

PRODUCCION DE HOJARASCA Y SUS RELACIONES CON FACTORES METEOROLOGICO EN UN BOSQUE DE PINUS RADIATA (D.DON.) (*).

C. D. O.: 114.30

Anton Huber J., Carlos Oyarzún C.

RESUMEN

Durante 1981-1983 se investigaron las fluctuaciones semanales, mensuales y anuales en la producción de hojarasca en un bosque de *Pinus radiata* de 26 años de edad y sus interrelaciones con las precipitaciones, temperatura del aire y velocidad del viento.

La producción de hojarasca en materia seca, durante los años 1981 y 1982, fue de 369,8 y 413,1 g/m²/año, de los cuales el 86,7 y 79,5% respectivamente, correspondieron a los aportes de las acículas. Los aportes de materia por las flores masculinas representaron el 6,6 y 7,1%, mientras que los de otros (ramitas, cortezas) significaron el 6,4 y 13,0%. Las semillas constituyeron la menor cantidad de materia seca aportada a la hojarasca con sólo el 0,3 y 0,4% de la producción anual, respectivamente.

La caída de acículas y partes vegetales mayores, aparentemente no son reguladas por un ciclo biológico, sino que están directamente determinadas por la velocidad del viento. La producción de flores masculinas presenta un ciclo anual como consecuencia de su desarrollo fenológico. La producción de semillas, además de presentar un marcado ciclo anual producto del desarrollo fenológico, está directamente correlacionada con la temperatura máxima del aire.

SUMMARY

Weekly, monthly an annual fluctua-

tions of litterfall were investigated in a 26-yr forest of *Pinus radiata*. The relationships between litterfall and precipitation, air temperature and wind velocity were studied.

The study area is located in Huape Tres Esteros, 20 km north from Valdivia (Lat. 39°48'S, Long. 73°14'W). Litterfall was recorded between January, 1981 and April, 1983, using 18 traps of 0.5 x 0.5 m (surface = 0.25 m²) The litter was divided into needles, flowers, seeds and others (branches, bark).

Litter production (dry weight) in 1981 and 1982 was 369.8 and 413.1 g/m², respectively; needles contributed 86.7 and 79.5% respectively, to the litter production. Flowers participated with only 6.6 and 7.1%, to the total weight, while the contributions of branches and barks, amounted to 6.4 and 13.0 %, respectively. Seeds with 0.3 and 0.4 % the smallest fraction of the litter produced in 1981 and 1982 respectively.

The fall of needles, branches and barks is directly determined by the maximum wind velocity. Litterfall increases considerably with wind velocities higher than 20m/sec. Litter from the flowers was found in September and October. The seed production, apart from showing a marked annual rhythm, is directly correlated with the weekly mean maximum air temperature.

* Proyecto RS-80-18. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile.

INTRODUCCION

La hojarasca es la materia vegetal que se acumula sobre el suelo. Su descomposición juega un papel importante en la mantención de la productividad de los ecosistemas forestales (Ballard y Will, 1981; Prusinkiewicz y Bigos, 1978).

El conocimiento de las variaciones estacionales en la producción de hojarasca es bastante importante en los estudios de dinámica poblacional de los organismos edáficos responsables de su descomposición y en el rol que la materia orgánica tiene en el desarrollo del suelo (Bray y Gorham, 1964). Las fluctuaciones estacionales en la producción de hojarasca están reguladas fundamentalmente por procesos biológicos y factores climáticos.

A pesar de que en Chile casi toda la reforestación se hace con **Pinus radiata** (pino insigne), pocos son los antecedentes disponibles que dicen relación a la cantidad de hojarasca producida por esta especie, su velocidad de mineralización e importancia en el ciclo de nutrientes. No obstante, se han realizado investigaciones similares en bosques nativos siempre-verdes (Riveros y Aberdi, 1978) y parcialmente caducifolios (Burschel et al., 1976).

Estudios hechos por Will (1959), en bosques de **P. radiata** de 28 años de edad en Rotorua (Nueva Zelanda), estimaron una producción anual de hojarasca en materia seca de 630 g/m², de los cuales 420 g/m² corresponden a la producción de acículas y 200 g/m² a los demás componentes. Se demostró además, un marcado ciclo anual con un máximo a principios de otoño (marzo) en la caída de acículas y otros dos (abril y agosto) para los demás componentes.

Los objetivos del presente trabajo son investigar el curso anual de la producción de hojarasca en un bosque adulto de **Pinus radiata** en la zona sur de Chile y las in-

terrelaciones que pueden existir con los parámetros meteorológicos velocidad del viento, precipitación y temperatura del aire.

MATERIAL Y METODO

Area de estudio

El área de estudio está ubicada en el fundo Huape Tres Esteros, distante 20 km al norte de la ciudad de Valdivia (Lat. 39°48'S. Long. 73°14'W). La zona posee un clima del tipo templado-lluvioso con influencia mediterránea (Fuenzalida, 1971), con una temperatura promedio anual de 12,0°C, siendo enero el mes más cálido con 17,0°C y julio el mes más frío con 7,0°C. Las temperaturas máximas promedio para ambos meses son de 22,0 y 11,0°C. Las precipitaciones alcanzan aproximadamente 2.000 mm anuales, con un máximo de 400 mm en julio y un mínimo de 60 mm en febrero. La zona se caracteriza por el predominio de los vientos norte y oeste. El viento norte domina entre los meses de mayo a agosto, alcanzando ocasionalmente con fuertes temporales, velocidades máximas que pueden sobrepasar los 25 m/seg; mientras que el viento oeste domina desde octubre a febrero y posee, en general, una menor velocidad (Huber, 1970).

El bosque es una plantación de **Pinus radiata** de 26 años de edad, altura media de 32 m cobertura de 72% y una densidad promedio de 733 árboles/ha. Abarca una superficie aproximada de 16 ha y es colindante con otras plantaciones de características similares. Las especies dominantes en la vegetación del sotobosque son: **Aristotelia chilensis** (maqui), **Robus constrictus** (zarzamora), **Boquila trifoliolata** (pil-pil voqui), **Cissus striata** (voqui naranjillo), **Drymys winteri** (canelo . Ner-

tera granadensis (chaquirita del monte), **Uncinia phleoides** (clinclin), **Blechnum hastatum** (helecho), (Ramírez, C. comunicación personal).

Producción de hojarasca.

Las mediciones en la producción de hojarasca se realizaron entre enero de 1981 y abril de 1983, utilizando trampas cuadradas de 0,5 x 0,5 m (superficie = 0,25 m²), 0,15 m de profundidad, cerradas en su base con malla de nylon (malla = 2 mm²) y suspendidas a una altura de 0,10 m del suelo. Se instalaron 18 trampas a intervalos de 5 m entre ellas, formando un reticulado de 10x25 m.

La hojarasca acumulada en las trampas se recolectó cada semana. El material recolectado por cada seis trampas determinadas previamente en forma sistemática, fue agrupado obteniéndose así tres muestras por semana. El contenido fue dividido en las siguientes fracciones; (1) acículas, (2) flores masculinas, (3) semillas y (4) otros (ramitas, cortezas). Cada fracción fue secada separadamente a 85°C hasta peso constante y, enseguida, pesadas según lo recomendado por Anderson (1973). Complementariamente se contabilizó el número de semillas y flores.

Parámetros meteorológicos

La precipitación semanal se obtuvo con un pluviógrafo (Wilh Lambrecht KG), instalado en una pradera a 500 m del lugar de estudio.

La velocidad del viento fue registrada con un anemógrafo (Wilh Lambrecht), situado a campo abierto a poca distancia del bosque e instalado a 8 m de altura. A partir de la información entregada por este instrumento, se determinó la velocidad máxima del viento para cada semana. Se

consideraron las velocidades máximas porque ellas deberían afectar más directamente la caída de las acículas y otros materiales, debido al considerable aumento que experimenta la acción físico-mecánica de estos vientos (Geiger, 1966), en comparación con las velocidades promedio semanales donde quedan minimizadas las velocidades extremas.

La temperatura máxima promedio del aire fue calculada a partir de la información de un higrómetrografo (Belfort), instalado en una caseta meteorológica ubicada junto a los demás instrumentos. Se escogió este parámetro, porque su influencia es más importante que la temperatura media, donde se pierden los valores extremos, que deberían pesar más como factores regulares de la caída de semillas, debido al aumento de la capacidad de desecación del aire.

RESULTADOS

El mayor aporte a la hojarasca, durante los años 1981-1982, fue dado por las acículas con 320,6 y 328,5 g/m²/año, lo que equivale a 86,7 y 79,5 % de la producción anual respectiva. Le siguen en importancia, pero ya con valores bastante inferiores, con 24,5 y 29,3 g/m²/año los aportes por las flores (6,6 y 7,1 %). Los aportes de otros representan 23,8 y 53,6 g/m²/año, lo que significa un 6,4 y 13,0%, respectivamente (Cuadros 1 y 2). Las semillas contribuyeron con las menores cantidades de materia seca a la hojarasca, con sólo 1,1 y 1,6 g/m²/año, lo que porcentualmente representan el 0,3 y 0,4% de las producciones anuales.

En la Fig. 1 están representadas las cantidades semanales de materia seca integradas a la hojarasca y el parámetro meteorológico velocidad máxima del viento. La producción semanal de materia seca presentó variaciones desde 0,32 g/m² (agos-

to, 1982) hasta 84,4 g/m² (mayo, 1981). Para las mismas semanas, las velocidades máximas del viento fluctuaron entre los 7 y 28 m/seg. En el mes de mayo se registraron las mayores velocidades del viento de 1981, con valores que sobrepasaron los 25 m/seg. Durante el año 1982, vientos de similar velocidad se registraron entre los meses de mayo y septiembre.

La relación entre las temperaturas máximas promedio semanal y el número de semillas liberadas por los conos, durante los períodos de semillación (octubre a marzo) están en la Fig. 3. La relación entre ambos parámetros también es expo-

nencial con un coeficiente de determinación $r^2 = 0,452$ ($P = 0,01$).

La relación entre la producción de hojarasca y las precipitaciones semanales, se muestran en Fig. 4. La recta de regresión tiene un coeficiente de determinación $r^2 = 0,341$ ($P = 0,01$).

En la Fig. 2 se muestra la correlación existente entre la producción semanal de hojarasca y la correspondiente velocidad máxima del viento. La relación entre ambos parámetros es exponencial, con un coeficiente de determinación $r^2 = 0,601$, el cual es altamente significativo ($p = 0,01$).

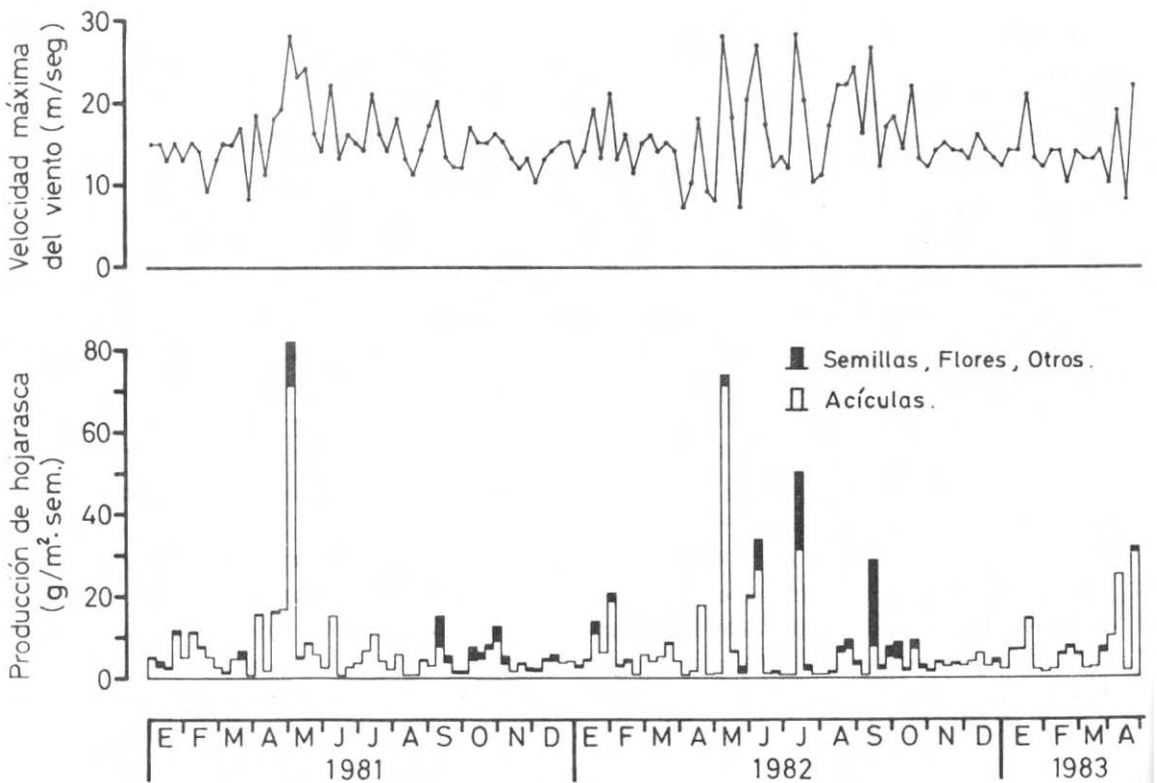


Fig. 1 Variaciones semanales de la producción de hojarasca en un bosque de **Pinus radiata** y las correspondientes velocidades máximas de viento.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

En la Fig. 1 se puede observar la existencia de un curso anual en la producción de hojarasca. Los valores máximos se producen principalmente durante el mes de mayo. Esta mayor producción aparentemente no corresponde a un ciclo biológico, tal como lo describe Will (1959), sino que sólo concuerda con las épocas en las cuales se produjeron los mayores temporales de viento. La acción físico-mecánica, especialmente de los vientos fuertes, va a producir un aumento en la producción de hojarasca, principalmente debido a la caída de acículas y partes

vegetales mayores, tal como lo han demostrado Cuevas y Sajise (1978). Esta mayor producción se observa especialmente durante los meses de mayo de 1981 y 1982 y junio, julio y septiembre de 1982, periodos que fueron afectados por fuertes vientos (Fig.1).

Debido a lo anteriormente explicado y a consecuencia de los vientos huracanados que se produjeron en el transcurso de la primera semana del mes de mayo de 1981, la producción de hojarasca en este mes fue la más grande del período de observaciones con $103,3 \text{ g/m}^2$ (Cuadro 1).

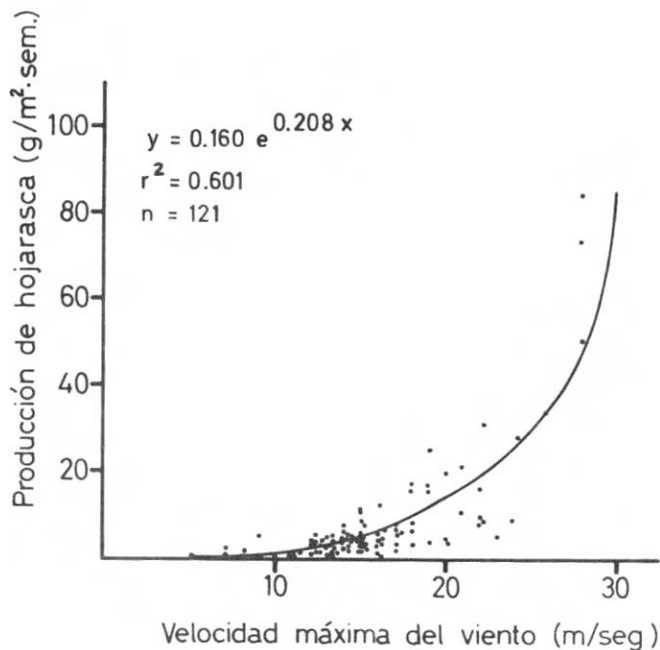


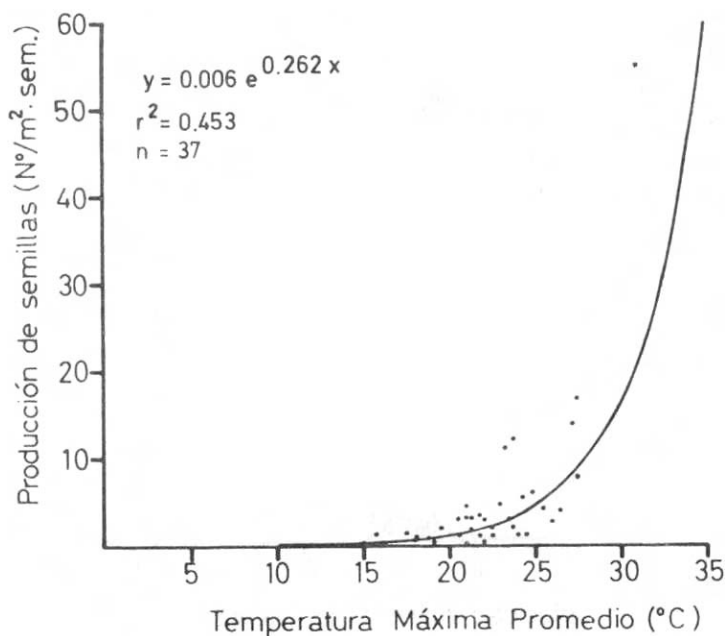
Fig. 2:

Relación entre la producción de hojarasca y la velocidad máxima del viento en un bosque de *P. radiata*.

La cantidad de materia seca aportada por las acículas a la hojarasca fue muy similar durante los dos años. No sucedió lo mismo con el aporte del ítem otros. En este caso la producción de 1982 sobrepasó en más del doble a la de 1981. Esto se debió probablemente a los frecuentes vientos de alta intensidad que se registraron durante otoño e invierno, lo que permitió el aumento de la caída de ramitas y cortezas. Se podría decir que la cantidad de acículas que se renuevan es permanente a través de todo el año y, por lo tanto, similar de año en año por lo que una distribución temporal de su caída sólo depende del régimen de vientos existentes. Esto, en parte se confirma con la reducida cantidad de acículas que se integran a la hojarasca

con posterioridad a una gran caída de ellas provocada por fuertes vientos, a pesar de que vuelvan a registrarse altas intensidades en la velocidad del viento.

La Fig. 2 muestra que a medida que aumenta la velocidad del viento se incrementan los aportes vegetales a la hojarasca. Estos aportes aumentan considerablemente, cuando las velocidades sobrepasan los 20 m/seg. Los puntos que se encuentran muy por debajo de la curva y que corresponden a días de alta ventilación (> 20 m/seg), son los siguientes a una semana de alta producción de hojarasca debido a fuertes vientos. En estos casos faltó una suficiente cantidad de acículas sueltas o debilitadas, para que el aporte de ellas a la hojarasca estuviese de acuerdo con las altas velocidades del viento.



Temperatura Máxima Promedio (°C)

Fig. 3

Relación entre la producción de semillas y la temperatura máxima promedio del aire en un bosque de *P. radiata*.

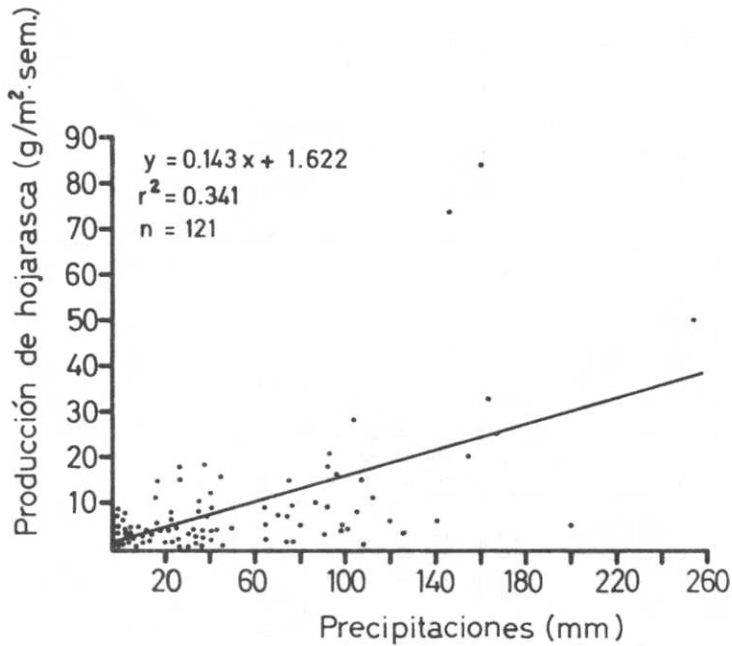


Fig. 4: Relación entre la producción de hojarasca y las precipitaciones en un bosque de *P. radiata*.

Un marcado curso anual tiene el aporte de las flores masculinas en la producción de hojarasca. A pesar de que su caída se produjo durante todo el año, los aportes máximos se concentran en primavera (septiembre-octubre) de acuerdo al ciclo fenológico de la vegetación en esta región (Ramírez y Riveros, 1975; Ramírez et al, 1977). La caída de flores durante el resto del año se podría explicar suponiendo que algunas de ellas, quedarían atrapadas en las ramas y que a medida que se van deteriorando se fragmentan y logran desprenderse por la acción de los vientos.

También un marcado curso anual se puede observar en la producción de semillas, su inicio comienza en octubre alcan-

zando el máximo entre diciembre-enero, lo que coincide con el período de mayor temperatura y menor humedad. El retraso en el inicio de la semillación en noviembre de 1982, se debería a las continuas y persistentes precipitaciones que se produjeron durante octubre y hasta la primera mitad de noviembre, lo que determinó que las condiciones necesarias para permitir una caída importante de semillas se presentaran más tarde. La alta producción de semillas en enero de 1983 (Cuadro 1), se debería a que durante este mes no hubieron precipitaciones durante los primeros 28 días. Esta condición. Junto con frecuentes temperaturas máximas que sobrepasaron los 30°C. permitió que los

CUADRO 1: Dinámica anual de la producción de hojarasca en un bosque de **Pinus radiata** (expresado en g/m² de materia seca).

Año	Componentes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
1981	Flores	0.77	0.33	0.24	0.26	1.26	0.06	0,06	0.24	8.68	8.76	2.54	1.08	24.28
	Semillas	0.09	0.04	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.26	0.46	1.09
	Acículas	20.79	27.41	12.80	48.89	89.25	23.76	23.08	13.09	12.49	24.05	10.75	14.26	320.62
	Otros	1.11	0.62	2.71	0.42	12.79	0.32	0.46	0.49	1.30	0.74	0.92	1.89	23.77
	Total	22.76	28.40	15.77	49.57	103.30	24.14	23.60	13.82	22.47	33.77	14.47	17.69	369.76
1982	Flores	0.95	1.13	0.19	0.15	0.57	0.31	0.41	2.17	13.90	6.97	1.87	0.67	29.29
	Semillas	0.72	0.16	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.59	1.62
	Acículas	22.27	25.40	25.88	19.99	97.99	28.71	32.90	17.56	14.83	15.37	13.04	14.56	328.50
	Otros	3.02	1.95	0.69	0.20	4.90	7.09	20.70	2.17	10.50	0.50	0.45	1.38	53.64
	Total	26.96	28.64	26.88	20.34	103.46	36.11	54.01	21.90	39.23	22.93	15.39	17.20	413.05
1983	Flores	1.10	0.38	0.40	0.58									
	Semillas	2.50	0.61	0.06	0.00									
	Acículas	25.10	9.42	22.67	67.01									
	Otros	1.95	0.77	1.62	0.91									
	Total	30.65	11.18	24.75	68.50									

Cuadro 2: Dinámica anual de la producción de hojarasca en un bosque de **Pinus radiata** (porcentaje sobre los totales anuales por componentes).

Año	Componentes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1981	Flores	3.17	1.36	0.99	1.07	5.19	0.25	0.25	0.99	35.75	36.08	10.46	4.45
	Semillas	8.26	3.67	1.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	20.18	23.85	42.20
	Acículas	6.48	8.55	3.99	15.25	27.84	7.41	7.20	4.08	3.90	7.50	3.35	4.45
	Otros	4.67	2.61	11.40	1.77	53.81	1.35	1.94	2.06	5.47	3.11	3.87	7.95
	Total	6.16	7.68	4.26	13.41	27.94	6.53	6.38	3.74	6.08	9.13	3.91	4.78
1982	Flores	3.24	3.86	0.65	0.51	1.95	1.06	1.40	7.41	47.46	23.80	6.38	2.29
	Semillas	44.44	9.88	7.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.85	36.42
	Acículas	6.78	7.73	7.88	6.09	29.83	8.74	10.02	5.35	4.51	4.68	3.97	4.43
	Otros	5.63	3.64	1.29	0.37	9.13	13.22	38.59	4.05	19.57	1.10	0.84	2.57
	Total	6.53	6.93	6.51	4.92	25.05	8.74	13.08	5.30	9.50	5.55	3.73	4.16

conos reaccionaran en forma favorable para liberar grandes cantidades de semillas.

La producción correspondiente a otros (ramitas, cortezas) no presenta un curso anual. Al parecer, su irregular distribución a través del año se debe principalmente a la variación en la intensidad de los vientos. Lo que queda claramente demostrado durante los meses de mayo de 1981 y mayo, junio, julio y septiembre de 1982 (Cuadro 1), durante los cuales se produjeron temporales de viento con velocidades máximas de hasta 28 m/seg (Fig. 1).

También se obtuvo una cierta correlación entre la producción de hojarasca y las precipitaciones ($r^2 = 0,341$), la que ha sido mencionada por Cuevas y Sajise (1978) y Tanner (1980) en estudios

realizados en otros tipos de bosques.

Aparentemente las correlaciones obtenidas por estos autores se debe a que la mayor caída de hojas es coincidente con los períodos más lluviosos y no porque las precipitaciones actúen como reguladores del fenómeno. En el presente estudio la influencia de la precipitación en la caída de hojarasca también está sobredimensionada, debido a que en general en la zona de estudio, las altas precipitaciones se corresponden con mayores velocidades del viento; de ahí que se debería suponer que la relación existente entre aumento de la precipitación e incremento de la producción, no se debe a las menores precipitaciones sino que a los vientos de mayor velocidad que generalmente acompañan a las lluvias de intensidades altas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDERSON, J. M. 1973: Stand structure and litter fall of a coppiced beech *Fagus sylvatica* and sweet chestnut *castanea sativa* woodland. *Oikos* 24 (1) : 128-135.
- BALLARD, R.; WILL, G.M. 1981. Accumulation of organic matter and mineral nutrients under a *Pinus radiata* stand. *New Zealand Journal of Forestry Science* 11 (2):145-151.
- BRAY, J.R. GORHAM, E. 1964: Litter productions in forests of the world. *Advances in Ecological Research* 2: 101-157.
- BURSCHEL, P.; GALLEGOS, O.; MARTINEZ & W. MOLL. 1976: Composición y dinámica regenerativa de un bosque mixto virgen de raulí y coigüe. *Bosque* 1 (2):55-74.
- CUEVAS, V.C.; SAJISE, P.E. 1978: Litterfall and leaf litter decomposition in a Philippine secondary forest. *Kalikasan, Philipp. J. Biol.* 7 (2): 99-109.
- FUENZALIDA, H. 1971: *Climatología de Chile*. Depto. Geofísica y Geodesia. Universidad de Chile. 66 pp.
- GEIGER, R. 1966: *The climate near the Ground*. Massachusetts. Harvard Univ. Press. 611 pp.
- HUBER, A. 1970: Diez años de observaciones climatológicas en la estación Teja-Valdivia (Chile) 1960-1969. *Inst. de Geología y Geografía. Univ. Austral de Chile*. 60 págs.
- PRUSINKIEWICZ, Z. ; BIGOS, M. 1978: Rhythmicity of accumulations and decomposition of forest litter in three mixed forest stands on the soils with different types of forest floor. *Ekologia Polska*. 26 (3): 325-345.
- RAMIREZ, C. & RIVEROS, M. 1975: Contenido de semillas en el suelo y regeneración de la cubierta vegetal en una pradera de la provincia de Valdivia, Chile. *Phyton* 33 (1): 81-96.
- RAMIREZ, C. ; R. WESTERMAEIER & O. HENRIQUEZ. 1977: Cambios vegetacionales que alteran la estimación de presencia y cobertura en comunidades pratenses de la Décima Región, Chile. *Agro Sur* 5 (1): 22-29.
- RIVEROS, M. & ALBERDI, M. 1978: Acumulación de hojarasca en un bosque de olivillo (*Aextoxicon punctatum* R. et Pav.) del fundo San Martín (Valdivia, Chile). *Bosque* 2 (2): 72 -82.
- TANNER, E. V. J. 1980: Litterfall in montane rain forests of Jamaica and its relations to climate. *Journal of Ecology*. 68:833 - 845.
- WILL, G. M. 1959: Nutrient return in litter and rainfall under some exotic conifer stands in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 2: 719 - 734.

LOS AUTORES:

- HUBER, A. Dr. Rer. Silv., Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.
- OYARZUN, C. Lic. en Ciencias, Instituto de Geociencias, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile.