

El papel de *Rhynchaenus fagi* Linneo, 1758, en el consumo primario de hojas en los hayedos en la Sierra del Moncayo (Zaragoza) (Col.: Curculionidae)

Fernando Carceller y Óscar Arribas

Resumen: El consumo de hojas en *Rhynchaenus fagi* Linneo, 1758, es calculado basándose en las perforaciones que dejan los adultos, tanto para hojas vivas como para hojas secas. 1) Existen pequeñas diferencias de consumo entre los diferentes estratos del dosel arbóreo, así como entre distintos años. El estudio de las hojas procedentes del desfronde proporciona una estima adecuada del consumo en las hojas vivas. 2) Los ataques individuales de los imagos de *Rhynchaenus* se dan por unidades discretas. 3) La probabilidad de que dos adultos ataquen el mismo punto de una hoja es muy baja. El número de perforaciones da una buena estimación de la abundancia de *Rhynchaenus*. 4) El consumo foliar representa alrededor del 1% de la producción primaria neta.

Palabras clave: Producción del hayedo, *Rhynchaenus fagi* L., Consumo foliar, Sierra del Moncayo, Zaragoza, España.

Abstract: Leaf consumption by *Rhynchaenus fagi* Linneo, 1758, is calculated based in perforations left by adults, both in live as in decayed leaves. 1) There are little differences between the different height and annual samples. Study of decayed leaves gives an adequate estimation of consumption in live leaves. 2) Individual attacks due to adult beetles are discrete perforations (one perforation-one attack). 3) Probability of two attacks in the same leaf position is very low. 4) Consummed matter by *Rhynchaenus* represents about 1% of the net primary production.

Key words: Beech production, *Rhynchaenus fagi* L., Leaf consumption, Sierra del Moncayo, Zaragoza, Spain.

INTRODUCCIÓN

La producción primaria neta de las 300.000 especies de plantas vasculares que habitan las zonas secas de la superficie de la tierra, ha sido estimada en unas 115×10^9 Tm. por año. Esto representa un recurso masivo potencialmente disponible para ser explotado por los insectos fitófagos, los cuales exceden por si solos probablemente el número de 500.000 especies (HODKINSON & HUGHES, 1993).

El papel de los organismos pequeños en el funcionamiento de los ecosistemas forestales es muy superior al de los organismos grandes en términos de transferencias de materia y energía.

La utilización de hojas verdes por parte de los herbívoros y los hongos probablemente representa la mayor proporción de consumo primario en el bosque (BRAY, 1961). Dentro del numeroso grupo de artrópodos, en general más o menos polívoros, que ocasionalmente pueden alimentarse del haya, conviene resaltar la presencia de algunas especies chupadoras o fitófagos que viven de forma especializada sobre este árbol. De entre ellos, destaca un pequeño curculionido, *Rhynchaenus fagi* Linneo, 1758, que consume entre el 2 y el 3% de la superficie foliar del Haya (CARCELLER y ARRIBAS, 1992).

Entre el primer grupo de especies, destaca el pulgón *Phyllaphis fagi* Linneo; que vive sobre el envés de las hojas y los brotes jóvenes, produciendo unas características secreciones céreas blancas. Entre los segundos, existen especies de coleópteros masticadores como el curculionido *Rhynchaenus fagi* Linneo (1758), o especialistas en producir crecimientos anómalos de los tejidos vegetativos de la planta, como el díptero *Mikiola fagi* Hart., que produce unas características agallas rojizas en el haz de las hojas. ASCASO (in TERRADAS, 1984) en un estudio realizado en un hayedo del Montseny (Barcelona) observó que la media de hojas con agallas es del 1,14%, el 78% de las cuales se disponen en las cercanías del nervio central. VERDÚ (in TERRADAS, 1984), calcula una cantidad aproximada de 130.000 agallas por Ha.

Otro aspecto importante es la depredación de plántulas, flores y frutos por parte de vertebrados e invertebrados (SMITH, 1980). Entre los insectos depredadores de frutos podemos citar al tortricido *Cydia fagiglandana* Zeller (1841), según NIELSEN (1977) llega a atacar entre el 7 y el 55% de los frutos según el año. Esta especie produce daños importantes en el haya al consumir sus semillas en la fase de oruga (finales de la primavera-otoño). GÓMEZ DE AIZPURUA (1992), a partir de semillas recolectadas en la Sierra del Montcayo ha encontrado que el 22% están parasitadas, y comenta que es importante su seguimiento anual, ya que puede afectar a la regeneración de estos hayedos meridionales (por ejemplo para el Montseny da valores superiores al 43%). En un hayedo de la Alta Ribagorza encuentra valores del 33% de las semillas parasitadas.

El presente estudio se basa en la estima de consumo foliar producido por *Rhynchaenus fagi* Linneo, 1758 (*Coleoptera*, *Curculionidae*) que parece ser el principal consumidor de hojas de haya a lo largo de la primavera, tanto en estado larval como de imago. Este coleóptero de 2,5 mm. es un consumidor especializado en *Fagus sylvatica* si bien ha sido citado también sobre *Carpinus sp.* y *Ostrya sp.* Su ciclo vital ha sido convenientemente descrito (HOFFMANN, 1959; NIELSEN, 1978). Los adultos invernan en el suelo entre la hojarasca, emergiendo en el mes de mayo, de forma coincidente con la brotada de las yemas foliares del haya (en bosques de hayas daneses se dan valores de densidad del orden de 20-35 insectos m². emergentes en primavera (NIELSEN, 1977). Los adultos inmediatamente empiezan a devorar las hojas, dejando la típicas señales de perímetro más o menos circular, las hembras en los primeros 10 días depositan la mayoría de sus huevos (BALE, 1984). Los huevos son depositados principalmente junto al el nervio central de los hojas (WATT y MCFARLANE, 1992), estos mismos autores en su estudio encontraron huevos en el 36% de las hojas, conteniendo el 20% de éstas un solo huevo, y solamente el 2% 4 o más huevos. Por otra parte comprobaron que no hay antiherbivorismo a la hora de la puesta de los huevos (era indiferente que las hojas estuvieran o no dañadas).

Las larvas minan las hojas durante 16 a 19 días, permaneciendo en estado de pupa de 17 a 18 días hasta que emerge la nueva generación a mitad de Junio. Más del 70 al 80% del consumo total anual de hojas tiene lugar entre mitad de Mayo y finales de Junio.

SITUACIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

La Sierra del Moncayo, situada a unos 75 km. al O. de Zaragoza, se eleva sobre el borde meridional de la Depresión del Ebro, ocupando con sus 2.315 m. el primer lugar en cuanto a altitud en la Cordillera Ibérica.

En el Moncayo, se combinan influencias mediterráneas y oceánicas. La considerable altitud del macizo permite la captación de la humedad de las masas de aire de procedencia oceánica, incluso después de que estas atraviesen los Montes Cantábricos. Esto le convierte en una isla de humedad respecto a las tierras circundantes del Valle del Ebro y de la Meseta, de carácter mediterráneo y con una acentuada aridez.

Desde el punto de vista biogeográfico el macizo del Moncayo se integra en el sector Ibérico-Soriano de la provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa.

En la vertiente norte de la Sierra se distinguen seis unidades básicas de vegetación: 1) Carrascales, ocupan el piedemonte propiamente dicho hasta los 800 m. Pertenecen a las comunidades *Bupleuro rigidi-Quercetum rotundifoliae* de carácter basófilo y *Junipero oxycedri-Quercetum rotundifoliae* sobre el piedemonte silíceo. 2) Rebollares, se extienden hasta los 1.200 m., en general se incluyen en la asociación *Luzulo forsteri-Quercetum pyrenaicae*. 3) Robledal de *Quercus petraea*, se trata de un pequeño bosque situado en la ladera NE. del Monte de la Mata, entre 1.000 y 1.400 m., esta incluido en la asociación *Lathyro montani-Quercetum petraea*. 4) Hayedos, situados entre los 1.200 y 1.600 m., pertenecen a la asociación *Illici aquifoli-Fagetum*, la existencia de este bosque eurosiberiano en su límite meridional viene condicionado por las especiales condiciones climatológicas (especialmente humedad) que en este macizo concurren. 5) Pinares de repoblación a lo largo de toda la ladera, la especie predominante es el pino albar (*Pinus sylvestris*). 6) Piornales-Enebrales, esta unidad se extiende por encima del límite del bosque hasta alturas próximas a los 2.000 m., en las laderas orientadas hacia el oeste, la asociación más característica es *Vaccinio myrtilli-juniperetum nanae*. En las áreas culminales, por encima de los 1.900 m., aparecen pastizales de carácter más alpino (*Antennario dioicae-Festucetum aragonensis*).

METODOLOGÍA

Se procedió a la realización de dos muestreos homogéneos de hojas en los diferentes estratos durante los veranos de 1990 y 1991, tras la época de máximo consumo, diferenciando las muestras procedentes de los distintos estratos dentro del dosel arbóreo. Igualmente se procedió a recoger muestras de hojas del desfronde en el otoño de 1989 y 1990 al objeto de comparar los resultados con los obtenidos de las hojas verdes. Todos los muestreos se realizaron en las parcelas H-1 y H-2 situadas a 1.260 m., y H-3 a 1.560 m. en el Moncayo (Zaragoza); la descripción de estas parcelas tanto en lo que se refiere a parámetros de carácter físico, como los referentes a estructura, biomasa y producción se pueden consultar en CARCELLER et al., 1992. A la hora de muestrear se observan árboles con mayor o menor presencia de fitófagos, posiblemente esto sea

debido a como dice BALE (1981), a que esta especie prefiere los mismos árboles para alimentación y ovoposición, y su preferencia se hace extensiva de año en año.

Para medir la superficie consumida (las necrosis foliares no se han contabilizado) por los fitófagos se utilizó un Analizador-Procesador de imágenes Kontron IBAS-2, de los servicios técnicos de la U. de Barcelona, mediante este método se pueden medir el perímetro y el área de cada una de las perforaciones con gran definición, al contabilizar la superficie consumida se ha utilizado como estimador la proporción total consumida por los fitófagos frente a la proporción media consumida, al ser el primero mejor estimador (OWEN y WIEGERT, 1976), este método si bien es el más ampliamente extendido, tiene algunos inconvenientes como son el crecimiento de los agujeros, el papel de otros consumidores de hojas durante el verano y el no poder contabilizar las hojas consumidas totalmente (NIELSEN, 1978). La biomasa foliar media de hojas verdes en la parcela es 2.874 Kgr./Ha. (= 30.943.487 hojas), el LAI es 4,05 m². de hojas /m². de suelo, la biomasa media de hojas por desfronde es 2.713 Kgr. (CARCELLER et al., op. cit.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al observar los datos de la tabla I, se constata que que una gran parte (>40%) de las perforaciones tiene una área delimitada (0,8-1,7 mm²), a estas perforaciones las podemos considerar unidades de consumo por individuo (en este caso *Rhynchaenus fagi* Linneo, 1758).

	Agosto-90	Noviembre 89-90
% Superficie consumida	2,86 ± (1,1)	2,47 ± (0,1)
gr./m ² /año ⁻¹	8,2	6,7
Nº hojas consumidas, ha ⁻¹⁶ /año	881.916	855.743
Nº hojas estudiadas	497	202
Nº perforaciones	1.296	732
% perforaciones, 0-0,017 cm ²	41	40

Tabla 1: Superficie consumida, por los fitófagos durante el periodo de estudio, entre paréntesis la desviación estándar.

En la Figura 1, se presenta un grafico que muestra la correlación ($y = 0.8529 / x^{-1.89}$, $r^2 = 0.973$) que existe entre el el número de perforaciones (3.001 en el total de la muestra) y el área de las mismas.

En la Fig. 2, se muestra el consumo primario en dos parcelas situadas a diferentes cotas altitudinales. En la parcela H-3 situada a mayor cota altitudinal, próxima al limite superior del hayedo se observa un mayor porcentaje consumido de superficie foliar por los fitófagos.

La poca variación que existe entre la superficie consumida en las hojas verdes y las hojas de desfronde, nos hace pensar que utilizar las hojas de desfronde para cuantificar el consumo minimo primario es un método más práctico y de elevada fiabilidad.

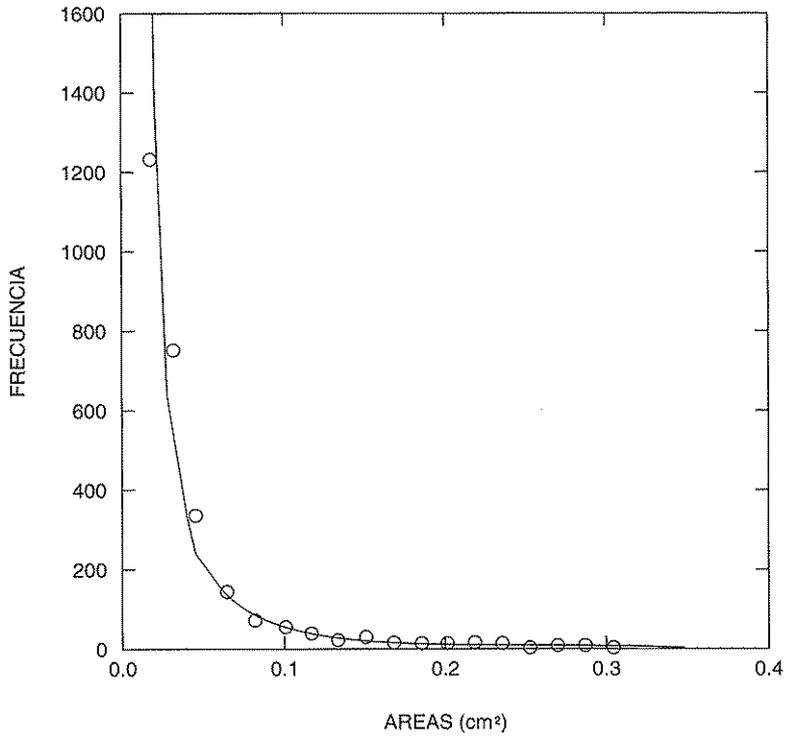


Fig. 1

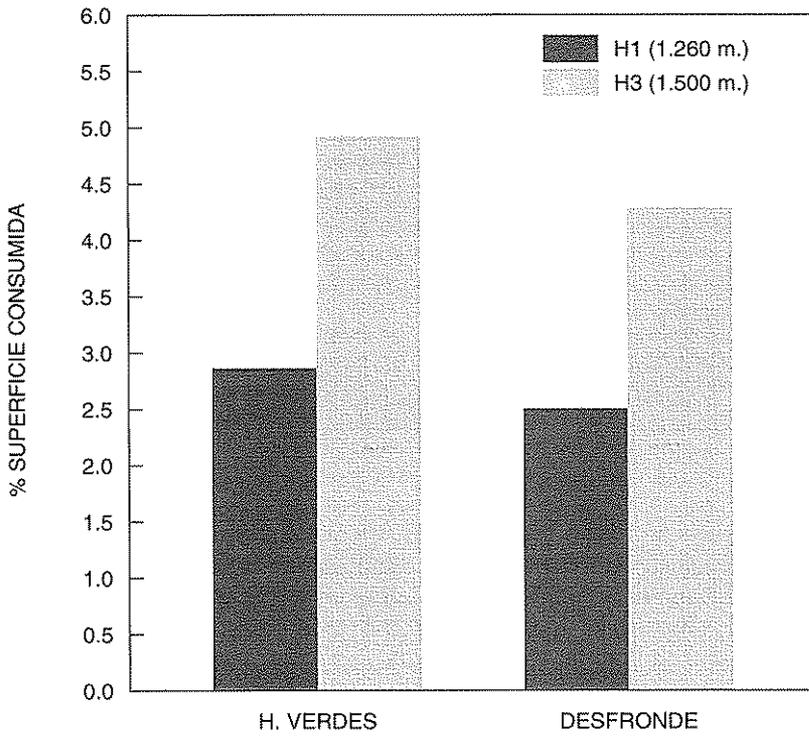


Fig. 2

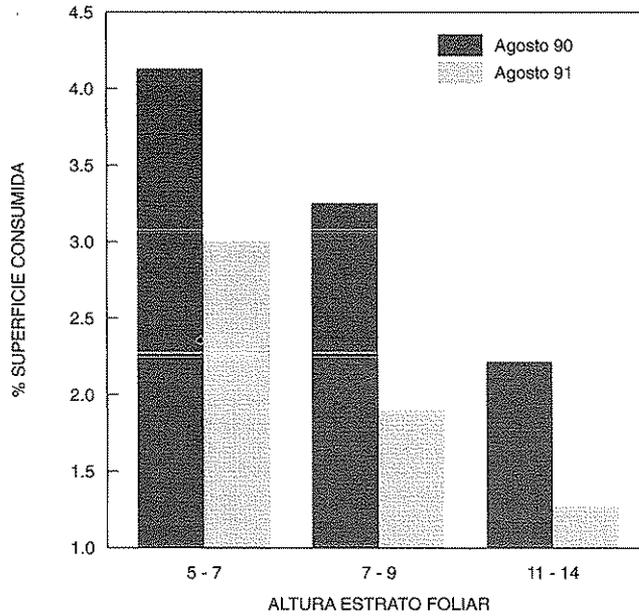


Fig. 3

Valores de consumo primario del orden de 8 gr./m²/año y 2,5% de la superficie consumida, este valor se eleva a aproximadamente el 3,5%, si consideramos solamente la superficie fotosintética (esto es debido a que el peciolo, el nervio central y las venas laterales de primer orden representan alrededor del 25% del peso de la hoja (NIELSEN, 1978)), están dentro del rango de valores consultados en la bibliografía (REICHLÉ et al., 1973; OWEN y WIEGERT, 1976; RAFES, 1971; MORROW y FOX, 1989).

En la Fig. 3, se muestra el consumo primario en diferentes estratos del dosel arbóreo. En los dos años estudiados, se observa que la superficie consumida es mayor en las partes bajas del dosel arbóreo, otros autores como NIELSEN & EJLSEN (1977), en un estudio de un hayedo de Dinamarca obtienen resultados similares. La explicación de este hecho puede venir de que las hojas de la parte inferior del dosel, están más blandas y por lo tanto son más fáciles de consumir.

Si cada gramo de hoja de haya (peso seco) equivale a 4691 cal./gr. (OVINGTON y HEITKAMP 1960), la superficie consumida por los fitófagos equivale a 162 Kjul., que representa aproximadamente el 1,3% de la producción primaria neta, valor situado en la parte alta de los consultados (0,3-1,4%) en la bibliografía (BRAY, 1962, 1964; MORROW y FOX, 1989).

Las fluctuaciones, dentro de unos límites, no afectan al crecimiento o al contenido de nutrientes del ecosistema (SCHOLWATER y SABIN, 1991), algunos autores como MOORW y FOX (1989) creen que los defoliadores estimulan la producción cuando la defoliación es inferior al 50%, una defoliación mayor (plaga) puede afectar al crecimiento y a la producción de madera. La defoliación presenta aspectos negativos: disminución de la superficie fotosintética, por ejemplo, algunos autores han comprobado que al año siguiente a uno de gran actividad por parte de los fitófagos el LAI disminuye (RAFES, 1971; CARLISLE et al., 1966) y aspectos positivos (mejora del nivel de NPK en el suelo).

Los insectos fitófagos actúan como reguladores cibernéticos de la producción primaria en ecosistemas naturales y su acción varía inversamente al vigor y producción del ecosistema (MATTSON y ADDY, 1975). Algunos autores coinciden en la relación mutualista que existe entre los consumidores y las plantas, (NIELSEN, 1978; OWEN & WIEGERT 1976, 1981; THOMPSON & UTTLEY, 1982) si bien otros autores como STENSETH (1983) aducen a la falta de estudios estadísticos concretos que confirmen esta hipótesis, el principio de base es que las plantas hospedantes están adaptadas a sufrir las pérdidas necesarias para alimentar a los fitófagos, no sobrepasando los límites medios de sus fluctuaciones, las pérdidas son cubiertas por un exceso de producción y no pueden ser consideradas dañinas.

CONCLUSIONES

1. Se observan pequeñas diferencias de consumo entre los distintos estratos del dosel arbóreo, así como interanuales. La media de consumo estimada a partir de las hojas verdes es comparable a la obtenida del estudio de las hojas tras el desfronde, por lo que pueden utilizarse éstas para estimar el grado de consumo foliar, si bien este puede ser sobrestimado (NIELSEN, 1978) al no contabilizar el crecimiento sincrónico de con el de los límites de las hojas.

2. El consumo foliar se da por unidades de ataque discretas.

3. La probabilidad de que un ejemplar inicie un nuevo ataque a partir de una perforación ya abierta es muy baja, por lo que el número de agujeros nos da una aproximación fiable de la abundancia de *Rhynchaenus*.

4. La proporción consumida respecto al total de la producción neta es muy baja y no afecta de forma significativa al crecimiento ni al flujo de nutrientes del ecosistema.

5. Considerando que cada gramo (en peso seco) de hoja de haya equivale a 4691 cal./gr., la superficie estimada consumida por los fitófagos equivale a 162 Kjul., lo que representa aproximadamente el 1.3% de la producción primaria neta.

6. Nuevos estudios sobre la ecología de esta especie, utilizando trampas de emergencia en primavera y tomando muestras de las hojas durante el período comprendido entre mayo y junio completarán este estudio.

BIBLIOGRAFÍA

- BALE, J. S., 1981. Seasonal distribution and migratory behaviour of the beech leaf mining weevil *Rhynchaenus fagi*. *Ecol. Entomol.*, 6:109-118.
- BALE, J. S., 1984. Bud burst and success of the beech weevil *Rhynchaenus fagi* L.: feeding and oviposition. *Ecol. Entomol.*, 9:139-148.
- BRAY, J. R., 1961. Measurement of leaf utilization as an index of minimum level of primary consumption. *Oikos*, 12:70-74.
- BRAY, J. R., 1964. Primary consumption in three forest canopies. *Ecology*, 45:165-167.
- CARCELLER, F., ARRIBAS O., 1992. Consumo primario en el estrato foliar en un hayedo del Moncayo. *Act. Cong. Inter. del Haya.*, P-10. Pamplona.

- CARCELLER, F., IBÁÑEZ, J., VAYREDA, J., GRACIA C., 1992. Análisis de la Estructura y la Biomasa del Hayedo de la Sierra del Moncayo. *A. Con. Int. Haya INIA: Sistemas y Recursos forestales*, Fuera ser. n.1: c 67-80.
- CARLISLE, A., BROWN, H. F., WHITE E. J., 1966. Litter fall, leaf production and the effects of defoliation by *Tortrix viridana* in a seecile oak (*Quercus petraea*) woodland. *J. Ecol.*, 54: 65-85.
- GÓMEZ DE AIZPURUA C., 1992. *Cydia fagliglandana* (ZELLER, 1841), lep. *TORTRICIDAE*, en los hayedos españoles. *A. Con. Int. Haya INIA: Sistemas y Recursos forestales*. Fuera ser. n.º 1: c 152- 156.
- GRISÓN P., 1971. Observations sur l'impact des insectes defoliateurs sur la productivité primaire. in Duvigneaud. P (ed) *Productivity of forest ecosystems proceedings of Brusselles. Sym. IBP*, oct. 1969. UNESCO.
- HODKINSON I. D. & HUGHES M. K., 1993. La Fitofagia en los insectos *Ed. Oikos-Tau*. Barcelona.
- HOFFMANN, A., 1958. *Faune de France*, 62: Coléopteres curculionides (Trois. Part.) 1839 pp.
- MATTSON, W. J., ADDY N. D., 1975. Phytophagous insects as regulators of forest primary production. *Science*, 190:512-522.
- MORROW, P. A., FOX L. R., 1989. Estimates of presettlement insect damage in australian and North American forests. *Ecology*, 70(4):1055-1060.
- NIELSEN, B. D., 1977. Beech seeds as an ecosystem component. *Oikos*, 29: 268-274.
- NIELSEN, B. D., 1978. Above ground food resources and herbivory in a beech forest ecosystem. *Oikos*, 31:273-279.
- NIELSEN, O., 1978. Food resource repartition in the beech leaf eeding guild. *Ecol. Entomol.*, 3:193-201.
- NIELSEN B. & EJLSEN A., 1977. The distribution pattern of herbivory in a beech canopy. *Ecol. Ent.*, 2:293-299.
- OVINGTON, J. D., HEITKAMP D., 1960. The accumulation of energy in forest plantations in Britain. *J. Ecology*, 48:639-646.
- OWEN, D. F., WIEGERT, R. G., 1976. Do consumers maximize plants fitness?. *Oikos*, 27:488-492.
- OWEN, D. F., WIEGERT, R. G., 1981. Mutualism between grasses and grazers an evolutionary hypothesis. *Oikos*, 36:376-378.
- RAFES, P. M., 1971. Pest and the damage which they cause to forest. in Duvigneaud P.(ed), *Productivity of forests ecosystems proceedings of Brusselles. Sym. IBP* oct. 1969. UNESCO.
- REICHLER, D. E., GOLDSTEIN A., VAN HOOK, R. I., DODSON G. J., 1973. Analysis of insect consumption in a forest canopy *Ecology*, 54:1076-1084.
- SCHOLWALTER, T. D., WARREN, W. J., CROSSLEY D. A., 1981. Community structure and nutrient content of canopy arthropods in clearcut and uncut forest ecosystems. *Ecology*, 63(4):1010-1019.
- SCHOLWALTER, T. D., SABIN, T. E., 1991. Litter microarthropod responses to canopy herbivory, season and decomposition in litterbags in a regenerating conifer ecosystem in Western Oregon. *Biol. Fertil. Soils*, 11:93-96.
- SCHOLWALTER, T. D., SABIN, T. E., STAFFORD, S. G., SEXTON, J. M., 1991. Phytophage effects on primary production nutrient turnover, and litter decomposition of young Douglas-fir in Western Oregon. *Forest Ecol. and Manag.*, 42:229-243.
- SEASTEDT, T. R., CROSSLEY, D. A., HARGROVE, W. W., 1983. The effects of low-level consumption by canopy arthropods on the growth and nutrient dynamics of black locust and red maple trees in the Southern Appalachians. *Ecology*, 64(5):1040-1048.

- MITH, C. B., 1980. Ecology of the English chalk. *Academic Press*, London.
- STENSETH, N. C., 1983. Grasses, grazers, mutualism and coevolution: a comment about handwaving in ecology. *Oikos*, 41:152-153.
- TERRADAS, J., (ed) 1984. Introducció a l'ecologia del faig al Montseny. *Dpt. Ecologia U.A.B. Servei de Parcs Naturals. Dip. Barcelona*.
- THOMPSON, K. & UTTLEY, M. G., 1982. Do grasses benefit from grazing?. *Oikos*, 39:113-115.
- WATT, A. D., MCFARLANE, A. M., 1992. Does damage mediated intergenerational conflict occur in the beech leafmining weevil? *Oikos*, 63:171 -174.

Fernando Carceller
C/ Dels Arbres, 27
08912 BADALONA (Barcelona)

Óscar Arribas
C/ Ntra. Sra de Catalañazor, 17 B
42004 SORIA

