

Efecto de la aplicación de ceniza y residuos de celulosa en la descomposición y liberación de nutrientes de la hojarasca en plantaciones de *Eucalyptus grandis*

Effect of the application of ash and pulp-mill residues on the decomposition and liberation of nutrients from the litterfall of *Eucalyptus grandis* plantations

C.D.O.: 181.34-232.322.4

CARLOS ALBERTO FERREIRA¹, HELTON DAMIN DA SILVA¹, ANTONIO FRANCISCO J. BELLOTE¹,
GUILHERME DE CASTRO ANDRADE¹, LUIZ MORO²

¹Embrapa/CNPFFlorestas, C. Postal 319-83411-000, Colombo/PR/Brasil. ²Chamflora Agrícola Ltda. Mogi-Guaçu, SP, Brasil.

SUMMARY

Litterfall is an important source of mineral nutrients for trees, especially in nutrient poor sandy soils. The nutrient cycling is dependent on the quality and quantity of the deposited material, and also on its decomposition rate. This paper addresses the nutritional effects of applying ash and pulp-mill residues to *Eucalyptus grandis* plantations on nutrient poor sandy soils (Orthic Ferralsol) in the state of São Paulo, Brazil. The ash and pulp-mill residues increased three-fold the rate of decomposition of the eucalypt litterfall, thus largely enhancing the quantity of available nutrients in the soil. This can explain the large increases in wood volume obtained by the application of such products. Litterfall deposition and decomposition were responsible for at least 54% of N, 40% of P, and 15% of the K annual accumulation in the forest biomass of the treated plots.

RESUMEN

El estudio sobre la descomposición de la hojarasca y de su contribución para la nutrición fue establecido en parcelas experimentales donde fueron aplicadas distintas cantidades de residuos de celulosa y ceniza de caldera, en un Orthic Ferralsol ubicado en el Municipio de Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, en Brasil. Debido a que la descomposición de la hojarasca en los tratamientos con cenizas y residuos fue por lo menos tres veces más rápida que el que incluyó solamente abonos químicos, la liberación de N, P, K, Ca y Mg en los primeros, es de por lo menos tres veces mayor que en el segundo. Estos resultados pueden explicar en parte el aumento de la productividad de madera. Considerando la diferencia de velocidad de descomposición y solamente los nutrientes N, P y K las parcelas con ceniza y residuos liberaron cantidades más elevadas de nutrientes, 40.0, 2.0, y 7.0 kg/ha en comparación con 12.0, 0.6 y 1.2 kg/ha en las parcelas con abonos químicos solamente. Así, la descomposición de la hojarasca, acumulada en los cuatro meses, ofrece por lo menos 54% del N, 40% del P y 15% del K agregados por año en la biomasa de plantaciones de *E. grandis*.

INTRODUCCION

La descomposición de la hojarasca es uno de los procesos que reciclan nutrientes en el interior de los bosques. La cantidad y la velocidad de descomposición de la hojarasca están asociadas a las altas productividades primarias, como es el caso de los bosques tropicales húmedos.

Las estrategias de adaptación de las especies forestales, en la ocupación de determinados nichos, están relacionadas a los procesos de liberación y de retención de los elementos nutritivos. Por ejemplo, la retención de las hojas de los árboles, por largos períodos, o la transposición de los elementos nutritivos de las hojas antes de su senescencia, son estrategias diferentes para com-

pensar bajos niveles de nitrógeno en los sitios (Cole, 1986). Los elementos nutritivos liberados por la descomposición de la hojarasca son importantes aportes complementarios de las necesidades anuales de los árboles. Se estima que, en promedio, retornen al suelo, por el lavado de las hojas y por el escurrimiento fustal y la descomposición de la hojarasca un total de 43, 28, 47 y 7 kg/ha-año, de N, K, Ca y Mg respectivamente.

En diversos bosques del mundo el retorno de nutrientes por la hojarasca es responsable por 83% del N, 41% del K, 71% del Ca, 60% del Mg y 85% del P del total depositado en el suelo por año. El agua que atraviesa las hojas y la que escurre por el tronco completan el restante del total de los elementos nutritivos (Cole y Rapp, 1980).

La liberación de elementos nutritivos de la materia orgánica depositada en el suelo depende en gran parte de los procesos y de la velocidad de descomposición. La velocidad de los procesos de descomposición depende de varios factores, como el tipo de la biomasa (hojas, ramas, etcétera), la temperatura y la precipitación del sitio, la composición química de la hojarasca y de los agentes de descomposición, entre otros. Así, la simple descomposición de la hojarasca no significa disponibilidad rápida del elemento nutritivo en ella presente. Por otro lado, Polglase y Attiwill (1992) muestran que la liberación de N y P, por la hojarasca, en bosques de *Eucalyptus regnans* ocurre a tasas idénticas a la de la descomposición de la hojarasca. La descomposición más rápida de la hojarasca de *Eucalyptus camaldulensis*, en relación a *Shorea robusta*, fue atribuida por Bahuguna *et al.* (1990) a los elevados contenidos de N, P y K rápidamente lavables que mejoran la actividad microbiana de los suelos.

Este trabajo presenta resultados de la evaluación de la cantidad de elementos nutritivos retornados al suelo por el depósito y descomposición de la hojarasca y la influencia de la adición de ceniza de caldera y residuos de celulosa en el proceso.

MATERIAL Y METODOS

Para este trabajo fueron preparadas muestras de hojarasca con 20 g de peso seco, con predominio de hojas recolectadas en el interior de las parcelas de cada tratamiento y repetición; las muestras fueron acondicionadas en embalajes de tela plástica y repuestas en la superficie del suelo. En intervalos

conocidos, las muestras fueron colectadas, secadas, pesadas y analizadas químicamente. Los intervalos de volteo fueron de: 33, 106, 199 y 293 días después de la distribución en 04/07/92.

Los tratamientos seleccionados para el acompañamiento de la descomposición de la hojarasca pertenecen al experimento "Frequencia de Aplicação de Cinza e Resíduo-H.N.S.A./23", y fueron:

- Tratamiento 1. 250 kg/ha N:P:K (10:20:10) en el plantío y 150 kg/ha N:P:K (10:20:10) con 1 año de edad.
- Tratamiento 2. 250 kg/ha N:P:K (10:20:10) y 10 t/ha de ceniza y residuo en el plantío.
- Tratamiento 3. 250 kg/ha N:P:K (10:20:10) en el plantío y 10 t/ha de ceniza y residuo con 1 año de edad.
- Tratamiento 6. 250 kg/ha N:P:K (10:20:10) y 10 t/ha de ceniza y residuo en el plantío y con 1 y 2 años de edad.

RESULTADOS Y DISCUSION

El crecimiento de los árboles en las parcelas que recibieron ceniza y residuos, además de los abonos químicos, fue significativamente más elevado que las parcelas que recibieron solamente abonos químicos (cuadro 1). El tratamiento 6, donde fueron aplicadas 30 toneladas de ceniza y 30 toneladas de residuos, presentó el crecimiento más elevado con promedio anual de 53 m³/ha-año a los tres años de edad. El tratamiento con abonos químicos (400 kg/ha en total) aplicados en el primer y segundo año tuvo crecimiento de 39 m³/ha-año. Así, a los tres años de edad, puede ser atribuido a la ceniza y el residuo un incremento de 42 m³/ha.

La cantidad de hojarasca depositada en la superficie del suelo, al término de los cuatro meses de observaciones mantiene un estrecha correlación con la productividad de madera (cuadro 1). Los contenidos de K, Ca y Mg en la hojarasca son también más elevados en los tratamientos con ceniza y residuos. Para los otros elementos nutritivos las diferencias no son significativas.

El ajuste del modelo exponencial a los datos de variación del peso de la hojarasca con el tiempo de permanencia en el suelo se presenta en el cuadro 2. Los ajustes fueron bastante precisos para los tratamientos con ceniza y residuos, posible-

CUADRO

Crecimiento volumétrico y depósito de hojarasca, después de cuatro meses de observaciones, a los tres años de edad.
Growth in volume and litterfall deposition after four months of observation on three-year-old plantations.

Trat.	Vold. ¹	Depósito de la hojarasca en kg/ha					
		Biomasa ²	N	P	K	Ca	Mg
1	116.4	3236	36.3	1.8	3.5	24.3	3.5
2	146.3	3985	43.6	2.4	5.8	49.5	4.1
3	130.9	4188	47.7	2.3	7.6	46.4	4.8
6	160.4	4086	38.5	1.8	7.4	74.5	5.1

¹ Volumen en m³/ha de madera con corteza.

² Evaluación de 4 meses de depósito.

mente por la descomposición más acelerada, lo que no ocurrió con el tratamiento con abonos químicos solamente, en razón de la descomposición lenta y al período corto de observaciones.

Los tratamientos difirieron respecto a la velocidad de descomposición de la hojarasca. Diferencias más claras fueron obtenidas entre los tratamientos con ceniza y residuos y el tratamiento con abonos químicos solamente.

La tasa de descomposición se expresa por el valor k del modelo exponencial:

$$Y = Y_0 e^{-kt}$$

donde

Y_0 = cantidad inicial de hojarasca

Y = cantidad de hojarasca en el tiempo t

t = periodo expresado en fracción del año

k = tasa de descomposición

interpretado, por su inverso como el período necesario para la descomposición "total" de la hojarasca, sería de solamente un año para los tratamientos con ceniza y residuos y posiblemente superior a tres años en su ausencia.

Se puede concluir que la presencia de ceniza y de los residuos favorece y acelera la descomposición de la hojarasca, contribuyendo al aumento de la disponibilidad de nutrientes en el sistema forestal. Estos resultados pueden explicar, en parte, el aumento de productividad por el uso de los componentes. Polglase y Attiwill (1992) concluyeron que en relación al N y P, la liberación de los nutrientes hacia el suelo ocurre a tasas idénticas a la descomposición de la hojarasca.

Considerando la velocidad diferente de descomposición de la hojarasca y los nutrientes N, P y K, en las parcelas con ceniza y residuos habría una liberación de 40.0, 2.0 y 7.0 kg/ha de los elementos, en comparación con 12.0, 0.6 y 1.2 kg/ha respectivamente en las parcelas con abono químico solamente.

CUADRO 2

Coefficientes estimados para el modelo exponencial negativo, coeficientes de determinación y nivel de significación para los diversos tratamientos.

Estimates and statistical significance of the coefficients of the negative exponential model.

Tratamiento	Coeficiente		Probabilidad
	k	R ²	
1	0.272 ± 0.088	0.321	> 0.005
2	0.903 ± 0.060	0.975	< 0.001
3	0.855 ± 0.136	0.887	< 0.001
6	1.193 ± 0.105	0.965	< 0.001

La importancia de la cantidad adicional de nutrientes puede ser evaluada comparando el aporte anual de nutrientes en la biomasa de plantaciones de *E. grandis* (Ferreira, 1989). Así, el aporte de N está entre 16 y 74 kg/ha-año, de P de 0.9 a 5.0 kg/ha-año y de K entre 12 a 45 kg/ha-año. Basándose en el aporte máximo obtenido, la descomposición de la hojarasca ofrece, por lo menos, 54% del N, 40% del P y 15% del K agregados anualmente en la biomasa forestal.

CONCLUSIONES

La aplicación de cenizas y de residuos de la fabricación de pulpa favorece y acelera la descomposición de la hojarasca contribuyendo al aumento de la disponibilidad de nutrientes en el sistema forestal. Estos resultados explican, en parte, el aumento de productividad relacionado a la aplicación de los componentes en el suelo.

La descomposición de la hojarasca es tres veces más rápida en los tratamientos con ceniza y residuos comparada con la aplicación de sólo abonos químicos.

Considerando la diferencia de velocidad de descomposición y sólo los nutrientes N, P y K, en las parcelas con ceniza y residuos habría, anualmente, la liberación de 40.0, 2.0 y 7.0 kg/ha en comparación con 12.0, 0.6 y 1.2 kg/ha, para los mismos elementos, en las parcelas solamente con abonos químicos. Así, la descomposición de la hojarasca, en las parcelas con ceniza y residuos, ofrece por lo menos 54% del N, 40% del P y 15% del K agregados por año en la biomasa de plantaciones de *E. grandis*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Champion Papel e Celulose S.A. por el apoyo indispensable a la realización del trabajo.

BIBLIOGRAFIA

- BAHUGUNA, V.K., J.D.S. NEGI, S.R. JOSI, K.C. NAITHANI. 1990. "Leaf litter decomposition and nutrient release in *Shorea robusta* and *Eucalyptus camaldulensis* plantation", *Indian-Forester*, 116(2): 103-114.
- COLE, D.W. 1986. "Nutrient cycling in world forests". En: GESSELL S.P. (ed.). *Forest Site and Productivity*. Martinus Nijhoff, pp. 103-105.
- COLE, D.W., M. RAPP. 1980. Elemental cycling in forest ecosystems. En: RICHLE D.E. (ed.). *Dynamic properties of forestry ecosystems*. Cambridge University Press, New York, pp. 341-409.
- FERREIRA, CA. 1989. *Nutritional aspects of the management of Eucalyptus plantations on poor sandy soils of the Brazilian Cerrado region*. Ph.D. Thesis. Oxford Forestry Institute, Green College, Micahelmas Term. 193 pp.
- POLGLASE, P.J., P.M. ATTIWILL. 1992. "Nitrogen and phosphorous cycling in relation to stand age of *Eucalyptus regnans* F. Muell. I. Return from plant to soil in litterfall", *Plant-and-Soil*. 142(2): 157-166.