

DINÁMICA DE LA BIOMASA MICROBIANA EN UN ÁREA FORESTAL INCENDIADA DEL SISTEMA CENTRAL

M.T. IGLESIAS, I. WALTER

Dpto. Uso Sostenible del Medio Natural. INIA. Apdo. de Correos 8111. 28080 Madrid

email: iglesias@inia.es

RESUMEN

Se estudió la dinámica de la biomasa microbiana de un área incendiada del Sistema Central (Madrid). Se efectuaron 4 muestreos, a los 2, 8, 16 y 22 meses de producirse el incendio, que coinciden con el otoño y la primavera de cada año y a una profundidad de 0-5 cm en suelos bajo roble y enebro. Como control, se tomaron 2 muestras de suelo bajo la cobertura vegetal en las fechas mencionadas y a la misma profundidad de una zona vecina no afectada por el fuego y de características similares a la incendiada.

Se determinó el C y P de la biomasa microbiana mediante el método de la Fumigación-Extracción y el N microbiano mediante el método de la Fumigación-Incubación. No se aplicó ningún factor de conversión.

En ambos tipos de vegetación y como consecuencia de la interacción suelo-ceniza y de la temperatura alcanzada, a los 2 meses, los valores de C microbiano son superiores en suelos bajo roble, lo que indica una mayor disponibilidad de C. En este mismo periodo de tiempo se obtienen valores negativos para el N y P microbiano, en ambos tipos de vegetación, hecho que puede ser debido a una inmovilización de N y P por parte de los microorganismos, y en el caso del P también a una precipitación de este elemento en el suelo. Con el paso del tiempo las diferencias entre los suelos afectados y sin afectar se atenúan.

P. C: Biomasa microbiana de C; biomasa de N, biomasa de P, incendio forestal.

SUMMARY

After a wildfire at Central System (Madrid), the dynamic of microbial biomass was studied in soils beneath *Quercus pyrenaica* and *Juniperus oxycedrus*. Soil samples were collected at 2, 8, 16 and 22 months after fire, and were taken in autumn and spring of each year. Adjacent unburned soil samples were taken as control soils.

Microbial biomass C and P were determined by Fumigation-Extraction method, and microbial biomass N by Fumigation-Incubation method. No conversion factor was used for the calculation of microbial biomass C, N and P.

Microbial biomass C increased 2 months after fire in soils beneath *Quercus*, due to a higher C disponibility. However negative values of microbial N and P was obtained, indicating microbial immobilization and also P readsorption. No differences between burned and control soils were observed with regard the time.

K. W.: Microbial biomass C; microbial N, microbial P; wildfire.

INTRODUCCIÓN

La biomasa microbiana puede actuar como un marcador ecológico en los ecosistemas alterados, y su determinación será de gran utilidad para evaluar el grado de perturbación (SMITH & PAUL, 1990). El efecto del incendio en la biomasa microbiana depende de varios factores como son: la duración del incendio, la temperatura alcanzada en el suelo, el tiempo transcurrido desde el incendio, y la supervivencia de los microorganismos después del impacto. La información acerca del efecto del fuego sobre las comunidades microbianas del suelo es escasa. FRITZE *et al* (1993) observan que los 2 primeros años después del incendio, la composición microbiana es diferente de la que se encontrará más adelante, el motivo es el cambio en la calidad del sustrato. Por ello el objeto de nuestro trabajo fue estudiar la dinámica de la biomasa microbiana para C, N y P a lo largo de 22 meses en suelos afectados por el fuego bajo dos coberturas diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las proximidades de Miraflores de la Sierra, Madrid (IGLESIAS *et al.*, 1996). Las características más relevantes de los suelos aparecen en la Tabla 1. Cuando se efectuó la toma de muestras no se eliminó la capa superficial de cenizas, mezclándose éstas con el suelo. Los suelos secados al aire se llevaron al 60% de la humedad de campo 48 horas antes de la determinación de las biomásas microbianas. La biomasa de C se determinó por el método de la Fumigación-Extracción (VANACE *et al.*, 1987). En el cual muestras sin fumigar y fumigadas con cloroformo, se agitaron durante 30 minutos con 0.5 M K_2SO_4 , pH 6.5-6.8. La determinación del C soluble se realizó por oxidación con 0.1 M K_2CrO_7 y valoración con 0.05 M $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$. La biomasa de P (BMP) se determinó según BROOKES *et al.*, 1984 por el método de la Fumigación-Extracción. El P en las muestras fumigadas y sin fumigar se extrajo con 0.5 M $NaHCO_3$ y el P en solución se determinó por colorimetría. Para la determinación de la biomasa de N (BMN), se empleó el método de la Fumigación-Incubación (JENKINSON & POWLSON, 1976). Se incubaron a temperatura y humedad controlada, muestras de suelo fumigadas y si fumigar durante 10 días, después de este periodo se efectuó la extracción del NH_4^+ con 1M KCl y una vez extraído se analizó por colorimetría. Las biomásas microbianas de C, P y N fueron halladas mediante las diferencias entre las muestras fumigadas y sin fumigar de C, P y N respectivamente, referidas a peso seco. No se emplearon factores de corrección (K_C , K_P y K_N).

Todos los datos fueron analizados estadísticamente utilizando un análisis de la varianza (ANOVA) y la comparación de las medias se realizó utilizando el test de Duncan para $P \leq 0.05$.

Tabla 1. Evolución de las principales características de los suelos afectados por el incendio (Q) y sin afectar (CR y CE).

Vegetación	Suelo	pH	C g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C/N	C. E dS cm ⁻¹	Ca cmol kg ⁻¹
Roble	CR	6.9	32.0	4.0	8	58.9.10 ⁻³	8.2
	2Q	7.3	50.0	5.0	10	176.2.10 ⁻³	19.3
	8Q	6.6	52.0	4.0	13	122.2.10 ⁻³	14.8
	16Q	6.9	65.0	4.0	16	115.2.10 ⁻³	22.2
	22Q	6.8	43.0	4.0	11	81.3. 10 ⁻³	15.7
Enebro	CE	6.1	36.0	3.0	11	57.6. 10 ⁻³	5.71
	2Q	7.3	52.0	5.0	10	165.1.10 ⁻³	17.6
	8Q	6.3	49.0	3.0	16	56.4.10 ⁻³	6.6
	16Q	6.0	59.0	3.0	20	63.8.10 ⁻³	6.6
	22Q	5.9	49.0	3.0	16	42.7.10 ⁻³	10.6

C.E.: Conductividad eléctrica a 25°C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como consecuencia del incendio hay ausencia casi total de cobertura vegetal, lo que origina mayor variación de temperatura y humedad del suelo, incidiendo positiva o negativamente en la biomasa microbiana.

El C extraíble aumenta significativamente tanto en las muestras sin fumigar como fumigadas (Tabla 2) a los 2 meses del incendio en suelos bajo roble y enebro, estos resultados concuerdan con los obtenidos por DÍAZ-RAVIÑA *et al.*, 1992. El incremento de C extraíble podría atribuirse a los carbohidratos producidos por la muerte y lisis de los microorganismos, así como a diversos procesos químicos, debido a la incorporación de las cenizas y restos de vegetales mas o menos carbonizados. A los 22 meses los valores se asemejan a los del suelo control. La BMC en suelos bajo enebro no experimenta cambios significativos durante el estudio como consecuencia del incendio (Figura 1). En

los suelos quemados bajo roble la BMC incrementa significativamente a los 2 meses del incendio, esto mismo fue observado por BAUHAUS *et al.*, (1993). Este incremento puede deberse a que el incendio fue de baja a moderada intensidad y que ha habido una inoculación y crecimiento de microorganismos presentes en los restos vegetales sin afectar por el fuego, bien porque sobrevivieron al incendio, o porque están mejor adaptados a la utilización de los compuestos piromórficos (PIETIKÄINEN & FRITZE, 1995).

Tabla 2. Valores medios de C, N y P, en muestras fumigadas y sin fumigar, en suelos afectados por el incendio (Q) y sin afectar (CR y CE) en las diferentes fechas de muestreo

Vegetación	Suelo	C mg kg ⁻¹		N-NH ₄ mg kg ⁻¹		P mg kg ⁻¹	
		F	SF	F	SF	F	SF
Roble	CR	352.95 c	284.02 bc	132.99 a	7.82 c	49.15 a	34.21 ab
	2Q	632.82 a	418.15 a	198.90 a	240.94 a	52.36 a	57.23 a
	8Q	466.20 b	357.50 abc	134.19 a	110.27 ab	43.48 a	48.85 ab
	16Q	500.68 b	374.98 ab	89.51 a	6.17 c	48.79 a	42.14 ab
	22Q	356.98 c	273.91 c	111.47 a	11.35 c	34.66 a	28.82 b
Enebro	CE	396.08 a	192.00 b	140.08 a	94.37 ab	28.15 a	23.16 b
	2Q	524.56 a	326.60 a	79.29 a	124.98 a	39.20 a	40.79 a
	8Q	337.15 a	158.21 b	74.89 a	9.71 c	27.42 a	22.03 b
	16Q	459.70 a	196.17 b	98.42 a	84.18 b	38.98 a	30.18 ab
	22Q	338.39 a	184.43 b	100.60 a	38.58 c	29.85 a	23.38 b

Valores medios seguidos por mismas letras no son significativamente diferentes a $P \leq 0.05$.

El N-NH₄⁺ aumenta significativamente a los 2 y 8 meses del incendio en los suelos sin fumigar bajo roble, disminuyendo a los 16 y 22 meses, donde presenta valores muy similares al suelo sin quemar. Esto concuerda con los resultados obtenidos por PIETIKÄINEN & FRITZE, 1995 y PRIETO-FERNÁNDEZ *et al.*, 1998; que atribuyen estos altos contenidos de N-NH₄⁺ unos meses después del incendio, a una activación en la mineralización de N. La concentración de N-NH₄⁺ en los suelos sin fumigar bajo enebro, aumenta a los dos meses del incendio para luego bajar, no alcanzando en ninguna fecha de muestreo los valores del suelo sin afectar. En los suelos fumigados no se observan diferencias significativas entre los suelos afectados y sin afectar, por el fuego, bajo ambas especies. La fumigación puede ocasionar la liberación de sustancias orgánicas que se descomponen fácilmente, sustancias que de otra manera serían inaccesibles al ataque microbiano, con lo cual puede haber una inmovilización del N mineral. La BMN presentan valores negativos a los 2 meses del incendio en suelos bajo roble y enebro (Figura 2), posiblemente la causa de esta disminución de N, es debido a su inmovilización por parte de los microorganismos que emplearían la biomasa microbiana muerta como fuente de C y energía (KLOPATEK *et al.*, 1990).

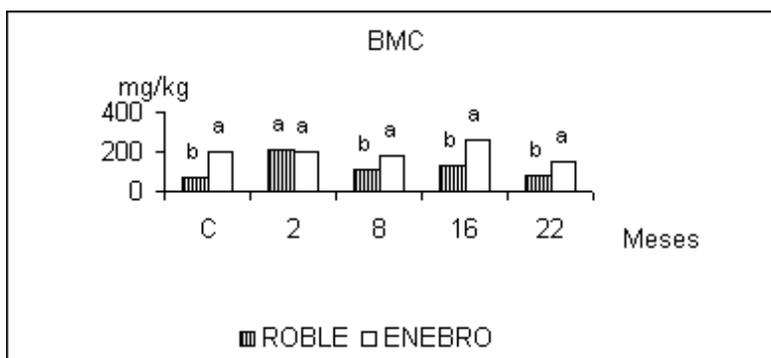
A los 2 meses del incendio, aumenta el contenido de P disponible en el suelo (Tabla 2) bajo roble y enebro, lo que posiblemente se puede atribuir a las cenizas que había en el suelo en el momento de muestreo, este incremento disminuye con el tiempo, alcanzando valores similares al control a los 22 meses del incendio. La concentración de P disponible no experimenta cambios significativos en los suelos fumigados quemados y sin quemar en las fechas muestreadas, para ambas especies. La BMP disminuye significativamente (Figura 3) a los 2 meses del incendio, siendo este descenso más acusado en suelos bajo roble. En el suelo bajo enebro a partir de los 2 meses comienza una recuperación de la BMP y mantendrá su valor prácticamente estable hasta los 22 meses. En cambio, la BMP en el suelo bajo roble todavía mantiene el valor negativo a los 8 meses del incendio, comenzando a dar valores positivos a partir de los 18 meses, manteniendo este valor de BMP más o

menos constante a partir de esa fecha. Los valores negativos obtenidos, pueden deberse principalmente a que el P liberado por los microorganismos debido a la fumigación es inmediatamente precipitado en forma de fosfatos cálcicos, ya que el Ca se encuentra en gran proporción en las cenizas (SAÁ *et al*, 1993), y/o inmovilizado por los microorganismos (CADEMENUM *et al*, 2000). Esto podría explicar el diferente comportamiento de la BMP bajo las 2 especies. El suelo bajo roble presenta mayor concentración de Ca que el suelo bajo enebro (Tabla 1) a los 8 meses del incendio y este puede ser el principal motivo de que la BMP sea negativa en esa fecha de muestreo.

CONCLUSIONES

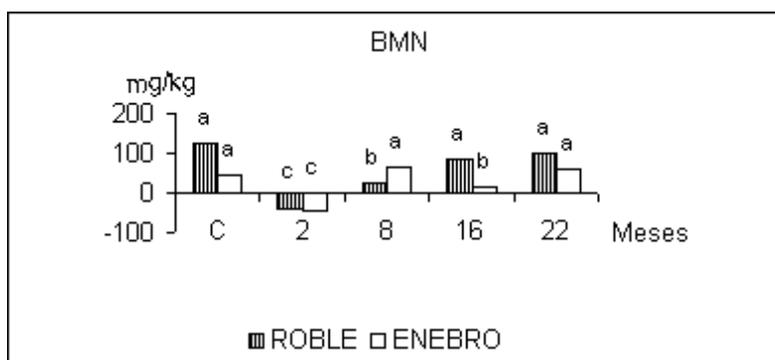
Como generalmente sucede en un incendio de estas características o sea de baja a moderada intensidad, a los 2 meses del incendio se observa, un incremento significativo de C extraíble, P disponible y N-NH₄⁺ extraído después de la incubación, en los suelos bajo roble y enebro. En las muestras fumigadas, con la excepción del N-NH₄⁺ bajo enebro, tiene lugar un incremento de C, N-NH₄⁺ y P, en este mismo periodo de tiempo y para ambas especies. La biomasa microbiana de N y P disminuye significativamente por debajo de los valores del suelo testigo correspondiente, debido a una inmovilización dentro de la biomasa microbiana, motivado por la elevada disponibilidad de C a los 2 meses del incendio, por parte del N y a una fijación por precipitación por parte del P liberado. El comportamiento diferencial entre los suelos bajo las diferentes especies con respecto al P disponible se debe principalmente a que el suelo bajo roble presenta más del doble en su contenido de Ca que el suelo bajo enebro.

La tendencia de ambos suelos quemados, es recuperar los valores del suelo sin quemar. Por lo general y dependiendo de la especie bajo la que se encuentran, las alteraciones observadas a los 2 meses, se atenúan a los 16 meses del incendio, como consecuencia de la incipiente recolonización vegetal y del crecimiento microbiano y toman valores similares a los testigos a los 22 meses del incendio.



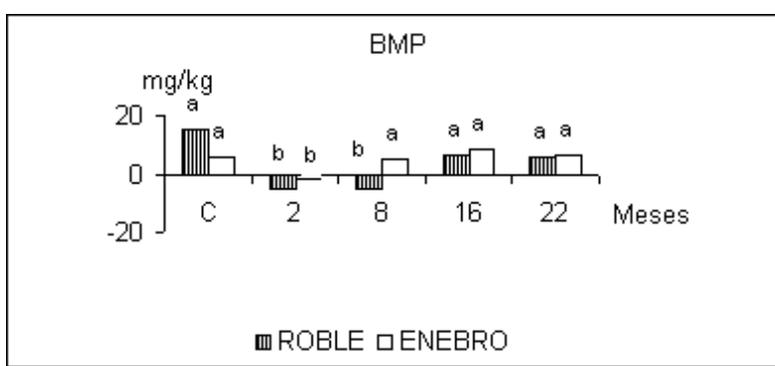
Valores medios seguidos con las mismas letras dentro de la misma especie no son diferentes significativamente ($P \leq 0.05$).

Figura 1: Biomasa microbiana de Carbono en el suelo sin quemar (C) y en las diferentes fechas de muestreo de los suelo quemados.



Valores medios seguidos con las mismas letras dentro de la misma especie no son diferentes significativamente ($P \leq 0.05$).

Figura 2: Biomasa microbiana de Nitrógeno en el suelo sin quemar (C) y en las diferentes fechas de muestreo de los suelo quemados



Valores medios seguidos con las mismas letras dentro de la misma especie no son diferentes significativamente ($P \leq 0.05$).

Figura 3 Biomasa microbiana de Fósforo en el suelo sin quemar (C) y en las diferentes fechas de muestreo de los suelo quemados.

BIBLIOGRAFÍA

- BAUHUS, J.; KHANNA, P.K.; RAISON, R.J. (1993). *The effect of fire on C and N mialization and nitrification in an Australian Forest soil*. Aust. J. Soil Res. 31: 621-639.
- BROOKES, P.C.; POWLSON; D.S.; JENKINSON, D.S. (1984) *Phosphorous in the soil microbial biomass*. Soil Biol. Biochem. 16: 169-175.
- CADE-MENUN. B.J.; SHANNON, M.B.; PRESTON, C.M.; LAVKULICH, L.M. (2000). *Phosphorous forms and related soil chemistry of podzolic soils on northern Vancouver Island. II. The effects of clear-cutting and burning*. Can. J. For. Res. 30: 1726-1741.
- DECKA, H.K.; MISRHA, R.R. (1983). *The effect of slash burnig on soil microflora*. Plant and Soil 73: 167-175.
- DIÁZ-RAVIÑA, M.; PRIETO, A.; ACEA, M.J.; CARBALLAS, T. (1992). *Fumigation-extraction method to estimate microbial biomass in heated soils*. Soil Biol. Bichem. 24: 259-264.
- FRITZE, H.; PENNANEN, T.; PIETIKÄINEN, J. (1993). *Recovery of soil microbial biomass and activity from prescribed burning*. Can. J. For. Res. 23: 1286-1290.

- IGLESIAS, M.T.; CALA, V.; WALTER, I.; GONZÁLEZ, J. (1996). *Efectos de un incendio forestal en suelos de la provincia de Madrid*. *Ecología* 10: 105-112.
- JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. (1976). *The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass*. *Soil Biol. Biochem.* 8: 167-177.
- KWARI, J.D.; BATEY, T. (1991). *Effect of heating on phosphate sorption and availability in some north-east Nigerian soils*. *J. Soil Sci.* 42: 381-388.
- PIETIKÄINEN, J.; FRITZE, H. (1995). *Clear-cutting and prescribed burning in coniferous forest: comparison of effects on soil fungal and total microbial biomass, respiration activity and nitrification*. *Soil Biol. Biochem.* 27: 101-109.
- PRIETO-FERNÁNDEZ, A.; ACEA, M.J.; CARBALLAS, T. (1998). *Soil microbial and extractable C and N after wildfire*. *Biol. Fertil. Soils* 27: 132-142.
- SAA, A.; TRASAR-CEPEDA, C.; GIL-SOTRES, F.; CARBALLAS, T. (1993). *Changes in soil P and phosphatase activity following forest fires*. *Soil Biol. Biochem.* 25: 1223-1230.
- SMITH, J.L.; D PAUL, E.A. (1990). *The significance of soil microbial biomass estimations*. In: *Soil Biochemistry*. Bollag, J.M. and Stosky G. (eds). Dekker, New York. Vol . 6, pp. 357-396.
- VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. (1987). *A extraction method for measuring soil microbial biomass C*. *Soil Biol. Biochem.* 19: 703-707.