

ENCUENTRO
1993

CONGRESO
FORESTAL ESPAÑOL
Lourizán 1993

PONTEVEDRA, 14 al 18 Junio de 1993

TOMO I

Mesa Temática I. El Medio Forestal

XUNTA DE GALICIA

2 APR 1993

RECIBIDO

Lima, Costa Rica

CONGRESO
FORESTAL ESPAÑOL
Lourizán 1993

PONENCIAS Y COMUNICACIONES

PONTEVEDRA, 14 al 18 Junio de 1993

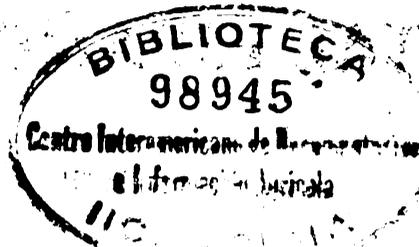
TOMO I

Mesa Temática I. El Medio Forestal

Edición Científica a cargo de

Francisco Javier Silva-Pando y Guillermo Vega Alonso

CATIE
D448



ISBN: OBRA COMPLETA: 84 - 453 - 0689 - 8

ISBN: TOMO I: 84 - 453 - 0690 - 1

Depósito Legal: VG - 221 - 93

GRAFOL, S.A.

Carretera de Bayona 200

Teléfono 34(9)86-460250

Telefax 34(9)86-460250

Apartado 5.231

36200 VIGO (Pontevedra)

DESCOMPOSICION DE LA HOJARASCA EN SISTEMAS AGROFORESTALES

DE CORDIA Y ERYTHRINA EN TURRIALBA, COSTA RICA

O. Vilas Boas*, A. C. Imbach**, M. J. Mazzarino***, A. Bonnemann**** & J. Beer*****

* Instituto Florestal, Caixa Postal 104. 19800-ASSIS, S.P. (Brasil)

** IUCN. Avenue du Mont-Blanc. CH-1196, GLAND (Suiza)

*** Tiscornia, 429. 8400-BARILOCHE (Argentina)

**** GTZ/CATIE. 7170-TURRIALBA (Costa Rica)

***** GTZ/CATIE. 7170-TURRIALBA (Costa Rica)

Resumen

Se estudió, durante el período de Octubre/89 a Junio/90, la tasa de descomposición, la liberación de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) y el cambio en la pared celular de la hojarasca natural. El estudio comprendió las parcelas agroforestales con cultivos perennes: café (*Coffea arabica*) asociado con árboles leguminosos de sombra, poró (*Erythrina poeppigiana*); café con árboles maderables de sombra laurel (*Cordia alliodora*); cacao (*Theobroma cacao*) con poró y cacao con laurel, en un diseño de bloques completos al azar con parcelas divididas ("split plot", café o cacao). La hojarasca del sistema cacao/laurel presentó una descomposición lenta, la pérdida fue de apenas 32% del peso inicial. La hojarasca de los sistemas cacao/poró, café/laurel y café/poró presentó pérdidas más rápidas: 47, 49 y 58%, respectivamente. Aparentemente, los factores que contribuyeron más claramente a estas diferencias fueron las características físico-químicas de la hojarasca. El patrón de liberación de N es similar y el de P es mayor a la pérdida de peso seco. El Ca presentó patrón de liberación más lento que el peso seco, mientras que el K se liberó más rápidamente y el Mg presentó un patrón similar a la pérdida de peso seco.

P. C.: Agroforestería, sistemas, descomposición de hojarasca, liberación de nutrientes, *Coffea arabica*, *Theobroma cacao*, *Erythrina poeppigiana*, *Cordia alliodora*.

Abstract

A study was made of decomposition rates, liberation of nutrients (N, P, K, Ca, Mg) and changes in cell wall structure, in natural litter, from October 1989 to June 1990. The following systems were involved: coffee (*Coffea arabica*) with the leguminous shade tree poro (*Erythrina poeppigiana*); coffee with the timber shade tree laurel (*Cordia alliodora*); cacao (*Theobroma cacao*) with poro; cacao with laurel. The experiment has split-plots (Coffee or cacao) within random complete blocks (two repetitions) of the shade tree species. Dry weight losses of the litter of the cacao/laurel system were only 32%. Litter from the cacao/poro, cafe/laurel and cafe/poro systems lost weight more rapidly: 47, 49 and 58%, respectively. Apparently, the factors which most clearly contributed to these differences were the physical and chemical characteristics of the litter. The pattern of liberation of N and P (% losses) was similar and greater than dry weight losses (%). The Ca liberation was less than dry weight losses, K was liberated much more rapidly, and Mg was lost at a similar rate

to dry weight.

K.W.: Agroforestry, systems, litter decomposition, nutrient liberation, mineralization of organic material, *Coffea arabica*, *Theobroma poeppigiana*, *Cordia alliodora*

INTRODUCCION

En los últimos años muchos aspectos de la ecología de los sistemas agroforestales han sido objeto de estudio y constituyen hoy, un amplio campo en la investigación científica agrícola. Entre los distintos aspectos que se investigan actualmente en estos sistemas se encuentran los relacionados con los ciclos de nutrientes, los que buscan elucidar la eficiencia con que los minerales son conducidos por los distintos componentes de los sistemas así como la capacidad de los mismos para retener estos elementos y conservar su aptitud productiva.

El presente trabajo pretende cuantificar la descomposición de la hojarasca caída naturalmente a través de la pérdida de peso seco, así como, estudiar los procesos de liberación de elementos (N, P, K, Ca y Mg) del mantillo provenientes de la hojarasca natural, mediante el análisis del contenido total.

MATERIAL Y METODOS

El trabajo se desarrolló en el Experimento Central "La Montaña", del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Cuyas coordenadas geográficas son: 9°52' latitud Norte y 83°38' longitud Oeste, en el Valle de Turrialba, a una elevación de 590 metros sobre el nivel del mar. De acuerdo con HOLDRIDGE (1978), pertenece a la Zona de vida denominada "bosque muy húmedo premontano". La temperatura media anual es de 21.5°C, la precipitación media anual es de 2642 mm y la humedad relativa media anual es de 87,5% (JIMENEZ, 1986). Los suelos son jóvenes, aluviales, formados por materiales depositados sobre sedimentos arenosos, que se desarrollaron sobre una antigua cuenca fluvioacustre.

El experimento Central "La Montaña" fue establecido en 1977, y en él se pretendía originalmente comparar distintos sistemas de producción con cultivos anuales, perennes y forestales, en monocultivos y combinados entre sí (ENRIQUEZ, 1979). Por razones de índole financiera el objetivo original fue sustancialmente modificado y sólo se continuaron los estudios en las parcelas con componentes permanentes, utilizándose en este estudio las siguientes:

- a) Café (*Coffea arabica*), híbrido timor, con laurel (*Cordia alliodora*).
- b) Café con poró (*Erythrina poeppigiana*).
- c) cacao (*Theobroma cacao*) con laurel.
- d) cacao con poró.

El ensayo tiene un diseño de bloques al azar con parcelas divididas ("split plot") (IMBACH, 1987). Se establecieron dos bloques y se adoptó como parcela grande a la implantada con el componente arbóreo (poró o laurel), que se subdividió en dos para ubicar a los cultivos perennes asociados, café o cacao. Cada una de las parcelas pequeñas mide 18 por 36 m.

Para evaluar la descomposición se utilizó la técnica de bolsas de descomposición, utilizando bolsas que se distribuyeron en el campo a partir de Octubre/89 por un periodo de ocho meses en un total de 30 bolsas por parcela. La distribución de las bolsas fue realizada al azar mediante coordenadas dentro de la parcela útil, se consideró como parcela útil la parcela de 14 por 32 m, donde se dejó un borde de 2 m. Se colocó una estacada numerada

por medio de una cinta plástica para ubicar las bolsas en el campo.

El tamaño de las bolsas de descomposición fue de 60 por 60 cm, confeccionada siguiendo la técnica utilizada por BABBAR (1983). La parte superior de la bolsa estaba formada por una malla de polietileno de 64 mm² y la parte inferior con una malla de fibra de vidrio de 1 mm² con el pronóstico de retener fracciones finas de hojarasca (TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITY PROGRAMME, 1987 y 1989), ambos materiales se unieron entre sí con grapas de metal.

Las bolsas fueron llenadas con una mezcla de hojarasca seca similar a la que se deposita naturalmente en el campo en los sistemas, manteniendo las mismas proporciones de materia seca por especie. Luego de llenar las bolsas se escogieron al azar dos bolsas por sistema, para determinar el peso seco y el contenido inicial de N, P, K, Ca y Mg, además del contenido de fibra detergente neutro (pared celular).

La recolección de las bolsas en el campo se efectuó de la siguiente manera: en el primer mes cada 10 días, en el segundo cada 15 días, del tercero al sexto mes cada 30 días y a partir del séptimo mes cada 60 días, de la colecta anterior. La diferencia en la frecuencia de recolección se debió a que se esperaba al inicio una pérdida más rápida del material debido a lixiviación.

Para cada sistema se recogieron 3 bolsas de cada repetición, con un total de 24 bolsas por recolección. Se hizo un sorteo individual por parcela del número de bolsa a ser recolectada en las distintas fechas. Las bolsas colectadas fueron trasladadas al laboratorio, donde el follaje fue colocado en bolsas de papel y secado al horno a 70°C, hasta peso constante para determinar el molino y se realizaron los análisis para determinar el contenido de N, P, K, Ca, Mg y Pared Celular, siguiendo la metodología descrita por GOERING y VAN SOEST (1972); DIAZ-ROMEY y HUNTER (1982).

RESULTADOS Y DISCUSION

La diferencia en la frecuencia de recolección de bolsas con períodos cortos al principio y más largos al final, permitió observar una pérdida rápida de peso durante los primeros 30 días y una pérdida más lenta hasta el final de la medición en todos los sistemas con excepción del sistema cacao/laurel que presentó una tasa lenta del principio hasta los 240 días (4-32%) (Cuadro 1). Varios autores han encontrado en estudios de descomposición una pérdida inicial rápida durante las tres a cinco primeras semanas y lenta a continuación (EWELL, 1976; BABBAR, 1983; HEUVELDOP & cols., 1985 y 1988; ARGUELLO, 1988 y PALM, 1988). SINGH (1969), WIEGERT y MURPHY (1970) indican que el porcentaje de pérdida inicial varía dependiendo de las especies, lo que coincide con lo que se observó en este estudio.

La pérdida exponencial inicial se debe fundamentalmente a la lixiviación por agua de lluvia, que produce una rápida pérdida de sustancias solubles y componentes más fácilmente degradables como azúcares, almidones, carbohidratos y proteínas. Esto a su vez estimula el desarrollo de poblaciones microbianas que empiezan a consumir las sustancias más fáciles de degradar.

Probablemente la principal razón que puede ocasionar la disminución en la velocidad de descomposición es que las sustancias más fáciles de degradar se agotan y en el sustrato comienzan a predominar materiales más recalcitrantes tales como: celulosa, grasas, taminos y ligninas con índices de pérdidas relativamente más bajo (ALEXANDER, 1977; WIEDER y LANG, 1982). Sin embargo, en esta segunda fase se produce el crecimiento exponencial de poblaciones de microorganismos, producto de alta concentración inicial de sustancias nutritivas y de condiciones ambientales favorables (BABBAR, 1983) y la biomasa de estos organismos pueden representar una considerable proporción de peso seco y encubrir el

verdadero patrón de descomposición (WITKAMP, 1966).

Los resultados encontrados son distintos a los observados por HEUVELDOP & cols. (1985 y 1988) quienes encontraron una vida media de 240 días para la hojarasca de los sistemas con cacao (cacao/poró y cacao/laurel) y de 90 días y 30 días para los sistemas café/laurel y café/poró respectivamente. Las diferencias con el presente trabajo pueden deberse a que estos autores trabajaron con material de podas y no con hojarasca natural cuyo contenido de nutrientes es menor, siendo menor también la tasa de descomposición (DOMINGUEZ & cols., 1988). Antes de la caída de las hojas hay un proceso de reabsorción de nutrientes principalmente N y P, lo que resulta en un material de baja calidad (PALM, 1988). Sin embargo, las tendencias observadas por HEUVELDOP & cols. (1985 y 1988) para la descomposición de los sistemas fueron semejantes a este estudio.

La tasa de descomposición estuvo más afectada por la concentración inicial de la pared celular que fue más alta en las especies que descompusieron más lentamente y también presentaron la menor desaparición de pared celular (laurel y cacao), lo que coincide con PALM (1988), ARGUELLO (1988) y DOMINGUES & cols., (1988) donde dicen que la velocidad de descomposición está influenciada por el efecto positivo de nutrientes (N, bases, etc.) y el negativo de polifenoles y relación lignina/N.

La tasa de liberación de N es similar y menor, a la pérdida de peso seco, con excepción de los sistemas con poró (Cuadro 2) que presentaron una tasa de liberación de N mayor que la pérdida de peso seco. Resultados semejantes con liberaciones similares y menor a la pérdida de peso seco fueron encontrados por EWELL (1976), BABBAR (1983), ARGÜELLO (1988) y PALM (1988).

Según BABBAR (1983), la baja tasa de liberación de N aparentemente se debe a que éste es poco lixiviable por tratarse de un componente estructural de los tejidos y que queda retenido en el protoplasma de los organismos descomponedores. Esto coincide con FASSBENDER y BORNEMISZA (1987) que consideran que el N, al igual que el P y el S son los elementos que más fuertemente se encuentran aferrados al C formando moléculas orgánicas tales como proteínas, ácidos nucleicos y algunos carbohidratos entre otros.

Con relación a la liberación de P, se observa hasta los 20 días una liberación rápida y a partir de allí hasta el final del período de descomposición una liberación de P bastante irregular, con inmovilización y pérdidas (Cuadro 3), que se debe a la gran estabilidad que posee este elemento en los distintos follajes. Sin embargo, la liberación de P fue mayor que la liberación del N. Aunque hay menos datos disponibles para la dinámica del P durante la descomposición, se ha sugerido que la inmovilización o un incremento de este elemento en el material remanente de la planta, va a depender de la actividad microbiana (MELILLO y ABER, 1984; SCHLESINGER, 1985; VITOUSEK y SANFORD, 1986).

La liberación de K, en los primeros 20 días, fue rápida (60-90% del contenido inicial), para luego estabilizarse hasta el período final en valores muy bajos, de alrededor del 5% (Cuadro 4). La tasa de liberación de K es más rápida que la pérdida de peso seco. Este fenómeno de alta movilidad es observado en otros trabajos sobre descomposición realizados bajo diferentes condiciones de clima y sustrato (EWELL, 1976; BABBAR, 1983; ARGUELLO, 1988 y PALM, 1988).

Los sistemas con cacao presentaron tasas de liberación de K más bajas que los demás, que puede estar relacionado con la lixiviación. La concentración de pared celular fue mayor en los sistemas con cacao, lo que dificultó la lixiviación. Según JORDAN (1985) el K es transferido del follaje al suelo por la lluvia, ya que no es un componente estructural del follaje y es lavado fácilmente.

La tasa de liberación inicial de Ca (Cuadro 5), fue más baja que la pérdida de peso seco y la tasa de liberación de los demás nutrientes, esto se debe principalmente a que este

elemento es poco lixiviable, por estar lligado a los tejidos vegetales (JORDAN, 1985). Resultados similares fueron encontrados por EWELL (1976), BABBAR (1983), ARGÜELLO (1988) y PALM (1988).

La diferencia en la tasa de liberación de Ca entre los sistemas, puede estar relacionada con la concentración inicial de pared celular. Los sistemas cacao/laurel y cacao/poró presentaron mayor concentración inicial de pared celular y menor tasa de liberación de calcio, también fue menor la desaparición de pared celular en esos sistemas. ARGÜELLO (1988), analizando la descomposición en ocho especies diferentes de árboles en Colombia, encontró que a partir del momento en que las concentraciones de lignina eran bajas, la tasa de liberación de Ca fue más alta, lo que fue favorecido también por el incremento de las lluvias en el período.

La tasa de liberación de Mg presentó patrones similares a la pérdida de peso seco estabilizándose al final del período de medición a valores bajos; esto concuerda con lo observado por otros autores (BABBAR, 1983 y ARGÜELLO, 1988). PALM (1988) encontró que el Mg se inmovilizó en los períodos iniciales de descomposición hasta la semana ocho.

Se observa en todo el período una mayor liberación de Mg en los sistemas con poró que en los sistemas con laurel (Cuadro 6). Esto se debe posiblemente a que en algunas especies el Mg puede ser un componente estructural importante y acumularse en las paredes celulares (JORDAN, 1985) como pectado de magnesio, desempeñando una función similar a la del Ca, mientras que en otras se encuentra fundamentalmente en la molécula de clorofila de donde puede desprenderse con relativa facilidad (DEVLIN, 1970), citado por ARGÜELLO (1988).

CONCLUSIONES

Con la base en los resultados obtenidos en este estudio, se puede concluir que:

- 1.- Los sistemas con el componente cacao, presentaron menor tasa de descomposición de la hojarasca, siendo el sistema cacao/laurel el que presentó menor pérdida de peso seco. El sistema café/poró fue el que presentó mayor tasa de descomposición.
- 2.- Las diferencias en la velocidad de descomposición pueden estar influenciadas por el contenido de pared celular, que fue mayor para los sistemas con cacao.
- 3.- Para todos los sistemas, la tasa de liberación de N sigue la misma tendencia que la pérdida de peso seco y la del P es mayor.
- 4.- El patrón de liberación del Ca es más lento que el de peso seco, el de Mg es similar y el de K es mayor. La liberación, en este caso, está relacionada directamente con la lixiviación ya que el K y el Mg son elementos más móviles que el Ca.

BIBLIOGRAFIA

- ALEXANDER, M. (1977). *Introduction to soil microbiology*. 2 ed.. New York, J. Willey. 474 p.
- ARGÜELLO ARIAS, H. (1988). *Tasa de descomposición y liberación de nutrimentos en el follaje de ocho especies de interés agroforestal en la franja premontana de Colombia*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 132 p.
- BABBAR AMIGHETTI, L. I. (1983). *Descomposición del follaje en ecosistemas sucesionales en Turrialba, Costa Rica*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE.
- DIAZ-ROMEY, R. & HUNTER, A. (1982). Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigaciones en invernadero. CATIE. *Serie Materiales de Enseñanza*. 12: 1-61 (Mimeografiado).
- DOMINGUEZ DE JUAN, M. T.; GONZALEZ ESPARCIA, E. & PENALVA RODRIGUEZ, F. (1988). Influencia de nutrientes y polifenoles en la descomposición de la

- hojarasca de especies autóctonas e introducidas en el Sureste Español. *Anales de Edafología y Agrobiología* (España) 47(9-10): 1429-1442.
- ENRIQUEZ, G. (1979). Ensayo central de cultivos perennes en comparación con algunos anuales. G. de las Salas (Ed.). In: *Taller de Sistemas Agroforestales en America Latina (1979, Turrialba, Costa Rica)*: 199-202. Actas. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- EWEL, J. J. (1976). Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in Eastern Guatemala. *Journal of Ecology* (G.B.) 64(1): 293-308.
- FASSBENDER, H. W. & BORNEMISZA, E. (1987). Química de suelos; con énfasis en suelos de America Latina. IICA. *Colección Libros y Materiales Educativos*. 81: 1-420.
- GOERING, H. & VAN SOEST, P. (1972). Análisis de fibra de forrajes. Trad. del inglés por Danilo Pezo. Universidad Navional Agraria La Mollina, Perú. *Boletín* 10: 21 p.
- HEUVELDOP, J.; ALPIZAR, L.; FASSBENDER, H. W.; ENRIQUEZ, G. & FOLSTER, H. (1985). Sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) con laurel (*Cordia alliodora*) y café con poró (*Erythrina poeppigiana*) en Turrialba, Costa Rica. 2. Producción agrícola, maderable y de residuos vegetales. *Turrialba* (C.R.) 35(4): 347-355.
- HEUVELDOP, J.; FASSBENDER, H. W.; ALPIZAR, L.; ENRIQUEZ, G. & FOLSTER, H. (1988). Modelling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and poró (*Erythrina poeppigiana*) in Costa Rica. 2. Cacao and wood production, litter production and decomposition. *Agroforestry Systems* (Holanda) 6: 37-48.
- HOLDRIDGE, L. R. (1978). Ecología basada en zonas de vida. IICA. *Serie de Libros y Materiales Educativos*. 34: 1-216.
- IMBACH, A. C. (1987). *Lixiviación de nutrimentos principales en cuatro sistemas agroforestales con cultivos perennes de Turrialba, Costa Rica*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., Programa UCR-CATIE. 167 p.
- JIMENEZ OTAROLA, F. (1986). *Balance hídrico con énfasis en percolación de dos sistemas agroforestales: café-poró y café-laurel, en Turrialba, Costa Rica*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa UCR-CATIE. 104 p.
- JORDAN, C. F. (1985). *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. Principles and their applications in management and conservation*. J. Wiley & Sons. New York, 190 pp.
- MELILLO, J. M. & ABER, J. D. (1984). Nutrient immobilization in decaying litter: An example of carbon-nutrient interactions. In: J. H. Cooley & F. B. Golley (Ed.), *Trends in ecological research for the 1980's*: 193-215. New York, Plenum Publishing.
- PALM, C. (1988). *Mulch quality and nitrogen dynamics in an alley cropping system in the Peruvian Amazon*. Ph. D. Dissertation. Raleigh, North Carolina, North Carolina State University. 84 p.
- SCHLESINGER, W. H. (1985). Decomposition of chaparral shrub foliage. *Ecology* (EE.UU.) 66(4): 1353-1359.
- SINGH, K. P. (1969). Studies in decomposition of leaf litter of important trees in a tropical deciduous forests at Varanasi. *Tropical Ecology* (India) 10(2): 292-311.
- TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITY PROGRAMME. (1987). *TSBF methods-handbook*. Ed: J. M. Anderson & J.S.I. Ingram. s.l., IUBS, UNESCO-MAB. 77 p.
- TROPICAL SOIL BIOLOGY AND FERTILITY PROGRAMME (1989). *A handbook of methods*. Ed.: J. M. Anderson & J.S.I. Ingram. s.l., IUBS, UNESCO-MAB. 171 p.
- VITOUSEK, P. & SANFORD JUNIOR, R. L. (1986). Nutrient cycling in moist tropical forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* (EE.UU.) 17: 137-167.
- WIEDSER, R. & LANG, G. (1982). A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. *Ecology* (EE.UU.) 63: 1636-1642.
- WIEGERT, R. G. & MURPHY, P. (1970). Effect of season, species and location on the disappearance rate of leaf litter in a Puerto Rican rain forest. In: H. T. Odum; R. F. Pigeon (Ed.). *A tropical rain forest*: 101-104. Oak Ridge, Tennessee, U.S. Atomic Energy Commission.
- WITKAMP, M. (1966). Decomposition of leaf litter in relation to environment microflora,

and microbial respiration. *Ecology* (EE.UU.) 47(2): 194-201.

Cuadro 1.- Pérdida de peso seco (porcentaje del inicial) por sistema, a través del proceso de descomposición.

SISTEMA				
TIEMPO (días)	Café/ Laurel	Café/ Poró	Cacao/ Laurel	Cacao/ Poró
10	11.09	20.62	4.35	15.03
20	21.24	35.07	14.79	24.75
30	28.18	38.71	18.12	32.29
45	33.82	45.37	20.63	35.04
60	33.05	48.79	21.65	38.73
90	39.69	49.96	25.88	41.48
120	38.68	52.79	30.17	42.06
150	42.54	53.50	24.38	42.52
180	47.58	56.62	31.07	46.39
240	49.30	58.15	31.84	46.50

Cuadro 2.. Liberación de N (porcentaje del inicial) por sistema, a través del proceso de descomposición.

SISTEMA				
TIEMPO (días)	Café/ Laurel	Café/ Poró	Cacao/ Laurel	Cacao/ Poró
10	12.25	14.51	3.32	20.54
20	23.27	25.20	15.06	28.77
30	27.28	29.37	15.86	28.99
45	21.95	28.65	11.20	31.00
60	24.83	36.53	20.85	37.65
90	29.33	35.65	26.40	46.33
120	36.81	51.39	24.23	48.76
150	42.74	49.57	13.49	44.75
180	45.11	57.38	32.41	49.72
240	43.67	60.05	24.44	48.83

Cuadro 3.. Liberación de P (porcentaje del inicial) por sistema, a través del proceso de descomposición.

SISTEMA				
TIEMPO (días)	Café/ Laurel	Café/ Poró	Cacao/ Laurel	Cacao/ Poró
10	47.29	30.61	16.06	20.23
20	58.57	46.14	28.04	32.18
30	45.16	30.27	10.34	7.73
45	48.20	42.05	29.62	42.87
60	45.75	45.38	8.94	24.80
90	68.64	67.08	39.05	54.42
120	63.66	57.69	27.92	43.42
150	61.71	65.34	32.73	51.56
180	71.89	66.78	30.90	50.50
240	58.57	53.75	11.13	23.24

Cuadro 4.. Liberación de K (porcentaje del inicial) por sistema, a través del proceso de descomposición.

TIEMPO (días)	SISTEMA			
	Café/ Laurel	Café/ Poró	Cacao/ Laurel	Cacao/ Poró
10	84.48	77.13	59.06	73.24
20	98.06	97.59	98.03	94.65
30	97.36	94.14	92.64	78.49
45	96.27	94.36	95.25	93.71
60	98.32	95.18	91.56	94.71
90	93.27	91.35	84.84	79.37
120	92.38	90.99	81.97	72.30
150	96.03	92.48	95.10	90.20
180	94.49	98.58	90.91	80.07
240	94.32	94.73	88.15	93.09

Cuadro 5.. Liberación de Ca (porcentaje del inicial) por sistema, a través del proceso de descomposición.

TIEMPO (días)	SISTEMA			
	Café/ Laurel	Café/ Poró	Cacao/ Laurel	Cacao/ Poró
10	9.39	10.64	0.63	10.16
20	13.24	20.33	10.21	15.69
30	0.10	10.05	11.04	2.50
45	5.80	21.09	12.09	4.77
60	6.64	24.17	19.64	2.68
90	18.61	30.09	2.66	10.18
120	9.70	42.21	1.48	20.94
150	28.60	46.94	4.70	24.25
180	38.27	53.65	10.68	30.98
240	31.66	64.41	18.94	48.87

Cuadro 6.. Liberación de Mg (porcentaje del inicial) por sistema, a través del proceso de descomposición.

TIEMPO (días)	SISTEMA			
	Café/ Laurel	Café/ Poró	Cacao/ Laurel	Cacao/ Poró
10	15.95	43.28	9.09	24.15
20	31.62	61.01	26.01	45.29
30	29.51	58.51	15.47	43.55
45	36.58	64.63	18.43	54.14
60	37.60	67.71	19.55	53.89
90	40.58	66.82	23.58	51.73
120	45.93	72.86	36.24	57.57
150	55.22	71.87	25.71	58.87
180	56.05	71.37	39.50	53.93
240	71.05	79.74	59.59	77.55

INDICE

MINTEGUI AGUIRRE, J.A. <i>Homenaje al Profesor Dr. José María García Nájera en el 50º Aniversario de la publicación del libro Hidráulica Torrencial</i>	23
MESA TEMÁTICA I: MEDIO FORESTAL	45
DE ZAVALA MORENCOS, I. & DE ZAVALA GIRONES, M.A. <i>Aplicaciones del Sistema de posicionamiento global (G.P.S.) en el levantamiento de superficies quemadas</i>	47
GONZALEZ ALONSO, F. <i>Aplicación de la Teledetección espacial al estudio de los incendios forestales. Detección de incendios en Galicia</i>	53
ROCHARTRE ALVARES, L. & ROMANA, J. <i>Adquisición de datos de un sistema de Información Geográfica para gestión forestal. Parte I: fundamentos</i>	59
ROCHARTRE ALVARES, L. & ROMANA, J. <i>Adquisición de datos de un sistema de Información Geográfica para gestión forestal. Parte II: fotografías</i>	65
ALLÚE ANDRADE, J. L. & FERNANDEZ CANCIO, A. <i>Estado actual & expectativas de la Fitoclimatología Forestal (Aspectos Fitológicos & Dendroclimatológicos)</i>	71
ESCUERO, J.C.; CABEZAS, J. & LAVADO, F. <i>Influencia de las coberturas de encinas, Q. ilex subsp. ballota, en la rotura de los perfiles térmicos verticales</i>	87
FERNANDEZ CANCIO, A.; GENOVA FUSTER, M. & CREUS NOVAU, J. <i>Estudio fitoclimático de la Serranía de Cuenca: estudio de los últimos 300 años</i>	93
MANRIQUE MENENDEZ, E. <i>Informatización de sistemas fitoclimáticos</i>	99
MANRIQUE MENENDEZ, E. & FERNANDEZ CANCIO, A. <i>Identificación de cursos fitoclimáticos mediante técnicas dendrocronológicas en Navacerrada (Sistema Central)</i>	105
PEREZ ANTELO, A. <i>Análisis de una cronología de Castanea sativa Mill. obtenida en la finca de Val de Fernando (Lalín-Pontevedra): Comparación con otras cronologías gallegas de Quercus sp.</i>	111
REHFUESS, K.E. <i>Resultados de la investigación sobre el decaimiento de los bosques en parcelas de Coníferas del Sur de Alemania</i>	117
ALVAREZ, E.; MARTINEZ CORTIÑAS, A.; VEIGA VILA, A. & CALVO DE ANTA, R. <i>Relación entre cationes en disolución & en el complejo de cambio en suelos forestales de Galicia</i>	127
CORTINA SEGARRA, J. & VALLEJO CALZADA, V.R. <i>Efectos de las plantaciones de Pinus radiata sobre la fertilidad del suelo</i>	133
CHARLE CRESPO, M ^a D. & ELENA ROSELLO, R. <i>Evolución de los parámetros edáficos con la edad de las masas de Pinus sylvestris L.</i>	139
GARCIA ARRESE, A. M ^a & MACIAS, F. <i>Variación anual de la mineralización del nitrógeno en sistemas forestales de Galicia</i>	145
GARCIA QUEJEIRO, J.M. <i>Limitaciones de la fertilidad de los suelos a monte de Os Bergantiños (A Coruña)</i>	151
GOMES, A. & CAMBAO, L. <i>La importancia del conocimiento del suelo en la exploración de los alcornoques</i>	157
MORENO MARCOS, G.; CUADRADO SANCHEZ, S.; GALLARDO LANCHO, J. & HERNANDEZ POMBERO, J. <i>Dinámica estacional de la humedad edáfica en bosques de Quercus pyrenaica considerando un gradiente pluviométrico</i>	163
QUILCHANO GONZALEZ, C.; EGIDO RODRIGUEZ, J.A. & GONZALEZ HERNANDEZ, M.I. <i>Estudio edáfico de dos ecosistemas forestales: Quercus pyrenaica Willd. y Pinus pinaster Sol.</i>	169
REY LOSADA, F.; FERREIRA, M.A.; PEREZ-ASENJO, M. & TOJA, A. <i>Propiedades químico-físicas de especies vegetales base de materiales húmicos</i>	175
REY LOSADA, F.; MACHADO, A.A.S.C. & TOJA, A. <i>Estudio conductimétrico de ácidos fúlvicos</i> ..	179
ROMERO, R.; MACIAS, F.; RIGUEIRO, A. & FERNANDEZ LORENZO, J.L. <i>Absorción de aluminio por las raíces de eucaliptos (Eucalyptus globulus Labill.) en suelos naturales & enalados</i>	183
SOUTO, X.C.; GONZALEZ, L. & REIGOSA, M.J. <i>Estudio de los efectos alelopáticos producidos por partes aéreas de distintas especies arbóreas (Eucalyptus globulus, Acacia melanoxylon, Quercus robur, Pinus radiata) en descomposición en el suelo</i>	189
VEIGA VILA, M ^a A. & CALVO DE ANTA, R. <i>Efectos de la adición de CaCO₃ en la disolución de suelos forestales de Galicia</i>	195

BARA TEMES, S. <i>Ecofisiología Forestal</i>	201
GRACIA, C.A.; SALA, A. & SABATE, S. <i>Aspectos ecofisiológicos relacionados con la producción de los encinares mediterráneos</i>	209
BARA TEMES, S. <i>Métodos bioeléctricos para detectar el estado fisiológico de los árboles</i>	219
BURRIEL MORENO, J. A.; CALVET, S.; SALA, A. & GRACIA, C.A. <i>Angulo foliar en Quercus ilex: modulación por el ambiente, & contribución a la economía hídrica de la planta</i>	225
CASTELL, C. & TERRADAS, J. <i>Ecofisiología de la encina (Quercus ilex) en la Sierra de Collserola (Barcelona). Diferencias entre rebrotes e individuos adultos</i>	233
DIAZ-MAROTO, I.; PRUNELL TUDURI, A.; GONZALEZ HERNANDEZ, M.P. & SILVA-PANDO, F.J. <i>Estudio fenológico de especies arbustivas y arbóreas de robledales atlánticos</i>	239
ESPAÑOL ALVAREZ, E.; DE LORENZO, C. & DE FELIPE, M.R. <i>Efecto de las bajas temperaturas sobre la ultraestructura de la Hoja de diferentes especies de Eucalyptus</i>	245
ESPAÑOL ALVAREZ, E.; VEGA ALONSO, G. & BARA TEMES, S. <i>Resistencia al frío de distintas especies de Eucalyptus. Variación estacional y según procedencias</i>	253
ESPAÑOL ALVAREZ, E.; VEGA ALONSO, G. & RODRIGUEZ SOALLEIRO, R. <i>Influencia de las condiciones fisiográficas en la resistencia a heladas del Eucalyptus globulus</i>	259
LOPEZ ARIAS, M.; PENALVA, F. & MINAYA GALLEGO, M. T. <i>Medición de intercambios gaseosos entre el bosque y la atmósfera</i>	265
MACCHIA, F.; CAVALLERO, V. & FORTE, L. <i>La relación entre el clima y el ciclo ontogénico & la distribución de Quercus ilex L.</i>	271
OLIVEIRA, G.; WERNER, C.; MERTENS, C. & CORREIA, O. <i>Influencia de la posición de la copa sobre la fenología y las relaciones hídricas en alcornoque (Quercus suber)</i>	277
RAVENTOS, J.; VAYREDA, J.; CALVET, S.; BURRIEL, J.A.; IBAÑEZ, J.J. & GRACIA, C.A. <i>Modelos espaciales de competencia intraespecífica en Pinus sylvestris y su relación con variables ecofisiológicas</i>	283
REY SIMO, A. <i>Determinación del área foliar (Pinus sylvestris)</i>	289
BARRAQUETA EGEA, P. & BASAGOITI ROYO, M. <i>Acumulación de la hojarasca y de los nutrientes en repoblaciones de Pinus radiata en el País Vasco</i>	295
CAÑELLAS REY DE VIÑAS, I. & SAN MIGUEL AYANZ, A. <i>Desfronde y aporte de minerales al suelo en matorrales de coscoja (Quercus coccifera L.) de Valencia</i>	301
CARCELLER RUIZ, F.; ROCA, M.C.; ROVIRA, P.; SERRANO, M. & VALLEJO, V.R. <i>Contribución al estudio del ciclo de nutrientes en los hayedos del Moncayo</i>	307
GALLARDO LANCHO, J.F.; GALLEGO, H.A.; MARTIN, A.; MORENO, G.; MENENDEZ, I.; RICO, M.; SANTA REGINA, I.; SCHNEIDER, K. & TURRION, B. <i>Ciclo del fósforo en un ecosistema forestal caducifolio de la Sierra de Gata (Provincia de Salamanca)</i>	313
GARCIA ARRESE, A. M ^a & MACIAS, F. <i>Incorporación de nutrientes a través de la hojarasca en sistemas forestales</i>	319
GARCIA DEL BARRIO, J.M.; LOPEZ ARIAS, M. & PENALVA RODRIGUEZ, F. <i>Biomasa y mineralomasa aérea arbustiva en una cuenca forestada de Pinus sylvestris en la Sierra de Guadarrama. Valsain (Segovia)</i>	323
GONZALEZ CASCON, M.R.; SERRANO JATIVA, M. & PENALVA RODRIGUEZ, F. <i>Variabilidad de la concentración de nutrientes en el aguade translocación dentro de la cuenca forestal</i>	329
LOPES BORGES, A.E.; MORAIS, M.H.; BERNARDO, A. & LOPES, A.M.S. <i>Relaciones entre la fenología & los elementos minerales durante el ciclo vegetativo, en algunas especies aromáticas</i>	335
<u>VILAS BOAS, O.; IMBACH, A.C.; MAZZARINOS,</u> <u>de la hojarasca en sistemas agroforestales de Cordia</u>	
DIAZ GONZALEZ, T. E. <i>Taxonomía y Fitoecología</i>	
MORLA JUARISTI, C. <i>Significación de los pinares</i>	
DIAZ FERNANDEZ, P. M. <i>Dinámica forestal en Sierra Madrona</i>	371
GRACIA, M.; RETANA, J.; ESPELTA, J.M. & GENE, C. <i>Caracterización estructural de los encinares de Cataluña</i>	
M.J.; BONNEMANN, A. & BEER, J. <i>Descomposición y Erythrina en Turrialba, Costa Rica</i>	343
HERRERO, B.; NÚÑEZ, M.R. & BRAVO OVIEDO, <i>y tipos fisiológicos de un rebollar (Quercus pyrenaica)</i>	351
JURADO DOÑA, V. & OJEDA RIVERA, J.F. <i>Ecología en el paisaje vegetal de la Península Ibérica</i>	361
los Alcornocales (Cádiz)	387
LOPEZ ARIAS, M.; GARCIA DEL BARRIO, J. M. & REY SIMO, A. <i>Dimensión fractal de las copas en un modelo de estructura espacial del vuelo</i>	391

LOPEZ BORGES, A. E. & ALMEIDA, V. V. <i>Estudio comparativo de metodologías en el análisis de la vegetación de la Cuenca Hidrográfica del Río Miño. I-Especies medicinales, aromáticas y culinarias.</i> ..	397
LUIS, E.; TARREGA, R.; CALVO, L.; DIEZ, C.; MARCOS, E.; VALBUENA, L. & ALONSO, I. <i>Análisis fisionómico de los ecosistemas de Quercus pyrenaica en la Cuenca del Duero</i>	405
PEREZ LATORRE, A.V.; CABEZUDO ARTERO, B. & NIETO CALDERA, J.M. <i>El alcornocal en Andalucía. Comportamiento ecológico, fitocenología, fenomorfología, regeneración post-fuego, usos y conservación</i>	411
RIGUEIRO RODRIGUEZ, A.; ROMERO FRANCO, R. & FERNANDEZ LORENZO, J.L. <i>Recuperación de la vegetación en montes aterrazados del Norte de Galicia repoblados con Eucalyptus globulus</i>	417
RUBIO SANCHEZ, A. <i>Caracterización del habitat edáfico de los castañares extremeños</i>	423
SALINAS BONILLA, M.J. & BLANCA LOPEZ, G. <i>Comunidades vegetales riparias en una cuenca semiárida: el río Andarax (Almería)</i>	429
SELVA DENIA, M.; HERRANZ SANZ, J.M. & DE LAS HERAS IBAÑEZ, J. <i>Estudio del Calar del Mundo en la Provincia de Albacete</i>	435
SILVA-PANDO, F.J.; GONZALEZ HERNANDEZ, M.P.; DIAZ-MAROTO HIDALGO, I. & ROZADOS LORENZO, M.J. <i>Caracterización ecológica de las comunidades arbóreas caducifólias del N.O. Peninsular</i>	441
TORRANZO LINARES, A. <i>Estudio de caso sobre la vegetación acuática en el Embalse Casas 11, Isla de la Juventud, Cuba. Relación con las condiciones ecológicas imperantes</i>	447
VALLE TENDERO, F. & MADRONA MORENO, M.T. <i>Algunas formaciones boscosas del Sudeste de la Península Ibérica: Los alcornocales del Haz del Lino (La Cantraviesa) & de la Sierra del Jaral (Lujar)</i> ..	453
VAZQUEZ, F.M.; PEREZ, M.C.; ESPARRAGO, F. & BURZACO, A. <i>Híbridos del género Quercus L. en Extremadura</i>	459
VILLAR PEREZ, L.; PEREZ, R.; GARCIA, B. & GOMEZ, D. <i>Ojeada esquemática a los bosques del Parque Nacional de Ordesa & Monte Perdido, más su zona periférica de protección</i>	467