descomposición en diferentes sistemas forestales en Galicia.

MATERIAL Y METODOS

Se incuban un total de 21 hojarascas correspondientes a las fracciones hoja de hojarasca de *Quercus robur* (5), *Eucalyptus globulus* (6) y acículas de *Pinus pinaster* (6) y *P. radiata* (4). Proceden de distintos tipos de suelos por lo que la composición inicial es diferente también a nivel intraespecífico. Los métodos de recogida, preparación e incubación de la hojarasca han sido descritos previamente (GARCIA ARRESE y MACIAS, 1992). Cada tipo de hojarasca se

incuba bajo su propia cubierta arbórea y todos, en suelos desarrollados a partir de esquistos (Cambisol húmico), recogiendo al menos 3 bolsas por tipo de hojarasca al cabo de 0, 3, 6, 9, 12, 18 y 24 meses.

Una vez secas al aire las bolsas se pesan y en la muestra molida se determinan: %humedad, pH en agua (1:25), %C y %N en analizador elemental Perkin-Elmer; %Ca, %Mg, %Na, %K, %Al y %P previa calcinación a 450°C durante 8 horas y extracción con HCl 0.2M, mediante espectrofotometría de emisión (Na, K), absorción atómica (Ca, Mg y Al) y colorimetría de fosfomolibdico con ácido ascórbico como reductor (P). La lignina se determina por ataque con ácido sulfúrico. Los resultados se expresan en porcentaje de materia orgánica perdida: peso seco al aire de la hojarasca perdido, corregido en humedad y cenizas y referido, en porcentaje, a la cantidad de materia orgánica inicial.

En muestras de los 5 cm superficiales de los suelos de esquistos se determinan pH, bases y Al de cambio (GUITIAN y CARBALLAS, 1976); %C y %N en autoanalizador y N-NH₄ producido por incubación anaeróbica como medida del N potencialmente mineralizable (KEENEY y BREMNER, 1966).

RESULTADOS Y DISCUSION

- *Características de los suelos de incubación.* Los resultados obtenidos indican que, en comparación con los de frondosas, los suelos bajo coníferas poseen un menor grado de fertilidad química, con menores cantidades de materia orgánica y P asimilable por debajo de los límites de detección (Tabla 1). También poseen más Al de cambio (7.0 meq/100g) aunque los valores de pH son ligeramente superiores (>4.5). Destaca especialmente el suelo de *P.pinaster* por su pobreza en bases de cambio y en nitrógeno.

Por el contrario, el suelo de eucalipto sobresale por sus altos valores de bases de cambio, materia orgánica y relación C/N y por poseer el pH más bajo de los cuatro suelos (3.8). El suelo de roble posee características intermedias entre las del suelo de eucalipto y las de los suelos de los pinos.

- *Composición inicial de la hojarasca.* Las hojarascas de las cuatro especies poseen valores muy similares de pH y %lignina, destacando las hojas de eucalipto por su elevado %C (Tabla 2). En comparación con las hojas, las acículas son más pobres en N (<0.7%), cenizas y cationes básicos. También presentan, en general, más Al (>0.02%) y valores más elevados de las relaciones C/N y lignina/N (> 80 en ambos casos). *P.radiata* posee más Al, lignina, P y K que *P.pinaster*. En promedio, son superiores sus valores de la relación lignina/N, siendo muy similares para los otros parámetros estudiados.

En cuanto a las frondosas, las hojas de roble se diferencian de las de eucalipto por su riqueza en N y P. Los otros elementos presentan porcentajes inferiores, por lo que el contenido de cenizas es menor. Los valores de las relaciones C/N y lignina/N son también inferiores (<45).

- *Pérdida de materia orgánica.* Las pérdidas más elevadas se registran en las hojas de eucalipto durante los primeros 6 meses, siendo significativamente diferentes ($p < 5\%$) a los de las otras especies (Fig. 1). Posteriormente, se igualan a los valores medios de roble (9 meses) y a los de los pinos (12 meses). Los valores más bajos se observan en las acículas, con muy pequeñas diferencias entre las dos especies de pinos.

Entre los 18 y 24 meses apenas parece progresar la descomposición, situándose las pérdidas medias de especies alrededor del 50%, de manera general.

- *Efecto de la composición inicial.* Considerando los datos de las cuatro especies en conjunto se encuentran relaciones significativas ($p < 5\%$) entre las pérdidas de materia orgánica en algún período de incubación y algunas características iniciales de la hojarasca, como %cenizas, %Ca (3 y 6 meses), %Na (3,6 y 18 meses), pH (3 meses), C/N (6 meses), %lignina (3 á 18 meses) y porcentaje de bases (3 á 9 meses).

Las correlaciones dejan de ser significativas en el segundo año de incubación y más frecuentemente a partir de los 9 meses, siguiendo una tendencia que ya habían encontrado BERG y col. (1987). Las excepciones son %Na y %K, para los que se encuentran correlaciones significativas con la pérdida de masa a los 18 meses, y las correlaciones con lignina/N inicial, negativas y significativas durante 18 meses de incubación. Esta última característica de la hojarasca ya había sido propuesta como un buen índice para predecir la tasa de descomposición (MELILLO y col., 1982). Ni %lignina ni %N muestran relaciones significativas con las pérdidas de materia orgánica, a pesar de la reconocida importancia en el proceso de descomposición.

La correlación conjunta de los datos de las cuatro especies puede poner de manifiesto el efecto de algún elemento o característica de la hojarasca ausente a nivel intraespecífico. Así por ejemplo, en el caso del roble se observan correlaciones significativas entre pérdida de materia orgánica, sólo a los 18 meses, con %Mg, C/N y lignina/N. Por eso, parece necesario estudiar las correlaciones a nivel intraespecífico, si bien hay que tener en cuenta el pequeño número de muestras y que algunas de las características de las hojarascas están correlacionadas entre sí de distinta forma según la especie. Como la significación de las correlaciones disminuye con el tiempo sólo se consideran los resultados correspondientes a los 6 primeros meses de incubación (Tabla 3).

En el caso del roble no se encuentran correlaciones significativas en ningún caso aunque los coeficientes de correlación entre pérdida de materia orgánica a los 3 meses y %N, %P, %Na y %K iniciales son elevados. Los tres últimos elementos están correlacionados positivamente entre sí y de forma negativa con el %lignina, por lo que no sorprenden los elevados valores de los coeficientes de correlación negativos entre pérdida de materia orgánica y %lignina y lignina/N.

Con respecto al eucalipto se encuentran dos relaciones no esperadas: una, positiva, entre pérdida de materia orgánica a los 3 meses y %Al inicial y la otra, unacorrelación negativa entre %N foliar y pérdida de materia orgánica a los 6 meses. Estos hechos obedecen a la presencia de una hojarasca muy rica en Al, cationes y N (B en tabla 2) que sufre fuertes pérdidas de materia orgánica. Al eliminar este dato se observan correlaciones positivas con %K y %Mg y una negativa con el %lignina, mientras la relación con el %Al foliar se hace negativa, tal y como se esperaría de este elemento.

Las pérdidas de materia orgánica de las acículas de *P. pinaster* están altamente correlacionadas con %Ca, %Mg, %bases, %cenizas, %P y pH, variables correlacionadas entre sí de forma positiva en mayor o menor medida. También se observa una correlación positiva con el %N inicial, que se refleja igualmente en las correlaciones negativas entre pérdida de materia orgánica y C/N y lignina/N iniciales.

En cuanto a *P. radiata*, la mayoría de los coeficientes de correlación son negativos. Un análisis detallado de las hojarascas utilizadas revela que la que sufre mayor pérdida de materia orgánica es la que presenta las características menos favorables para la descomposición: menor %P, bases y cenizas (E en Tabla 2).

A la vista de estos resultados se puede decir que *P. pinaster* es la especie para la que se registra mayor número de correlaciones significativas. Sin embargo la composición química inicial de sus acículas es muy similar a la de *P. radiata*, al igual que sus tasas de descomposición. Cuando se compara la composición química de las hojarascas entre sí y con las características de los suelos en que se incuban, sí parece existir alguna relación entre éstas y las pérdidas de materia orgánica.

- *Efecto conjunto de las composiciones químicas inicial de la hojarasca y del suelo en que se realiza la incubación.* Las hojas de las frondosas tienen concentraciones foliares de N superiores al 0.7% y los suelos de incubación respectivos, más del 1% de N, cantidades suficientes, al parecer, para no tener efecto significativo en la tasa de descomposición. Los %N

foliares son muy similares en las dos especies de pinos pero sólo en *P.pinaster* se encuentra una relación significativa con la pérdida de materia orgánica a los tres meses de incubación. Los datos de suelo indican la pobreza en %N edáfico (0.5%) bajo *P.pinaster* en comparación con el suelo de *P.radiata* (0.7%), por lo que podría adquirir así más importancia el contenido de N foliar en la tasa de pérdida de materia orgánica, haciéndose significativa la relación entre los dos parámetros.

A nivel intraespecífico sólo *P.pinaster* presenta correlaciones negativas y significativas entre las relaciones C/N y lignina/N iniciales y la pérdida de materia orgánica (6 meses). Podrían ser debidas a los bajos valores de N foliar inicial más que a la existencia de efecto real de dichas relaciones sobre la descomposición.

En cuanto al Fósforo, también está correlacionado positivamente con las pérdidas de materia orgánica de *P.pinaster* durante los seis primeros meses. Coinciden también en esta parcela un nivel de P asimilable por debajo del límite de detección (como bajo *P.radiata*) y el menor valor medio de P foliar de las cuatro especies (0.02%).

Sodio y potasio son elementos muy móviles en el sistema y no suelen limitar el proceso de descomposición, por lo que la relación positiva entre pérdida de materia orgánica en eucalipto a los 3 meses y %K inicial es difícil de explicar. Además, el %K foliar de esta especie es relativamente elevado (0.14-0.48%) y el valor de K de cambio es el más elevado de los cuatro suelos (0.85 meq/100g).

Tampoco el Magnesio suele aparecer como limitante de la descomposición, pero en este estudio se han encontrado correlaciones significativas entre concentración inicial y pérdida de materia orgánica a los 3 meses de incubación en *P.pinaster*. Este efecto positivo del Mg puede obedecer a su escasez en el suelo, como ya se ha observado para otros elementos.

El Calcio es el elemento que más contribuye a la suma de bases de la hojarasca, presentando ambas características correlaciones positivas con la pérdida de materia orgánica a los 3 y 6 meses en *P.pinaster*. Los porcentajes de ambas variables son elevados en las hojas de las frondosas (%Ca: 0.4-1.6%; %bases:1.55-2.4%), por lo que no se comportarían como limitantes. Las acículas de los pinos presentan valores muy similares entre sí, tanto en %Ca (0.2-0.7) como %bases (0.3-1.1), pero de nuevo es el suelo de *P.pinaster* el más pobre en Ca y bases de cambio. Estas relaciones se reflejan también en una correlación significativa entre el pH inicial de la hojarasca y la pérdida de materia orgánica (3 meses).

CONCLUSIONES

Para el conjunto de las hojarasca se encuentran correlaciones significativas entre algunas características iniciales de la hojarasca y las pérdidas de materia orgánica durante los primeros meses de incubación, pero la significación no se mantiene a nivel intraespecífico.

La importancia de un elemento o característica inicial de la hojarasca decae, en general, con el tiempo (excepto lignina/N) y depende de la cantidad inicialmente presente en la hojarasca y/o en el suelo: parece adquirir mayor importancia si es escaso en el suelo en que se realiza la incubación, como en el caso de *Pinus pinaster*.

BIBLIOGRAFIA

BERG, B, H. STAAF Y B. WESSÉN (1987). Decomposition and nutrient release in needle litter from nitrogen-fertilized Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands. Scand.J.For.Res.,2:399

GARCÍA ARRESE, A.M. Y MACÍAS, F. (1992). Liberación de nutrientes durante las fase iniciales de descomposición de restos vegetales de diferentes especies en algunos medios de Galicia. III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Pamplona.

GARCÍA ARRESE, A.M. Y F. MACÍAS. (1993). Incorporación de nutrientes a través de la hojarasca en sistenas forestales. Congreso Forestal Español. Lourizán. POncias y Comunicaciones, 1:387.

GUTIÁN, F Y T. CARBALLAS (1976). Técnicas de análisis de suelos. Pico Sacro. Compostela.

KEENEY, D.R. Y M. BREMNER (1966). Comparison and evaluation of laboratory methods of obtaining an index of soil nitrogen availability. Agron. J., 58:498.

MELILLO, J.M. , J. ABER Y J.F. MURATORE (1982). Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. Ecology, 63:621.

TEENEY F. Y S. WAKSMAN (1929). Composition of natural organic materials and their decomposition in soil. IV The nature and rapidity of decomposition and the various organic complexes in different plant materials under aerobic conditions. Soil Sci., 28:55.

t (meses)	Roble (n=5)		Eucalip. (n=6)		P.pinaster (n=6)		P.radiata (n=4)	
	3	6	3	6	3	6	3	6
%N	0.771	0.638	-0.593	-0.801	0.871 ¹	0.869	-0.782	-0.316
C/N	-0.696	-0.479	0.343	0.671	-0.911 ¹	-0.890 ¹	0.783	0.317
%P	0.831	0.053	0.140	-0.465	0.824 ¹	0.907 ¹	-0.251	-0.729
%cenizas	0.001	-0.501	0.582	0.288	0.443	0.752	-0.929	-0.913
%Ca	-0.042	-0.460	0.398	0.214	0.846 ¹	0.924 ¹	-0.717	-0.307
%Mg	-0.665	-0.570	0.894 ¹	0.652	0.839 ¹	0.786	-0.102	-0.627
%Na	0.851	-0.165	0.590	0.572	0.052	0.704	-0.028	-0.567
%K	0.785	-0.286	0.974 ²	0.401	0.349	0.642	-0.442	0.085
%bases	0.415	-0.687	0.702	0.320	0.862 ¹	0.982 ³	-0.528	0.491
%Al	0.312	-0.410	0.804	0.394	-0.537	-0.179	-0.906	-0.236
pH	0.732	-0.465	0.450	0.302	0.943 ²	0.812 ¹	-0.414	-0.833
%lignina	-0.859	0.368	-0.772	-0.984 ³	0.722	0.350	0.622	0.931
lignina/N	-0.835	-0.227	0.067	0.213	-0.756	-0.924 ²	0.742	0.260

Tabla 3. Coeficientes de correlación entre pérdidas de materia orgánica y composición química inicial de las hojarascas (1:p<5%; 2:p<1%; 3:p<0.1%; n= n° muestras).

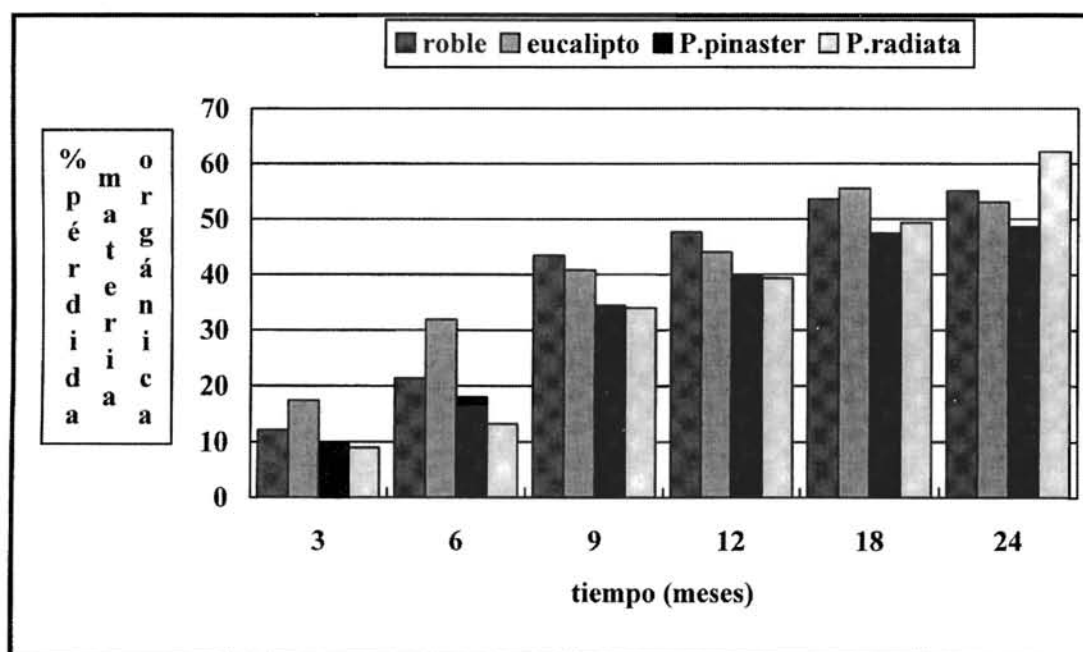


Figura 1. Valores medios de pérdida de materia orgánica acumulada (en porcentaje respecto a la cantidad inicial). Barras de un mismo tiempo de incubación con la misma letra no son significativamente diferentes (p< 5%).

	pH	%C	%N	C/N	P	Ca	Mg	Na	K	S	Al	CiCe	%Al
Q	4.1	17.3	1.08	16.0	26.6	0.79	1.48	0.23	0.57	3.07	2.3	15.40	80.1
Eu	3.8	27.9	1.41	19.8	25.3	1.69	1.90	0.54	0.85	4.98	0.5	15.5	68.0
Pr	4.7	12.8	0.73	17.5	0.0	1.01	1.05	0.32	0.29	2.67	7.1	9.8	72.7
Pp	4.6	8.9	0.48	18.6	0.0	0.37	0.29	0.37	0.25	1.29	7.0	8.3	84.4

Tabla 1. Características de los suelos desarrollados sobre esquistos.

	%cen	%C	%N	%P	%Ca	%Mg	%Na	%K	%Al	%lign	lign/N	pH	C/N
ROBLES													
E	3.2	52.0	1.33	0.09	0.53	0.11	0.05	0.19	nd	41.5	31.1	nd	39
A	5.5	51.1	1.33	0.03	1.14	0.15	0.02	0.08	0.02	50.4	37.8	4.5	38
C	2.6	54.1	1.22	0.01	0.46	0.31	0.02	0.06	0.02	53.4	43.9	3.7	45
G	4.5	51.6	1.26	0.05	0.84	0.14	0.02	0.11	0.02	51.3	40.8	4.2	41
Pz	2.1	53.3	1.32	0.03	0.38	0.10	0.02	0.05	0.02	54.6	39.2	3.7	38
PINUS PINASTER													
E	1.7	53.9	0.48	0.01	0.33	0.10	0.02	0.17	0.03	40.1	93.1	4.4	113
Pz	1.1	54.2	0.67	0.01	0.28	0.14	0.03	0.03	0.02	45.7	76.8	4.3	81
A	2.2	53.9	0.62	0.02	0.55	0.12	0.01	0.02	0.01	54.1	98.6	4.7	87
C	2.8	53.4	1.28	0.04	0.73	0.17	0.03	0.18	0.03	56.6	49.5	5.1	42
G	1.1	54.1	0.43	0.01	0.22	0.06	0.01	0.01	0.05	51.4	132.1	4.0	126
B	3.3	53.3	0.47	0.02	0.51	0.05	0.03	0.03	0.09	48.4	115.2	4.1	114
PINUS RADIATA													
A	2.9	52.9	0.50	0.04	0.62	0.12	0.04	0.26	0.03	48.8	106.9	4.5	106
G	1.7	53.7	0.63	0.04	0.47	0.08	0.02	0.11	0.06	52.1	91.3	4.1	86
E	1.5	53.0	0.52	0.03	0.22	0.08	0.02	0.06	nd	51.9	99.8	nd	102
B	3.9	51.5	0.77	0.04	0.49	0.12	0.02	0.11	0.11	49.7	73.4	nd	67
EUCALIPTO													
E	3.4	58.8	1.12	0.05	0.90	0.10	0.06	0.14	0.02	55.7	49.6	nd	52
A	7.1	56.0	0.91	0.03	1.18	0.16	0.05	0.26	0.01	44.6	48.8	4.6	61
Pz	2.4	57.8	0.99	0.04	0.52	0.12	0.10	0.17	0.02	44.3	45.0	4.1	59
C	5.0	56.6	0.73	0.00	1.46	0.14	0.07	0.17	0.02	46.8	64.3	4.2	78
G	4.5	57.1	1.09	0.03	1.26	0.11	0.07	0.17	0.03	53.9	49.5	4.3	53
B	6.2	53.3	0.81	0.03	1.59	0.20	0.11	0.48	0.06	43.1	50.4	4.3	66

Tabla 2. Composición inicial de la hojarasca (%lign: %lignina; %cen: %cenizas; nd: no determinado).