

RELACIÓN DEL MEDIO Y LA GESTIÓN CON EL DESARROLLO DE *CRYPHONECTRIA PARASITICA* SOBRE *CASTANEA SATIVA* MILLER EN EL PARC NATURAL DE LA ZONA VOLCÀNICA DE LA GARROTXA

RODRÍGUEZ, J.; COLINAS, C.

DEPARTAMENT DE PRODUCCIÓ VEGETAL Y CIÈNCIA FORESTAL, UNIVERSITAT DE LLEIDA, AVDA. ROVIRA ROURE Nº 177, 25198-LLEIDA.

RESUMEN

Hemos analizado la relación de variables del medio y la gestión con la enfermedad ocasionada por *C. parasitica*. La variable más relacionada con la enfermedad es la Densidad de castaño. El Área basimétrica media, las Otras especies (densidad y área basimétrica), el Diámetro de corta, la Profundidad y la Textura del suelo, y la Altitud también están relacionadas con la variable. La enfermedad se asocia a masas de castaño más monoespecíficas, más densas y a mayor altitud. El haber hallado hipovirulencia en la zona es muy esperanzador, aunque se desconoce cuál será su evolución.

P.C.: *Cryphonectria parasitica*, *Castanea sativa*, chancho del castaño.

SUMMARY

We have studied the relation of environment and management with the chestnut blight (caused by *C. parasitica*). The most related variable with the disease is the Density of chestnut. The Medium basal area, the Other species (density and basal area), the Cutting diameter, the Depth and the Texture of the soil, and the Elevation are parameters also related with the disease. Chestnut blight is associated with dense monospecific stands at high elevations. The presence of hypovirulence provides hope, although its further development in the future is unknown.

K.W.: *Cryphonectria parasitica*, *Castanea sativa*, chestnut blight.

INTRODUCCIÓN

Castanea sativa Miller, el castaño europeo, ha tenido importancia en la parte meridional de Europa como fuente de madera, leña, taninos y fruto para consumo humano y animal (Heiniger y Rigling 1994).

En España, socioeconómicamente ha ido perdiendo su importancia debido a la despoblación rural y a las mejoras económicas para el sector agrario. Actualmente las aplicaciones madereras se centran en estacas, aros, postes, construcción, ebanistería y chapa; el fruto constituye un producto de lujo (Posada 1984; Molina 1984; De Ribot 1984; De Ribot 1995). El aprovechamiento principal en el Parc Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa (P.N.Z.V.G) es el maderero. El tratamiento aplicado es el de huroneo (perchas), eliminando los chirpiales enfermos. En algunas zonas se ha abandonado la explotación y hay lugares en que el castaño está en regresión (J. Montserrat 1995 comunicación personal). Aprovechamientos complementarios incluyen el pastoreo y la producción de setas (Molina 1984).

El nuevo interés en el castaño debido a la importancia económica del fruto, y su gran valor ecológico y paisajístico, hacen que se siga manteniendo esta noble especie de crecimiento rápido (Robredo et al 1995; Heiniger y Rigling 1994; De Ribot 1995; Berrocal et al 1993).

Actualmente, las perspectivas de futuro del castaño se ven amenazadas por la enfermedad del chancro del castaño, producida por el hongo *Cryphonectria parasitica* (Cobos 1989).

C. parasitica (Murrill) Bar. es un hongo ascomicete, patógeno de los géneros *Quercus* y, sobretodo, *Castanea* (*C. sativa* y *C. dentata*) (Heiniger y Rigling 1994).

La primera referencia fue en 1904 en el Jardín Botánico de Nueva York en Norte América (Heiniger y Rigling 1994; Milgroom et al 1996; Griffin 1986). Desde entonces casi ha eliminado *C. dentata* de su rango natural, y en Europa ha afectado gravemente a *C. sativa*. El que no se haya manifestado con tanta virulencia en el castaño europeo es debido a su mayor resistencia frente al chancro y a la mayor presencia de cepas hipovirulentas de forma natural en Europa (Roane et al 1986; Heiniger y Rigling 1994).

En Europa se detecta por primera vez en 1938, en Italia.

Los métodos de control desarrollados frente a *C. parasitica* han sido: tratamientos con materia orgánica o suelo, tratamientos culturales, métodos químicos, obtención de híbridos resistentes e hipovirulencia (Griffin 1986; Heiniger y Rigling 1994; Huang et al 1996). El control biológico mediante cepas hipovirulentas tiene la ventaja de que es un método autosostenible, ideal para especies forestales que permanecen más de un periodo vegetativo en el campo.

En 1951 se hallaron por primera vez chancros de *C. parasitica* hipovirulentos, como los que afectaban a *C. crenata*, especie resistente al hongo. Eran chancros que, o bien sólo afectaban la corteza externa (superficiales) o habían llegado al cambium, pero la respuesta del árbol había detenido su crecimiento. Se determinó que la recuperación era causada por el tipo de cepa del hongo, caracterizada por baja virulencia. Desde entonces se han encontrado cepas hipovirulentas en casi toda Europa y localmente en Norte América (Heiniger y Rigling 1994; Griffin 1986; Brewer 1985).

El carácter de hipovirulencia es debido a la infección de la cepa por un hipovirus, un dsRNA (Choi y Nuss 1992). Los principales problemas de la extensión de la hipovirulencia son la deficiente dispersión de las cepas infectadas y del hipovirus. La transmisión del hipovirus se realiza mediante anastomosis o con los conidios. La baja capacidad de dispersión de los conidios frente a las ascosporas es entonces un factor muy limitante de la extensión del hipovirus.

En Europa se ha reducido drásticamente la severidad de *C. parasitica* desde el inicio de esta epidemia gracias a la hipovirulencia (Heiniger y Rigling 1994). En Norte América, las cepas hipovirulentas no se han extendido, pero las virulentas sí (Griffin 1986).

La teoría de la masa crítica de chancro es un modelo de desarrollo de *C. parasitica* que podría explicar lo anterior: "Una masa crítica de cepas de *C. parasitica* virulentas debe desarrollarse en uno o más árboles antes de que se inicie la hipovirulencia e incremente su frecuencia". Por esto, si se favorece la permanencia de los castaños en una zona, puede conseguirse que se llegue a la fase de inicio de la hipovirulencia, con lo que se está empleando un método de control biológico sin introducir organismos extraños (Griffin 1986). Comparando los continentes Europeo y Americano, y según esta teoría, el hecho de que el castaño europeo sea más resistente que el americano permitiría que se mantuviese el tiempo suficiente como para que se desarrollase la hipovirulencia.

Además de la resistencia del árbol, la virulencia del hongo y el lapso de tiempo desde la llegada del patógeno, también las condiciones culturales y el medio ambiente tienen un papel importante en el desarrollo del hongo: incluso una cepa hipovirulenta de *C. parasitica* puede

eliminar un castaño en condiciones desfavorables (Griffin 1986; Huang et al. 1996). Esto manifiesta la importancia del medio y la gestión sobre la evolución de *C. parasitica*.

La mejor garantía de futuro para una masa afectada sería la presencia abundante de cepas hipovirulentas. Si en la masa aún no las hay, la mejor medida de control sería aplicar los métodos culturales necesarios para prolongar la vida de la masa durante el tiempo necesario para que las cepas hipovirulentas se desarrollen (Griffin 1986)

Para evaluar la condición actual y el potencial futuro de los castaños del P.N.Z.V.G. hemos centrado este estudio en dos objetivos:

- determinar las posibles relaciones entre factores medioambientales y de gestión con el desarrollo de esta enfermedad.
- detectar la presencia y abundancia de cepas hipovirulentas de *C. parasitica* .

MATERIALES Y MÉTODOS

Establecimos 40 parcelas de 50m x 3m distribuidas de forma aleatoria en las castañedas del P.N.Z.V.G., en la provincia de Girona. En cada una de estas parcelas obtuvimos los valores de tres variables dependientes y veinte variables independientes (Tabla 1).

- Tratamiento de datos y análisis estadístico. En 11 de las 40 parcelas, debido a la ausencia de tocones, la Altura y el Diámetro de corta (Alt. corte, Diam. corte) no se pudieron medir. Por eso, para los análisis individuales de Alt. corte y Diam. corte sólo se dispuso de 29 parcelas. Para los análisis conjuntos se realizaron los procesos dos veces: primero incluyendo Alt. corte y Diam. corte (con lo que se basaron en 29 observaciones del total) y luego sin incluirlas, puesto que no eran significativas, ganando así fiabilidad (40 parcelas).

El nivel de confianza se ha considerado hasta el 90%, para reflejar todas las relaciones posibles entre la enfermedad y la gestión o el medio.

Se aplicó un análisis de regresión por mínimos cuadrados con la variable dependiente transformada a LOGIT (Sabin y Stafford 1990).

Las variables dependientes (enfermedad) se analizaron individualmente frente a las variables independientes (medio y gestión).

- Proceso. Primero buscamos, individualmente para cada variable independiente (x_i), la transformación de Box-Cox que mejor la relacionaba con las respuestas y_i (Sever. indiv., Sever. parcela e Incidencia). Se realizó después un análisis individual para identificar las variables significativamente relacionadas con la respuesta ($p(b_i) < 0,1$). Luego se comprobó si existían correlaciones importantes entre las variables independientes. Y se realizó la regresión por etapas con el conjunto de variables significativas. Finalmente se tomaron las variables independientes resultantes de la regresión por etapas. Se fijaron en el modelo y se analizó la regresión individual y por etapas con las variables que no se mostraron significativas en el análisis individual del principio. O sea, se fijaron las variables independientes resultantes del modelo de regresión por etapas y se examinó de nuevo las regresiones frente al resto de variables. El objetivo era detectar otras variables significativas que pudiesen ser ortogonales a las que se mostraron significativas en el análisis individual del principio, ya que no se habrían detectado en ese primer análisis. Este análisis equivale a relacionar las variables excluidas por falta de significación con los residuos del modelo resultante de la primera regresión por etapas.

RESULTADOS

Los resultados preliminares indican algunas relaciones muy significativas.

Las bajas correlaciones observadas permiten que el proceso seguido sea muy fiable.

Las variables que parecen ser más significativas son las que miden las existencias de castaño, las de otras especies y la estación (altitud y suelo).

A priori se ve que la situación más asociada con la enfermedad son masas monoespecíficas de castaño, mayores altitudes y texturas de suelo desfavorables. Además, la corta también está relacionada con la enfermedad.

Se ha detectado hipovirulencia.

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio ha sido detectar la posible relación de factores medioambientales y de gestión, sobre *Cryphonectria parasitica*, partiendo del conocimiento de otros estudios en que se hipotetiza o demuestra esta relación (Brewer 1995; Griffin et al 1991; Anagnostakis 1990). Las observaciones parecen mostrar algunas de las relaciones.

Profundizar en la situación más asociada a la enfermedad va a determinar las condiciones más desfavorables al castaño. Estudios experimentales sobre las variables más relacionadas con *C. parasitica* podrían demostrar si existen relaciones causa-efecto, lo que permitiría recomendar prácticas que favoreciesen la resistencia del castaño.

Si no se actúa, y siguiendo la teoría de evolución que propone Griffin (1986), en unos años puede que, si la hipovirulencia no avanza, sólo permanezca el castaño en los sitios donde vegeta mejor. Medidas culturales que favorezcan el castaño en las zonas afectadas donde no ha llegado la hipovirulencia pueden ser una buena herramienta para conservar esta especie.

La ventaja de favorecer la mayor resistencia del castaño mediante métodos culturales, es que se evita introducir organismos ajenos al sistema (como es la inoculación artificial de cepas hipovirulentas) y es más barato. El inconveniente es que se favorece artificialmente la supervivencia del castaño, que puede no ser suficientemente competitivo en esta y otras zonas en que está enfermo.

Lo más interesante sería establecer un modo de aprovechamiento que, favoreciendo al castaño, tuviese rendimiento económico. Para ello hay que remarcar la necesidad de valorar económicamente la diversidad y el paisaje, introducir aprovechamientos simultáneos (recogida de setas y pastoreo), y gestionar adecuadamente las castañedas.

AGRADECIMIENTOS

A la Universitat de Lleida (Acción AI-93-RPG-PIAR) por la financiación parcial del proyecto y al Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa por su ayuda en los trabajos de campo.

BIBLIOGRAFÍA

ANAGNOSTAKIS, S.L., 1990: Improved chestnut condition maintained in 2 Connecticut plots after treatments with hypovirulent strains of the Chestnut blight fungus. *Forest Science* 36, 113-124.

BERROCAL, M.; BLANCO, J.L.; CARDE—OSO, J.M., 1993: Estado fitosanitario del castaño (*Castanea sativa* Mill.) en Aliste (Zamora) y territorio portugués fronterizo. Congreso forestal español. Lourizán 1993. Ponencias y comunicaciones Tomo III.

BREWER, L.G., 1995: Ecology of survival and recovery from blight in American chestnut trees (*Castanea dentata* (Marsh.) Borkh) in Michigan. *Bull. Torrey Bot. Club.* 122, 40-57.

BUSQUETS, R., 1993: Estado sanitario del castaño en Les Guilleries. Proyecto de Ingeniería Técnica Forestal, Universidad de Albacete.

CHOI, G.H.; NUSS, D.L., 1992: Hypovirulence of chestnut blight fungus conferred by an infectious viral cDNA. *Science* 257, 800-803.

COBOS, P, 1989: Fitopatología del castaño (*Castanea sativa* Miller). *Boletín de Sanidad Vegetal* 16, 129p.

DE RIBOT, J.M., 1984: Perspectivas del castañar para madera en Cataluña. Congreso Internacional sobre el castaño, Octubre 1984, Comunicaciones, Departamento de Investigación Forestal de Lourizán, Pontevedra: 179-182.

DE RIBOT, J.M., 1995: 3ª Jornada: Bosque de montaña ácido. Jornadas selvícolas, Consorci Forestal de Catalunya, C/Verdaguer, 3 17430-Santa Coloma de Farners, Barcelona.

GRIFFIN, G.J., 1986: Chestnut blight and its control. *Horticultural Reviews* 8, 291-336.

GRIFFIN, G.J.; SMITH, H.C.; DIETZ, A.; ELKINS, J.R., 1991: Importance of hardwood competition to American chestnut survival, growth, and blight development in forest clearcuts. *Can. J. Bot.* 69: 1804-1809.

HEINIGER, U.; RIGLING, D., 1994: Biological control of chestnut blight in Europe. *Annu. Rev. Phytopathol.* 32, 581-599.

HUANG, H.; CAREY, W-A.; DANE, F.; NORTON, J.D., 1996: Evaluation of Chinese chestnut cultivars for resistance to *Cryphonectria parasitica*. *Plant Disease* 80, 45-47.

MILGROOM, M.G.; WANG, K.; ZHOU, S.; LIPARI, S.E.; KANEBO, S., 1996: Intercontinental population structure of the chestnut blight fungus *Cryphonectria parasitica*. *Mycologia* 88, 176-190.

MOLINA, F., 1984: Cuarenta años de investigación sobre el Castaño en el Departamento Forestal de Lourizán. Congreso Internacional sobre el castaño, Octubre 1984, Comunicaciones, Departamento de Investigación Forestal de Lourizán, Pontevedra: 23-38.

MONTSERRAT, J., 1995: Parc Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa. Avda. Santa Coloma, s/n. 17800-Olot.

POSADA, J., 1984.: Situaçom do castinheiro de fruto em Espanha. Congreso Internacional sobre el castaño, Octubre 1984, Comunicaciones, Departamento de Investigación Forestal de Lourizán, Pontevedra: 57-61.

ROANE, M.K.; GRIFFIN, G.J.; ELKINS, J.R., 1986: Chestnut blight, other *Endothia* diseases and the Genus *Endothia*. The American Phytopathological Society, APS Press, Minesota, E.E.U.U., 53p.

ROBREDO, F.; BERROCAL, M; CARDE—OSO, J.M., 1995: El chancro del castaño (*Cryphonectria parasitica*) en Castilla y León. *Montes* 42, 32-42.

SABIN, T.E., STAFFORD, S.G. 1990: Assessing the need for transformation of response variables. Forest Research Laboratory, College of Forestry, Oregon State University, Oregon, E.E.U.U.. n°20, 31p.

Tabla 1

Variables dependientes	Abreviatura	Unidad o codificación
Severidad individual media: media del porcentaje (sólo en los árboles afectados) de diámetro afectado	Sever. inviv.	%
Severidad de la parcela: media del porcentaje de diámetro afectado en todos los árboles	Sever. parcela	%
Incidencia: porcentaje de pies afectados	Incidencia	%

Variables independientes	Abreviatura	Unidad o codificación
Área basimétrica de castaño	Área basim. cast.	m ² /ha
Densidad de castaño	Densidad cast.	pies/ha
Área basimétrica de otras sp.	Área basim otros	m ² /ha
Densidad de otras sp.	Dens. otros	pies/ha
Altura de corte: media de la altura de los tocones	Alt. corta	cm
Diámetro de corta: media del diámetro de los tocones	Diam. corta	cm
Estructura de la masa: se han considerado masas irregular, semirregular e irregular, según los datos de la parcela, y se ha reflejado sobre dos variables ficticias	Estruct.	(Variable cualitativa)
Extensión	Extensión	ha
Herramienta de corte: mecánica o manual	Herramienta corta	(Var. cualitativa)
Modo de saca: mecánico o animal	Modo saca	(Var. cualitativa)
Tipo de suelo: medido según el criterio y el método de Busquets (1993)	Suelo	(Var cualitativa)
Diámetro máximo de castaño	Diámetro max.	cm
Exposición (Orientación): reflejada en dos tipos de variables, cuantitativas y cualitativas. Las variables cuantitativas son: Tg_90-x: tangente de 90° menos la orientación (90°-x) Tg_x: tangente de la orientación. Simulan la gradación de exposición Norte a Sur y de Este a Oeste	TG 90-X TG X Exposición	° ° Orientación N, S, E, O. (Var cualitativa)
Altitud	Altitud	m (sobre nivel mar)
Pendiente	Pendiente	%
Helecho: asociado con buenas estaciones para el castaño	Helecho	(Var cualitativa)
Profundidad del suelo: más de 50cm se considera favorable al castaño (Busquets, 1993)	Profundidad	(Var cualitativa)
Área basim. media de castaño	Área basim. med. cast.	Área basim. cast. / Densidad cast.
Área basim. media otras sp.	Área basim. med. otros	Área basim. otros / Densidad otros
Clasificación general de suelo: representativa de texturas idóneas para el castaño y profundidades de más de 50 cm, tomando el valor 1 solo en caso de que Suelo y Prof. fuesen 1 (O sea, es una combinación de la textura y la profundidad del suelo)	Tipo suelo	(Var cualitativa).