

# **SUBERWOOD-SUBERCRE: DISPOSITIVO EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DE LOS FACTORES AMBIENTALES Y SELVÍCOLAS SOBRE EL CRECIMIENTO DEL ALCORNOQUE (*QUERCUS SUBER*)**

**E. Torres Álvarez, M.A. Suárez, J. Vázquez Piqué, A. Calzado Carretero, R. Tapias Martín y A. González**

Departamento de Ciencias Agroforestales. Universidad de Huelva. Campus de la Rábida. 21819. PALOS DE LA FRONTERA (Huelva-España). Correo electrónico: jpique@uhu.es; etorres@uhu.es

## **Resumen**

Los conocimientos actuales sobre el crecimiento del alcornoque (*Quercus suber* L.) presentan muchas lagunas. Entre los objetivos de los Proyectos de Investigación SUBERWOOD y SUBERCRE, se encuentra profundizar en el conocimiento del crecimiento diametral del alcornoque y la influencia de los factores ambientales y selvícolas. Para ello se ha implementado un dispositivo experimental en tres montes alcornocales con características ecológicas y selvícolas diferentes, localizados en Huelva, Málaga y Burgos. El dispositivo experimental permite la adquisición y registro continuo de datos, su transmisión y su almacenamiento, con posibilidad de acceso remoto en tiempo real. Se toman datos de crecimiento (crecimiento de corcho y madera), datos climáticos (dirección y velocidad de viento, radiación solar, temperatura, humedad relativa, precipitación y humectación de las hojas) y datos de temperatura y humedad de suelo a diferentes profundidades. Además se complementa con una toma discontinua de datos de crecimiento mensual del perímetro con dendrómetros de banda en una muestra mayor de árboles, abarcando un amplio rango de tamaños, competencias y presiones de descorche. El sistema, diseñado de forma flexible y ampliable, consta de un conjunto de sensores (dendrómetros electrónicos, sensores climáticos y edáficos), unidades de telemetría remota, sendos datalogger centrales, una unidad central de proceso y un programa informático específico que procesa los datos, facilita su visualización y genera una base de datos consistente y homogénea exportable a otros programas de análisis. La comunicación entre los diferentes elementos del sistema se realiza, en función de la distancia, por cable, por radiofrecuencia o por telefonía móvil o fija.

Palabras clave: *Alcornoque, Crecimiento, Dendrómetros, Selvicultura, Factores ambientales*

## **INTRODUCCIÓN**

El único modelo de producción existente orientado a la gestión de montes alcornocales comenzó a desarrollarse en 1997 (TOMÉ *et al.*, 1998; TOMÉ *et al.*, 1999), con el objetivo de dise-

ñar una metodología para simular el desarrollo de masas de alcornocal. Los primeros datos orientativos sobre crecimiento diametral del alcornoque son los aportados por CARO (1916), CAMBINI (1974) y MONTOYA (1985), aunque están basados en una base experimental muy

pobre, no siempre bien justificada, además de no tener en cuenta la calidad de la estación ni las características selvícolas de la masa.

Según GOURLAY Y PEREIRA (1998) y GONZÁLEZ ADRADOS Y GOURLAY (1998) el estrés que provoca el descorche origina una severa reducción del crecimiento diametral del árbol y una desorganización de los tejidos del xilema que dificulta la lectura de los anillos. CARITAT *et al.* (1992) realizaron el estudio dendrocronológico de una serie de rodajas de alcornoque. Estos autores también dan valores de crecimiento medio radial de la madera de alcornoque, sin llegar a detectar una influencia del descorche sobre el crecimiento. En Portugal se han realizado otros estudios para evaluar la influencia del descorche sobre el crecimiento (CORREIA *et al.* 1992; FIALHO *et al.*, 2000), aunque no se apreciaron efectos significativos. Es importante tener en cuenta que en ninguno de estos estudios que utilizaban dendrómetros se diferenciaba el crecimiento del corcho del crecimiento de la madera.

Por tanto, se desprende que existen grandes lagunas en el conocimiento del crecimiento en diámetro del alcornoque, existiendo incluso aportaciones contradictorias entre los diferentes autores. Se hace necesario, por tanto profundizar en el estudio del crecimiento en diámetro del alcornoque, diferenciando el crecimiento en madera del crecimiento del corcho y teniendo en cuenta la influencia de los factores ambientales y selvícolas.

Un mejor y más preciso conocimiento del crecimiento en diámetro del alcornoque, implicaría beneficios en los siguientes aspectos:

- Mejor conocimiento de la evolución en el tiempo de la superficie de descorche, permitiendo elaborar modelos dinámicos de producción de corcho.
- Mejor conocimiento de la acumulación de biomasa leñosa del alcornocal y por tanto su capacidad para fijar CO<sub>2</sub> atmosférico. De este modo sería posible conocer la influencia de los montes alcornocales en la reducción del efecto invernadero y en la atenuación del cambio climático.
- Mejor conocimiento de la producción de madera de alcornoque, que puede tener posibilidades de utilización como materia prima de alto valor.

- Posibilita la realización de tratamientos selvícolas de cortas, tanto intermedias (clareos y claras) como finales (cortas de regeneración), de modo sostenible. Es decir, sin que las extracciones madera realizadas superen al crecimiento de la masa.
- Permite proponer una densidad inicial de repoblación con alcornoque basada en criterios técnicos fundamentados científicamente, así como una adecuada regulación de la densidad de la masa a lo largo de toda la vida de ésta.

Entre los objetivos de los proyectos de investigación SUBERWOOD y SUBERCRE, financiados respectivamente por el V Programa Marco de I+D de la Unión Europea y por el Plan Nacional de I+D del Ministerio de Ciencia y Tecnología de España, se trata de profundizar en el conocimiento del crecimiento diametral del alcornoque. En concreto, se persigue estudiar la influencia de diversos factores ambientales y selvícolas sobre el crecimiento. Para ello se ha diseñado un dispositivo experimental, formado por una red de parcelas localizadas en alcornocales con características diferentes y en la que se ha instalado una serie de dispositivos para la toma de datos climáticos, edáficos y de crecimiento lo más completa posible.

## DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

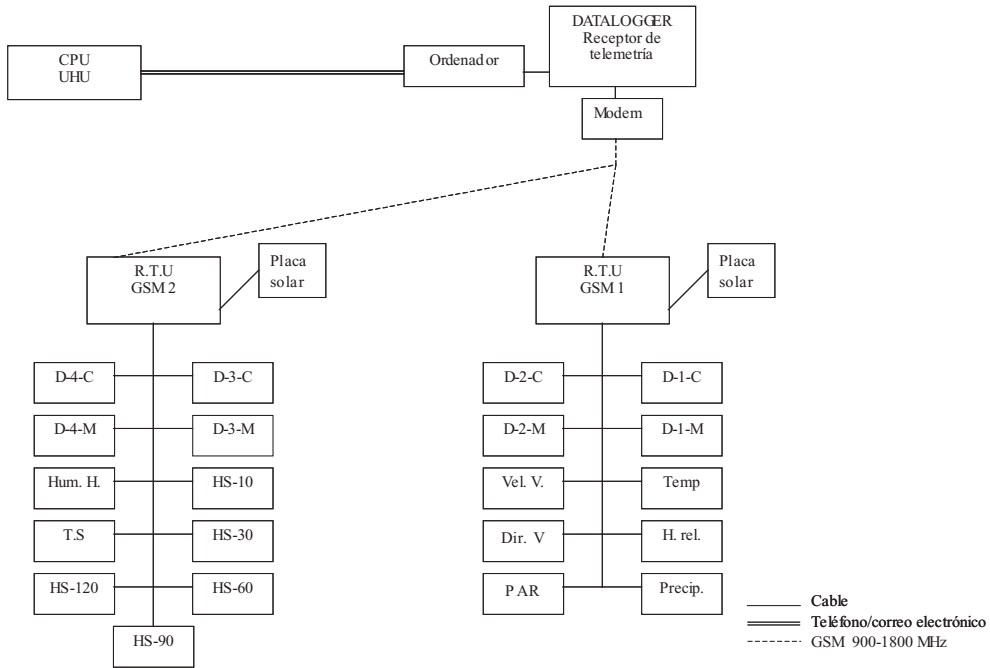
Los proyectos SUBERWOOD y SUBERCRE disponen de un total de cuatro parcelas experimentales, localizadas en alcornocales con diferentes características ecológicas y selvícolas, en las que se está realizando desde 2003 una toma intensiva de datos de crecimiento. La toma y análisis de datos en cada una de estas parcelas están enfocados a estudiar el efecto de diferentes factores ambientales y selvícolas sobre el crecimiento. A continuación se describen brevemente cada una de estas parcelas experimentales:

- a) Parcela de Bozoo (Burgos). Se encuentra en un alcornocal singular, localizado en el área de procedencia restringida Sierra de Besantes. Se desarrolla sobre areniscas en un clima VI(IV)1 (ALLUÉ, 1990). Se trata de un bornizal con una alta diversidad de especies

arbóreas, en el que se mezclan distintas especies de carácter mediterráneo (DÍAZ-FERNÁNDEZ et al., 1997). Hacia 1950 se hizo una repoblación con *Pinus nigra* y *Pinus sylvestris*. En las dos parcelas instaladas se ha realizado un ensayo de claras en masa mixta para estudiar el efecto de la eliminación de la cubierta de pinos sobre el crecimiento de los bornizos. El crecimiento de los alcornoques se estudia mediante 110 dendrómetros de banda y nueve dendrómetros electrónicos puntuales de registro continuo.

- b) Parcela de La Carrera del Caballo, Cortes de la Frontera (Málaga). Se localiza en la región de procedencia 7, Parque Natural de Los Alcornocales-Serranía de Ronda (DÍAZ-FERNÁNDEZ et al., 1995), en suelos desarrollados sobre areniscas y bajo un clima IV<sub>4</sub> (ALLUÉ, 1990). Se trata de un bornizal, alcornocal joven nunca descorchado, con una superficie de 3,5 ha, una densidad media de 485 pies/ha y un área basimétrica de 20,2 m<sup>2</sup>. Se ha realizado un ensayo de clareos con un diseño de bloques completos al azar, con tres pesos de clareo o tratamientos: testigo, clareo débil, con reducción de un 15 % del área basimétrica, y clareo fuerte con una reducción del 30 %. Los clareos son selectivos, de tipo mixto y en el señalamiento se han tenido en cuenta criterios de reducción de los índices de competencia entre pies. Se han replanteado un total de cinco bloques, con tres subparcelas cada uno de ellos. En cada subparcela se mide, mediante dendrómetros de banda, el crecimiento mensual en diámetro de diez árboles, lo que supone un total de 150 pies. Además se han realizado análisis de tronco de dos árboles de cada una de las subparcelas en las que se han aplicado clareos más diez árboles dominantes de fuera de las subparcelas. Con estos 30 análisis de tronco se elaborarán curvas de crecimiento en diámetro y altura.
- c) Parcela de Hinojos (Huelva). Este alcornocal pertenece a la región de procedencia 6, Litoral Onubense-Bajo Guadalquivir (DÍAZ-FERNÁNDEZ et al., 1995). Se desarrolla sobre suelos arenosos sobre una capa de arcillas, a una altitud de unos 100 m y su clima se clasifica como IV<sub>2</sub> (ALLUÉ, 1990). La parcela, de 1,9

ha de superficie, tiene una densidad media de 99,6 pies/ha y 8,1 m<sup>2</sup>/ha de área basimétrica. En esta parcela experimental se estudia la influencia de factores climáticos y edáficos sobre el crecimiento en diámetro, así como la influencia de factores selvícolas, en concreto competencia individual entre pies, tamaño del árbol, presión de descorche e intensidad de poda. La toma de datos de crecimiento se realiza de dos modos diferentes. Por un lado, en una muestra formada por 118 pies, se toman datos de crecimiento mensual en perímetro, mediante dendrómetros de banda con una precisión de décimas de milímetro. Complementariamente, se ha instalado un sistema integrado de toma de datos en continuo de crecimiento diametral de los árboles, datos climáticos y datos de suelo, con posibilidad de acceso remoto en tiempo real. En la figura 1 se presenta el esquema de sensores y transmisión de datos en la parcela de Hinojos. El crecimiento en diámetro de los árboles de mide mediante galgas extensiométricas que permiten medir variaciones instantáneas del diámetro con una precisión de 0,2 μm. La medición del diámetro del árbol con tal precisión permite evaluar, además del crecimiento del árbol, su estado hídrico y su eficiencia en el uso del agua. En cuatro árboles de la parcela se han instalado un total de ocho de estos dendrómetros de crecimiento diametral. En cada árbol se ha instalado un dendrómetro sobre corcho (D-i-C) y otro sobre floema (D-i-M), una vez extraído el corcho en una pequeña ventana, con la finalidad de poder diferenciar crecimiento de corcho y de madera en un mismo árbol. Además de los sensores de árbol están instalados los siguientes sensores de clima y suelo: temperatura del aire (Temp), humedad relativa (H. Rel.), velocidad de viento (Vel. V.), dirección de viento (Dir. V.), radiación fotosintéticamente activa (PAR), precipitación (Precip), humedad de hoja (Hum. H.), humedad del suelo a 10 cm de profundidad (HS-10), 30 cm (HS-30), 60 cm (HS-60), 90 cm (HS-90) y 120 cm (HS-120) y temperatura del suelo a 30 cm (TS). La humedad del suelo a distintas profundidades se mide mediante sondas de capacitancia, que expresan la humedad en



**Figura 1.** Esquema del sistema de sensores y transmisión de datos en la parcela de Hinojos. Las abreviaturas de los sensores y otros dispositivos aparecen en el texto

porcentaje de volumen de suelo. La información de todos los sensores se registra cada 15 minutos en dos *datalogger* que actúan como unidades de telemetría remota (RTU). Un ordenador con modem establece comunicación con estas unidades mediante telefonía móvil GSM, descargando todos los datos con una periodicidad aproximada de una semana y que son enviados por correo electrónico a la unidad central de proceso (CPU) localizada en el Campus de La Rábida de la Universidad de Huelva. Un elemento fundamental del sistema es el programa de tratamiento de los datos, que permite, de modo sencillo, la visualización de los datos y su exportación a otros programas.

- d) Parcela de Cerro del Castillo, Cortes de la Frontera (Huelva). Esta parcela es muy semejante a la anterior pero se localiza en un alcornojal con unas condiciones ecológicas completamente diferentes. Está a unos 850 m de altitud, con elevadas pendientes, con suelo sobre areniscas y clima IV4. En esta parcela

se estudian también los efectos de las variables ambientales y selvícolas sobre el crecimiento del corcho. No se estudian los efectos de las podas al no ser este un tratamiento selvícola habitual en estos alcornocales. La arquitectura del sistema de sensores y transmisión de datos, difiere ligeramente de la anterior, utilizando radiofrecuencia de 430-470 MHz para la comunicación entre las unidades de telemetría. Lo accidentado del terreno y la irregular cobertura de telefonía móvil han obligado a la instalación de un repetidor en un punto intermedio y la instalación del receptor de telemetría en una casa forestal situada a varios kilómetros de la parcela experimental.

## ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

La toma de datos en las parcelas experimentales de los proyectos SUBERWOOD y SUBERCRE puede ampliarse en un futuro inmediato, mediante una toma de datos discontinua, tanto de

datos ecofisiológicos (potencial hídrico, tasas de fotosíntesis y fluorescencia de clorofila), fenológicos (fenofases florales y vegetativas) y de humedad de suelo (sondas TDR en varios puntos de la parcela). En la actualidad ya se ha iniciado la toma de algunos de estos datos. Además se realizará un estudio genético de los individuos de las parcelas para relacionar las características genéticas con el crecimiento. Por tanto, las parcelas experimentales instaladas ofrecen unas elevadas posibilidades de estudio del crecimiento diametral del alcornoque y otros múltiples procesos ecológicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAMBINI, A.; 1974. *Effetti della defoligliazione anticipata sull'accrescimento della quercia da sughero (Quercus suber L.)*. Stazione Sperimentale del Sughero. Memoria 39. Tempo Pausania. Sassari.
- CARITAT, A.; MOLINA, M. Y OLIVA, M.; 1992. El crecimiento radial del alcornoque en cinco parcelas de alcornocal de Girona. *Scientia Gerundensis* 18: 73-83.
- CARO, E.; 1916. Restauración de alcornocales. *Revista de Montes* 40: 684-690, 721-730
- CORREIA, O.A.; OLIVEIRA, G.; MARTINS-LOUSAO, M.A. & CATARINO, F.M.; 1992. Effects of bark stripping on the water relation of *Quercus suber* L. *Scientia Gerundensis* 18: 195-204
- DÍAZ-FERNÁNDEZ, P.M.; JIMÉNEZ, M.P.; CATALÁN, G; MARTÍN, S. Y GIL, L.; 1995. *Regiones de procedencia de Quercus suber L.* ICONA. Madrid.
- DÍAZ-FERNÁNDEZ, P.M., JIMÉNEZ, M.P. Y GIL, L.; 1997. Caracterización de poblaciones marginales españolas de *Quercus suber* L. *Cuad. Soc. Esp. Cien. For.* 5: 125-134.
- FIALHO, C.; LOPES, F. & PEREIRA, H.; 2000. The effect of cork removal on the radial growth and phenology of young cork oak trees. *For. Ecol. Manage.* 141: 251-258.
- GONZÁLEZ ADRADOS, J.R. & GOURLAY, I.D.; 1998. Applications of dendrochronology to *Quercus suber* L. In: H. Pereira (ed.). *Cork oak and Cork*: 162-172. European Conference on Cork-oak and Cork. Lisboa.
- GOURLAY, I.D. & PEREIRA, H.; 1998. The effect of bark stripping on wood production in cork oak (*Quercus suber* L.) and problems of growth ring definition. In: H. Pereira (ed.). *Cork oak and Cork*: 99-107 European Conference on Cork-oak and Cork. Lisboa. Portugal.
- MONTROYA, J.M.; 1985. Aproximación al conocimiento del crecimiento y producción de *Quercus suber* L. Según distintas calidades estacionales (densidad de repoblación, coeficiente de descorche, inventario de ordenación y puesta en fábrica de macheros). *Boletim do Instituto dos Produtos Florestais. Cortiça* 557: 484-494.
- TOMÉ, M.; COELHO, M.B.; LOPES, F & PEREIRA, H.; 1998. Modelo de produção para o montado de sobre em Portugal. In: H. Pereira (ed.) *Cork oak and Cork*: 22-46. European Conference on Cork-oak and Cork. Lisboa.
- TOMÉ, M.; COELHO, M.B.; PEREIRA, H. & LOPES, F.; 1999. A management oriented growth and yield model for cork oak stands in Portugal. In: A. Amaro y M. Tomé (eds.), *Empirical and Process-Based Models for Forest Tree and Stand Growth Simulation*: 271-289. Edições Salamandra. Novas Tecnologías. Lisboa.