



AMBIENTE SUBTROPICAL, 3: 69-86. (1993)

Descomposición de la hojarasca en un bosque nativo y en una plantación de *Grevillea robusta* del Chaco Oriental

Eugenio R. Vallejos⁽¹⁾ y Juan J. Neiff⁽¹⁾

ABSTRACT: Litter decomposition in native and cultural forest in the Eastern Chaco.

Litter fall and decomposition were simultaneously studied in a mixed natural forest in an adjacent stands of *Grevillea robusta* (22 years old), near Makallé City (20°07'S; 59°21'W) where annual rainfall mean is 1100 mm with a humid period at the end of summer and a dry period in winter time.

Simultaneously, a strong seasonality in the litter fall could be recorded by biweekly sampling operations. The annual fine litter fall was estimated in 6.96 tn/ha/yr in a native forest.

The water storage was different in both soil sites as a consequence of a higher density and lower infiltration in *Grevillea* forest.

Thirty litter bags with 10g of dead leaves, and 30 cellulose bags were placed in each site in order to estimate the organic matter decomposi-

tion. Using the Olson equation, we obtained faster values in the natural forest: 173 days for half-life time, compared with *Grevillea* forest: 750 days for half-life time. Similar trend could be observed in cellulose decomposition: remaining dry weight of 5 % was found at 220 and 968 days in native and *Grevillea* forest, respectively.

Complementary, the activity of microbiota functional groups were calculated (as cellulotitis, nitrifiers, and soil algae) demonstrate that the biological activity in the decomposition processes is mainly related with two key factors: different litter quality and different water budget in the soil surface.

After only two decades of implanted *Grevillea* forest, the fluxest and release of nutrient and organic matter is quite different.

(1) Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL). Casilla de Correo 291 (3400) Corrientes, Argentina

INTRODUCCION

La planicie chaqueña oriental articula paisajes de praderas herbáceas pajonales, mosaicos de sabanas y de bosques, cuya distribución y cobertura depende esencialmente de la topografía, de la dinámica del agua pluvial, y de la respuesta de los suelos a estos macrofactores (Morello y Adámoli, 1968, 1974; Morello, 1983; Patiño y Orfeo, 1986; Neiff y Reboratti, 1986).

La integración de estas unidades de paisaje presenta importantes transiciones o ecotonos en función de las graduales pendientes, lo que determina diferente permanencia y almacenaje del agua sobre el suelo, durante el año.

Cada uno de estos subsistemas de paisaje tiene distintas condiciones de productividad orgánica (calidad, cantidad y distribución temporal); microclimas diferentes y, al menos potencialmente, diferentes tasas de descomposición de la hojarasca.

El conocimiento de estos flujos de materiales resulta de interés, dentro de cada paisaje (bosque, pastura, etc.), para calificar el aporte de materia orgánica a los cursos de agua durante las crecidas (Neiff, 1986; Neiff *et al.*, 1989) lo que permite establecer tasas de exportación de compuestos orgánicos a otros sistemas (Neiff *et al.*, *op cit.*).

La comparación de las tasas de descomposición y la actividad de los grupos funcionales de la microbiota involucrados en el proceso, cuando se realiza paralelamente en bosques nativos y cultivados, proporciona una idea de los cambios esperables como consecuencia del manejo cultural del ambiente.

Como señala Pochon (1962) la actividad de los grupos fisiológicos de la microbiota edáfica resulta un indicador de utilidad a este fin, especialmente por su interdependencia funcional de los mismos.

También con este objetivo, resulta de utilidad el seguimiento de la tasa de descomposición de sustratos orgánicos en el mantillo, incubados en él en condiciones de campo, dado que permite obtener una idea de la velocidad de flujo desde la hojarasca al suelo.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

Las experiencias se realizaron desde septiembre de 1987 a junio de 1988 en la parte central de parcelas adyacentes de monte nativo y monte cultural de *Grevillea robusta* (implantados 26 años atrás), ubicados en los campos de la estación experimental del Instituto Forestal Nacional en la localidad de Lapachito (Gral. Obligado, Chaco).

El suelo es un Argiudol típico, con un horizonte B₂ fuertemente texturado con un porcentaje de arcilla entre un 40-48 % (Patiño y Orfeo, 1986).

En el horizonte superficial el pH es levemente ácido (6-6,5), acentuándose más esta tendencia en el bosque de *G. robusta*. La densidad aparente varió entre 1,05 y 1,10 g/cm³ en el monte nativo y entre 1,12 y 1,58 g/cm³ en el bosque de *G. robusta*.

El volumen de poros es de aproximadamente 51 % en el monte nativo y de 49 % en el de *G. robusta*.

La topografía es casi plana; el drenaje superficial mantiforme y las precipitaciones están en el orden de 1.100 mm de promedio anual. En este período la lluvia caída, fue sólo de 574,2 mm/año (tabla 1).

Las experiencias en el bosque nativo se realizaron en un rodal pluriespecífico, pluriestratificado, alto y cerrado.

El primer estrato arbóreo llega a los 13 m de alto, el cual está integrado por árboles distanciados entre 10 y 12 m. Las especies características en un radio de 100 m fueron *Gleditsia amorphoides* (espina corona); *Tabebuia impetiginosa* (lapacho); *Ruprechtia brachysephala* (ibirá-putaí); *Enterolobium contortisiliquum* (timbó colorado); *Patagonula americana* (guayaibí).

El segundo estrato (de unos 8 m de alto) estaba constituido por *Eugenia pungens* (guabiyú) y *Cathormion polyanthum* (timbó blanco).

El tercer estrato (4-8 m) se componía de: *Eugenia pungens* y brinzales de las especies mencionadas en los estratos uno y dos.

El cuarto estrato estaba integrado por cardales de *Pseudoananas macrodentes* y *Bromelia serra*.

El mantillo es continuo, homogéneo y su espesor oscila entre 2 y 3 cm. Debajo del mismo se distribuye un denso entretejido de raíces de absorción de los árboles que se concentra hasta 10-12 cm de profundidad. El aporte de materia orgánica por lluvia foliar es de 0,58 tn/ha/mes, siendo su valor anual de 6,96 tn/ha/año, dependiendo fuertemente de la estacionalidad de las lluvias (Fig. 3).

El bosque de *Grevillea robusta* fue plantado a distancia de 3 x 2 m, 22 años antes al momento de realizar la experiencia. Los árboles integran un único estrato de 14 m de alto; son todos coetáneos y su diámetro más frecuente es de 18 cm. El mantillo superficial es muy escaso y no supera los 2 cm de espesor.

METODOS

Para evaluar la degradación de la celulosa se siguieron las técnicas de Landaburu (1982). Para ello se cortaron tiras de telas de algodón de 2,5 x 15 cm que

fueron hervidas en agua destilada; luego secadas al aire durante 24 horas, pesadas, identificadas y sumergidas en una solución de NO_3K al 1 % para uniformar la relación C/N en cada una de las tiras. Posteriormente, se colocaron en sobres de malla de nylon de una apertura de $553 \mu\text{m}$ y se enterraron en el bosque natural y en el cultural para evaluar la descomposición de la celulosa nativa a 1 cm de profundidad. El incremento de peso debido a la solución de nitrato de potasio se consideró despreciable y no significativo para la experiencia dado que todas las tiras fueron pesadas a posteriori del tratamiento.

La hojarasca fue recolectada en el bosque natural en 15 embudos porosos de 62 cm de diámetro cada 15 días y secada hasta peso constante en estufa a 105°C .

Para la determinación de la tasa de descomposición de la hojarasca se colocaron 10 g de hojas en bolsas de polietileno de apertura de malla de $550 \mu\text{m}$ en ambos rodales, a los 30, 90, 159, 220 y 250 días se retiraron las bolsas y el material fue lavado y secado a 105°C para determinar peso seco remanente.

El coeficiente de decaimiento (k) de la hojarasca, al igual que de la celulosa nativa se dedujo a partir de la ecuación de Olson (1963):

$$W_t = W_o \cdot e^{-kt}$$

donde W_t es la cantidad de material remanente a tiempo t ; W_o es la cantidad inicial.

El tiempo necesario para que se descomponga el 50 y el 95 % de la hojarasca fue estimado a partir del coeficiente de decaimiento.

En forma complementaria se realizaron incubaciones para evaluar la capacidad celulolítica por medio de las placas de tierra granulada (Quant Bermudez y C. de Bakos, 1984) de ambos rodales preparadas con tierra

retenida en el tamiz de 1 mm, llevada a capacidad de campo, y como fuente de celulosa se colocaron 50 microdiscos de papel de filtro cualitativo con un peso total de 78,10 mg, procediéndose luego a incubar a 28°C.

La cuantificación de organismos aminolíticos, celulolíticos, nitrificadores y fijadores de nitrógeno, se realizó por el NMP siguiendo las técnicas de Rougieux (1964).

Los organismos aminolíticos, celulolíticos y fijadores de nitrógeno se incubaron durante 14 días, en tanto para los nitrificadores durante 28 días a 28°C.

El estudio ficológico se realizó incubando muestras de monte nativo de *Grevillea robusta* en medio de cultivo Bristol (Bold, 1942) durante 28 días, con periodos luz-oscuridad de 10 a 14 horas, para cuantificarlos en cámaras de Utermöhl (1958).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales características microbiológicas se representan en la tabla 2.

La actividad celulolítica, al igual que el número más probable de amilolíticos y nitrificadores fue más significativa en el monte alto que en el de *G. robusta*, a excepción de los fijadores de nitrógeno que fueron más importantes en este último que en el primero (tabla 2).

La descomposición de la materia orgánica, al igual que de la celulosa, tuvo un comportamiento semejante tanto en el bosque natural como en el cultural. En la tabla 3 y figuras 1 y 2, se pueden observar el coeficiente de decaimiento, vida media y de extensión de la hojarasca y de la celulosa como sustrato natural en el monte nativo.

En la transformación de la hojarasca se observó una primera fase rápida, que podría llegar a los 90 días

y luego una más lenta (fig. 1, tabla 2). El incremento porcentual diario de la degradación para la primera fase sería de 0,51 % y para la segunda de 0,072 %. La primera da comienzo con la degradación de sustancias hidrosolubles, para continuar con la porción insoluble en agua, Duchafour (1968).

Burges (1960) observó en estudios hechos en *Casuarina* sp. que habría una pérdida del 20 % en los dos primeros meses, para luego hacerse más lento el proceso. En esta última fase se pueden producir variaciones importantes de la relación C/N, que progresivamente tiende a disminuir.

El material remanente en el bosque nativo al final de la incubación fue del 31 %; el coeficiente estimado para el 50 % de descomposición fue de 173 días ($k = 0,001$) y para el 95 % de 750 días.

La degradación de la celulosa al final de la incubación tuvo un remanente del 5 % a los 220 días; el tiempo estimado para que se descomponga el 50 % de la celulosa en el bosque nativo fue estimada de 51 días, en tanto el bosque de *G. robusta* fue de 223 días. El 95 % de degradación fue calculado en 220 y 968 días respectivamente, para el bosque natural y cultural.

En el bosque natural, a los 51 días el material que se descompuso representó un 15 % de carbono del material original, en tanto al alcanzar al 50 % fue de un 31 % (fig. 1).

La ficoflora tuvo una densidad superior en el monte nativo que en el bosque de *G. robusta*. En el nativo un solo grupo taxonómico, las Chromophyta con las Bacillariophyceae, con el predominio de *Hantzchia amphioxus*, que representó el 18% de la taxocenosis, y en menor importancia por *Aulacosira granulata*, *Achnanthes* sp. y *Surirella* sp.

En la plantación de *G. robusta* un 85 % correspondió a las Chlorophyta y un 15 % para las Chromophyta, representadas por las Bacillariophyceae.

Entre las Chlorophyta merecen citarse los géneros *Closterium* sp. y *Mougeotia* sp. con un 90 y 10 % respectivamente de la taxocenosis.

Las Bacillariophyceae estuvieron presentes con *Aulacosira granulata* y *Pinnularia* sp. entre otras diatomeas pennadas.

Ambos tipos de bosques muestran diferencias estructurales y funcionales significativas. En tanto la hojarasca del monte nativo es rica en calidad (varios tipos de hojas) y tiene un aporte más constante en el tiempo por tratarse de una formación pluriespecífica, el bosque cultural ofrece una sola calidad de hojas, y la contribución al mantillo se produce en sólo seis meses del año.

El bosque nativo es más rico en contenido proteico que el de *G. robusta*.

En lo referente a la celulosa se observó valores levemente más alto en el de *G. robusta* que en el rodal nativo, siendo esta diferencia mucho más marcada al final de la experiencia.

Con ello quedaría indicado que habría un mayor aporte de N en el rodal del bosque nativo que en el de *G. robusta*.

Los valores de celulosa y lignina son más altos en el rodal de *G. robusta* que en el nativo. Esto indicaría que la calidad de aporte es diferente en uno y otro rodal.

Por su composición, con mayores contenidos de proteína, con una menor cantidad de celulosa y lignina en el bosque nativo que en el de *G. robusta*, hace que el primero sea un sustrato más fácil de desgradar que el citado en segundo término.

La existencia de varios estratos en el bosque nativo proporciona condiciones microclimáticas menos variables a nivel del mantillo (especialmente radiación y humedad), respecto del rodal de *G. robusta*.

Calidad y cantidad de materia orgánica y variabilidad termohídrica a nivel del suelo definen diferencias importantes en la velocidad de descomposición de la materia orgánica y en la circulación de elementos del suelo.

Igualmente, el contenido y calidad de materia orgánica en los horizontes superficiales derivado de la renovación de ambas canopias, influye notoriamente en la capacidad de incorporación y retención del agua del suelo (30,89 % en el bosque nativo; 25,88 % en el rodal de *G. robusta* al alcanzar la capacidad de campo en muestras de 20 cm de profundidad), estableciéndose de esta manera una interdependencia funcional que se manifestaría finalmente en una mayor numerosidad de microdescomponedores (tabla 2). Lo que daría una mayor actividad funcional.

Indudablemente, el espacio poroso y la disponibilidad de agua en el suelo adquieren un papel preponderante, favoreciendo una mayor nitrificación en el bosque nativo respecto de la plantación de *G. robusta*.

El proceso se optimizaría cuando la humedad del suelo se encuentra entre el 50 y 75 % de la capacidad de campo, y disminuye notoriamente cuando se llega a anaerobiosis por anegamiento.

La capacidad de retención de agua de ambas parcelas resulta fundamental para explicar la diferente actividad biológica en períodos de bajas precipitaciones como este período de estudio o cuando se registre una fuerte estacionalidad de las lluvias como ocurrió en algunos años.

La temperatura más favorable para la observación está comprendida entre los 25 y 30°C según las observaciones de Alexander (1980).

No es clara la función de la ficoflora en el proceso de nitrificación de estos suelos. La fijación de nitrógeno por cianofitas no se vería favorecida por la acidez de ambos rodales (Alexander, *op. cit.*). La ficoflora mostró una mayor abundancia relativa en el monte nativo que en el de *G. robusta*.

Ambos tipos de foresta tienen una ficoflora estructuralmente diferente; la afinidad, a través del índice de Sorensen, fue sólo de 0,12; en tanto que la diversidad (estimada por el índice de Shanon Weaver) fue sensiblemente mayor para el monte nativo (2,92 bit) que para el rodal de *G. robusta* (1,21 bit). La mayor abundancia y diversidad de algas en el bosque nativo parece una consecuencia del microclima favorable y de la mineralización más eficiente de la materia orgánica.

Se estima que el manejo de estos ecosistemas puede tener distintas respuestas a nivel de la circulación del nitrógeno desde la canopia al suelo y viceversa, y también en la velocidad de transformación de la hojarasca. La cantidad de lluvia caída en el período de estudio representó sólo el 52 % de la media anual histórica para esta localidad. Aún en estas condiciones de sequía extrema el contenido de humedad en el suelo permitió mantener la actividad de organismos muy sensibles como las algas del suelo. Entonces, sería de interés determinar en futuros estudios la estrategia de los diferentes grupos de algas para pasar los períodos de sequía (reviviscencia, zygosporas y otras estructuras de perduración).

La comparación entre rodales aledaños de bosque nativo e implantado ofrecen los mayores contrastes funcionales.

La sustitución total, en el caso analizado tubo una rápida respuesta luego de dos décadas en el bosque implantado. Sin embargo, otras operaciones silviculturales que modifiquen la complejidad estructural del bosque (sustitución parcial de especies, raleos, podas) puede tener consecuencia que merecen estudiarse con mayor detalle.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Juan Quant Bermúdez y a la Dra. Beatriz C. de Bakos por la valiosa colaboración prestada en la orientación y asesoramiento para realizar este trabajo. Al Ing. C. Driutti por sus sugerencias. Al Ing. Pedro Fuentes Godo y al Lic. Carlos A. Patiño por la lectura crítica del manuscrito. Al Ing. Pedro Delvalle por las facilidades operativas que nos brindara en el campo. A la Dra. Alicia Poi de Neiff por sus atinadas sugerencias y constante apoyo.

Tabla 1: Variaciones de temperatura y lluvia en un bosque nativo y cultural (Lapachito, Chaco)

	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.
Temp. media mínima del aire	19,5	16,2	9,7	9,5	14,5	11,1	11,4	15,3	18,1	18,2	21,3	19,2	21,7
Temp. media máxima del aire	29,4	24,4	21,7	21,7	23,2	22,7	25,6	29,4	30,2	33,8	34,9	34,8	35,8
Temp. mínima absoluta del aire	10,6	10,9	4,0	0,0	3,9	4,0	5,5	7,2	12,8	13,0	14,1	12,3	16,8
Temp. máxima absoluta del aire	35,5	34,5	33,5	26,0	33,5	36,8	31,5	38,7	38,5	39,3	39,8	37,5	39,5
Temp. del suelo: mínima	21,9	19,0	18,2	17,8	17,8	15,6	15,2	17,0	20,0	20,0	22,8	22,0	23,8
(50 cm) máxima	25,5	23,2	21,8	19,8	18,6	18,5	18,3	21,0	22,8	23,9	25,8	24,8	26,5
media	23,2	21,4	19,5	18,7	18,2	16,9	16,5	18,8	21,5	22,2	24,2	22,8	25,1
Lluvia caída en el mes (mm)	22,23	99,02	8,30	19,64	8,98	28,97	14,0	24,89	119,41	39,47	55,81	29,18	104,39

Tabla 2: Grupos funcionales en el bosque natural y cultural (Lapachito, Chaco)

Grupo funcional	Monte alto	Monte alto y parcialmente degradado	<i>Grevillea robusta</i>
Placa de tierra granulada	100 %	94 %	92 %
NMP de microorganismos celulolíticos	15×10^3	4×10^2	4×10^2
NMP de microorganismos aminolíticos	110×10^5	---	110×10^4
NMP de microorganismos nitrificadores	$7,5 \times 10^3$	4×10^3	$9,5 \times 10^2$
NMP de microorganismos fijadores de nitrógeno (Aerobios)	$2,5 \times 10^2$	---	15×10^2

Tabla 3: Coeficiente de decaimiento y estimación para la degradación del 50 % y 95 % de la celulosa en un bosque natural

Sustrato	r	Coeficiente de decaimiento (k)	Días para degradar el	
			50 %	95 %
Hojarasca	0,96	0,004	173	750
Celulosa	0,97	0,0136	51	220

Tabla 4: Concentración de compuestos biodegradables en la hojarasca (*)

	Valor proteico		Hemicelulosa		Celulosa		Lignina	
	Pi	Pf	Pi	Pf	Pi	Pf	Pi	Pf
Monte nativo	13,28	14,26	--	--	18	30,94	14	15,33
Plantación de <i>G. robusta</i>	8,40	10,50	0,23	2,95	18,43	39,25	14,63	15,05

(*) Análisis realizados por el Laboratorio de Química y Geología (LAQUIGE), dependiente del CONICET.

Referencias: Pi = peso inicial
Pf = peso final

BIBLIOGRAFIA

- Alexander, M., 1980. **Introducción a la microbiología del suelo**. Editorial Editor S.A. 491 p.
- Bold, H.C., 1942. The cultivation of algae. **Bot. Rev.**, 8: 70-138.
- Burges, A., 1960. **Introducción a la microbiología del suelo**. Ed. Acribia, Zaragoza (España). 199 p.
- Duchafour, H., 1978. **Manual de Edafología**. Ed. Toray-Masson. Barcelona. 476 p.
- Landaburu, A.C., 1982. Descomposición de la celulosa en un pastizal natural de la depresión del Salado. **Rev. de la Fac. de Agr.**, 3(1): 51-55.
- Morello, J., 1983. El Gran Chaco: el proceso de expansión de la frontera agrícola desde el punto de vista ecológico-ambiental. **Expansion de la Frontera Agropecuaria y medio ambiente en America Latina**: 341-396.
- Morello, J. y J. Adámoli, 1968. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. I parte. **INTA, Ser. Fitogeog.**, 10: 125 p.
- Morello, J. y J. Adámoli, 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. II parte. **INTA, Ser. Fitogeog.**, 13: 130 p.
- Neiff, J.J., 1986. Sinopsis ecológica y estado actual del Chaco Oriental. **Ambiente Subtropical**, 1: 5-35.
- Neiff, J.J. y H.J. Reboratti, 1986. Los bosques fluviales del Chaco Oriental: Primera aproximación. **Ambiente Subtropical**, 1: 36-46.
- Olson, G.W., 1963. **Application of soil survey to problem of health, sanitation and engineering**. Cornell University Press. Agri. 387 p.
- Patiño, C.A. y O. Orfeo, 1986. Aproximación al conocimiento del proceso de erosión del suelo en el Chaco Oriental. **Ambiente Subtropical**, 1: 47-59.

- Pochon, J., 1962. Conferencia sobre microbiología del suelo. **Idia**, **1**: 70.
- Quant Bermudez, J.F. y B.C. de Bakos, 1984. Empleo de microdiscos de papel de filtro para la evaluación de la celulosis en placa de tierra. **Inst. Agrot. Fac. de Cs. Agrarias (UNNE). Publ. Téc. N°1**, Chaco, 4.
- Rougieux, G., 1964. **Técnicas de microbiología del suelo**. Ed. Acribia (España). 262 p.
- Utermöhl, H., 1958. Zur vervollkommung der qualitativen phytoplankton methodik. **Mitt. Int. Verein. Limnol.**, **9**: 1-38.

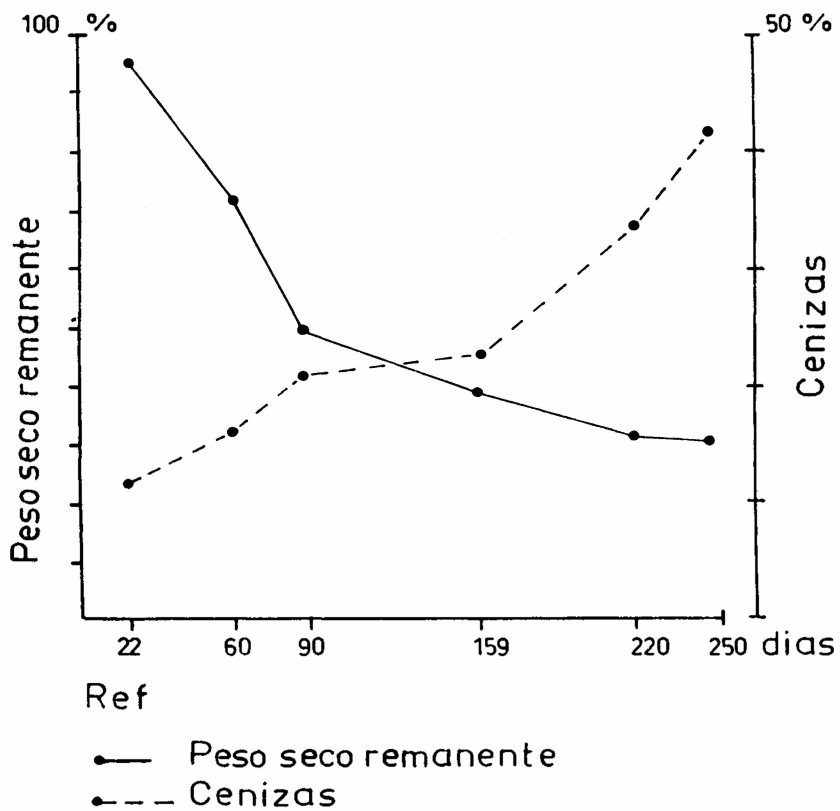


Figura 1: Valores medios del peso seco remanente y del de cenizas de la hojarasca en el bosque nativo. La D.S. es menor al 20%.

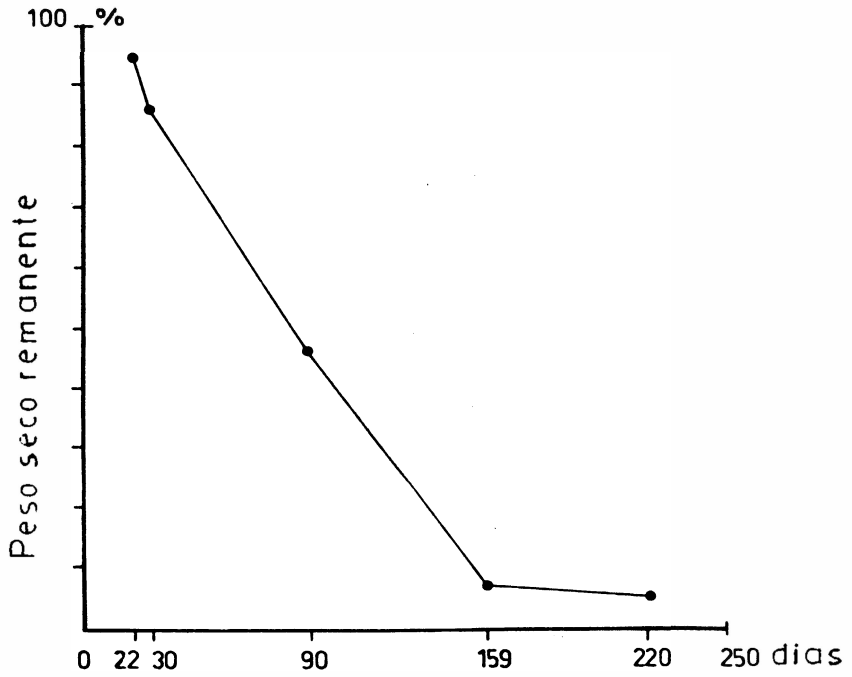


Figura 2: Peso remanente medio de la celulosa en el bosque nativo. La D.S. es menor al 20%.

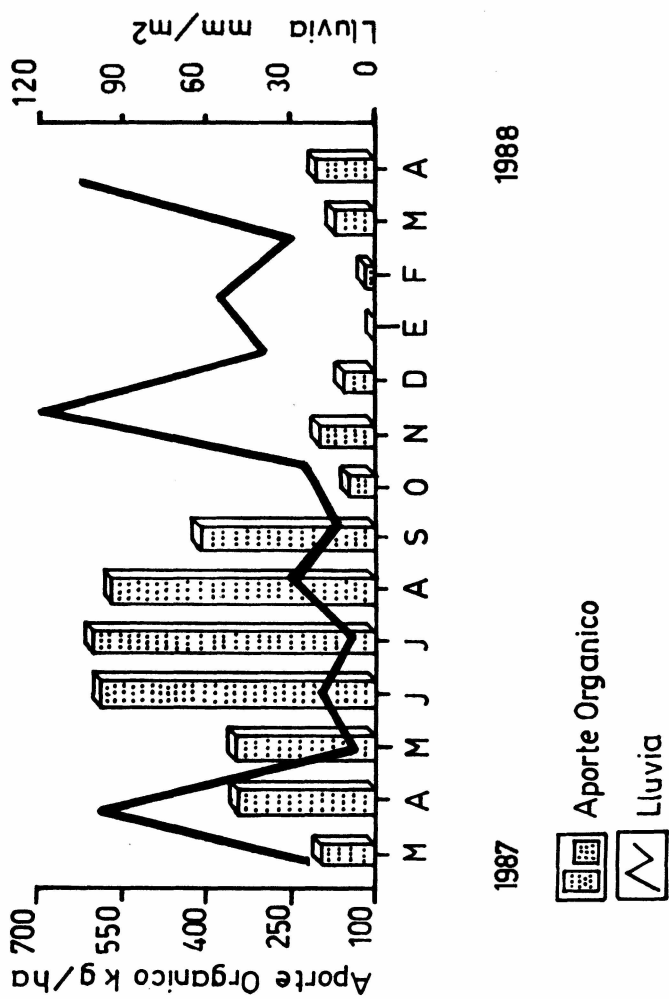


Figura 3: Bosque nativo: precipitación media mensual y aporte de hojas como peso seco.