



C.D.O.: 181

APORTE EN ELEMENTOS NUTRITIVOS POR LA HOJARASCA
DE UN BOSQUE ADULTO DE *PINUS RADIATA**

Anton HUBER¹, Juan E. SCHLATTER² y Carlos OYARZUN¹

¹Instituto de Geociencias. ²Instituto de Silvicultura
Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia.

SUMMARY

The mean annual litter production (between 1981-84), in a 25-28 year-old *Pinus radiata*. D. Don stand near Valdivia city (39°48'S, 73°14'W) was relatively stable at around 3.900 kg dry matter (75°C) per há. It has a distinct seasonal variability that affects the corresponding nutrient contribution. The average annual nutrient contribution and his corresponding concentration (% dry weight 105°C) was as follows: ash 104 kg/há (2.6%), carbón 2.060 kg/há (52.7%), nitrogen 27,4 kg/há (0,74%); phosphorous 3,1 kg/ha (0.08%); sodium 1,3 kg/há (0,03%); potassium 14,1 kg/há (0,37%); calcium 21,3 kg/há (0,51%) and magnesium 4,4 kg/há (0,11%).

Carbon, nitrogen, sodium and magnesium concentration remained nearly constant between seasons. Potassium and phosphorous decreases from summer to spring, due to lixiviation by rain and also to a significant participation of male flowers in spring. Male flowers in litter are less concentrated by potassium and calcium. somewhat minor in magnesium, sodium and phosphorous and higher in nitrogen. Consecuently. calcium which has a rather stable pattern, decreases in spring due to the explained cause.

RESUMEN

La producción de hojarasca recogida durante 4 años en un bosque de 25 a 28 años de edad de *Pinus radiata* en las cercanías de Valdivia fue en promedio de 3.900 kg de materia seca/há. Los aportes promedio y su correspondiente concentración con respecto al peso anhidro (105°C) de la hojarasca fueron: cenizas 104 kg/há (2,6%); carbono 2.060 kg/ha (52,7%); nitrógeno 27.4 kg/há (0,74%); fósforo 3.1 kg/há (0,08%); sodio 1,3 kg/há (0,03%); potasio 14,1 kg/há (0,37%); calcio 21,3 kg/há (0,51%); magnesio 4,4 kg/há (0,11%).

El curso anual de los aportes en elementos nutritivos fue regulado por la producción de hojarasca y las variaciones de su composición química.

INTRODUCCION

La producción de hojarasca tiene una función predominante en la mantención de la productividad de un ecosistema forestal. La cantidad y composición de la materia depositada en el suelo y su posterior descomposición son factores importantes en la eficiencia del ciclo de nutrientes (BRAY y GORHAM, 1964).

(*) Proyectos RS-83-28 y RS-84-14 de la Dirección de Investigación y Desarrollo. Universidad Austral de Chile.

Toda información sobre la producción de hojarasca y su contenido en elementos nutritivos es un antecedente importante para entender mejor el impacto ecológico de la reforestación y las limitantes económicas de una reforestación intensiva (MADGWICK et al, 1977).

HUNTER et al (1985) en Nueva Zelanda, determinaron para la hojarasca de diferentes rodales de *Pinus radiata*. los siguientes porcentajes promedio de elementos nutritivos en relación a su peso seco: N: 0,72°/o; P: 0,08°/o; K: 0,32°/o, Ca: 0,60°/o y Mg: 0,14°/o. El mismo autor recalca que estos porcentajes pueden tener considerables desviaciones.

BAKER (1983), MADGWICK et al (1977). GUILIMENDI et al (1975); LAMB y FLORENCE (1975); FLORENCE y LAMB (1974). WILL (1964) y otros también han hecho estudios sobre el contenido de elementos nutritivos en la hojarasca de *Pinus radiata* determinando porcentajes diferentes en sus resultados. Estas desviaciones son atribuidas principalmente a las distintas características del sitio, edad, manejo de los rodales y fertilización (FLORENCE y CHUONG, 1974).

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la cantidad de hojarasca que se produce en un rodal adulto de *Pinus radiata* en la zona de Valdivia. Además se analizó su variación cuantitativa estacional y su contenido de elementos nutritivos.

MATERIAL Y METODO

El estudio se realizó en un rodal de *Pinus radiata* ubicado al norte de Valdivia (Lat. 39°48'S; Long. 73°14'W, altura 20 m s.n.m.).

La zona posee un clima templado húmedo con influencia mediterránea. La temperatura media anual es de 12°C (oscilación térmica anual 7-17°C) y 2000 mm de

precipitación (julio 400 mm; enero 60 mm).

El rodal tiene una extensión de 16 ha. 754 árboles/ha y una altura inedia de 36 m a los 29 años de edad. El índice de sitio del rodal es de 26.6 m (DELMAS-TRO et al. 1981). El bosque corresponde a una plantación de primera rotación y está ubicado sobre un suelo correspondiente a la serie Correltúe (IREN-UACH. 1978). con la particularidad que en este sitio se encuentra depositado sobre sedimentos marinos del Mioceno.

La captación de hojarasca se realizó a través de 12 colectores de 0.25 m² de superficie, distribuidos en forma sistemática (HUBER y OYARZUN, 1984). La hojarasca acumulada fue recogida semanalmente agrupando el contenido de 4 colectores, previamente determinados, en tres muestras mezcla. Estas muestras fueron secadas a 75°C para determinar su peso seco. Posteriormente se enviaron al laboratorio* para su análisis químico. Las determinaciones químicas fueron las siguientes: cenizas (incineración 500°C); carbono (oxidación húmeda); nitrógeno Kjeldahl; fósforo (vanadato-molibdato, colorimetría); sodio, potasio, calcio y magnesio (espectrofotometría). Las concentraciones químicas de las cenizas y de los elementos nutritivos fueron expresadas en base a la materia seca a 105°C.

Considerando la importancia de la participación de las flores masculinas en la producción de hojarasca en primavera, se efectuó un análisis químico especial de ellas para determinar su composición.

En el período de análisis, que va desde diciembre 1980 a noviembre de 1984, los meses XII, I y II corresponden a verano, III, IV y V a otoño, VI, VII y VIII a invierno, IX, X y XI a primavera.

(*) Laboratorio de Nutrición y Suelos Forestales. Inst. de Silvicultura, Fac. Ciencias Forestales. UACH.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 están representados por estaciones y año, para todo el período de estudio, los aportes (kg/ha) de materia seca, de cenizas y de los elementos C, N,

P, K, Ca y Mg con sus correspondientes desviaciones. En la Tabla 2 se muestran las concentraciones de los mismos componentes en base al peso seco (105°C) de la hojarasca. El análisis de varianza entre los valores de las tres muestras obtenidas por

CUADRO 1: Producción estacional de hojarasca en *Pinus radiata* y sus correspondientes aportes en cenizas, carbono y elementos nutritivos (kg/ha).

Seasonal ash, carbon and nutrient production through Pinus radiata litter (kg/ha).

Periodo	Total	Cenizas	C	N	P	Na	K	Ca	Mg
1981									
Verano	512.0(18.0)	15.4(0.51)	278.5(3.43)	3.33(0.10)	0.41(0.05)	0.15(0.00)	2.51(0.10)	2.92(0.20)	0.61(0.05)
Otoño	1685.0(200.8)	47.2(1.01)	921.7(9.60)	10.78(1.01)	1.35(0.17)	0.67(0.17)	6.91(0.84)	9.10(1.01)	1.85(0.17)
Invierno	615.0(33.5)	17.2(0.00)	336.4(3.38)	44.18(0.12)	0.49(0.06)	0.18(0.00)	1.97(0.18)	3.75(0.06)	0.74(0.06)
Primavera	704.0(39.0)	16.9(0.84)	381.6(1.83)	4.86(0.14)	0.56(0.07)	0.21(0.00)	2.32(0.14)	2.89(0.28)	0.92(0.07)
1982									
Verano	733.0(7.2)	20.5(0.88)	376.0(5.42)	5.79(0.29)	0.66(0.00)	0.22(0.00)	3.45(0.15)	3.96(0.15)	0.81(0.07)
Otoño	1506.7(74.9)	40.7(0.00)	785.0(4.67)	9.79(1.05)	1.21(0.15)	0.45(0.00)	5.12(0.60)	9.64(0.45)	1.66(0.15)
Invierno	1118.0(155.5)	28.0(2.91)	584.7(13.30)	8.94(0.56)	1.01(0.11)	0.34(0.11)	4.14(0.45)	6.37(0.78)	1.23(0.11)
Primavera	747.7(164.7)	15.0(0.00)	385.8(9.50)	5.23(0.22)	0.52(0.07)	0.30(0.07)	2.02(0.30)	3.36(0.52)	0.90(0.07)
1983									
Verano	595.7(33.8)	17.3(0.71)	330.0(5.96)	5.54(0.06)	0.71(0.06)	0.30(0.06)	2.68(0.06)	3.16(0.18)	0.77(0.06)
Otoño	1776.0(79.5)	48.0(1.07)	973.3(27.88)	11.54(0.18)	1.24(0.00)	0.53(0.18)	5.86(0.18)	10.83(0.36)	1.95(0.18)
Invierno	553.3(46.4)	14.4(0.33)	303.8(5.26)	4.59(0.22)	0.44(0.06)	0.17(0.00)	1.83(0.17)	3.32(0.22)	0.61(0.06)
Primavera	984.7(41.3)	21.7(0.59)	547.5(7.29)	7.19(0.10)	0.69(0.00)	0.39(0.10)	3.25(0.20)	4.83(0.30)	1.08(0.10)
1984									
Verano	954.0(78.9)	28.6(0.57)	471.3(4.77)	7.54(0.76)	0.76(0.00)	0.29(0.00)	4.67(0.29)	4.7 (0.29)	0.95(0.10)
Otoño	1694.0(73.7)	49.1(1.02)	826.7(10.50)	11.35(0.17)	1.19(0.00)	0.51(0.00)	6.61(0.68)	9.83(0.17)	1.69(0.17)
Invierno	401.3(44.2)	10.8(0.80)	199.9(3.73)	3.13(0.12)	0.28(0.00)	0.12(0.04)	1.12(0.08)	2.13(0.32)	0.40(0.04)
Primavera	1099.7(125.1)	25.3(1.10)	536.7(7.70)	8.91(0.55)	0.77(0.11)	0.44(0.11)	3.08(0.55)	4.29(0.33)	1.21(0.11)

CUADRO 2: Variación estacional de la concentración (% peso seco 105°C) en cenizas y elementos nutritivos en hojarasca de *Pinus radiata*

Seasonal variation of the ash and nutrient concentration (% dry weight 105°C) of Pinus radiata litter.

Periodo	Cenizas	C	N	P	Na	K	Ca	Mg
1981								
Verano	3.0(0.10)	54.4(0.67)	0.65(0.02)	0.08(0.01)	0.03(0.00)	0.49(0.02)	0.57(0.04)	0.12(0.01)
Otoño	2.8(0.06)	54.7(0.57)	0.64(0.06)	0.08(0.01)	0.04(0.01)	0.41(0.05)	0.54(0.06)	0.11(0.01)
Invierno	2.8(0.00)	54.7(0.55)	0.68(0.02)	0.08(0.01)	0.03(0.00)	0.32(0.03)	0.61(0.01)	0.12(0.01)
Primavera	2.4(0.12)	54.2(0.26)	0.69(0.02)	0.08(0.01)	0.03(0.01)	0.33(0.02)	0.41(0.04)	0.13(0.01)
1982								
Verano	2.8(0.12)	51.3(0.74)	0.79(0.04)	0.09(0.00)	0.03(0.00)	0.47(0.02)	0.54(0.02)	0.11(0.01)
Otoño	2.7(0.00)	52.1(0.31)	0.65(0.07)	0.08(0.01)	0.03(0.00)	0.34(0.04)	0.64(0.03)	0.11(0.01)
Invierno	2.5(0.26)	52.3(1.19)	0.80(0.05)	0.09(0.01)	0.03(0.01)	0.37(0.04)	0.57(0.07)	0.11(0.01)
Primavera	2.0(0.00)	51.6(1.27)	0.70(0.03)	0.07(0.01)	0.04(0.01)	0.27(0.04)	0.45(0.07)	0.12(0.01)
1983								
Verano	2.9(0.12)	55.4(1.00)	0.93(0.01)	0.12(0.01)	0.05(0.01)	0.45(0.01)	0.53(0.03)	0.13(0.01)
Otoño	2.7(0.06)	54.8(1.57)	0.65(0.01)	0.07(0.00)	0.03(0.01)	0.33(0.01)	0.61(0.02)	0.11(0.01)
Invierno	2.6(0.06)	54.9(0.95)	0.83(0.04)	0.08(0.01)	0.03(0.00)	0.33(0.03)	0.60(0.04)	0.11(0.01)
Primavera	2.2(0.06)	55.6(0.74)	0.73(0.01)	0.07(0.00)	0.04(0.01)	0.33(0.02)	0.49(0.03)	0.11(0.01)
1984								
Verano	3.0(0.06)	49.4(0.50)	0.79(0.08)	0.08(0.00)	0.03(0.00)	0.49(0.03)	0.51(0.03)	0.10(0.01)
Otoño	2.9(0.06)	48.8(0.62)	0.67(0.01)	0.07(0.00)	0.03(0.00)	0.39(0.04)	0.58(0.01)	0.10(0.01)
Invierno	2.7(0.20)	49.8(0.93)	0.78(0.03)	0.07(0.00)	0.03(0.01)	0.28(0.02)	0.53(0.08)	0.10(0.01)
Primavera	2.3(0.10)	46.3(0.70)	0.81(0.05)	0.07(0.01)	0.04(0.01)	0.28(0.05)	0.39(0.03)	0.11(0.01)

()=Desviacion estándar (*Standard desvmtion*)

estación no mostró variación significativa.

Los aportes anuales de hojarasca fueron bastante similares durante el período de estudio, alcanzando un valor cercano a los 3.900 kg/ha año; no sucedió lo mismo con la producción estacional de hojarasca en los cuatro años, lo que varió considerablemente (Tabla 1). Estas variaciones pueden ser atribuidas, según HUBER y OYARZUN (1984), a las condiciones climáticas, especialmente a la distribución de la intensidad de los vientos. La producción de hojarasca obtenida en este trabajo está en un 50 y 40% por debajo a los obtenidos por WILL (cit. por BRAY y GORHAM, 1964), para rodales de 40 y 28 años respectivamente. Ello puede ser consecuencia de las diferentes características del sitio (FLORENCE y LAMB, 1974; LAMB y FLORENCE, 1975).

El contenido de carbono en la hojarasca alcanzó a los 2.060 kg/ha año, mientras que el contenido de cenizas fue de 104 kg/ha; le siguen en importancia el N con 30,9; Ca 21,31; K 14,05; Mg 4,36; P 3,03 y Na 1,32 kg/ha año. Las variaciones estacionales de estos aportes se deben principalmente a las fluctuaciones de la producción de hojarasca y a la diferente participación de algunos elementos nutritivos en ella a través del año (Tabla 1 y 2).

La materia seca incinerada dejó un residuo de cenizas que alcanzó un valor medio anual de 2,6%. Este porcentaje tiene un ciclo anual, alcanzando su máximo en verano con 2,9% para disminuir paulatinamente en otoño e invierno (2,78 y 2,65%) y alcanzar su valor más bajo en primavera (2,23%). Esta tendencia es

probablemente consecuencia de la disminución de la concentración de algunos elementos nutritivos en la hojarasca y de la importante proporción en ella de flores masculinas en primavera (HUBER y OYARZUN, 1984).

La concentración promedio de carbono en la hojarasca es de un 52,7%, manteniéndose este porcentaje en forma pareja a través del año.

El nitrógeno participa en un 0,74%, valor que está dentro del rango obtenido por HUNTER et al. (1985); BAKER (1983); LAMB y FLORENCE (1975). Su participación es también bastante pareja a través del año, con excepción de otoño, donde se registra un descenso (0,65%).

El contenido porcentual promedio del potasio en la hojarasca es de un 0,37%, valor similar al medido por HUNTER et al. (1985). Este elemento muestra también un curso anual, similar al de las cenizas, registrándose los valores máximos en verano con 0,48% y decreciendo paulatinamente para alcanzar el valor más bajo en la primavera con 0,30%. Ello se puede explicar, porque el potasio es lixiviado desde las copas de los árboles por el agua de lluvia (WILL, 1968; ULRICH et al 1973). Si se considera la distribución pluviométrica en la zona de estudio, se puede deducir que las menores concentraciones de potasio en la hojarasca deberían producirse en invierno. Sin embargo, la aún menor concentración en primavera encuentra su explicación en la mayor proporción de flores masculinas de la hojarasca en esa estación (HUBER y OYARZUN, 1984). Las flores masculinas tienen una

CUADRO 3: Concentración (% de peso seco) de cenizas y elementos nutritivos en las flores masculinas constituyentes de la hojarasca de *Pinus radiata*.

Ash and nutrient concentration (% dry weight) of male flowers in Pinus radiata litter.

	Cenizas	C	N	P	Na	K	Ca	Hg
Flores	1.3		0.97	0.06	0.02	0.05	0.14	0.09

concentración mucho menor de potasio como también de calcio, magnesio, sodio y fósforo (Cuadro 3).

La tendencia del curso anual del fósforo es similar a la del potasio, la concentración tiene un máximo en verano con 0,09% decreciendo en otoño e invierno y alcanzando su valor más bajo en primavera con 0,07%.

La concentración del sodio en la hojarasca es de 0,03o/o promedio anual, no distinguiéndose un curso anual para este elemento. El calcio alcanzó un valor medio de 0,51% registrándose los valores más bajos en primavera. La menor concentración de calcio en primavera igualmente puede ser atribuida a la alta participación de flores en la hojarasca (Cuadro 3).

El magnesio presentó una concentración promedio anual de 0,11%, valor que está dentro del rango obtenido por otros autores (HUNTER et al, 1985). Este valor es parejo a través del año, apareciendo las estaciones de verano y primavera con un porcentaje levemente superior (0,12%) en comparación con otoño e invierno (0,11%).

CONCLUSIONES

La producción anual promedio de hojarasca en el rodal estudiado fue de 3.900 kg materia seca (75°C)/ha manteniéndose relativamente estable entre años. La producción de hojarasca, y como consecuencia los aportes de elementos nutritivos tienen un curso anual variable. Las cantidades promedio aportadas fueron: cenizas 104 kg/ha (2.6%); carbono 2.060 kg/ha (52,7%); nitrógeno 27,4 kg/ha (0,74%); fósforo 3.1 kg/ha (0.08%); sodio (0,51%) y magnesio 4.4 kg/ha (0.11%).

La concentración de los elementos carbono, nitrógeno, sodio y magnesio permanece prácticamente constante entre estaciones. Los elementos potasio y fósforo disminuyen desde el verano a la primavera, causado por la acción lixiviante de las precipitaciones y por la alta participación de flores masculinas en la hojarasca en primavera, cuya concentración en los elementos nutritivos es considerablemente menor en potasio y calcio, algo menor en magnesio, sodio y fósforo y mayor en nitrógeno. En consecuencia el calcio cuya concentración es relativamente estable, baja en primavera por la causa anteriormente explicada.

REFERENCIAS

- BAKER, T.G. 1983. Dry matter, nitrogen and phosphorus content of litterfall and branchfall in *Pinus radiata* and *Eucalyptus* forests. New Zealand of Forestry Science, 13: 205-221.
- BRAY, J.R.; GORHAM, E. 1964. Litter production in forest of the World. Advances in Ecological Research, 2: 101-157.
- DELMASTRO, R. et al 1981. Variabilidad de las características tecnológicas hereditarias del *Pinus radiata* D. DON. Informe convenio No 43. Serie Técnica, Fac. Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. 187 p.
- FLORENCE, R.G.; CHUONG, P.H. 1974. The influence of soil type and foliar nutrient concentration in *Pinus radiata* plantations. Australian Forest Research, 6: 1-8.
- FLORENCE, R.G.; LAMB, D. 1974. Influence of stand and site on radiata pine litter in South Australia. New Zealand Journal of Forestry Science. 4: 502-510.
- GUILIMONDI, G.; DURANTI, G. 1975. Produzioni di sostanza secca e contenuti in elementi nutritive di un impianto di quattro anni di *Pinus radiata*. Publ. Centro. Speriment. Agric. Forest., 13(1): 17-28.
- HUBER, A.; OYARZUN, C. 1984. Producción de hojarasca y sus relaciones con factores meteorológicos en un bosque de *Pinus radiata* (D. DON.). Bosque (5)1: 1-11.

- HUNTER, I.R.; NICHOLSON, G.; THORN, A.J. 1985. Chemical analysis of pine litter: an alternative to foliage analysis? *New Zealand Journal of Forestry Science*, 15(1): 101-110.
- IREN-UACH. 1978. Estudio de suelos de la provincia de Valdivia. Instituto de Recursos Naturales. CORFO. Santiago. Chile. 178 p.
- LAMB, D.; FLORENCE, R. 1975. Influence of sou type on the nitrogen and phosphorus content of radiata pine litter. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 5: 143-151.
- MADGWICK, H.A.; JACKSON, D.S.; KNIGHT, P.J. 1977. Above-ground dry matter, energy, and nutrient content of trees in an age series of *Pinus radiata* plantations. *New Zealand Journal of Forestry Science*. 7(3): 445-468.
- ORMAN, H.R.; WILL, G. 1960. The nutrient content of *Pinus radiata* trees. *New Zealand Journal of Science*. 3: 510-522.
- ULRICH, B.; STEINHARDT, U.; MULLER-SUUR, A. 1973. Untersuchungen über den Bioelementengehalt in der Kronentraufe. *Göttinger Bodenkundliche Berichte*, 29: 133-192.
- WILL, G.M. 1964. Dry matter production and nutrient uptake by *Pinus radiata* in New Zealand. *Commonwealth Forestry Review*, 43: 57-70.
- WILL, G.M. 1968. The uptake, cycling and removal of mineral nutrients by crops of *Pinus radiata*. *Proceedings of the New Zealand Ecological Society*, Vol. 15.

Recibido: 05-12-1986