



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-474

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Evolución de la descomposición de mantillo de *Pinus canariensis* a lo largo de una cronosecuencia de incendios en la isla de La Palma

MORALES MORALES G.¹, MÉNDEZ HERNÁNDEZ J.¹, GALLARDO A.²,
FERNÁNDEZ-PALACIOS J.M.¹

¹ Grupo de Ecología y Biogeografía Insular, Universidad de La Laguna

² Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales de la Universidad Pablo de Olavide

Resumen

Se estudió el efecto que produce un incendio forestal en el mantillo de un ecosistema de *Pinus canariensis* a lo largo de una cronosecuencia de incendios (1987, 1990, 1994, 1998, 2000 y 2005, además de una zona control no quemada en al menos 50 años). Para cada incendio se colocaron cuatro parcelas de 25 x 25 m², exceptuando el año 1987 con dos parcelas, el 1990 con tres y el 2000 con siete. El trabajo se llevó a cabo en la isla de La Palma (Islas Canarias) durante tres años y medio en el periodo comprendido entre octubre de 2004 y febrero de 2008. Se comparó entre los distintos incendios la pérdida de peso, la constante de descomposición (K), y la concentración de nitrógeno y fósforo a lo largo de la descomposición. Para ello se usó el método de las bolsas de descomposición (*litterbags*) introduciéndose en cada una de ellas 5 g de pinocha recogida del suelo, además de bolsas con el mismo peso de celulosa en cada una de las parcelas como control. A medida que pasa el tiempo se observa una pérdida de peso significativa, que varía entre el 46% en la zona control frente al 69% en el incendio del año 2005. También se aprecia un incremento en la constante de descomposición a medida que nos alejamos de la fecha del incendio. El N y P siguen caminos dispares, mientras que el primero en general tiende a ser inmovilizado en el mantillo a lo largo de toda la cronosecuencia, el fósforo tiende a ser mineralizado en cada uno de los años de estudio independientemente del tiempo que pasa desde el incendio. A medida que se va recuperando el ecosistema tras el incendio, la descomposición del mantillo se hace más patente. Nuestros resultados sugieren que el nitrógeno actúa como un nutriente limitante por lo que los microorganismos tienden a su inmovilización. Sin embargo, el fósforo tiende a ser mineralizado rápidamente puesto que juega un papel menos limitante en este tipo de ecosistemas.

Palabras clave

Pinus canariensis, incendio, mantillo, descomposición, nitrógeno, fósforo.

1. Introducción

La descomposición de la materia orgánica es un proceso fundamental en los ecosistemas, mediante el cual los nutrientes esenciales retenidos en los restos vegetales se liberan al suelo. En ausencia de fuegos, los procesos de descomposición se producen mayoritariamente mediante agentes biológicos que liberan los nutrientes lentamente. Sin embargo, cuando una zona se ve afectada por un incendio, el fuego actúa como un descomponedor instantáneo, produciendo tanto una liberación de nutrientes (NEARY *ET AL.* 2005) como una pérdida de materia orgánica. Esta pérdida puede ir desde la eliminación de nutrientes por evaporación o la formación de carbón, hasta llegar incluso a su completa oxidación, en función de la severidad del fuego (CERTINI 2005). Estos cambios en la dinámica del mantillo pueden influenciar los patrones de disponibilidad de nutrientes y productividad de la zona a largo plazo (HEIKE 2007).

En ecosistemas insulares maduros, como es el caso del pinar canario estudiado, la ausencia de grandes herbívoros hace que la mayoría de la producción primaria neta pase a formar parte del mantillo del suelo, generándose un gran acúmulo de materia orgánica en relativamente poco tiempo. Al ser el pinar un ecosistema adaptado al fuego, es de esperar que el sistema de descomposición también esté adaptado a los incendios, haciendo que los factores que intervienen en otros ecosistemas menos especializados tengan un menor peso a la hora de descomponer la materia orgánica.

2. Objetivos

El objetivo de este estudio es evaluar, por un lado, el efecto del fuego en la descomposición del mantillo de acículas de pino (pinocha) en cuanto a la pérdida de peso se refiere, y por otro lado, estudiar la dinámica que siguen el nitrógeno y el fósforo durante el proceso de descomposición, a lo largo de una cronosecuencia de incendios.

Las hipótesis de partida son: 1) La pérdida de peso del mantillo será mayor a medida que pase el tiempo desde el incendio; 2) La constante de descomposición será mayor en la zona con incendios menos recientes; 3) La concentración de nitrógeno será menor a medida que pasa más tiempo desde el incendio y 4) La concentración de fósforo será similar a lo largo de toda la cronosecuencia de incendios.

3. Metodología

El trabajo se realizó en La Palma (Islas Canarias), donde se ha montado la siguiente cronosecuencia de incendios: Control – 1987 – 1990 – 1994 – 1998 – 2000 – 2005. A lo largo del área de estudio, se colocaron un total de 27 parcelas cuadradas de 25 m de lado, estas parcelas fueron situadas de una manera dirigida para garantizar la representación de dos exposiciones, sotavento y barlovento, y dos pendientes, parcelas llanas o inclinadas. En la tabla 1 se recogen las principales características de cada una de las parcelas así con el número de ellas colocadas en cada incendio.

Tabla 1. Ubicación y características generales de las parcelas

Parcela	Localidad	Coordenadas UTM (28R)	Exp.	Pendiente (%)	Edad (K años)	Altitud (m)
Control A	M.Quemada	0221924/3170465	Bv	11	0.5-20	1.125
Control B	M.Quemada	0221965/3169908	Bv	57	0.5-20	1.140
Control C	M.Quemada	0221962/3170254	Sv	12	0.5-20	1.115
Control D	M.Quemada	0222144/3169800	Sv	38	0.5-20	1.150
1987 A	La Barquita	0221517/3167587	Bv	39	< 20	1.640
1987 B	La Barquita	0221941/3166975	Sv	39	< 20	1.610
1990 A	Llano de los Ejes	0220522/3164017	Bv	8	0.5-20	1.252
1990 B	Mendo	0221115/3159652	Bv	44	0.5-20	1.290
1990 D	Mendo	0220941/3163285	Sv	31	0.5-20	1.260
1994 A	Ref. Puntallana	0224397/3182641	Bv	16	400-800	1.800
1994 B	Ref. Puntallana	0224420/3180460	Bv	27	400-800	1.827
1994 C	Ref. Puntallana	0224357/3181828	Sv	14	400-800	1.860
1994 D	Ref. Puntallana	0224324/3181754	Sv	37	400-800	1.850
1998 A	Pista el Cabrito	0223256/3160190	Bv	27	20-125	1.170
1998 B	Pista el Cabrito	0223848/3161753	Bv	41	20-125	1.138
1998 C	La Barquita	0221903/3166932	Sv	23	20-125	1.630



1998 D	Laderas del Gallo	0221072/3168132	Sv	35	20-125	1.330
2000 A	Lomo de la Ciudad	0213887/3187821	Bv	16	400-800	1.170
2000 B	Lomo de la Ciudad	0213936/3187756	Bv	38	400-800	1.180
2000 C	Lomo de la Ciudad	0213851/3187723	Sv	7	400-800	1.180
2000 D	Lomo de la Ciudad	0213962/3187660	Sv	32	400-800	1.162
2000 E	Pista de Machín	0214103/3186258	Bv	43	400-800	1.470
2000 F	Pista de Machín	0214220/3186060	Bv	36	400-800	1.524
2000 G	Pista de Machín	0214304/3186077	Bv	24	400-800	1.557
2005 A	Lomo del Lance	0215340/3187045	Bv	54	400-800	1.513
2005 B	Lomo del Lance	0215381/3186949	Bv	38	400-800	1.555
2005 C	Lomo del Lance	0215084/0215084	Bv	39	400-800	1.464

El estudio se llevó a cabo mediante el método de las bolsas de hojarasca (*litterbags*), ya que desde un punto comparativo es el más adecuado, por ser fácilmente estandarizable y por ser el más empleado en estudios de descomposición de hojarasca (GALLARDO, 2001).

Para ello se tomaron 5 g de pinocha (acículas de *Pinus canariensis*) recién caída y se introdujeron en bolsas de 15 m x 15 cm hechas de nylon con una luz de malla de 2 mm. Además, para realizar los controles se utilizó papel de filtro con un peso conocido que fue introducido en el mismo tipo de bolsas. Se distribuyeron al azar 6 filas de bolsas en cada parcela de estudio, dividiéndose éstas en 3 filas de pinocha y 3 de control. Cada fila se compuso de 8 bolsas de descomposición colocándose, por tanto, un total de 48 bolsas de nylon en cada parcela. Las bolsas se situaron justo debajo de la pinocha en contacto con el suelo. La recogida del material se realizó cada 3 meses levantando la pinocha e introduciéndolas dentro de bolsas plásticas (*ziplock*) para su posterior traslado al laboratorio. Una vez aquí, las bolsas se secaron en estufa a 35° C hasta peso constante. La diferencia entre el peso inicial y el peso seco final es el valor en términos absolutos de la descomposición de mantillo ocurrida en ese intervalo de tiempo. No obstante, y para estandarizar los valores de las distintas muestras, se obtuvieron los porcentajes de la descomposición, en función del peso inicial medido. Para el cálculo de la constante de descomposición (*k*) se utilizó el modelo exponencial simple por ser el más utilizado, donde la comparación de las tasas de descomposición se suelen realizar mediante la comparación de la constante *k* de la ecuación exponencial:

$$W_t = W_0 e^{-kt}$$

donde W_t y W_0 son el peso del material a descomponer en el tiempo t y en tiempo 0, k la constante de descomposición (en unidades años⁻¹) y t el tiempo en años (GALLARDO, 2001).

Para el análisis de N y P se utilizó el método colorimétrico del azul de indofenol (KEMPERS Y KOK 1989; SIMS ET AL. 1995) habiendo hecho previamente una digestión del material vegetal.

Los datos fueron analizados mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis, debido a que no presentaban las características de homocedasticidad y normalidad que requieren los tests paramétricos. Posteriormente se les aplicó un test post-hoc mediante la prueba exacta del test de Monte Carlo para probar las diferencias entre las distintas fechas de incendios. Para ello se utilizó el programa estadístico SPSS v. 15.0.

4. Resultados

La máxima diferencia en cuanto a la pérdida de peso en las bolsas de mantillo, se da entre los incendios del 2000 y 2005, con un 72,07% y un 69,34% de peso remanente respectivamente, y la zona control, con un 46,46 % de peso remanente. Aparece un gradiente al cabo de los dos años donde se observa que a medida que nos alejamos de la fecha del incendio hay una mayor descomposición del mantillo. Sin embargo, en las bolsas de celulosa, la pérdida de peso es más dispar según los incendios, pero se observa como el menor peso remanente se obtiene en el año 2005 contrariamente a lo que sucede con el mantillo (Fig. 1).

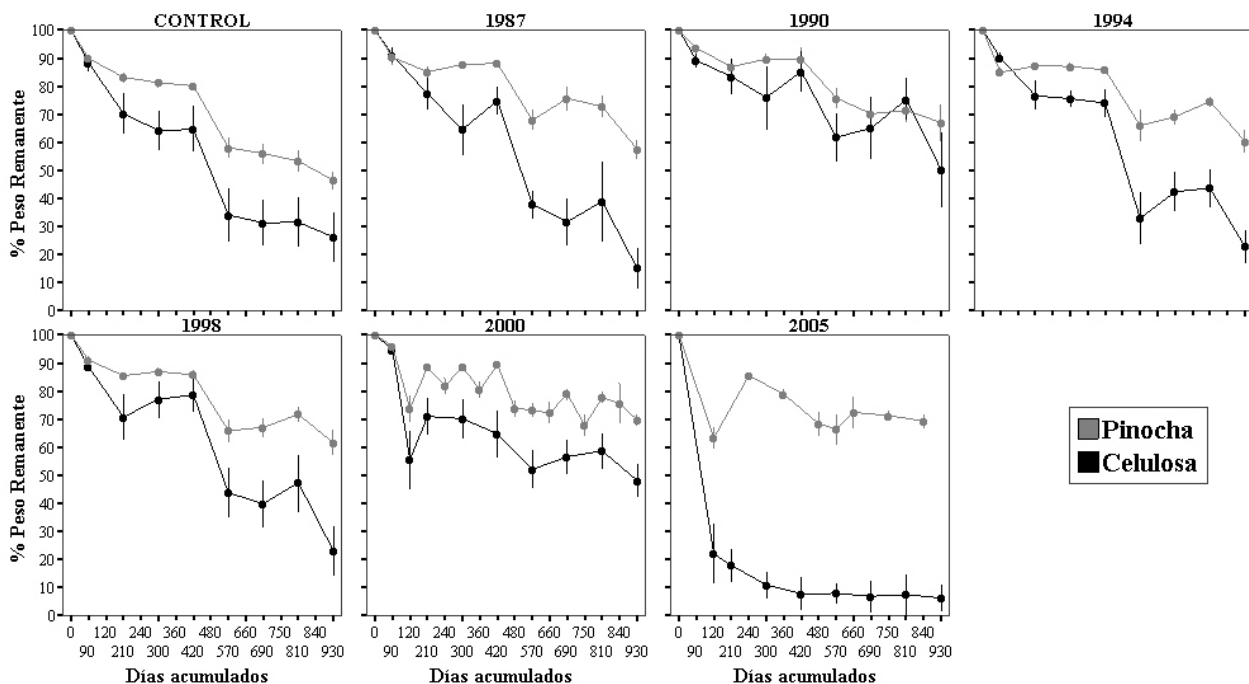


Figura 1. Media del porcentaje de peso remanente en cada uno de los años de incendio a lo largo de los 930 días de recogida acumulados.

El porcentaje de nitrógeno que queda con respecto al inicial a lo largo del periodo de estudio es mayor que el de fósforo en todas las fechas de incendios (Fig. 2). Justo después del incendio hay un aumento de la concentración de nitrógeno en las acículas en descomposición para luego a medida que pasa el tiempo ir estabilizándose hasta alcanzar valores similares a los de los demás años de incendio, aunque superando los valores obtenidos en el tiempo cero. Se observa como a medida que pasa el tiempo desde el incendio, los valores de nitrógeno van siendo similares, con ligeros aumentos o descensos debido a otros factores no relacionados con el incendio.

En cuanto a los valores de fósforo, éstos se mantienen en rangos similares a lo largo de la cronosecuencia, llegando incluso a estabilizarse en torno al 50 % a los dos años y medio.

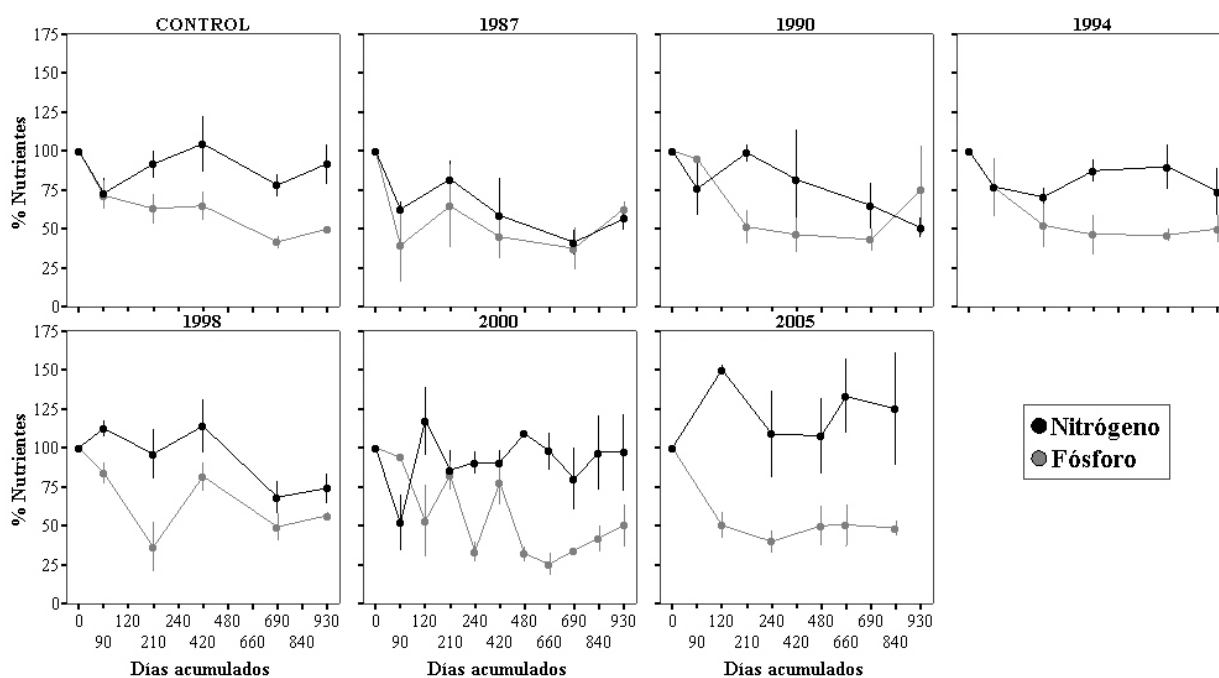


Figura 2. Media de los porcentajes de nitrógeno y fósforo que queda con respecto al inicial para las acículas en descomposición en los distintos años de incendio a lo largo de los días de recogida acumulados.

La constante de descomposición, k , durante el tiempo de estudio, es mayor en las bolsas de celulosas (0,84) de máxima en el año 1994 que en las bolsas de mantillo (0,39) de máxima en el control (Tabla 2). En la pinocha aparece un gradiente que va de mayor a menor velocidad de descomposición a medida que el incendio es menos reciente, sin embargo en las bolsas de celulosa la k es más constante, no observándose diferencias significativas entre los incendios.

Tabla 2. Media y desviación típica, de la tasa de descomposición y el porcentaje de peso remanente de las bolsas de pinocha y de celulosa a los dos años y medio de estudio.

Año incendio	k años ⁻¹		% Peso remanente	
	pinocha	celulosa	pinocha	celulosa
control	0,39 ± 0,11	0,70 ± 0,51	46,46 ± 10,11	26,19 ± 29,79
1987	0,28 ± 0,07	0,63 ± 0,20	57,47 ± 8,65	15,09 ± 18,39
1990	0,22 ± 0,16	0,58 ± 0,40	67,03 ± 19,58	50,16 ± 38,62
1994	0,26 ± 0,10	0,84 ± 0,40	60,33 ± 13,02	22,82 ± 20,94
1998	0,25 ± 0,11	0,47 ± 0,16	61,57 ± 13,73	23,14 ± 23,78
2000	0,17 ± 0,09	0,46 ± 0,58	72,07 ± 13,67	48,10 ± 27,54
2005	0,19 ± 0,06	0,73 ± 0,43	69,34 ± 7,49	6,17 ± 14,34

5. Discusión

Al igual que en estudios similares llevados a cabo en otros ecosistemas (MONLEÓN Y CROMACK, 1996), al principio, la descomposición del mantillo, se produce muy rápidamente en la zona recién quemada, pero luego esta tendencia se revierte, siendo mayor la pérdida de peso en los incendios más antiguos. La constante de descomposición (k) del mantillo a lo largo del tiempo de estudio, es menor en la zona quemada que en la zona control, 0,19 y 0,39 respectivamente. Sin embargo, en el caso de las bolsas control (celulosa) ocurre lo contrario, la k es algo mayor en la zona quemada 0,73 frente a 0,70 en la zona control, lo que puede indicar una mayor demanda de carbono por parte de los microorganismos en las zonas quemadas. El hecho de que el incendio elimine toda la cubierta vegetal, hace que se incremente la temperatura y que se alternen ciclos húmedos y secos en el suelo, aumentando la actividad microbiana (MILL Y FEY 2004), haciéndose patente que las condiciones ambientales juegan un papel importante en los primeros estadios de la descomposición donde se elimina la materia más lábil.

La liberación del nitrógeno y del fósforo del mantillo siguen patrones diferentes, mientras que el nitrógeno se acumula en el mantillo, el fósforo se libera de la pinocha. Este patrón ha sido observado en otros estudios sobre quemas prescritas en pinares de *Pinus ponderosa* en Oregón, (MONLEÓN Y CROMACK, 1996; COCHRAN, 1978). Este patrón sugiere que la descomposición está más limitada por el N que por el P, por lo que el N es inmovilizado por los microorganismos de suelo, mientras que el fósforo es liberado al medio.

6. Conclusiones

Las tasas de descomposición varían dependiendo del tiempo transcurrido tras un incendio. Estos cambios dependen del tipo de material a descomponer. La celulosa se descompone más rápidamente en zonas quemadas, mientras que la pinocha lo hace de forma más lenta.

Nitrógeno y Fósforo siguen dinámicas opuestas a lo largo de la descomposición. El nitrógeno es inmovilizado en la pinocha por los microorganismos, mientras que el fósforo es liberado, sugiriendo un mayor déficit de N en los suelos de los pinares canarios.

Aunque la recuperación total de la descomposición puede llevar más de 50 años, los cambios producidos inmediatamente después del fuego generan una pérdida de nutrientes debido a la quema del mantillo. Sin embargo, a corto plazo hay una mayor liberación de nitrógeno, factor limitante de este tipo de ecosistema, que puede favorecer la regeneración de los organismos.

7. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado mediante un convenio de colaboración entre el Cabildo Insular de La Palma y la Universidad de La Laguna. Queremos agradecer especialmente a Félix Medina su ayuda en el apoyo logístico, a Jorge Durán y Alexandra Rodríguez por hacer más amenas las campañas de muestreo y también agradecer al resto de personas que ha colaborado en el trabajo de campo.

8. Bibliografía

- CERTINI, G.; 2005. Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecol.* 143 1–10
- COCHARN, P.H.; 1978. Response of a pole-size ponderosa pine stand to nitrogen, phosphorus, and sulfur. *USDA For. Serv. Res.* 319 8.
- DANIEL G. NEARY, KEVIN C. RYAN, LEONARD F. DEBANO, JOHANNA D. LANDSBERG, JAMES K. BROWN; 2005. Introduction. En: NEARY DANIEL G.; RYAN KEVIN C.; DEBANO, LEONARD F. (eds.): Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water. pp.1-17. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol.4. Ogden, UT: U.S.
- HEIKE K.; 2007. How does fire affect the nature and stability of soil organic nitrogen and carbon? A review. *Biogeochem.* 85 91–118
- KEMPERS, A. J.; KOK, C. J.; 1989. Re-examination of the determination of ammonium as the indophenol blue complex using salicylate. *Anal Chim Acta* 221 147-155
- SIMS, G. K.; ELLSWORTH, T. R.; MULVANEY, R. L.; 1995. Microscale determination of inorganic nitrogen in water and soil extracts. *Soil Sci. and Plant Anal.* 26 303-316.
- GALLARDO, A.; 2001. Descomposición de hojarasca en ecosistemas mediterráneos. En: ZAMORA, R.; PUGNAIRE, F.I. (eds.) Ecosistemas mediterráneos. Análisis funcional, pp. 95–124. Textos Universitarios 32, AEET-CSIC, Madrid, ES.
- MILL, A.J., FEY, M.V.; 2004. Frequent fires intensify soil crusting: physicochemical feedback in the pedoderm of long-term burn experiments in South Africa. *Geoderma* 121 45–64.
- VICENTE J. MONLEON, KERMIT CROMACK JNR.; 1996. Long-term effects of prescribed underburning on litter decomposition and nutrient release in ponderosa pine stands in central Oregon. *For. Ecol. Manage.* 81 143-152.