

INFLUENCIA DE VARIABLES DENDROMÉTRICAS Y DE ESTACIÓN EN EL GRADO DE DAÑOS POR *RHYACIONIA BUOLIANA* EN MASAS DE *PINUS RADIATA*

Almudena Román-Devesa¹, Fernando Castedo-Dorado¹ y María Josefa Lombardero Díaz²

¹ Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria. Campus de Ponferrada. Universidad de León. Avda. de Astorga s/n. 24400-PONFERRADA (León, España). Correo electrónico: fcasd@unileon.es

² Departamento de Producción Vegetal. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Santiago de Compostela. Campus universitario s/n. 27002-LUGO (España)

Resumen

En el presente trabajo se determinó si el grado de afectación de los árboles por *Rhyacionia buoliana* en pies de *Pinus radiata* está influenciado por la calidad de la estación, y se estableció el tipo de brote más apetecible por el insecto en cuanto a diámetro y a longitud. Para ello se llevó a cabo un inventario de los daños causados por *R. buoliana* en seis parcelas de cinco años de edad con calidades de estación diferenciadas (tres de buena calidad y tres de mala calidad) en masas de *P. radiata* de la comarca de El Bierzo (León). En cada parcela se estudiaron 100 árboles en los que se analizó si alguno de sus ramillos o la guía terminal se encontraban dañados. Asimismo, en cada parcela se localizaron 15 árboles no atacados y otros 15 atacados. En estos últimos se escogieron aleatoriamente cuatro brotes (dos atacados y dos no atacados) situados en los dos verticilos terminales, en los que se midió su diámetro y su longitud. Los resultados mostraron que calidad de estación no es relevante en el nivel de daños. Asimismo, se comprobó que el diámetro de los brotes atacados es mayor y significativamente distinto al de los brotes no atacados, hecho que parece estar relacionado con la mayor disponibilidad de espacio para la alimentación y crecimiento de las larvas. Sin embargo, la longitud de los ramillos no tuvo influencia en el nivel de daños. En más de la mitad de los árboles muestreados existían daños en la guía terminal, que es el más importante desde el punto de vista económico, ya que produce deformaciones permanentes en el fuste.

Palabras clave: *Rhyacionia buoliana*, Calidad de estación, Dimensiones de brotes, *Pinus radiata*

INTRODUCCIÓN

La evetria (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) es un insecto perforador de yemas que constituye un importante problema fitosanitario en masas de *Pinus radiata* D. Don en el norte de España. Aunque no suele llegar a producir la

muerte de los árboles afectados, produce deformaciones y daños en brotes y yemas, implicando pérdidas de producción y calidad de la madera. El daño es producido por la acción de la larva, puesto que al alimentarse ocasiona la muerte del tejido afectado a través de roeduras y galerías en las yemas y brotes (MUÑOZ et al., 2007). Las princi-

pales pérdidas son debidas a la deformación del fuste; por ello, el daño es más importante si se produce en los primeros años de crecimiento.

Aunque la evetria es una especie ampliamente estudiada en algunas regiones del mundo como España y Chile (HUERTA et al., 2004; DíEZ et al., 2006), no existen demasiados trabajos que traten sobre la influencia de la calidad de la estación y de las variables dendrométricas de los pies atacados en el grado de daños (ALZAMORA et al., 2002). Por ello, en el presente trabajo se pretendió determinar si el grado de afectación está influenciado por la calidad de la estación (dada por el crecimiento en altura de la masa), así como establecer el tipo de brote más apetecible por el insecto en cuanto a diámetro y a longitud.

Los datos fueron tomados en repoblaciones jóvenes de *P. radiata* en El Bierzo. (León). Esta especie tiene gran importancia económica en la comarca, siendo, asimismo, los daños producidos por la evetria elevados (FERNÁNDEZ MANSO y SARMIENTO MAILLO, 2004).

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos

Para la toma de datos se llevó a cabo un inventario de los daños causados por evetria en 6 parcelas de 5 años de edad con calidades de estación diferenciadas (3 parcelas de buena calidad y 3 parcelas de mala calidad). La calidad se determinó mediante la estimación de la altura dominante (altura media de los 100 pies más gruesos por hectárea), siguiendo una modificación del criterio de ASSMANN (1970). La elección de esta edad se debe a las preferencias del insecto por las masas jóvenes (VAN HALDER et al., 2002; RAMOS SANZ Y LANFRANCO, 2010).

En cada parcela se estudiaron 100 árboles en los que se analizó si alguno de sus ramillos o la guía terminal se encontraban dañados. Asimismo, se midió su diámetro en cruz a 20 cm de altura con forcípula milimétrica y su altura total mediante una cinta métrica de apreciación centimétrica. Por otra parte, en cada parcela se localizaron 15 árboles no atacados y otros 15 atacados. En estos últimos se escogieron aleatoriamente 4 brotes (2 atacados y 2 no atacados) situados en los 2 verticilos superiores. En estos

brotes se midió su diámetro con un calibre y su longitud con una cinta métrica, con las mismas apreciaciones que las comentadas anteriormente.

El muestreo se llevó a cabo después de primavera, una vez pasada la época en la que las larvas minan más intensamente los ramillos de crecimiento (estadios larvarios cuarto, quinto y sexto) y provocan los mayores daños (ROBREDO, 1978; SANZ Y LANFRANCO, 2010).

Análisis estadístico

Para cada tipo de datos (dendrométricos y de brotes) se elaboró, en primer lugar, un gráfico Q-Q para determinar si existía normalidad en la distribución de datos. Un gráfico Q-Q es un método gráfico para el diagnóstico de diferencias entre la distribución de probabilidad de una población de la que se ha extraído una muestra aleatoria y una distribución usada para la comparación. Cuando el gráfico indicó que la distribución de la variable no era normal, se transformó mediante el logaritmo natural para poder realizar el análisis estadístico por métodos paramétricos. Se utilizaron los siguientes métodos estadísticos:

- Análisis de varianza (ANOVA) factorial para: (i) conocer si existen diferencias entre el diámetro y la altura de los árboles atacados y no atacados; y (ii) determinar si la existencia de árboles atacados está influenciada por el diámetro y longitud de los ramillos y por la calidad de estación. En estos análisis la variable dependiente se correspondió con los diámetros y las alturas (de los árboles o de los ramillos), ya que la existencia de ataque es una variable dicotómica (no continua), y por tanto no puede utilizarse como dependiente. Los factores fijos fueron la existencia de ataque y la calidad de estación. La hipótesis nula referida a un factor es que las medias de las poblaciones definidas por los niveles del factor son iguales.
- Prueba *t* para muestras relacionadas. Se utilizó para comprobar si existen diferencias significativas en el diámetro y la longitud de los ramillos de los árboles atacados y de los no atacados.

Asimismo, se analizaron gráficos de perfil y diagramas de caja, que facilitaron la interpretación visual de los resultados. Los gráficos de perfil son gráficos de líneas en los que cada

punto indica la media marginal estimada de una variable dependiente en un nivel de un factor. Los niveles de un segundo factor se utilizan para generar líneas diferentes, de tal forma que si las líneas en el gráfico se cruzan existe interacción; de lo contrario, no existe interacción. También permiten observar la tendencia de los valores promedios de la variable dependiente para los distintos niveles de cada factor. Por su parte, los diagramas de caja permiten realizar comparaciones visuales entre muestras de distintas poblaciones, haciendo énfasis en las medidas de posición. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante el programa SPSS 15.0 (SPSS, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar es de destacar que en las parcelas muestreadas existe un porcentaje muy alto de árboles afectados (es decir, con algún brote perforado por la larva) y que en más de la mitad de los árboles muestreados aparecen daños en la guía terminal. Según los porcentajes medios de cada grupo de parcelas (buena y mala calidad de estación) no parecen existir diferencias entre ambos (Tabla 1).

Otros estudios (ALZAMORA, 1995) han mostrado que la calidad de estación es capaz de explicar diferencias de densidad larval y el grado de daños. Sin embargo, la existencia de un efecto positivo o negativo de la calidad de estación resulta muy

variable según autores (ALZAMORA et al., 2002). Así, SCHROEDER (1986) y VAN HALDER et al. (2002), señalan que los sitios de peor calidad se ven más afectados por el ataque de evetria. Sin embargo, IDE Y LANFRANCO (1996a, 1996b) encontraron que las parcelas con un mayor índice de sitio (por tanto, una mejor calidad de estación) eran las que mayor porcentaje de defectos de fuste presentaban.

La influencia del diámetro basal y la altura total del árbol y de la calidad de estación en el nivel de ataque se analizó considerando el diámetro basal y la altura total como las variables dependientes, al ser éstas continuas. Según los resultados del ANOVA estas variables dendrométricas dependen tanto de la calidad de estación como del hecho de que un árbol presente o no ataque (Tabla 2). La interacción, sin embargo, no resultó significativa ($P>0,05$). El hecho de que la calidad de estación influya en el diámetro y la altura total de los árboles es un hecho esperable, ya que la calidad de estación es una medida de la productividad (crecimiento) de una determinada especie en un determinado sitio. Por su parte, la influencia de las variables dendrométricas en la existencia de ataque podría explicarse porque los árboles más grandes (en diámetro y en altura) tienen, generalmente, ramillos de mayor diámetro (MILLAR, 2003), que son los preferidos por las larvas de la especie (Tabla 3).

Los resultados del ANOVA de la Tabla 2 se ven refrendados por los gráficos de perfil correspondientes (Figura 1): el diámetro y la altura de

Calidad	% árboles afectados	% árboles con guía terminal afectada
Buena	90,33	53,33
Mala	91,00	52,00

Tabla 1. Porcentaje general de árboles afectados y de árboles con guía terminal afectada para los dos grupos de parcelas (buena y mala calidad de estación)

Variable dependiente: diámetro basal del árbol				Variable dependiente: altura total del árbol			
Fuente de variación	Grados libertad	F	Significación	Fuente de variación	Grados libertad	F	Significación
Intersección	1	676,1	<0,0001	Intersección	1	1010	<0,0001
Calidad	1	59,73	<0,0001	Calidad	1	33,58	<0,0001
Ataque	1	18,39	<0,0001	Ataque	1	16,33	<0,0001
Calidad × ataque	1	1,217	0,273	Calidad × ataque	1	4,799	0,0511
Error	86			Error	86		

Tabla 2. Resultados del ANOVA factorial con dos factores (calidad y ataque) en variables dendrométricas

los árboles influyen en la existencia o no de ataque, siendo el ataque mayor en aquellos árboles con mayor diámetro y con mayor altura, independientemente de la calidad de estación. En el caso de la altura total, las rectas son menos paralelas que en el caso del diámetro, lo que concuerda con el mayor p-valor ($P=0,0511$) de la interacción calidad \times ataque.

Por lo que respecta a la influencia del diámetro y longitud de los ramillos en el nivel ataque, la prueba t para muestras relacionadas mostró que existen diferencias significativas entre el diámetro de los ramillos atacados frente a los no atacados ($\alpha=0,05$). Sin embargo, no se han encontrado diferencias significativas para la longitud de los ramillos. Estas diferencias son apreciables visualmente en los diagramas de cajas correspondientes (Figura 2).

Según los resultados del ANOVA, el diámetro de los ramillos depende de la calidad de esta-

ción y de la existencia de ataque; sin embargo, en el caso de la longitud de los ramillos, ninguno de los dos factores resulta significativo ($P>0,05$). Asimismo, la interacción no resultó significativa en ningún caso (Tabla 3).

Como se aprecia en el gráfico de perfil de la Figura 3, el diámetro de los ramillos atacados es mayor y significativamente distinto al de los ramillos no atacados, independientemente de la calidad de estación. Las diferencias entre la longitud de los ramillos afectados y no afectados es distinta según la calidad de estación, siendo mayor para calidades de estación malas. La inclusión del diámetro basal del árbol o de la altura total como covariables en el ANOVA (resultados no mostrados) no resultó significativa ($\alpha=0,05$).

Tanto los resultados de la prueba t como del ANOVA factorial indican que la larva de evetria daña en mayor medida a los brotes que con mayor diámetro, independientemente de su longitud.

Variable dependiente: diámetro de los ramillos				Variable dependiente: longitud de los ramillos			
Fuente de variación	Grados libertad	F	Significación	Fuente de variación	Grados libertad	F	Significación
Intersección	1	2597	<0,0001	Intersección	1	18577	<0,0001
Calidad	1	37,26	<0,0001	Calidad	1	3,484	<0,063
Ataque	1	60,76	<0,0001	Ataque	1	0,444	<0,0506
Calidad \times ataque	1	0,449	0,503	Calidad \times ataque	1	0,468	0,495
Error	244			Error	244		

Tabla 3. Resultados del ANOVA factorial con dos factores (calidad y ataque) en características de los ramillos

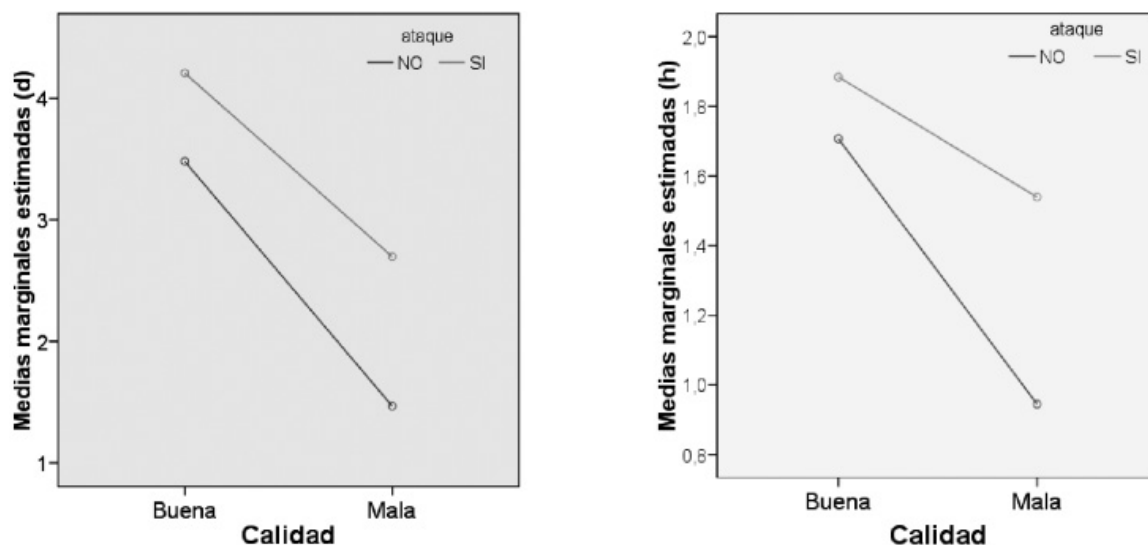


Figura 1. Gráficos de perfil de calidad de estación por ataque para las variables diámetro basal del árbol (d, cm; izquierda) y altura total (h, m; derecha)

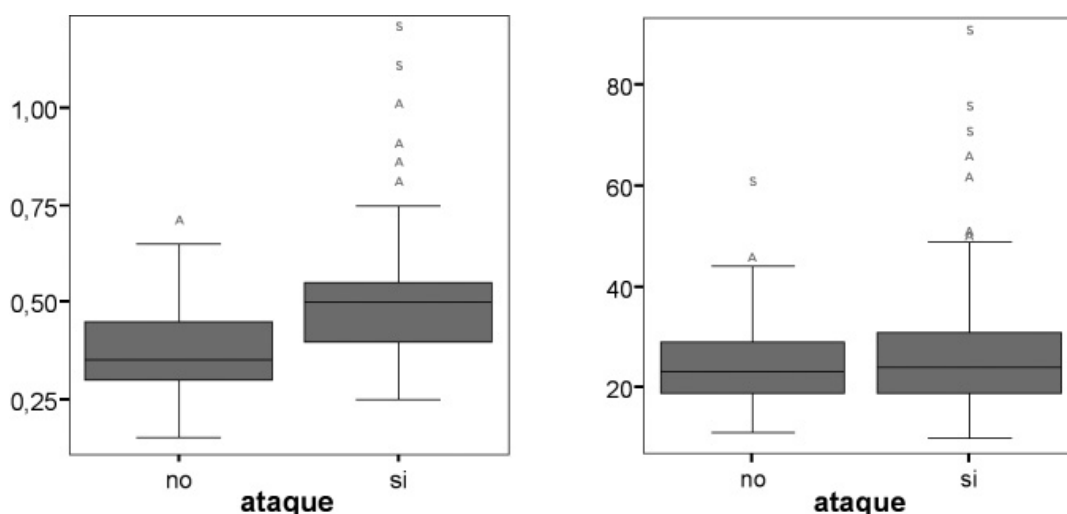


Figura 2. Diagrama de cajas para las variables diámetro de los ramillos (izquierda) y longitud de los ramillos (derecha), con y sin ataque

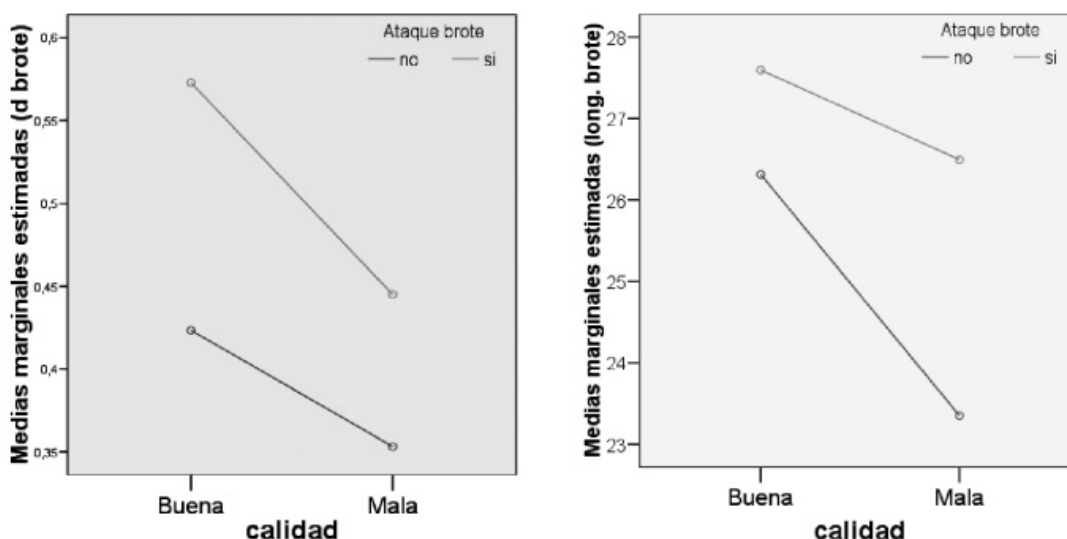


Figura 3. Gráficos de perfil de calidad de estación por ataque para las variables diámetro del ramillo (d brote, cm; izquierda) y longitud del ramillo (long. brote, cm; derecha)

Este hecho se puede justificar por el mayor espacio y alimento para la larva que proporciona un ramillo de mayor diámetro. La preferencia por diámetros de ramillo grandes puede justificar también el elevado porcentaje de ataque observado en la guía terminal (más del 50% de los pies muestreados, Tabla 1). Hay que tener en cuenta que la larva de evetria en los últimos estadios puede alcanzar casi 2 cm de largo y 1,5 mm de ancho (ROBREDO, 1978; HUERTA Y PÉREZ, 1997), por lo que sus necesidades de espacio y alimento en estos periodos son muy elevadas. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por ROBREDO

(1978), quien también apunta la preferencia de las larvas por los brotes más gruesos y por la guía terminal en los últimos estadios larvarios.

CONCLUSIONES

La calidad de estación no resultó significativa en el nivel de daños de evetria en masas de *P. radiata* en El Bierzo. El diámetro de los brotes atacados fue mayor y significativamente distinto al de los brotes no atacados, hecho que parece estar relacionado con la mayor disponibilidad de

espacio para la alimentación y crecimiento de las larvas. Sin embargo, la longitud de los ramillos no tuvo influencia en el nivel de daños. En más de la mitad de los árboles muestreados existían daños en la guía terminal, que es el más importante desde el punto de vista económico, ya que produce deformaciones permanentes en el fuste.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN) a través del proyecto de investigación AGL2008-02259/FOR.

BIBLIOGRAFÍA

- ALZAMORA, R.; 1995. *Opciones al diseño de esquemas de manejo en plantaciones de Pinus radiata D. Don infestadas por Rhyacionia buoliana en la décima región*. Tesis de Grado Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- ALZAMORA, R.; APIOLAZA, L. E IDE, S.; 2002. Evaluación física y económica de pérdidas en volumen debido al daño de *Rhyacionia buoliana* (Schiff.) en plantaciones de *Pinus radiata* (D. Don) en la Novena y Décima Regiones de Chile. *Bosque* 23: 29-42.
- ASSMANN, E.; 1970. *The principles of forest yield study*. Pergamon Press. Oxford.
- DÍEZ, J.; HUERTA, A.; PAJARES, J.A. Y ROBREDO, F.; 2006. Selección de parasitoides de la polilla europea del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) (Lepidoptera: Tortricidae) para el control biológico en Chile. *Bol. San. Veg. Plagas* 32: 595-607.
- FERNÁNDEZ-MANSO, F. Y SARMIENTO MAILLO, A.; 2004. *El pino radiata (Pinus radiata). Manual de gestión forestal sostenible*. Junta de Castilla y León. Valladolid.
- HUERTA, A. Y PÉREZ, C.; 1997. Ciclo de vida de la polilla del brote del pino (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.) en la VII Región de Chile. *Bol. San. Veg. Plagas* 23: 385-391.
- HUERTA, A.; ROBREDO, F.; DÍEZ, J. Y PAJARES, J.A.; 2004. Complejo de parasitoides nativos de la polilla europea del brote del pino, *Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff. (Lepidoptera: Tortricidae) en España. *Bol. San. Veg. Plagas* 30: 219-227.
- IDE, R. Y LANFRANCO, D.; 1996a. Indicadores poblacionales de *Rhyacionia buoliana* (Schiff.): relaciones entre infestación apical, grado de infestación y densidad poblacional. *Bosque* 17: 9-14.
- IDE, R. Y LANFRANCO, D.; 1996b. Evolución de los defectos fustales producidos por *Rhyacionia buoliana* en Chile: un ejemplo en la Décima Región. *Bosque* 17: 15-19.
- MILLAR, J.A.; 2003. *Análisis del crecimiento diametral de ramas de Pinus radiata D. Don en distintos sitios, entre las regiones VII y IX*. Trabajo de Titulación presentado para optar al Título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Valdivia.
- MUÑOZ LÓPEZ, C.; PÉREZ FORTEA, V.; COBOS SUAREZ, P.; HERNÁNDEZ ALONSO, R. Y SÁNCHEZ PEÑA, G.; 2007. *Sanidad Forestal. Guía en imágenes de plagas, enfermedades y otros agentes presentes en los montes*. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- RAMOS SANZ, M. Y LANFRANCO, D.; 2010. El complejo de parasitoides de la polilla del brote del pino en Chile: pasado, presente y posible escenario futuro. *Bosque* 31: 100-108.
- ROBREDO, F.J.; 1978. Contribución al conocimiento de la bioecología de *Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff., 1776 (Lep., Tortricidae). II. Estudio de los estados inmaduros: puesta, oruga y crisálida. *Bol. Serv. Plagas* 4: 69-88.
- SCHROEDER, D.; 1986. *Consultoría sobre el control biológico de la Polilla Europea del brote del pino. Rhyacionia buoliana, en Chile*. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. Santiago. Chile.
- SPSS; 2006. *SPSS 15.0 Command Syntax Reference*, SPSS Inc., Chicago Ill.
- VAN HALDER, I.; JACTEL, H.; LUNG-ESCAMANT, B.; MAUGARD, F.; FERNÁNDEZ, M.M.F.; LOMBARDEO, M.J.; BRANCO, M. Y DUCLOS, J. (eds.); 2002. *Guía fitosanitaria del Instituto Europeo del Bosque Cultivado*. IEFEC. Cestas. Disponible en: <http://www.iefec.net/>