

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-




llas necróticas, así como del suelo asociado, se ha aislado *P. cinnamomi* en proporciones que han variado desde el 17 al 83% de aislamiento positivo en árboles sintomáticos (Sánchez et al., 2002a; 2003a). Por el momento, la prospección fitopatológica más exhaustiva la hemos realizado en la provincia de Huelva, donde la evaluación del arbolado nos llevó a concluir que la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi* es una enfermedad ampliamente distribuida, con índices de severidad preocupantes (Fernández Escobar et al., 2001). Del análisis fitopatológico de muestras de raíces y suelo, se pudo determinar que el hongo está presente en los focos situados en 25 de un total de 28 fincas evaluadas y muestreadas (Trapero y Sánchez, 2002).

Otros trabajos llevados a cabo en las 4 provincias antes citadas, han mostrado que la estación más propicia para el aislamiento de *P. cinnamomi* de raíz y suelo es el otoño (Sánchez et al., 2003a), no habiendo una correlación significativa entre el porcentaje de aislamiento de *P. cinnamomi* y factores climáticos tales como lluvia, humedad de suelo y temperatura máxima registrada antes de la toma de muestras. Sin embargo, se determinó que al aumentar la temperatura media y/o la mínima, aumenta el aislamiento de *P. cinnamomi* (Sánchez et al., 2003a). En estos estudios se ha observado que a pesar de partir de distintas situaciones en cuanto a la incidencia y severidad de los síntomas asociados en las distintas fincas evaluadas, la evolución de la enfermedad en el tiempo resulta similar. El estado general de los focos ha ido empeorado, y este empeoramiento se ha debido más a la aparición de síntomas en árboles que no los mostraban al principio del estudio, que al empeoramiento o a la muerte de árboles sintomáticos muy afectados (Sánchez et al., 2000a; 2002a; 2003a). Este hecho tiene una especial relevancia a la hora de abordar el control de la enfermedad, que ha de incidir especialmente en los tratamientos preventivos del arbolado asintomático que rodea a los focos, así como en los tratamien-

tos curativos de los árboles poco afectados, como la estrategia más eficaz para detener el avance de la podredumbre radical.

Caracterización de aislados: La caracterización de más de 60 aislados de *P. cinnamomi* ha mostrado que poseen curvas de crecimiento *in vitro* muy parecidas, con tasas de crecimiento y temperaturas óptimas elevadas (25 a 30° C) (Sánchez et al., 2000a; 2002a; 2003a). Las temperaturas mínimas de crecimiento también son relativamente altas (de 6 a 9° C), con tasas de crecimiento a 10° C muy bajas. Esta limitación de crecimiento que muestra el hongo a temperaturas bajas justifica las correlaciones obtenidas entre la presencia del hongo en campo y las temperaturas registradas en la zona (ver apartado anterior). En estos aislados, procedentes de Andalucía y también del sur de Portugal, hemos detectado variantes morfológicas asociadas al huésped (Sánchez et al., 2003 a). Sin embargo, mediante inoculaciones artificiales se ha demostrado que los aislados procedentes de encina pueden infectar raíz de alcornoques con la misma virulencia que aislados de encina y viceversa (Sánchez et al., 2000a; 2002a).

Epidemiología: El objetivo aplicado de la mayoría de estudios epidemiológicos es conseguir una aplicación racional de los métodos de control disponibles (lucha integrada) basada en un sistema de predicción de los riesgos de infección. La obtención de datos cuantitativos del potencial de enfermedad (o potencial de inóculo) es un punto clave para el desarrollo de estrategias de control de hongos del suelo. Por este motivo, estamos poniendo a punto un método eficaz para la cuantificación de propágulos viables de *P. cinnamomi* en suelos infestados, combinado con un método de detección indirecto mediante cebos biológicos (Hermoso et al., 2001). Otro punto clave del ciclo de vida de *P. cinnamomi* como patógeno de *Quercus* es el efecto de factores ambientales y del huésped en el establecimiento de la infección y desarrollo




de síntomas. Para poder abordar estos estudios se han puesto a punto técnicas eficaces de inoculación para reproducir la enfermedad en condiciones controladas (Andicoberry *et al.*, 2001; Sánchez *et al.*, 2000a; 2002a; 2003a). Las interacciones de mayor interés entre los principales factores ambientales (temperatura, humedad y tipo de suelo) y el establecimiento de la infección y desarrollo de síntomas, se están estudiando actualmente mediante inoculación en cámara de crecimiento (datos no publicados).

Control: El control de *P. cinnamomi* es complicado debido a su amplia gama de huéspedes, al período a veces largo entre el establecimiento de la infección y la manifestación de síntomas foliares y a la longevidad de sus estructuras de resistencia en el suelo. Los métodos de control químico presentan una serie de ventajas, como su rapidez de acción, persistencia, efectividad y bajo coste, que hacen que sean una opción tentadora. No obstante, la aplicación de fungicidas debe ser compatible con otras prácticas de control cultural y/o biológico. Existen en el mercado diversos fungicidas sistémicos eficaces en el control de *Phytophthora* spp., aunque la información sobre su eficacia en el patosistema *P. cinnamomi/Quercus* es aún escasa (Fernández-Escobar *et al.*, 1999). Actualmente, estamos evaluando la eficacia de fungicidas sistémicos y productos fertilizantes en condiciones controladas, con objeto de fijar las dosis mínimas capaces de reducir significativamente los síntomas de la enfermedad radical (datos no publicados). Uno de estos productos ya se está ensayando en condiciones de campo, mediante su aplicación por inyección al tronco (Fernández Escobar, 2002). Además de los tratamientos indicados, se está trabajando en nuevas líneas de investigación, en particular en la selección de individuos resistentes, así como en el uso de antagonistas, fundamentalmente micorrizas.

Chancros causados por *Botryosphaeria* y géneros relacionados

Botryosphaeria stevensii es un hongo ascomiceto causante de chancros que se ha descrito como el principal agente fúngico asociado al decaimiento de *Quercus* en Italia (Ragazzi *et al.*, 1989, 2000), Marruecos (El-Badri y Abadie, 2000), y nordeste español (Luque y Girbal, 1989, Luque *et al.*, 2000). Sin embargo, al inicio de nuestro trabajo no encontramos referencias sobre la incidencia de estos chancros en Andalucía ni sobre su posible implicación en el decaimiento de encinas y alcornoques.

Sintomatología y distribución: En las prospecciones que hemos llevado a cabo en dehesas y montes andaluces afectados de decaimiento desde 1998, se detectó una desecación y marchitez de ramas de *Quercus* asociada con la presencia de chancros. Los síntomas foliares de esta enfermedad consistieron en amarillez, empardecimiento y marchitez en ramas aisladas. Estas ramas presentaron lesiones consistentes en zonas alargadas de corteza necrosada, visibles más fácilmente cuando se retiraba la corteza externa (Sánchez *et al.*, 2003b; 2003c). Sin embargo, la presencia de ramas defoliadas no asociadas a la presencia de chancros, también fue muy frecuente en las fincas prospectadas (Sánchez *et al.*, 2003b; 2003c), dado que los árboles sufrían la podredumbre radical causada por *P. cinnamomi*, que produce síntomas secundarios inespecíficos, como defoliación y puntisechado de ramas (Sánchez *et al.*, 2003a). Los síntomas descritos también han sido observados en zonas como en la Sierra Subbética cordobesa y Sierras de Málaga y Cádiz, en masas no afectadas por el decaimiento (Sánchez *et al.*, 2003b). Por el momento, los chancros en el tronco sólo se han detectado en alcornoques. En este caso, las lesiones aparecen como hinchazones o abultamientos en el corcho de 5 a 20 cm de longitud, frecuentemente con una grieta central que deja al descubierto la casca necrosada. Estas lesiones se alinean a lo largo de



las líneas de descorche, con un desarrollo muy pobre del corcho que queda circundado por los abultamientos. El área afectada adquiere un aspecto aplanado que incluso llega a hacer perder al fuste su forma cilíndrica normal (Sánchez et al., 2003b). A pesar de que en ocasiones el área de corcho afectada puede ser bastante extensa e incluso desprenderse, por el momento no se ha registrado ningún caso de anillamiento del tronco que diera lugar a la muerte del alcornoque afectado, como sí se ha observado en Cataluña (Luque et al., 2000).


Etiología: A partir de muestras de chancro procedentes de fincas situadas en las cuatro provincias andaluzas más afectadas por el decaimiento, se aislaron consistentemente tres especies fúngicas diferentes: *Botryosphaeria stevensii* (anamorfo *Diplodia mutila*), *Otthia spiraeae* (anamorfo *Diplodia sarmentorum*) y *Botryosphaeria dothidea* (anamorfo *Fusicoccum aesculi*), con frecuencias de aislamiento del 42, 48 y 10% respectivamente. Las tres especies aparecieron asociadas a chancros de ramas en encinas y alcornoques. En ocasiones fue posible aislar las tres especies de la misma finca, mientras que en otras sólo se aislaron una o dos de ellas (Sánchez et al., 2003b, 2003c). En las prospecciones fitopatológicas realizadas en la provincia de Huelva, se detectaron chancros en ramas esporádicamente, en 15 de las 28 fincas evaluadas (Fernández Escobar et al., 2001). Por otra parte, en muestras de tronco de alcornoques de toda Andalucía procedentes de la Red Andaluza, sólo se aisló la especie *B. stevensii* en 36 puntos sobre un total de 78 muestreadas (ver epígrafe 2) (Trapero y Sánchez, 2001).

La caracterización del crecimiento *in vitro* de las tres especies ha mostrado que la temperatura óptima de crecimiento estimada para *D. sarmentorum* fue cercana a los 22° C, resultando más elevada (>25° C) para *B. stevensii* y *B. dothidea*. Además, *B. stevensii* y *B. dothidea* crecieron a 35° C, mientras que *D. sarmentorum* no creció a

esta temperatura (Sánchez et al., 2003b; 2003c). Las curvas de crecimiento obtenidas para los aislados de *B. dothidea* se ajustan bastante bien a las descritas anteriormente para la misma especie aislada de *Cistus ladanifer* en Andalucía (Sánchez et al., 2002b).

La patogenicidad de las tres especies se ha demostrado por medio de inoculaciones artificiales en ramas de encina, cumplimentándose los postulados de Koch. La inoculación de ramas cortadas indica que las tres especies presentan una gran capacidad para infectar y sobrevivir en el tejido cortical debilitado a temperaturas superiores a 25° C. Las diferencias en virulencia entre especies sólo se detectan a temperaturas inferiores a 5° C (Sánchez et al., 2003b; 2003c). Este comportamiento de *Botryosphaeria* y especies relacionadas como patógenos de debilidad, e incluso como saprofitos oportunistas, ha sido observado frecuentemente. Sin embargo, los resultados obtenidos en inoculaciones de árboles sanos en condiciones de campo, sugieren que la debilidad del huésped no es una condición necesaria para que se desarrollen las lesiones en la corteza infectada. Si bien las tres especies originaron chancros, únicamente *B. stevensii* fue capaz de producir el anillamiento y muerte de la rama y la subsecuente marchitez foliar. Además, se determinó que para las tres especies el desarrollo de los chancros está claramente favorecido por las altas temperaturas. Nuestros resultados demuestran que *B. stevensii* es un patógeno primario de *Quercus* en Andalucía, como fue descrito por Luque y Girbal (1989) para *Q. suber* en Cataluña y Frisullo et al. (2000) para diferentes especies de *Quercus* en Italia.

Control: Las medidas de control de chancros deben ser de tipo preventivo, ya que una vez presentes las lesiones, las medidas curativas son ineficaces. En este sentido, ya que no es posible impedir el estrés del descorche, la selvicultura del alcornoque debe ajustarse para reducir al mínimo el es-



tablecimiento de la enfermedad y la dispersión del patógeno. Entre estas medidas preventivas cabe destacar un mejor control del momento en el que se efectúa la poda, evitar las heridas en la casca, desinfectar las herramientas y sellar las heridas de poda. Otro tipo complementario de control preventivo es la pulverización de la superficie recién descorchada con productos fungicidas. Estos productos, ya sean sistémicos (absorbibles por la casca), protectores (no absorbibles) o mezclas de ambos, ya se están utilizando en Cataluña. En Andalucía estos tratamientos están aún en fase experimental (Navarro *et al.*, 2003a). Hemos determinado mediante ensayos en laboratorio y en campo qué materias activas de las disponibles comercialmente son las más eficaces en la inhibición de la germinación de esporas y, por tanto, de la infección. Otros aspectos no menos importantes a determinar son las dosis y frecuencias de aplicación, así como el tiempo máximo que puede demorarse la aplicación del producto tras el descorche (Navarro *et al.*, 2003a). Asimismo, se han iniciado estudios sobre control biológico utilizando microorganismos antagonistas del patógeno.


Chancro carbonoso causado por *Biscogniauxia mediterranea* (*Hypoxylon mediterraneum*)

El chancro carbonoso, causado por el ascomiceto xilariáceo *Biscogniauxia mediterranea* (= *Hypoxylon mediterraneum*), es una enfermedad ampliamente distribuida en toda la cuenca mediterránea y, recientemente, ha sido destacada en Italia como un factor contribuyente en el decaimiento los *Quercus* mediterráneos (Ragazzi *et al.*, 2000). En España la enfermedad se conoce desde 1963, pero pasó prácticamente desapercibida hasta 1985, cuando se denunciaron graves daños en encinas y en alcornoques que se atribuyeron al desinterés por estas especies forestales y a la falta de las medidas fitosanitarias más elementales encaminadas a limitar la difusión de la enfermedad (Torres-Juan, 1985).

Actualmente, el chancro carbonoso ha sido asociado con el decaimiento en Andalucía (Navarro y Fernández, 2000; Sánchez *et al.*, 2000b).

Sintomatología y distribución: El síntoma característico es la aparición de ramas muertas con placas carbonosas que son visibles a través de grietas que se forman en la corteza. Estas placas también aparecen en el tronco. La infección se asocia a la presencia de heridas de poda y las producidas durante el descorche. Una vez infectado el floema y el xilema, la planta reacciona emitiendo exudaciones que en contacto con el aire se secan y, junto con el estroma fúngico, forman el residuo carbonoso que da nombre a la enfermedad. En estas placas carbonosas se desarrollan las peritecas donde maduran las ascosporas. La fase asexual aparece a veces sobre los árboles infectados, pero no parece tener un papel importante en la diseminación del patógeno (Trapero y Sánchez, 1996).

En las muestras de tronco de alcornoques recogidas a través de la Red Andaluza, se ha detectado el chancro carbonoso en 17 puntos de los 78 muestreados, encontrándose las mayores incidencias de la enfermedad en la provincia de Cádiz (datos no publicados). En las prospecciones fitopatológicas que hemos realizado en Andalucía, las mayores incidencias de esta enfermedad se han registrado en Córdoba y Cádiz (datos no publicados). Por el contrario, la provincia de Huelva ha registrado la menor incidencia de carbón tanto en alcornoque como en encina (Fernández Escobar *et al.*, 2001). En trabajos realizados en fincas muy afectadas de la provincia de Córdoba, se ha podido aislar el hongo de ramas asintomáticas en árboles con carbón en el tronco y también de árboles completamente asintomáticos (datos no publicados), corroborando el comportamiento endofítico de *B. mediterranea* (Collado *et al.*, 1999; 2000; Ragazzi *et al.*, 2000). El carácter endofítico de este patógeno es de gran importancia, ya que cuestiona algunas de las medidas preventivas y



curativas recomendadas tradicionalmente contra la enfermedad (Torres-Juan, 1993).

Caracterización de aislados de *B. mediterranea*: Un aspecto destacado de los nuevos brotes de la enfermedad es la gran variabilidad de su incidencia temporal y espacial (Trapero et al., 2000). Para determinar si el cambio observado en la incidencia de la enfermedad se debe al propio patógeno o a algún factor ambiental, se están caracterizando las poblaciones del patógeno, realizando una comparación entre aislados de diferentes procedencias (huéspedes, ambiente, nivel de incidencia del decaimiento, etc.). Al mismo tiempo, están en marcha trabajos destinados a determinar el intervalo de temperaturas favorable a la infección (datos no publicados). En la especie *B. mediterranea* se han descrito variantes morfológicas, como las variedades *macrospora* y *microspora* (Yu-Ming et al., 1998). Sin embargo, en nuestras condiciones no se conoce la existencia y distribución de dichas variantes, ni su relación con

la patogenicidad de la especie, por lo que se han realizado inoculaciones artificiales en ramas cortadas y plantas vivas con las variantes morfológicas detectadas en Andalucía (datos no publicados).

Epidemiología: En una parcela experimental con elevada incidencia del chancro carbonoso situada en la provincia de Córdoba, en la que además disponemos de estación meteorológica, se instaló el pasado otoño un capturador volumétrico de esporas (Burkard®) para la detección y cuantificación de ascosporas del patógeno. Asimismo, con una periodicidad semanal se están colocando portas de microscopio impregnadas de adhesivo como método alternativo para la captura de ascosporas (Trapero et al., 1996). Cuando se obtengan los datos correspondientes al primer año, la captura de ascosporas se relacionará con los datos meteorológicos para elaborar un modelo matemático preliminar que relacione el progreso temporal de la captura con los principales parámetros meteorológicos.

VI. LOS INSÉCTOS XILÓFAGOS ASOCIADOS A LA SECA DE ENCINAS Y ALCORNOQUES

En el marco del Convenio de Colaboración iniciado en 1999 entre la Consejería de Medio Ambiente y la Universidad de Córdoba, y en colaboración con esta entidad, la Universidad de Huelva viene trabajando desde el año 2001 en dos líneas de investigación que pretenden profundizar en los aspectos relacionados con la repercusión de insectos xilófagos en la Seca, su comportamiento poblacional y las posibilidades de control de sus poblaciones.

Dentro de las plagas que actúan sobre el encinar-alcornocal se ha destacado tradicionalmente, por la importancia de sus daños, el cerambícido *Cerambyx cerdo* (Romanyk y Cadahía, 1992). Como todos los xilófagos, ataca con preferencia a los árboles decaentes, destruyendo gran parte de sus zonas maderables. Cuando la masa en su

conjunto se encuentra debilitada y cuenta con una densidad baja, los daños pueden resultar catastróficos, ya que todos o casi todos los pies pueden verse afectados (El Antry, 1999).

El primer trabajo que se ha iniciado ha consistido en la caracterización de las poblaciones de los cerambícidos xilófagos mediante un muestreo basado en el método de captura-marcaje-recaptura. El marcaje individualizado de los coleópteros proporciona, además de la información básica para la estimación del tamaño poblacional, otros datos de interés como longevidad, períodos de actividad, dispersión, etc. Por otro lado, y con el fin de encontrar características diagnósticas de la afección del arbolado según el grado de ataque de cerambícidos xilófagos, se ha llevado a cabo la valoración