

tónoma que rondaría el 10%. La subida de temperaturas medias parece también general, con escasas excepciones, y oscilaría entre 0,3°C y 0,5°C. La mayor parte de la red posee una notable termicidad y consecuentemente la vegetación asociada puede sufrir un impacto importante ante un eventual Cambio Climático, si las predicciones se cumplen según los Modelos de Circulación General de la

Atmósfera. La magnitud de ese impacto es uno de los trabajos a abordar en el futuro.

Las simulaciones globales aplicadas a la Comunidad Andaluza (Fernández Cancio et al., 2001) serán objeto de una investigación posterior, así como la evolución en los últimos 20 años para vincularlo con el deterioro de las masas de *Quercus* (Fernández Cancio et al., 2003).

IV. LA SELVICULTURA COMO FACTOR DE PREDISPOSICIÓN EN EL PROCESO DE SECA

De acuerdo a la terminología de Manion (1991), muchos autores han considerado que el factor de predisposición más importante en el proceso de Seca es de tipo selvícola (Delatour, 1983; Montoya, 1992; Leco, 1994). Las prácticas selvícolas aplicadas a las masas de *Quercus* son muy variadas, tanto en forma como en intensidad, destacando por su posible influencia en el estado vegetativo del arbolado, las podas, los descorches, los desbroces, el laboreo del suelo y el sobrepastoreo.

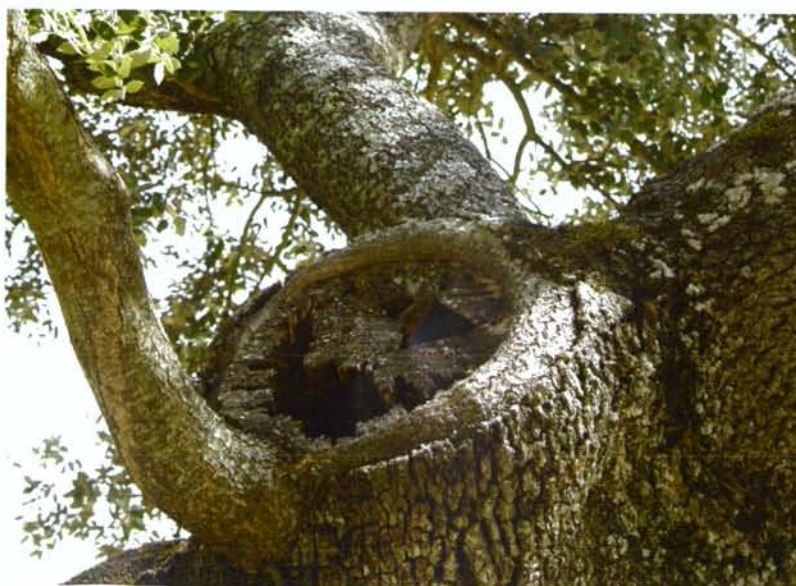
Las podas en encinares, alcornocales y dehesas


Las podas al arbolado pueden considerarse como un tratamiento selvícola habitual en los encinares y alcornocales, aunque es en las dehesas donde se convierten en una

práctica generalizada, ya que en estos sistemas la selvicultura se ha centrado más en labores culturales dirigidas al árbol, en detrimento del concepto de masa como unidad de gestión. La función principal de la poda, en los encinares y las dehesas es la consecución de una estructura adecuada del árbol para la producción de bellota, mientras que en los alcornocales se busca mediante la poda optimizar la producción de corcho. Este objetivo se consigue con distintos tipos de podas realizados a lo largo de la vida del árbol. Y, dado que las podas suponen la realización de heridas que pueden afectar su estado de vigor y salud, de una correcta observación de las técnicas de poda puede depender la vida de muchas encinas y alcornoques (Figura 8). Si bien la necesidad de las podas de formación al comienzo de la

vida del árbol, en especial en aquellas masas en espesura baja, no se ponen en duda, las podas de mantenimiento, muy habituales en las dehesas y que, por lo general, afectan a ramas de pequeño calibre, son por lo menos discutidas en el ámbito científico y técnico (Montero y Currás, 1990; Porrás, 1998b; Vázquez, 1998; Carbonero et al., 2002; 2003). Los altos

Figura 8. Presencia de oquedades en encina fruto de las podas excesivas realizadas hace unos 30 años.





costes de estas podas, la escasez de personal cualificado, las escasas experiencias realizadas sobre sus efectos en la mejora de la fructificación de la encina, y especialmente el papel tan importante que juega ésta en la transmisión y vía de entrada de plagas y enfermedades obliga, cuanto menos, a cuestionar su interés muy especialmente en momentos como los actuales en los que se observa un progresivo deterioro de las masas de *Quercus*. En el marco de este Convenio se viene analizando desde el año 2001 el efecto de la poda de mantenimiento en el estado de vigor del arbolado, así como en la producción y la calidad de las bellotas en una dehesa situada en Córdoba, con un arbolado constituido por encinas que presentan defoliaciones de ligeras a moderadas (Cuadro, 2002). Los resultados obtenidos en estas dos campañas de muestreos parecen indicar que la poda de mantenimiento no mejora la producción de bellotas de forma clara, por lo menos en aquellas dehesas de encina con un arbolado bien formado y con densidades medias o bajas (Carbonero *et al.*, 2002; 2003). Asimismo, la poda de mantenimiento no ha mostrado un efecto negativo sobre el estado general del arbolado, evaluado éste mediante el grado de defoliación de la copa, el cual se ha mantenido en niveles similares durante las campañas realizadas hasta ahora, aunque sí se ha observado, en algunos cortes de poda, la presencia de perforaciones producidas por insectos xilófagos. Esta presencia de perforaciones en los cortes de podas realizados en los últimos años, se ha observado también en algunas de las 19 explotaciones de dehesa distribuidas por las provincias de Huelva, Sevilla, Córdoba y Málaga que anualmente se muestrean desde el año 2000 (Fernández Rebollo y Carbonero, 2003).

Uno de los tratamientos realizados con mayor frecuencia en los focos de Seca para intentar recuperar el arbolado y limitar la difusión de plagas y algunas enfermedades son las podas sanitarias, las cuales suelen

ser intensas, realizándose a menudo sobre ramas gruesas y produciendo en el árbol un desequilibrio que puede provocar la aparición de brotes chupones. El papel de las podas sanitarias en la recuperación del arbolado con distinto grado de decaimiento, se viene analizando en 8 parcelas situadas en las provincias de Córdoba, Huelva, Cádiz y Sevilla, algunos de cuyos árboles fueron podados durante los meses de febrero y marzo de 1999. Estas podas consistieron en la eliminación de todas las ramas secas o moribundas, principalmente con presencia de perforaciones de insectos xilófagos, chancros carbonosos, lesiones de corteza necrosada y ramas defoliadas. Las heridas se sellaron posteriormente con un producto cicatrizante a la vez que fungicida-bactericida y se eliminaron todos los restos de poda. Las observaciones realizadas posteriormente han puesto de manifiesto que el grado de defoliación de la copa se ha mantenido en la mayoría de las parcelas, salvo en algunos casos en donde éste ha ido empeorando, sin existir diferencias en la tendencia mostrada por los árboles podados o no podados. En todos los casos, cuando ha existido empeoramiento, éste se ha debido más al incremento de la defoliación en árboles que presentaban copas frondosas a principios del estudio, que al deterioro o la muerte de árboles muy defoliados (Fernández Rebollo *et al.*, 2001a). Estos mismos resultados se obtienen del estudio de los crecimientos del arbolado correspondientes al año 2000, los cuales no muestran diferencias significativas que permitan hablar de un posible efecto a corto plazo de la poda sanitaria sobre el desarrollo y la morfología de los brotes anuales, y por tanto de la posible evolución del grado de defoliación de la copa, siendo similares los ramillos de árboles podados y no podados independientemente del grado de defoliación previo que presentara el árbol (Fernández Rebollo *et al.*, 2001b; Blázquez *et al.* 2002). Conviene resaltar que, en las diferentes evaluaciones realizadas en campo sobre estas parcelas, no

Figura 9. El pastoreo continuado con cargas ganaderas elevadas, aparte de eliminar la regeneración del arbolado, modifica las condiciones del suelo. Entre los efectos cabe citar la compactación de las capas superficiales que disminuye la velocidad de infiltración del agua, pudiendo afectar a la vitalidad del arbolado adulto.



se ha observado presencia de perforaciones producidas por insectos xilófagos en las heridas de poda (datos no publicados). Esto, unido a lo observado en las explotaciones de dehesa prospectadas, en las cuales no se aplican estos productos cicatrizantes, nos permite afirmar que la aplicación de productos protectores a los cortes de poda puede constituir una barrera eficaz que evita la invasión de insectos xilófagos.

Los descorches en monte alcornocal

El monte alcornocal ha sido estudiado en numerosos trabajos de carácter descriptivo, tanto en nuestro país como en Portugal y, en menor medida, en otros países del área mediterránea (Artigas, 1907; Vieira Natividade, 1990; Montero, 1987; Montoya, 1988). Sin embargo, y aunque pueda parecer sorprendente, existe un notable déficit de información sobre su selvicultura, y en particular sobre el efecto de la misma y del aprovechamiento del corcho en la longevidad y vigor del arbolado (Montero y Montoya, 1983; Montero 1987; Torres y Montero, 1992).


El efecto producido por el descorche sobre el estado del árbol, esta condicionado por el aumento de la pérdida de agua a través de la superficie expuesta, lo cual induce una reducción de la actividad estomática (Vieira Natividade, 1990; Correia *et al.*, 1992; Werner y Correira,

1996), así como la muerte del tejido expuesto con la consecuente formación traumática de una peridermis durante los 30 días siguientes a la pela. El crecimiento leñoso de la planta también se ve afectado por la extracción del corcho, que según algunos autores (Gourlay y Pereira, 1998) se traduce en una reducción del crecimiento diametral y una

alteración anatómica. Sin embargo, otros trabajos han puesto de manifiesto un gran crecimiento diametral en los años siguientes al descorche (Vieira Natividade, 1990; Caritat *et al.*, 1996). Los resultados obtenidos en una parcela experimental situada en el Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz), parecen indicar que el descorche no afecta de forma sustancial al crecimiento diametral durante los primeros años. Los árboles descorchados parecen mostrar inicialmente un crecimiento diametral más bajo que los árboles no descorchados, pero después éste se ve compensado, indicando un aparente cambio de ritmo de crecimiento diametral como consecuencia del estrés que supone el descorche (Navarro *et al.*, 2001b; 2003b). No hay duda, sin embargo, que el árbol, después del descorche, es más susceptible al fuego y a los ataques de plagas y enfermedades (Vieira Natividade, 1990), por lo que el logro de un adecuado descorche requiere una serie de consideraciones de enorme relevancia para el mantenimiento del monte alcornocal, en particular en casos en los que se haya observado un decaimiento más o menos generalizado del arbolado.

Los desbroces en monte alcornocal

Otro aspecto a considerar es el efecto de los desbroces, que se han venido practi-




cando de forma tradicional con un objetivo silvopastoral o para facilitar la saca de los productos, pero cuya utilidad como tratamiento selvícola no es clara. Tradicionalmente, la supresión del matorral se ha considerado favorable para el arbolado, ya que reduce durante algún tiempo la competencia por el agua y nutrientes y reduce el riesgo de incendio. Así, por ejemplo, Caritat *et al.* (1993) al estudiar la influencia del desbroce y el pastoreo sobre el crecimiento apical del alcornoque encuentran que en las parcelas sometidas a desbroce y, más significativamente, en las sometidas a desbroce y pastoreo, la elongación apical de los árboles era mayor que en las parcelas control. El incremento fue hasta de un 88% con respecto a la media de las últimas cuatro brotaduras. Asimismo, los resultados de nuestros ensayos de campo han puesto de manifiesto la existencia de un aumento significativo del crecimiento diametral de los alcornoques tras un desbroce pleno. Sin embargo, estas diferencias se atenúan hasta desaparecer en las mediciones siguientes, indicando que este efecto inmediato del desbroce, liberando nutrientes y reduciendo la competencia, se ve mitigado por el proceso de recuperación de la vegetación, aunque éste sea incipiente (Navarro *et al.*, 2001b). Desbroces continuados e intensos pueden dar lugar a importantes pérdidas de vigor en alcornoques (Vieira Natividade, 1990; Montero 1987; Pérez *et al.* 1993; Leco, 1994). Si estos desbroces se hacen coincidir con los descorches se observa una influencia negativa sobre el crecimiento diametral del alcornoque (Navarro *et al.*, 2001b; 2003b). Los trabajos desarrollados por IFIE parecen indicar que no existen diferencias significativas en la producción de corcho obtenida bajo distintos tratamientos (roza, laboreo y fertilización), ni una mejora en las condiciones del regenerado (Montero y Montoya, 1983; Montero y Curras, 1990). De esta forma, Montero (1987) considera innecesaria su práctica para lograr la regeneración del alcornocal y

Vieira Natividade (1990) desaconseja los desbroces totales en la repoblación con alcornoque, por la elevada temperatura e intensa evaporación que se produce en el suelo durante el periodo estival, con el resultado de que muchos alcornoques mueran al primer o segundo año de su nacimiento. Fernández Cancio (1999), ha sugerido un efecto negativo de los desbroces sobre el comportamiento microclimático del suelo.

El origen de la masa

La influencia del origen de la masa es uno de los aspectos más controvertidos de la selvicultura de especies del género *Quercus*. La bibliografía clásica de encinar-alcornocal y, en particular, el libro de Subericultura (Vieira Natividade, 1990), ya avisa sobre el riesgo que supone la regeneración de las masas de alcornoque a partir de chirpiales, recomendando los montes altos como la mejor alternativa para asegurar un buen estado de vigor de los árboles. Por otro lado, el origen de muchas de nuestros montes es difícil de definir, ya que el uso que se le ha ido dando a lo largo del tiempo ha variado, comprometiendo en muchos casos la propia regeneración, o impidiéndola, lo que ha conducido a montes envejecidos. Sin embargo, hay un enorme vacío de estudios científicos que den respuesta a estas cuestiones (Gil *et al.*, 2001). Podemos preguntarnos ¿Cuál es el origen de los montes de encinar-alcornocal de Andalucía?, ¿El origen de la masa está comprometiendo su estado de vigor y, por tanto, son un elemento determinante en los procesos de decaimiento forestal?, ¿Puede la selvicultura por sí sola revertir este proceso?

Posiblemente en muchas de las masas de *Quercus* resultaría recomendable tratamientos de conversión (Gutiérrez Galindo *et al.*, 2003) a montes medios o preferiblemente a montes altos mediante resalveos de conversión, reducción de la biomasa existente, realces y ordenación del aprovechamiento ganadero.




Sobrepastoreo de las dehesas y laboreo reiterado del suelo para su puesta en cultivo

Es conocido que el aprovechamiento ganadero de los encinares, alcornoques y dehesas tiene un efecto sobre el arbolado. Podemos decir que el ganado actúa directamente disminuyendo el potencial regenerador al consumir tanto las bellotas como los brinzales y chirpiales, e indirectamente por las modificaciones que, tanto la defoliación continuada de los pastos como el pisoteo, producen en las condiciones microclimáticas y edáficas. Si el aprovechamiento ganadero se realiza de forma adecuada, estos efectos no comprometen la vitalidad de las encinas y alcornoques ni su persistencia en el tiempo, y en muchas ocasiones pueden verse claramente beneficiados (Caritat, 1993). Sin embargo, la intensificación ganadera que han sufrido muchas dehesas, con aumentos importantes de la carga ganadera, del carácter estante del ganado y del nivel de suplementación, ha dado lugar a que muchas de ellas hayan sido sobrepastoreadas (Figura 9). Así, este sobrepastoreo, junto con el aumento en los últimos años de la superficie cultivada en la dehesa y el acortamiento de los periodos de descanso entre dos cultivos sucesivos, parecen ser las causas de la casi ausencia de regenerado en muchas fincas de dehesa prospectadas (Porrás, 1998a; Contreras 2000; Puentes, 2001; Cuadro, 2002). Además, tanto el pastoreo continuado como las labores dadas al suelo para establecer los cultivos y el paso de maquinaria en las tareas de cosecha, dan lugar a cambios, más o menos difusos, en las condiciones edáficas y microclimáticas, que no solo puede afectar al establecimiento de nuevo arbolado, sino al estado vegetativo de los presentes, y crear condiciones favorables para el desarrollo y avance de agentes fitopatógenos como puede ser el caso de la podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi*.

Entre los efectos citados, cabe destacar el aumento de la compactación del suelo, que implica una disminución de la porosidad a costa principalmente de los macroporos (Willat, 1983; Proffit *et al.*, 1993), dando lugar a una mayor impedancia mecánica para el crecimiento de las raíces, ya que éstas son incapaces de penetrar por poros más pequeños que su diámetro, limitado por la cápsula de la raíz y la estela (Croser *et al.*, 1999). El resultado neto de esta compactación se traduce en una disminución de la velocidad de infiltración del agua (Proffit *et al.* 1993), de la conductividad hidráulica y del drenaje del suelo (Greenwood *et al.*, 1997). Esto, unido a la disminución de la aireación del suelo, puede producir a nivel de las raíces condiciones de anoxia (Cole, 1995; Gerard *et al.*, 1982).

La compactación del suelo producida por maquinaria agrícola ha sido estudiada con profundidad en terrenos agrícolas (Soane *et al.*, 1981; Raghavan *et al.*, 1990), siendo de la misma magnitud la presión ejercida sobre la superficie del suelo por los animales en pastoreo. Esta presión ejercida por el animal en pastoreo puede ser superior cuando está en movimiento debido a la energía cinética y a que el peso del animal está siendo soportado por unas pezuñas de reducida superficie, especialmente en pendiente, donde la carga se transfiere al extremo de la pezuña cuando el animal se mueve hacia arriba o hacia abajo. A diferencia de lo que ocurre con la maquinaria, se ha demostrado que la compactación por pastoreo solo afecta a la superficie del suelo (Chappell *et al.*, 1971), aunque en suelos muy húmedos o aquellos recientemente cultivados, los efectos de la compactación pueden extenderse en profundidad (Greenwood *et al.*, 1992).

Las experiencias llevadas a cabo por nuestro grupo en una dehesa de Córdoba con decaimiento del arbolado, parecen confirmar estos resultados, encontrando un aumento de la resistencia a la penetración a nivel superficial en las parcelas pastadas por ganado ovino, mientras que en las parcelas



cultivadas la resistencia a la penetración se incrementa cuando se alcanzan los 15 cm. de profundidad (datos no publicados). Estos perfiles de resistencia a la penetración contrastan con el ofrecido por la parcela acotada al pastoreo desde el año 2000, donde se observa una recuperación del horizonte superficial del suelo, fruto de la acción de las raíces de las plantas herbáceas y de la actividad biológica del suelo (Haynes *et al.*, 1993; Studdert *et al.*, 1997; 2001), y presentando un máximo de compactación a 15-20 cm. de profundidad, como recuerdo de las antiguas labores dadas al suelo antes del inicio de la experiencia. Asimismo, la diferencia en la fertilidad del suelo entre parcelas parece ser importante (datos no publicados). La repercusión de estas diferencias edáficas en el estado del arbolado están siendo evaluadas a través del grado de defoliación y, por el momento, no se encuentran diferencias apreciables entre parcelas (datos no publicados). No obstante, la evaluación del estado del arbolado se pretende completar con evaluaciones de los crecimientos anuales así como de la producción de bellotas. Junto a esto, se está valorando la influencia de estas condiciones del suelo en la germinación de bellotas, y en el establecimiento y crecimiento de plántulas de encina. Al mismo tiempo están en marcha trabajos encaminados a determinar, en condiciones controladas, las interacciones entre estos factores edáficos (con muestras inalteradas de suelo) y el establecimiento de la infección por *Phytophthora cinnamomi* así como el desarrollo de síntomas en plantas de *Quercus*.

El estado selvícola de las masas de *Quercus*

En la actualidad podemos afirmar que la situación actual en muchas zonas de encinar-alcornocal se caracteriza por:


1. **Un envejecimiento generalizado** del arbolado, con pies explotados intensivamente durante periodos muy

prolongados, que en muchos casos superan los 200 años.

2. **Una ausencia casi total de regeneración**, debido al sobrepastoreo o al cultivo, así como al descuido de los propietarios de asegurar un reemplazo adecuado de los pies senescentes o decrepitos.
3. **Árboles con daños parciales o heridas**, producto de malas prácticas culturales como podas excesivas, daños mecánicos al arbolado, etc.
4. **Acumulación de biomasa** por falta de cuidados culturales o al abandono total o parcial del aprovechamiento.
5. Árboles que acumulan una **cantidad de biomasa inadecuada a sus condiciones de estación**. Se trata de pies secularmente sometidos a un tipo de aprovechamiento que ha influido sobre su crecimiento y forma de colonizar el terreno, y que como consecuencia del abandono sufren un desequilibrio entre la parte aérea y el sistema radical.

A modo de síntesis sobre la importancia de la selvicultura en los procesos de decaimiento de encinares y alcornocales, podemos decir que la mala ejecución de los trabajos selvícolas o su abandono, pueden actuar como un factor de predisposición en los procesos de decaimiento y, en consecuencia, la selvicultura debe entenderse como un elemento preventivo en este tipo de daños. Por ello, parece necesario incorporar el problema del decaimiento forestal como una parte importante de la selvicultura y la ordenación de montes, buscando la mejora del estado vegetativo del arbolado y su adecuada regeneración.

En este convenio se ha propuesto un Manual de Inventario de daños de Seca en masas de especies del género *Quercus*, (Navarro *et al.*, 2001c) y un modelo de *Plan Técnico de Gestión para Explotaciones Silvopastorales* (Navarro *et al.*, 1998; Navarro y Fernández, 2000). En ambos casos, se in-



siste en la necesidad de identificar, planificar y definir todas las actuaciones necesarias para el control de daños de Seca en cada explotación. El Plan Técnico es un documento esencial si se quiere realizar una acción coordinada y eficaz, tanto en el ámbito técnico como administrativo y, supone una garantía de buena gestión y de continuidad ante la presión que ejercen varios sectores de la sociedad, justificando las ayudas y exenciones fiscales que pueda percibir una explotación. Dada la dificultad lógica de que este plan lo realice el propietario de forma individual, es necesario que estos cuenten con la correcta asistencia técnica, lo cual hemos defendido en varias ocasiones, y aplicado desde hace cuatro años en la Cooperativa de San Miguel (Villanueva de Córdoba) en colaboración con D.

Juan Carlos Higuera, con un éxito notable (Navarro *et al.*, 1998). En un marco más amplio, se ha propuesto y defendido en repetidas ocasiones, la creación de asociaciones de tratamiento integral en encinares alcornocales siguiendo el modelo existente en Extremadura, como sistema de organización de propietarios eficaz para mejorar la selvicultura y el estado sanitario de nuestros montes (Navarro y Vidiella, 2001). Las asociaciones pueden y deben coordinar las solicitudes de ayudas de particulares en sus diferentes modalidades vigentes (Consejería de Agricultura y Pesca en orden de 6 de abril de 1999-BOJA núm. 50 de 29 de abril de 1999; Consejería de Medio Ambiente en decreto 312/1998, de 17 de febrero de 1998-BOJA núm. 35 de 28 de marzo de 1998 y sucesivas).

V. ENFERMEDADES ASOCIADAS AL DECAIMIENTO DE ENCINAS Y ALCORNOQUES EN ANDALUCÍA

La mayor parte de las investigaciones sobre enfermedades de *Quercus* spp. en Andalucía se han realizado con objeto de caracterizar la etiología del decaimiento (Trapero *et al.*, 2000). A continuación se resumen los resultados obtenidos desde 1998.

Podredumbre radical causada por *Phytophthora cinnamomi*

Phytophthora cinnamomi es uno de los patógenos de plantas leñosas más destructivos del mundo, causando la muerte masiva de las raíces absorbentes y reduciendo la capacidad del árbol para absorber agua y nutrientes, por lo que ocasiona síntomas foliares parecidos a los de la sequía. En ocasiones los árboles infectados se colapsan repentinamente (síndrome de muerte súbita o apoplejía), pero en otros casos sobreviven durante varios años (síndrome de muerte lenta) (Sánchez *et al.*, 2000a; 2000b; 2003a).

Sintomatología y distribución: Las prospecciones fitopatológicas se han llevado a cabo fundamentalmente en las provincias

más afectadas por el decaimiento (Cádiz, Córdoba, Huelva y Sevilla). La enfermedad radical está asociada a la presencia de grandes grupos o focos de árboles sintomáticos, situados preferentemente en valles o depresiones topográficas, o en zonas estacionalmente encharcadas, aunque también se detecta en zonas alteradas, como márgenes de caminos o áreas que soportan altas cargas ganaderas (Sánchez *et al.*, 2000b; 2002a; 2003a). Los síntomas aéreos de la enfermedad (clorosis y marchitez foliar, defoliación, puntisechado de ramas) se corresponden con los síntomas radicales de muerte y/o ausencia de raicillas absorbentes (Trapero *et al.*, 2000; Trapero y Sánchez, 2001; Sánchez *et al.*, 2000a; 2000b; 2003a). Nuestras observaciones de campo indican que la enfermedad radical puede presentarse en una amplia gama de circunstancias hídricas del suelo, desde suelos profundos y sin pendiente hasta montes con fuertes pendientes en suelos poco profundos (Sánchez *et al.*, 2003a). De las raici-