

Selvicultura de los alcornocales (*Quercus suber* L.) del macizo de Les Gavarres (Girona)

Gregorio MONTERO GONZÁLEZ

Eduardo LÓPEZ SENESPLEDA

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

Pablo CAMPOS PALACÍN

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

María de la O SÁNCHEZ GONZÁLEZ

Mario SÁNCHEZ

Ricardo RUIZ-PEINADO

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

Paola OVANDO POL

Alejandro CAPARRÓS GASS

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Ángel BACHILLER

Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria

RESUMEN

Se presentan dos modelos de actuación selvícolas para un alcornocal del macizo de Les Gavarres (Girona). La variación de la altura y el diámetro con la edad se ha estimado a través del modelo de Richards con datos experimentales de análisis de tronco apeados en la finca Can Vilallonga, en el término municipal de Cassà de la Selva. El calibre del bornizo y del corcho se estimó a partir de datos reales medidos en árboles de la misma finca. A partir de los datos experimentales y bibliográficos, se estimaron el crecimiento en diámetro entre dos descorches sucesivos, el tiempo de paso de una clase diamétrica a otra en masas irregulares, la edad media a la que puede ser desbornizado el árbol por primera vez, el turno de descorche, la variación del calibre del corcho con la altura de descorche, el número medio de descorches que puede soportar un árbol y finalmente, y muy importante, el número de árboles por ha que debe tener el alcornocal en función de la edad y el diámetro de los mismos.

Partiendo de la situación real de un alcornocal, se simulan dos modelos selvícolas aplicables a masas regulares e irregulares. La producción de corcho por hectárea de 1.682 kg/ha en las condiciones actuales se incrementa notablemente si se aplica una selvicultura reglada, y puede compensar los costos de limpieza y regeneración de una masa degradada. En la masa regular, la producción de corcho por hectárea se estabiliza entre el tercer y el décimo descorche, sobrepasando los 4.000 kg/ha con un turno de 12 años. A los 151 años se comienzan las cortas de regeneración y lógicamente la producción comienza a bajar, hasta que vuelven a entrar en producción los nuevos árboles. En una masa irregular teórica, la producción de corcho se estabiliza en torno a los 5.400 kg/ha con un turno de descorche de 12 años.

Palabras clave: *Quercus suber* L., selvicultura, subericultura, producción, crecimientos, corcho, masa regular, masa irregular, Girona.

ABSTRACT

In this work, two management models for a cork oak stand in the mountain range of Les Gavarres (Girona, Spain) are presented. Richards' model is adjusted to predict both height and diameter growth. For fitting purposes 20 trees were felled in Can Vilallonga forest (Cassà de la Selva, Girona). Equations to estimate first cork and subsequent cork thickness were adjusted by using debark data obtained in the aforementioned forest. From field and bibliography data, diameter growth between two following debarks, the number of years until a tree moves to the next diameter class, the average age at a tree that could be debarking by first time, the debark period, the average of debarks that a tree could support and, finally, the expected number of trees per ha that must have the cork oak stand according to age and diameter were estimated.

Starting from the actual state of a cork oak stand, two silvicultural models for even-aged and uneven-aged stands were simulated. Current cork production per ha (1.682 kg/ha) would be increased if a silvicultural management is applied. It could compensate the cost of cleaning and regeneration of a degraded stand. The cork production per ha of even-aged stand is stabilized between the third and tenth debark, exceeding 4.000 kg/ha, with a debarking period of 12 years. When regenerative fellings starts, at 151 year, the cork production begins to decrease until the new producer trees begins to produce. The cork production per ha of uneven-aged stand is about 5.400 kg/ha when balance stand is reached, with a debark period of 12 years.

Key words: *Quercus suber* L., silviculture, production, growth, cork, even-aged stand, uneven-aged stand, Girona (Spain).

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El bosque mediterráneo ofrece numerosos productos al hombre, madera, leñas, frutos, pastos, corcho, setas, caza, etc. Todos estos productos han tenido un papel importante en la economía de las comunidades rurales en épocas anteriores al gran desarrollo industrial.

Además de como fuente de producciones, al bosque se le ha reconocido siempre el papel de protección contra aludes, avalanchas, vías de comunicación, regulación de cauces y salubridad de las aguas, amortiguación de los fuertes vientos, protección contra la erosión y otros.

La sociedad urbana actual considera los beneficios del bosque desde una perspectiva global, ve a los bosques como elementos de un paisaje más amplio, articulado de diferentes formas entre sí y con los cultivos agrícolas y los pequeños núcleos urbanos. Ahora la sociedad ve en el bosque un elemento de regulación de los cambios atmosféricos, como fijador de CO_2 , filtro de ruidos, fuente de vida, biodiversidad y riqueza ambiental. Se relaciona la cobertura forestal con la variación del albedo terrestre y como consecuencia con la cantidad de energía solar absorbida por la tierra. De esta forma el bosque se presenta como un factor que interviene en el balance energético de la tierra y contribuye a la caracterización del clima.

En este contexto la selvicultura podría ser cuestionada en algunas zonas concretas, si como consecuencia de su aplicación pudiese verse afectada alguna de las grandes funciones de los bosques que la sociedad urbana considera como prioritarias. Pero la selvicultura, correctamente aplicada, ofrece un mayor grado de garantía de todas las funciones del bosque que si este no es intervenido. Al menos en zonas muy antropizadas, entre las que se encuentra la costa de Cataluña, parece necesario intervenir para garantizar la persistencia y la conservación de algunos sistemas forestales.

En esas circunstancias la selvicultura del alcornoque se presenta como una necesidad para aminorar riesgos de incendios y para optimizar la producción de corcho, sin menoscabo de otros usos y utilidades de estos bosques. Podría decirse que en términos de realidad cotidiana, "los bosques se conservan porque producen y producen porque se conservan".

Los alcornocales distribuidos por las costas y la cordillera Costero-Catalana ofrecen un buen ejemplo de la afirmación anterior. Cuando los precios del corcho y los costes de explotación hicieron antieconómico su aprovechamiento, el matorral los invadió y los incendios reaparecieron con gran virulencia degradando el ecosistema. En la última década, cuando los precios del corcho han hecho posible nuevamente su aprovechamiento, los propietarios han encontrado un monte compuesto por árboles pequeños y con escasas posibilidades de producir corcho en cantidad y calidad suficientes para rentabilizar su producción. El abandono de las intervenciones selvícolas, rozas de matorral, aclarado y guiado de árboles jóvenes, poda de formación, etc., ha propiciado la invasión de matorral, muchas veces favorecida por devastadores incendios que han relegado al alcornoque, en muchos casos, a un mero accidente en el paisaje que ofrecen las grandes manchas de matorral mediterráneo.

La recuperación de estos alcornocales y su puesta en producción necesita proceder a la roza del matorral, respetando algunas especies arbustivas de interés y realizar plantaciones de alcornoque para densificar la masa.

Las intervenciones necesarias, en cada caso, dependerán de la situación en la que se encuentre la finca. En zonas donde las condiciones del alcornoque permitan su recuperación mediante desbroces, aclarado y poda de formación de los brotes que han aparecido entre el matorral, y plantación de los rasos en los que el alcornoque haya desaparecido totalmente, puede ser suficiente con aplicar todas o algunas de estas intervenciones para incrementar a corto y medio plazo la producción de corcho.

En zonas muy degradadas en las cuales la cantidad y calidad de los árboles existentes no permitan la recuperación del alcornocal a partir de los mismos, se hará necesario proceder a una repoblación del terreno, manteniendo los ejemplares existentes, siempre que sea posible, para complementar los resultados de la plantación.

Lógicamente, entre estas dos formas de actuación extremas se pueden encontrar numerosas situaciones intermedias que requerirán actuaciones adecuadas y proporcionadas en cada caso, en función del modelo selvícola que se pretenda establecer.

Los modelos selvícolas que se presentan en este trabajo, tratan de alcanzar una selvicultura que los autores consideran "adecuada", y se basan en el conocimiento del crecimiento de los árboles y del corcho, así como de la densidad más adecuada que debe mantenerse en un alcornocal, a lo largo de todo su ciclo productivo, para optimizar la producción de corcho. Se entiende por "selvicultura adecuada" aquella que de manera más o menos precisa, aparece como más indicada en los textos de selvicultura y manuales específicos. Limitaciones concretas, en cada caso, podrán aconsejar desvíos más o menos importantes con respecto a lo propuesto.

Antes de comenzar a definir el modelo selvícola hay que decidir si conviene orientar las intervenciones selvícolas hacia la conservación y mantenimiento de una masa con estructura regular o irregular.

Las ventajas e inconvenientes de una y otra son suficientemente conocidas, pero quizás sea conveniente resaltar los aspectos más sobresalientes de cada una de ellas:

Masas regulares: Ventajas.

1. Los tratamientos selvícolas que necesariamente hay que hacer, a lo largo del turno o ciclo productivo, son sencillos de aplicar y sus efectos bien conocidos.
2. Los alcornocales tratados como masa regular controlan muy bien la invasión de matorral y ayudan a la prevención de incendios, si la densidad es adecuada.
3. La producción de corcho en cantidad aumenta con la edad de la masa, la calidad aumenta a partir del segundo descorche, se mantiene durante un largo periodo de madurez de la masa y comienza a bajar aproximadamente a la edad del turno (Montero y Cañellas, 2003).

Como inconvenientes, en las masas regulares:

1. Se produce un descenso importante de la producción de corcho durante los años que dura el periodo de regeneración natural. Este hecho podría y debería amortiguarse mediante procedimientos de ayuda a la regeneración, e incluso procediendo a la regeneración artificial de las mismas.
2. Durante el periodo de regeneración se produce una importante invasión de matorral, si no se procede a su control mediante desbroces que pueden dañar a los jóvenes alcornoques que se están instalando y creciendo dentro del matorral. Estos efectos pueden y deben amortiguarse mediante cortas de regeneración por pequeños bosquetes y ayuda a la regeneración con siembra o plantación.

Masas irregulares. Inconvenientes.

1. Los tratamientos selvícolas que es necesario hacer periódicamente son más difíciles de graduar y sus efectos o respuestas sobre la producción de corcho son poco conocidos.
2. La regeneración tiene que estar produciendo de una manera continua, lo que lleva consigo una gestión muy intensa de la masa si se quiere mantener el

equilibrio adecuado entre clases de edad y su reparto superficial, todo ello para que se mantenga la cubierta arbórea y la producción de corcho.

3. Periódicamente hay que recorrer el monte haciendo cortas que afectan a árboles de todas las edades y dimensiones para mantener el equilibrio entre las diferentes clases de edad y su correspondencia en las clases diamétricas, que son las que realmente se reconocen con facilidad en el monte. Este inconveniente se atenúa o desaparece si se adopta una estructura irregular por bosquetes (Madrigal, 1994)

4. La producción de corcho suele ser menor que en las masas regulares adultas, debido a que una parte importante del territorio debe estar ocupado por árboles jóvenes no descorchados.

Las ventajas de las masas irregulares se refieren:

1. A su mayor facilidad para mantener la constancia de la producción de forma indefinida. Una vez alcanzado el equilibrio, éste se perpetúa en el tiempo (teóricamente) de forma indefinida.
2. Garantizan la cubierta vegetal, también de forma indefinida.
3. La diversidad estructural vertical y horizontal es mayor que en las masas regulares.
4. El paisaje se mantiene (teóricamente) estático indefinidamente.

El objetivo de este trabajo es discutir un modelo selvícola de masa regular y uno de masa irregular, para aplicar a los alcornocales catalanes, comparar las ventajas e inconvenientes de cada uno y su viabilidad técnica y económica.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para definir una norma selvícola o modelo selvícola aplicable, es imprescindible conocer, con la mayor precisión posible, las variables o parámetros que determinan las peculiaridades del mismo.

Así pues, es preciso conocer los siguientes datos (Montero y otros, 2005):

- el crecimiento de la especie, en altura y en diámetro, según la edad
- el ritmo de crecimiento diametral entre dos descortes sucesivos para las masas regulares;
- la producción de corcho en función del diámetro y la altura de descorte del árbol;
- la edad media a la que puede ser descortado un árbol por primera vez;
- el calibre medio mínimo del corcho en el momento de su extracción, con la intención de fijar el turno de descorte;
- la variación del calibre del corcho en función de la altura de descorte, que determina la altura máxima de descorte;
- el número medio de descortes que puede soportar un árbol antes de que su producción de corcho sufra una disminución de calidad y cantidad importante (así se determina el turno o periodo durante el cual el árbol aguanta en buenas condiciones de producción);
- la distribución de los árboles según una curva ideal, para las masas irregulares;
- y finalmente, y muy importante, fijar el número de árboles por ha que debe haber en función de la edad y/o diámetro de los mismos.

A la hora de cuantificar cada una de estas variables, hay que tener en cuenta la calidad de la estación en la que crecen los árboles, la bondad e intensidad de la selvicultura aplicada y las exigencias que la industria impone a los productos que salen del bosque, en este caso, el corcho.

Para responder a estas cuestiones contamos con datos experimentales obtenidos por nosotros en alcornocales catalanes y con la información encontrada en la bibliografía. Los datos para la variación del crecimiento en diámetro y altura de los árboles, se han obtenido mediante el apeo y posterior análisis de tronco de 10 árboles jóvenes sin descorchar, y del apeo de 10 árboles adultos en los que se contaron el número de anillos de crecimiento en la base del fuste y a la altura de 1,30 m sobre el suelo, a esta altura se midió, además, el espesor de cada anillo para conocer la evolución del crecimiento en diámetro a lo largo del tiempo. También se cuenta con un muestreo de corcho bornizo en esta misma finca.

Esta información se tomó en Can Vilallonga, sita en Cassà de la Selva (Girona), propiedad de la Generalitat de Catalunya. Suponemos a efectos de este estudio que la masa de Can Vilallonga puede considerarse "representativa" de muchas de las masas de alcornocal del macizo de Les Gavarres y sus estribaciones.

Se cuenta, así mismo, con información de 18 parcelas de 4.000 m² cada una, inventariadas en el año 1973, en el monte Can Massaguer, situado en el término de Santa Coloma de Farners, que aportan una valiosa información sobre número de árboles por ha, distribución diamétrica, alturas de fuste y de descorche, área basimétrica y producción de corcho.

Otros estudios sobre calidad, calibre y producción de corcho que fueron llevados a cabo por el Departamento de Selvicultura de CIFOR-INIA en 1993 (González-Adrados y otros, 1993) aportan información a este trabajo que no había sido publicada anteriormente.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO EN ALTURA

La evolución de la altura con la edad se ha estimado a partir del ajuste de los datos de los análisis de tronco a la ecuación de Richards, obteniéndose un $R^2=0,88$ y un error medio absoluto de 0,75 m.

$$h(m) = 10,1944 \cdot \left(1 - e^{-0,034084 \cdot t}\right)^{\left(\frac{1}{0,641397}\right)}$$

donde h es la altura total a la edad real t .

Esta ecuación permite estimar la altura media de la masa a una edad cualquiera t . En la Figura 1 se representa gráficamente la evolución de la altura.

Según la ecuación obtenida, los árboles alcanzan la altura de 1,30 m a una edad media de 10 años. Esta edad puede parecer un poco elevada, pero hay que tener en cuenta que son árboles jóvenes procedentes de regeneración natural, que han vivido sufriendo la competencia por luz y nutrientes del matorral y de los árboles adultos. No conocemos con precisión en cuanto podría disminuirse este periodo si se hubiese aclarado debidamente la masa adulta y se hubiese hecho una roza del matorral para disminuir la competencia. Datos experimentales obtenidos en la finca "Puig de les mines" en el término municipal de Forallac, presentados por Botey (1997), indican que una plantación con planta de una savia y tubo protector de 1,8 m hecha en una zona de cultivo abandonado, alcanzó al tercer año una altura media comprendida

entre 1,2 y 1,5 m, y que una vez que la planta comienza a salir por encima del tubo se reduce el crecimiento y se produce una mayor ramificación. En ese mismo lugar se constató que el regenerado natural dentro del bosque tenía una altura media de 10 cm, y los brotes de cepa y/o raíz entre 30-40 cm. Se supone que en ambos casos se trata de plantas de un año.

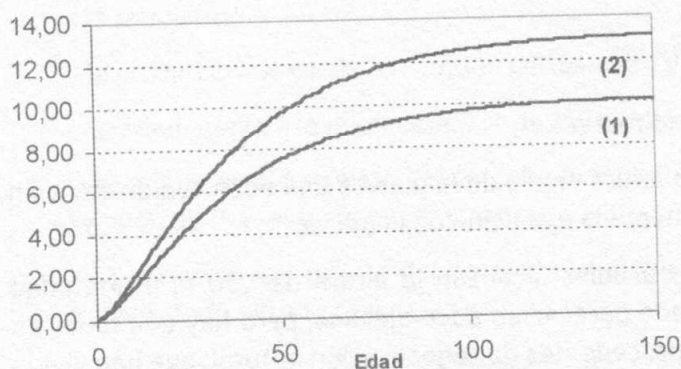
Transcurridos seis años desde la plantación con protectores que se ha referido anteriormente (Botey, 1999), la altura media había pasado de 1,2-1,5 m a 2,09 m, efectivamente en los últimos tres años el crecimiento en altura ha sido aproximadamente el 55% de lo crecido en los tres primeros. En el mismo trabajo se presentan datos de otra plantación de la misma edad y características que la anterior, cuya altura media es de 1,92 m a los 6 años.

En otra plantación de la misma edad (seis años), hecha en la misma finca sobre una zona de alcornocal degradado, protegida con tubos de similares características, se indica que en los primeros años el desarrollo de las plantas fue mejor que el de las otras dos plantaciones descritas, pero que posteriormente la plantación fue perdiendo vigor y crecimiento, seguramente debido a la competencia producida por el vigoroso rebrote del matorral (brezos y jaras principalmente). Así mismo se indica que hay numerosos árboles puntisecos y que su altura media es de aproximadamente 1,5 m a los seis años de la plantación (mínima de 30 cm y máxima de 2,10 m).

También se tienen datos de la finca Can Budó en Darnius, en antiguos cultivos abandonados plantados en 1993, donde los árboles sobrepasan actualmente 1,30 m, incluso en algunos casos llegan a los 4 m, no se usaron tubos protectores, y los trabajos anuales consistieron en 2 riegos los primeros años, laboreos, podas, etc.

Estos resultados indican que el tiempo transcurrido para que las plantas alcancen la altura de 1,30 m puede reducirse a la mitad si se recurre a la regeneración artificial. Este dato tiene interés a la hora de definir el ciclo de la selvicultura o turno de la masa. Para definir la curva de evolución de la altura en una masa conseguida con regeneración artificial o regeneración natural, hemos supuesto que las plantas alcanzarán la altura de 1,30 m a los 7 años y que a partir de ese momento se aplicará una selvicultura "adecuada" como la que aparece resumida en la Tabla 7.

FIGURA 1. Evolución de la altura total media (m) para el monte de Can Vilallonga



- (1) Evolución de la altura de la masa en las condiciones actuales.
 (2) Evolución de la altura de la masa sometida a una selvicultura "adecuada" que aparece resumida en la Tabla 7.

FUENTE: Elaboración propia.

3.2. EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO

Con los datos experimentales de 20 árboles apeados se ha estudiado el crecimiento en diámetro del leño a 1,30 m midiendo el espesor de cada anillo en un disco de madera o rodaja extraída a dicha altura. El crecimiento medio anual para este conjunto de árboles, con edades comprendidas entre 30 y 143 años apeados, en Can Vilallonga, ha resultado ser de 3,1 mm/año.

La curva de crecimiento en diámetro acumulado, a lo largo de la vida del árbol, es un buen indicador de la evolución de la masa y de su capacidad de producción de corcho a lo largo del turno.

Los datos experimentales se ajustaron a la ecuación de Richards-Chapman obteniéndose un $R^2=0,94$ y un error medio absoluto de 1,65 cm:

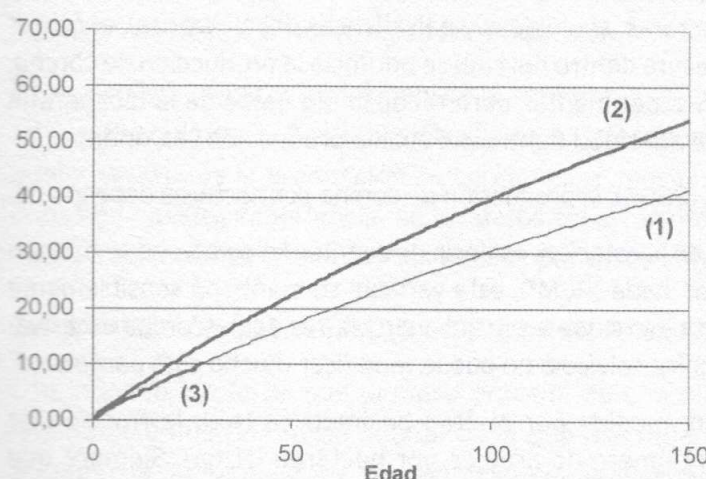
$$d_{bc}(cm) = 102,76 \cdot \left(1 - e^{-0,0031662 \cdot t}\right)^{\left(\frac{1}{1,07211}\right)}$$

d_{bc} es el diámetro bajo corcho a 1,30 m en cm y
 t es la edad del árbol a 1,30 m en años.

En la Figura 2 se representa la evolución del diámetro a 1,30 m hasta los 150 años.

FIGURA 2. Comparación de la evolución del diámetro a 1,30 en función de la edad. Can Vilallonga

Diámetro (cm)



(1) Evolución de la altura de la masa en las condiciones actuales.

(2) Evolución de la altura de la masa sometida a una selvicultura "adecuada" que aparece resumida en la Tabla 7.

(3) Datos experimentales de una parcela en Quart (Girona); Caritat y otros, 1992.

FUENTE: Elaboración propia.

Consideramos necesario indicar que los árboles que forman la muestra han crecido en condiciones de cierto abandono selvícola, con gran competencia del matorral circundante (Frígola, 1996). Con la aplicación de una selvicultura más preocupada por favorecer el crecimiento del alcornoque respecto al resto de las especies acompañantes se logra un mayor crecimiento en diámetro (Luque y otros, 2004). Estos autores muestran resultados experimentales obtenidos en "Mas Petit" de Fitor (Girona), en los que la roza del matorral logra duplicar el crecimiento en diámetro durante los dos años siguientes al desbroce, pasando de 1,8 mm/año en la parcela testigo, a 5,65 y 6,75 mm/año en las parcelas donde se ha rozado el matorral y se ha practicado una clara con peso de alrededor del 50% en términos de área basimétrica. En la parcela aclarada pero en la que no se procedió al desbroce del matorral, el crecimiento en diámetro se incrementó en un 47% durante los dos próximos años que siguieron a la clara, pasando de 1,8 mm/año en la parcela testigo, a 2,65 mm/año en la parcela aclarada. Este experimento demuestra que la competencia que hace el vigoroso matorral que existe en la zona es mayor que la ejercida por el resto de los alcornoques, aunque esta no es

despreciable. La combinación de desbroce y aclarado se muestra como el método más adecuado para mejorar el crecimiento de los árboles seleccionados para formar parte de la futura masa productora de corcho.

En su trabajo sobre Can Vilallonga, Frígola (1996) cita datos de una experiencia atribuida a N. Motgé (1996) en la que el crecimiento en diámetro se incrementó entre un 10 y un 26% el año siguiente al desbroce, y entre un 19 y un 23,5% como promedio de los cuatro años siguientes.

Caritat y otros (1992) presentan datos de crecimiento medio en diámetro del leño procedentes de parcelas experimentales situadas en Quart y en Fitor, de 3,66 mm/año y 3,00 mm/año respectivamente. La evolución del diámetro para un árbol de la parcela de Quart con 28 anillos de crecimiento a la altura de 1,30 m se representa conjuntamente con la curva de crecimiento obtenida por nosotros para Can Vilallonga en la Figura 2 con el fin de que sirva de comparación.

Finalmente, la curva de variación del diámetro con la edad de la masa, sometida a tratamientos selvícolas "adecuados", ha sido trazada suponiendo que el crecimiento en diámetro podría superar en un 30% al que presenta la masa en las condiciones actuales Figura 2.

3.3. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA

La regulación de la densidad a lo largo del ciclo productivo de la masa es un aspecto muy importante para la definición de la norma o modelo selvícola a aplicar.

Aseguradas las funciones protectoras, ecológicas y paisajísticas del alcornoque, el gestor debe conocer el margen de espesura dentro del cual se optimiza la producción de corcho. No se tiene mucha información experimental, pero recopilando datos de la bibliografía puede estimarse un intervalo de densidad dentro del cual la producción sea óptima.

Como se cita en Montero y otros (2005), la producción de corcho por hectárea depende de:

- La capacidad productiva de la estación, es decir, de cuántos kg de corcho se extraen por m² de superficie descorchada (PCM²), esta variable se mantiene sensiblemente constante para cada finca siempre que no se apliquen alturas de descorte excesivamente altas o bajas. La técnica selvícola no puede modificar mucho este parámetro.
- La espesura o densidad, medida por el área basimétrica (Ab), la fracción de cabida cubierta (Fcc) o el número de árboles por hectárea (N/ha). Siempre que sea posible habrá que conocer estas variables referidas a los árboles que están siendo objeto de descorte.
- La intensidad de descorte a la que se somete a cada árbol, estimada por el coeficiente de descorte (Cd) o por la intensidad de descorte (ID) o grado de presión de descorte al que se está sometiendo a cada árbol (Montero y Grau, 1988 y 1989; Montero y otros, 1996).

La adecuada combinación de estas variables proporciona una estimación precisa de la producción de corcho por hectárea, según la siguiente ecuación:

$$PC = Ab \times IDM \times PCM^2$$

donde *PC* es la producción de corcho por hectárea a un turno determinado; *Ab* es el área basimétrica expresada en m²/ha para los árboles descorchados y, si es posible, obtenida a partir de los diámetros medidos bajo corcho; *IDM* es la intensidad de descorte media de la masa obtenida por cociente entre la superficie de descorte por hectárea y el área basimétrica; *PCM²* el peso del corcho en fresco, por metro cuadrado de superficie descorchada, su valor depende de la calidad de estación y del turno de descorte.

Esta expresión ofrece un abanico de posibilidades al selvicultor actuando sobre alguna de las variables. El área basimétrica (A_b) se controla aclarando más o menos la masa y la IDM se controla aumentando o disminuyendo la altura de descorche (H_D).

El número de árboles por hectárea es una magnitud muy sencilla e intuitiva de manejar, pero tiene el inconveniente de encerrar mucha imprecisión, ya que su valor como indicador de la producción depende mucho del tamaño de los mismos. Por ese motivo, la variación de N/ha se maneja para aproximar el valor de A_b , que suele ser un mejor indicador de la densidad y de la producción de corcho.

El número de pies/ha y la distribución diamétrica de los mismos varía también con la estructura de la masa. Así, en las masas regulares, la mayoría de los árboles se concentran en 3-4 clases diamétricas, de tal manera que, a partir del segundo descorche, todos los árboles incluidos en un rodal o en el área de descorche de una finca determinada se descorchan cuando llega su turno, no hay árboles jóvenes que vayan entrando en producción paulatinamente como sucede en las masas irregulares.

En las masas con estructura irregular, los árboles con circunferencia inferior a 65 cm no se descorchan (diámetro ≈ 21 cm). Este colectivo tiene que ser numeroso para asegurar el abastecimiento de las clases diamétricas superiores, a las cuales se irán incorporando paulatinamente, en función de los tiempos de paso y de la constante q que se asigne a la curva de distribución diamétrica. Los árboles no descorchados contribuyen de forma importante en el área basimétrica total del rodal, ocupando un espacio que podría estar ocupado por árboles en producción.

Ya se han apuntado anteriormente las ventajas e inconvenientes de las masas regulares e irregulares. A continuación vamos a determinar la densidad óptima, desde el punto de vista de la producción de corcho para masas regulares e irregulares, basándonos en nuestra experiencia, en los datos experimentales que hemos podido reunir y en las aportaciones bibliográficas hechas por otros autores.

3.4. EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE PIES POR HECTÁREA EN MASAS REGULARES

Con independencia de que la masa proceda de una plantación artificial o bien de la regeneración de una masa adulta, en la que esa regeneración ha sido ayudada para asegurar la implantación y el desarrollo de las jóvenes plantas durante las primeras edades, la densidad que se propone, para ambos casos, será la misma.

La regeneración natural de los alcornocales catalanes mediante cortas graduales, es una tarea de dudoso éxito. El matorral y las especies arbóreas con las cuales se mezcla *Q. suber* imponen una gran competencia a éste, hasta el punto de desplazar al alcornoque o reducirlo a una especie acompañante o secundaria en muchos casos (Vilar y Viñas, 1988) (Vilar y otros, 1989) (Allué y Montero, 1990), a menos que se asegure la intervención humana que, mediante la aplicación de adecuadas técnicas selvícolas, libere al alcornocal de la competencia de otras especies más agresivas. La producción de corcho en la cantidad y calidad necesarias para hacer económicamente rentable los alcornocales catalanes en general, y los del macizo de Les Gavarres en particular, está condicionada a una adecuada intervención selvícola, en la cual la regeneración de las masas adultas, una vez que han alcanzado su turno productivo, debe ser fuertemente ayudada con una preparación del suelo que garantice la instalación y el desarrollo del regenerado en cantidad y calidad suficientes para reiniciar o continuar el ciclo productivo del alcornocal.

No disponemos de información experimental de masas regulares catalanas en las que se haya estudiado la evolución de la producción de corcho en función de la espesura. Es de esperar que su comportamiento general no pueda ser muy diferente del de las masas del parque natural "Los Alcornocales" (Cádiz y Málaga). Para esta zona se demostró, experimentalmente, que el calibre del corcho (Cb), el peso del corcho por m^2 de superficie descorchada (PCM^2) y la calidad del corcho (CL), medida como una combinación del calibre y de la porosidad, no varía en términos estadísticos con la densidad del alcornocal (Torres y otros, 1997) (Torres y Montero, 2000). Según los autores mencionados, la producción de corcho por hectárea, sin menoscabo de la calidad del mismo, crece con la densidad, hasta alcanzar los 24-25 m^2/ha de área basimétrica, a partir de estas cifras la producción puede seguir creciendo con un posible menoscabo de la calidad y la cantidad. En algunas parcelas con 28 m^2/ha la producción total seguía creciendo, pero se observan numerosos árboles dominados y sumergidos con diámetro mucho menor que el diámetro medio de la parcela, fustes tortuosos y copas comprimidas. La experiencia selvícola aconseja que cuando el área basimétrica (Ab) rebasa los 20-21 m^2/ha se hace necesaria una clara que elimine alrededor de un 30% de los árboles más delgados y peor conformados. La mejor forma de los fustes de los árboles seleccionados, la posibilidad de mecanizar las labores de desbroce, la transitabilidad del alcornocal en el momento del descorche y de la realización de otras operaciones selvícolas, suelen compensar las pequeñas pérdidas de producción debidas a la clara.

Datos experimentales de un estudio realizado en la finca Can Massaguer de Santa Coloma de Farners, demuestran que el calibre del corcho medido en el fuste a 1,30 m de altura y el peso de corcho extraído por m^2 de superficie descorchada (PCM^2) no varían significativamente con la densidad del arbolado. Los resultados de 18 parcelas de 4.000 m^2 cada una, medidas en el citado monte, se exponen en la Tabla 1. En este mismo estudio se demostró que el peso de corcho por m^2 de superficie descorchada disminuye más de un 15% en las clases de circunferencia menores de 65-74 cm (Montero y Grau, 1989). Este hecho indica que desde el punto de vista de la producción de corcho es deseable que la mayor parte posible de la producción se obtenga de árboles con circunferencia normal bajo corchos mayores de 75 cm, equivalente a 24 cm de diámetro, pues podría aumentar la producción en un 15% aproximadamente. Figura 3.

En este sentido las masas regulares, con árboles bien seleccionados y bien distribuidos superficialmente como resultado de las claras, son más eficientes que las masas irregulares.

En masas regulares, el número de árboles por hectárea varía con la edad y el tamaño de los mismos, de tal manera que para cada edad o tamaño, el árbol necesita disponer de un espacio vital suficiente para su normal desarrollo y producción. Esta superficie es la que determina el número de árboles/ha que es conveniente mantener a lo largo de la vida de la masa, y que lógicamente será mucho mayor en las masas regulares jóvenes que en las adultas.

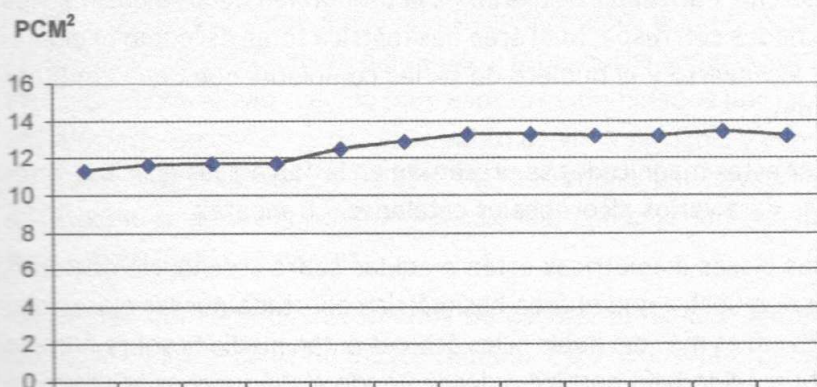
Con la información que se ha expuesto anteriormente puede afirmarse que, como promedio, la densidad de un alcornocal en Cataluña, medida en términos de área basimétrica (Ab) de los árboles descorchados y medidos sus diámetros bajo corcho, debe oscilar entre los 15 y 17 m^2/ha , y entre 18 y 20 m^2/ha si los diámetros se miden sobre corcho con un calibre mayor o igual a 1,5 cm. Esta densidad irá determinando el número de árboles por hectárea, a lo largo de la vida de la masa, en función del grosor de éstos.

TABLA 1. Variación del calibre del corcho (Cb) a 1,3 m de altura, variación del peso del corcho extraído por m² de superficie descorchada (PCM²) pesado inmediatamente después de ser extraído y de la producción total de corcho fresco por hectárea para un turno de 12 años (Can Massaguer, Santa Coloma de Farners)

Densidad		Cb (mm)	PCM ² (kg/m ²)	Producción (kg/ha)
N/ha descorchado	Ab (m ² /ha)			
235	8,51	31	12,90	2.480
242	10,32	32	12,71	2.918
263	10,58	29	12,67	2.966
272	10,75	30	12,60	3.031
233	11,16	31	12,85	3.121
312	11,17	33	12,53	3.240
275	11,22	31	12,71	3.226
328	11,50	32	12,55	3.282
350	11,75	30	12,11	3.350
332	11,84	30	12,63	3.422
360	11,98	31	12,49	3.517
260	12,25	31	12,42	3.272
323	13,06	31	12,73	3.719
380	13,32	31	12,44	3.827
425	13,36	31	12,39	3.944
360	13,68	30	12,90	3.931
445	14,36	29	12,50	4.227
398	14,59	30	12,54	4.192
Medias	11,97	31	12,59	3.426

FUENTE: Elaboración propia.

FIGURA 3. Variación del peso medio de corcho por m² de superficie descorchada (PCM²) en función de las clases de circunferencia bajo corcho. Turno de 12 años. (Can Massaguer)



FUENTE: Elaboración propia.

3.5. DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA EN MASAS IRREGULARES

En nuestra opinión debe abandonarse la idea de alcanzar la irregularidad de la masa como mezcla íntima pie a pie de las distintas clases diamétricas (De Benito, 1994). En alcornoques es preferible alcanzar una irregularidad horizontal formada por bosquetes de diferentes edades y que estos bosquetes se encuentren a su vez en mezcla

íntima y confusa ((Boudru, 1989), citado en Madrigal (1994)), de tal forma que no sea posible agruparlos como elementos de masa regular, semirregular o como un primer grado de irregularidad. El aspecto de masa irregular por bosquetes es el que más se acerca al ideal de mezcla íntima de árboles de todas las dimensiones y presenta un dosel de copas prácticamente ininterrumpido (Madrigal, 1994). Lógicamente cuanto más grandes sean los bosquetes, más se atenúa lo que hemos denominado irregularidad horizontal y se aproximará cada vez más a la distribución por mosaicos regulares (Madrigal, 1992). No es oportuno presentar en este trabajo un desarrollo pormenorizado sobre los diferentes tipos de estructura de masa hacia la que puede orientarse un monte alcornocal, pues nuestro objetivo es definir uno o dos modelos, o normas selvícolas, que puedan ser evaluadas y comparadas respecto a su viabilidad ecológica, económica y de sus posibilidades reales de gestión. Los interesados en profundizar en los aspectos de estructuración irregular de las masas y sus diferentes formas de ordenación pueden consultar la obra de Madrigal (1994), Montero y Cañellas (2003) y Montero y otros (2004), donde se tratan temas semejantes aplicados a otra especie. Se hace esta breve introducción para poner de manifiesto nuestra forma de entender el concepto de estructura irregular en alcornocales.

La información que tenemos sobre la estructura de alcornocales catalanes en general, y de alcornocales pertenecientes al macizo de Les Gavarres en particular, apuntan a primera vista a que en la práctica totalidad de las parcelas inventariadas la distribución diamétrica corresponde a una curva, más o menos próxima, a la de una masa irregular. Así los datos presentados por Frígola (1996), Meya y Granyer (2002), Mariton (2000), indican distribuciones diamétricas irregulares ideales con base en datos experimentales. En casi ningún caso se dice si esa irregularidad se produce por mezcla pie a pie o por pequeños o grandes bosquetes aunque es de suponer que se presentarán las dos situaciones en la práctica totalidad de los casos, solo cuando se conoce el tamaño de las parcelas inventariadas puede deducirse a qué tipo de irregularidad se refiere. Esta forma de presentar los datos se extiende a los planes técnicos de gestión para alcornocales catalanes que hemos podido consultar.

En cualquier caso, a efectos de presentar la distribución diamétrica irregular más indicada, nos basaremos en el conocimiento del número de árboles por clase diamétrica y sus producciones de corcho. Para ello estudiaremos la proporción de área basimétrica de los árboles descorchados con respecto al área basimétrica total, así como el diámetro máximo que debe alcanzarse y el número de series completas que debe contener la unidad superficial (ha).

Para comenzar a acotar estas magnitudes se presentan en la Tabla 2 las distribuciones diamétricas propuestas para varios alcornocales catalanes y franceses.

Se asume que todas las clases diamétricas están medidas sobre corcho. No obstante, experimentalmente se demuestra que el área basimétrica aportada por las clases diamétricas inferiores a 25 cm es más del doble si los árboles están medidos sobre bornizo que si su diámetro está medido bajo bornizo o descontando al diámetro sobre bornizo el calibre de este a 1,30 m, es decir, el aporte de la superficie correspondiente al bornizo respecto al total del área basimétrica en éstos árboles es tremendamente importante, al magnificar esta variable frente a su cálculo con el diámetro medido bajo bornizo.

Comparando las densidades propuestas con los datos reales que figuran en Planes Técnicos de Gestión, los de algunas parcelas experimentales y con la realidad que se tiene en los montes, se observa que, en general, los autores proponen densidades mayores, lo cual es lógico, pues estos alcornocales suelen tener espesuras deficientes.

La irregularidad de la distribución diamétrica real pocas veces se acerca a la distribución ideal, y eso es lógico en todas las especies, y en mayor medida en *Q. suber*

TABLA 2. Distribuciones diamétricas ideales recogidas por varios autores para diversas incas localizadas en el macizo de Les Gavarres o en sus proximidades

Autores y Fincas:	Frigola (1996) Can Vilallonga		Meya y Granyer (2002) Vallfreda y Can Nereta		Meya y Granyer (2002) Els Metges		Mariton (2000) Pirineos Orientales Franceses		Gorgot (1997) Can Budo	
	Nº/ha	AB (m²/ha)	Nº/ha	AB (m²/ha)	Nº/ha	AB (m²/ha)	Nº/ha	AB (m²/ha)	Nº/ha	AB (m²/ha)
10	130	1,02			278	2,18	200	1,57		
15	93	1,64	150	2,65	199	3,52	150	2,65		
20	66	2,07	81	2,54	142	4,46	100	3,14	181	5,69
25	47	2,31	56	2,75	101	4,96	90	4,42	107	5,25
30	34	2,40	38	2,69	72	5,09	60	4,24	67	4,74
35	24	2,31	28	2,69	52	5,00	40	3,85	47	4,52
40	17	2,14	18	2,26	37	4,65	25	3,14	35	4,40
45	12	1,91	18	2,86	26	4,14	20	3,18	27	4,29
50	9	1,77	11	2,16	19	3,73	10	1,96	22	4,32
55	6	1,43			13	3,09	5	1,19		
60	5	1,41			10	2,83	3	0,85		
65	3	1,00								
70	2	0,77								
Total	448	22,17	400	20,61	949	43,64	703	30,19	486	33,21

FUENTE: Elaboración propia.

que es una especie relativamente exigente en luz. Por ese y otros motivos, a la hora de decidir si un monte se trata como masa irregular, habrá que tener en cuenta una serie de consideraciones, que condicionan la regeneración y la producción.

Si el alcornocal está muy espeso, el regenerado se instala pero no se desarrolla, hace falta aclarar. Por otra parte, los árboles jóvenes que crecen con fuerte competencia por sombra y nutrientes, tardan mucho en desarrollarse y en alcanzar el diámetro suficiente para ser descorchados.

Algunos datos experimentales muestran que estos árboles pueden tardar 60-70 años en alcanzar los 19-20 cm de diámetro, y raras veces llegar a ser árboles de buena calidad productiva si han crecido muy espesos y dominados por los árboles padre, lo cual les convierte en inviables desde el punto de vista selvícola y económico. Estos motivos obligan a mantener masas de estructura irregular por bosquetes, en las cuales la regeneración se puede conseguir y desarrollar con baja competencia, similar a la que se produce en masas regulares.

La calidad del corcho, en términos de calibre, tamaño y geometría de las panas, es superior en los árboles de mayor tamaño. Esto aconseja proponer distribuciones diamétricas en las cuales haya árboles, si es posible, de hasta 60 cm de diámetro. Para mejorar la calidad y cantidad de corcho, es necesario que existan un adecuado número de árboles con diámetro superior a 30-35 cm.

En masas irregulares, los árboles jóvenes, no descorchados, pueden suponer alrededor del 20-25% del área basimétrica total, y no debe rebasar los 4-5 m²/ha partiendo de los árboles mayores de 7,5 cm de diámetro sobre bornizo. El otro 75-80% se lo distribuyen los árboles descorchados. Si se aumenta el número de bornizos, para que no haya problemas de abastecimiento de nuevos árboles, cuando van desapareciendo los más viejos, habrá que disminuir el número de árboles productores. La experiencia indica que, al menos desde el punto de vista de la producción de corcho, los árboles

productores deben ocupar entre 12 y 15 m²/ha de área basimétrica, y que al menos un 35-40% de la misma debería pertenecer a árboles mayores de 40 cm de diámetro. Esto casi nunca es posible en el estado actual en que se encuentran los alcornoques del macizo de Les Gavarres, pues son pocos los árboles mayores de 40 cm de diámetro, sin embargo debe ser un objetivo a proponer y conseguir en los Planes de Gestión Técnica que se elaboren en el futuro. En nuestra opinión, la distribución diamétrica ideal para este tipo de alcornoques debe oscilar entre los límites siguientes (Tabla 3).

Siguiendo las orientaciones apuntadas, y para densidades próximas a las propuestas, se pueden alcanzar producciones que oscilen entre los 3.000-4.000 kg/ha de corcho.

TABLA 3. Variación del nº de árboles por hectárea en función de las clases diamétricas

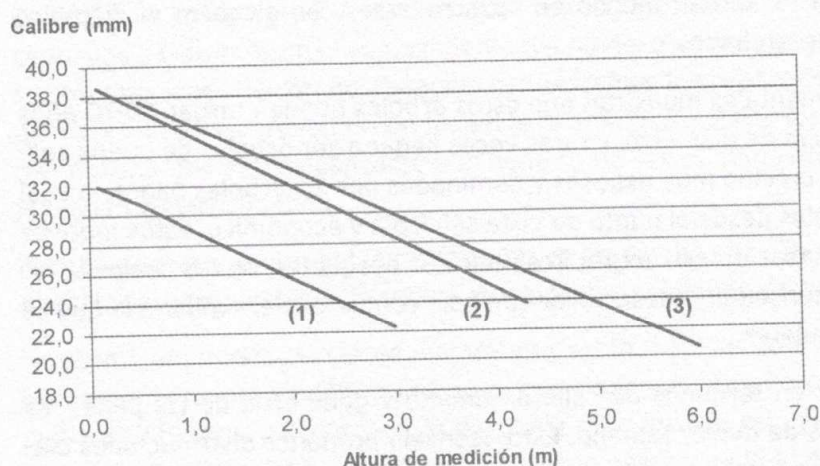
C.D. (cm)	<2.5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
N/ha	196	140	100	71	51	37	26	19	13	10	7	5	4	3
	255	182	130	93	66	47	34	24	17	12	9	6	5	3

FUENTE: Frígola, 1996.

3.6. ALTURA DE DESCORCHE

El calibre, junto con la porosidad, son las dos variables que determinan, básicamente, la calidad del corcho. La porosidad está regulada por las características ecológicas de la zona, y solo puede ser escasamente corregida mediante la eliminación de los árboles que se sabe o se prevé que producen corcho más poroso, pero esto no siempre es posible debido a la baja densidad de la mayoría de los alcornoques. La silvicultura puede mejorar el calibre a través de desbroces del matorral y otras intervenciones que rebajen la competencia a que están sometidos los árboles.

FIGURA 4. Variación del calibre según las distintas alturas de medición



(1) Natividade, 1950.

(2) Pereira, 1938.

(3) Montero y Vallejo, 1989.

FUENTE: Adaptado de Montero y Vallejo, 1992.

El calibre del corcho disminuye a medida que se asciende por el fuste del árbol. Es decir, para un mismo árbol, el calibre es más grueso en la base que a 1,30 m y aquí mayor que a 2 m de altura y así sucesivamente (Pereira, 1938; Natividade, 1950; Montero y Vallejo, 1992). La ley de variación del calibre con relación a la altura del fuste se mantiene sensiblemente constante con independencia de que el árbol produzca corcho

de mayor o menor calibre. Esto indica que los árboles productores de corcho grueso podrán ser descorchados hasta una altura superior sin que el corcho deje de tener el calibre necesario para tapón (Figura 4).

Si se admite que el calibre medio apto para tapón ha de superar las 11 líneas (24,75 mm) y si se conoce el calibre en la base o a 1,30 m, se puede estimar la altura de descorte máxima posible capaz de producir corcho taponable, para un turno de descorte preestablecido.

En general, y según nuestra experiencia, la altura de descorte real en los alcornocales catalanes es menor de la que sería posible, tanto desde el punto de vista del calibre y la producción de corcho, como del daño fisiológico que el descorte produce en el árbol.

Datos experimentales de alcornocales de la zona de Santa Coloma de Farners, en la que se midieron la altura total, la altura del fuste, y la altura de descorte en 2.327 árboles, permiten conocer la relación entre cada una de estas variables y la posibilidad de elevar la altura de descorte (Figura 5).

La altura de descorte debe crecer con el diámetro del árbol. Para graduar cuanto debe de hacerlo se fija ésta en función del coeficiente de descorte (Cd). Si se admite una presión de descorte igual para todos los árboles, es decir, que todos los árboles tengan el mismo coeficiente de descorte y que este no rebase el valor $Cd=1,5$, aunque legalmente se puede alcanzar un $Cd=2$, se tienen las siguientes alturas de descorte.

FIGURA 5. Variación de las alturas total, del fuste y de descorte por clases de circunferencia en un alcornocal de Santa Coloma de Farners

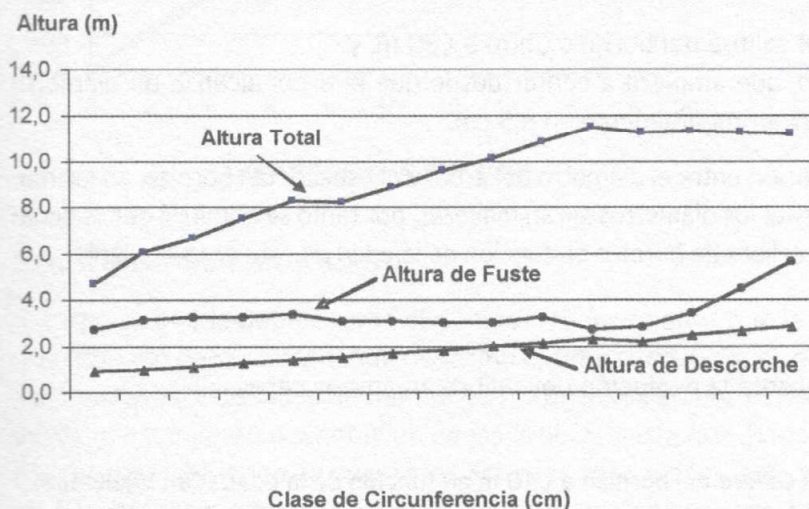


TABLA 4. Alturas de descorte en metros (HD) según la clase de circunferencia en cm medida sobre bornizo (CSB) o sobre corcho (CSC)

Clases de CSB o CSC (cm)	Hd (m)	Clases de CSB o CSC (cm)	Hd (m)
65-74	1,05	135-144	2,10
75-84	1,20	145-154	2,25
85-94	1,35	155-164	2,40
95-104	1,50	165-174	2,55
105-114	1,65	175-184	2,70
115-124	1,80	185-194	2,85
125-134	1,95	195-204	2,85

FUENTE: Elaboración propia.

(Hd) por clases de circunferencia, medidas sobre bornizo (CSB) o sobre corcho de reproducción (CSC) de edad igual al turno de descorche.

Las alturas de descorche que se proponen en esta tabla permiten aumentar la producción de corcho de los árboles más gruesos que suele ser el de mejor calidad, sin menoscabo para la vitalidad de los árboles.

3.7. TURNO DE DESCORCHE

El turno de descorche se fijará en función del calibre que se desea alcanzar, para que sea apto para la fabricación de tapón. En zonas con bajo calibre y buena calidad de corcho debe aumentarse el turno hasta que alcance un mínimo de 11-13 líneas. En zonas productoras de corcho en suficiente calibre y mucha porosidad, puede ser aconsejable aumentar el turno para poder extraer tapón de la parte interior de la pana en la cual la calidad suele ser mejor que en la parte exterior o más cercana a la espalda de la pana o raspa del corcho, si se considera conveniente en términos económicos. (Montero y Cañellas, 2003) Con la selvicultura actual se suele descorchar a un turno mínimo de 14 años. Aplicando una selvicultura adecuada, es de esperar que el turno pudiese reducirse a 12 años y obtener iguales o superiores calibres (Montero, 1987).

Para determinar la variación del calibre del bornizo a 1,30 m, se ajustó una función de crecimiento del calibre del bornizo, a partir de datos medidos en campo, en la finca de Can Vilallonga (Girona), para los años comprendidos entre la plantación o regeneración y el desbornizamiento del alcornoque, siendo:

$$c_b = 1,3785 \cdot t_{born}^{0,7542}$$

donde c_b representa el calibre del bornizo (mm) a 1,30 m. y

t_{born} la edad del bornizo, que empieza a contar desde que el árbol alcanza un diámetro mínimo de leño, fijado experimentalmente en 4,5 cm.

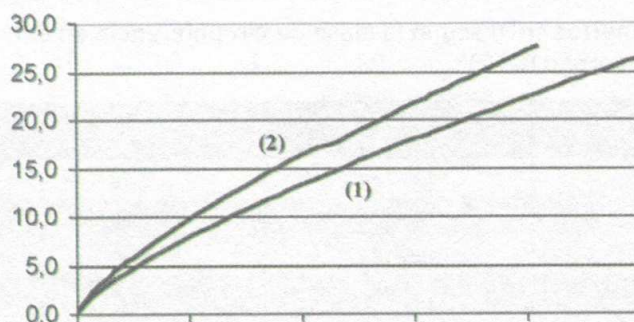
Debido a la estrecha relación entre el diámetro del árbol y el espesor del bornizo, en las masas tratadas selvicolamente los diámetros serán mayores, por tanto se admitirá que la ecuación que proporciona el calibre de bornizo en función de la edad de este es la siguiente:

$$c_b = 1,70545 \cdot t_{born}^{0,7542}$$

En la Figura 6 se representa la evolución del calibre en ambos casos.

FIGURA 6. Variación del calibre del bornizo a 1,30 m en función de la edad (Can Vilallonga)

Calibre (mm)



(1) Evolución del calibre de bornizo de la masa en condiciones "actuales".

(2) Evolución del calibre de bornizo de la masa sometida a una selvicultura "adecuada" (Tabla 7).

FUENTE: Elaboración propia.

Una vez que el alcornoque ha sido desbornizado por primera vez, la estimación del diámetro normal se realiza sumando al diámetro bajo corcho, d_{bc} el doble del calibre

del corcho obtenido de acuerdo a la siguiente función de crecimiento:

$$c_c = -0,0516 \cdot t^2 + 2,6465 \cdot t$$

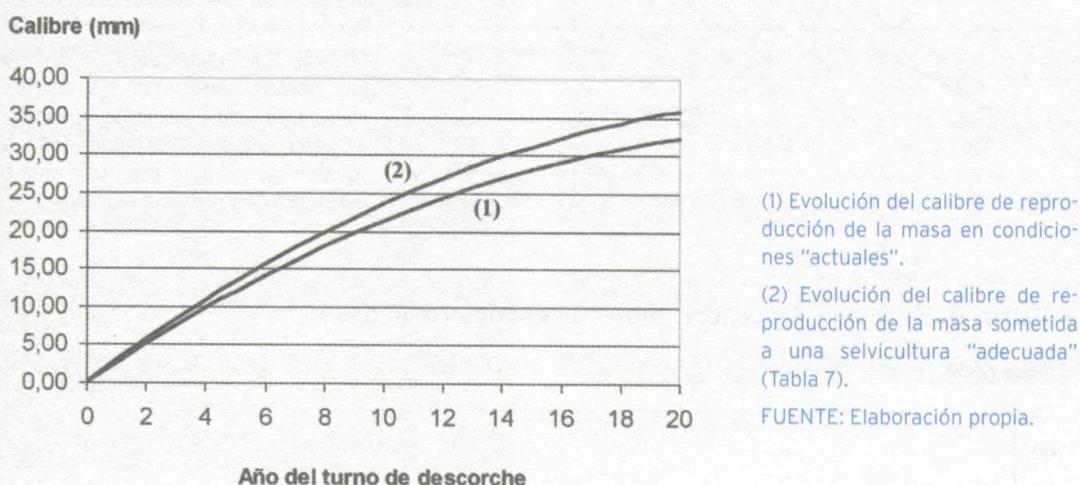
donde c_c es el calibre del corcho en milímetros y t es el número de años transcurridos desde el descorche.

En las condiciones en que se hallaba Can Vilallonga en 1996 (Frígola, 1996), el calibre que se alcanzaba para un turno de 14 años era de 26,9 mm. En masas tratadas con mayor intensidad selvícola, el calibre medio de 26,9 mm se alcanza a los 12 años, en lugar de a los 14. La ecuación que proporciona dicho calibre es la siguiente:

$$c_c = -0,0571 \cdot t^2 + 2,9304 \cdot t$$

En la Figura 7 se representa la evolución del calibre de corcho para ambos casos.

FIGURA 7. Variación del calibre del corcho de reproducción en función de la edad del corcho (turno)



3.8. TURNO DEL ARBOLADO

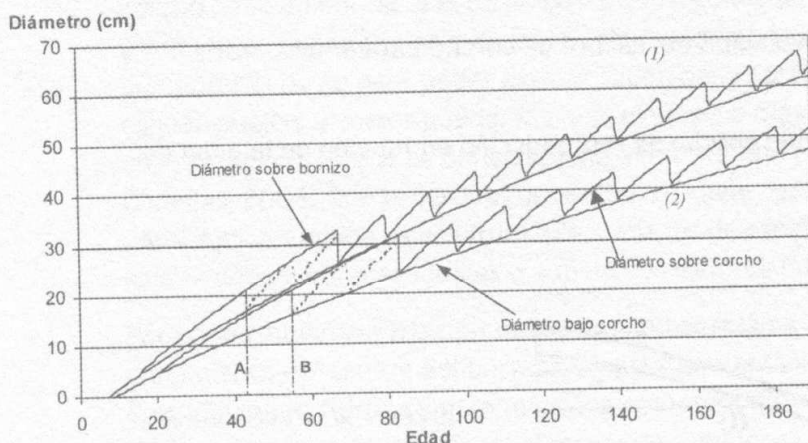
El turno se puede definir como el número medio de años que la masa debe vegetar en una estación dada, cumpliendo de forma óptima sus funciones ecológicas, ambientales y productivas. Este lapso de tiempo puede dividirse en dos periodos. El primero abarca desde el nacimiento o plantación de los árboles hasta que éstos son descorchados por primera vez. Teniendo en cuenta las actuales condiciones, este periodo se alarga hasta los 53 años, según nuestros datos (Figura 8), y debe ser acortado mediante cuidados culturales en las fases más jóvenes, a fin de conseguir desbornizar a los 40 años.

A partir del primer descorche, o desbornizamiento, y hasta que la masa deja de producir de forma óptima en calidad y cantidad, y debe ser reemplazada por otra nueva en todas sus funciones, se desarrolla el segundo periodo de la masa. Este periodo suele durar entre 8-12 descortes, no obstante en las zonas en las que la fertilidad sea buena, y aplicando una selvicultura más atenta, se pueden llegar a alcanzar los 10-12 descortes. Mientras que en las zonas con fertilidad más baja y en las que se apliquen pocos cuidados selvícolas, será difícil lograr más de 7-8 descortes. Si se aplican selviculturas más intensas, comenzando el descorche a una edad más temprana y con turno de descorche de 9-10 años, el número de descortes puede aumentar en 2 o 3 más.

Está claro que entre estos extremos se pueden presentar múltiples casos intermedios (Montero y Cañellas, 2003), sin dejar de considerar que, a medida que el árbol va envejeciendo y el número de descortes es mayor, el calibre va disminuyendo (Natividade, 1950) (Figura 9).

En la Figura 9 se observa que el calibre crece durante los primeros descorches y comienza a disminuir del 7º al 8º descorche. Cuando el calibre baja de 25 mm se hace necesaria la sustitución del árbol por otro, para que su sitio sea reemplazado por árboles jóvenes que le sustituyan en sus funciones ecológicas, ambientales y productivas. Otra opción sería aumentar el turno de descorche de los árboles viejos para lograr el calibre deseado, pero esta forma de proceder no es recomendable, pues crea problemas de desorganización en los planes de gestión y no suele dar buenos resultados.

FIGURA 8. Variación de la edad del diámetro a 1,30 m sobre y bajo corcho

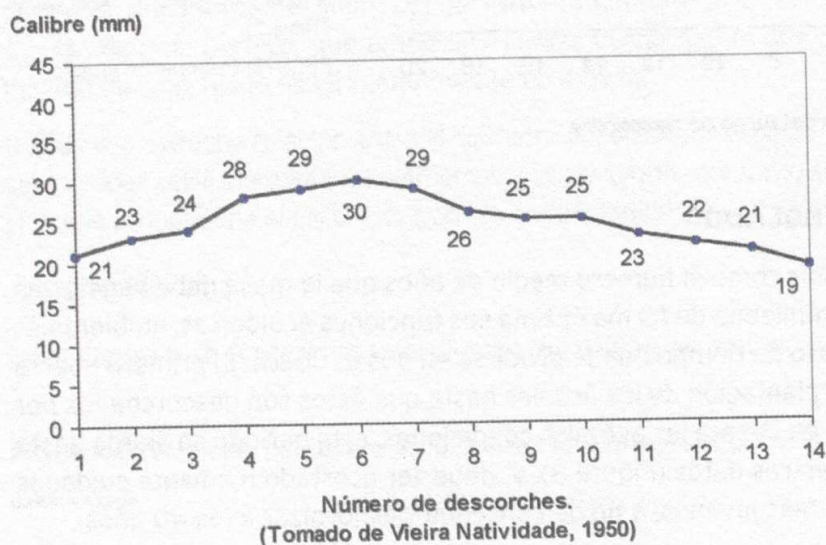


(1) Evolución del diámetro a 1,30 m de la masa sometida a una selvicultura "adecuada" (Tabla 7).
(2) Evolución del diámetro a 1,30 m de la masa en condiciones actuales.

A: Edad del desbornizamiento en la curva (1).
B: Edad del desbornizamiento en la curva (2).

FUENTE: Elaboración propia. Las líneas punteadas bajo bornizo representan el crecimiento de bornizo durante esos descorches, no obstante, como la altura de descorche es menor que 1,30 m hasta el tercer descorche, la evolución real del diámetro normal sólo se refiere a bornizo.

FIGURA 9. Variación del calibre (mm) con el número de descorches



3.9. TIEMPO DE PASO

El conocimiento del tiempo de paso o periodo medio de tiempo que tardan los árboles de una clase diamétrica en pasar a la clase inmediatamente superior, es imprescindible para conocer y gestionar la dinámica de la distribución diamétrica en las masas irregulares. Partiendo de la curva de variación del diámetro con la edad (Figura 8) se han obtenido los tiempos de paso por clases diamétricas. Todos los tiempos de paso se han calculado para diámetros bajo corcho.

En la Tabla 5 se presentan los tiempos de paso para la masa de Can Vilallonga en las condiciones en que ha llegado hasta nosotros y en el supuesto de que esa misma masa hubiese estado sometida a una selvicultura "adecuada".

3.10. INCREMENTO EN DIÁMETRO BAJO CORCHO ENTRE DOS DESCORCHES SUCESIVOS

Este dato tiene interés para la gestión porque permite estimar la evolución de la curva de distribución diamétrica de las masas regulares y poder predecir, con éxito, la producción del próximo descorche, bien por conocimiento de la distribución diamétrica o por el de los valores modulares de superficie de descorche. Se obtiene a partir de la curva de evolución del diámetro de la Figura 8. Si se fija un turno de descorche de 14 años para masas sin tratamientos selvícolas, y un turno de descorche de 12 años para masas tratadas adecuadamente, los incrementos diametrales bajo corcho por clases diamétricas son los siguientes (Tabla 6).

TABLA 5. Variación de los tiempos de paso (años) por clases diamétricas bajo corcho

Clase Diamétrica (cm)	Arb. Bornizo	
	Masa Sin Tratar	Masa Tratada Selvicolamente
10	15	11
15	16	12
20	18	13
25	19	13
30	21	14
35	22	15
40	24	16
45	26	17
50	29	18
55	32	19
60	36	21
65	41	22

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 6. Incrementos de diámetro bajo corcho ($\Delta\emptyset$) entre dos descorches sucesivos para masas tratadas y sin tratar

Número de descorche	$\Delta\emptyset$ (mm) en masas sin tratar	$\Delta\emptyset$ (mm) en masas tratadas
1º	40	48
2º	38	45
3º	36	43
4º	34	41
5º	32	39
6º	31	37
7º	29	36
8º	28	34
9º	27	33
10º	25	31

FUENTE: Elaboración propia.

3.11. MORTALIDAD NATURAL

En ausencia de datos experimentales suficientes, necesarios para establecer una curva de mortalidad natural a lo largo de la vida de la masa, se considerará para las masas naturales en un 2% anual durante los primeros 10 años, tanto para masas procedentes de repoblación, como para las procedentes de regeneración natural asistida. En ambos casos se intentará conseguir un regenerado de más de 800 plantas por hectárea, capaces de incorporarse a la masa de alcornocal productora. A partir de los 10 años se supone una mortalidad del 0,1% anual que se duplicará al final del turno.

Para las masas irregulares, la mortalidad se fijará en un 0,1% anual. A efectos del número de árboles por clases diamétricas, esta mortalidad se contabilizará dentro de las cortas que es necesario realizar cada año que se produce el descorche, para reequilibrar el número de árboles de una clase con respecto al de las clases diamétricas anterior y posterior.

3.12. REGENERACIÓN DEL ALCORNOCAL

Se parte de la hipótesis (Montero y otros, 2005) de una regeneración asistida que garantice la instalación y el desarrollo del regenerado sin que se produzcan periodos de estancamiento en el crecimiento ni retrasos a la hora de conseguir regenerar la superficie en tratamiento. Las intervenciones selvícolas se harán en el otoño-invierno anterior al descorche, siempre que sea posible. Para los trabajos de preparación del

terreno y de plantación de rodales rasos se hará un desbroce con motodesbrozadora. En el caso de tratar de recuperar rasos en los que existen restos de alcornocal degradados, podrá utilizarse una desbrozadora de cadenas o de martillos accionada por un tractor, respetando los árboles jóvenes y adultos que tienen porvenir y que deben formar parte de la masa que se pretende restablecer o seguir produciendo corcho de calidad en el caso de árboles adultos.

La plantación se hará en hoyos abiertos con la pala de una retroexcavadora, con un rejón o con barrena acoplada a un pequeño tractor. Los hoyos tendrán una profundidad mayor de 50 cm y el ancho del apero con el que se han realizado. Se propone un espaciamiento de 3 x 4 m aproximadamente, lo que equivale a unas 833 plantas por hectárea (Montero y Cañellas, 2003; Montero y otros, 2005). Si el gestor lo considera conveniente pueden plantarse densidades mayores o menores. En el caso de las masas irregulares, se plantarán en rasos y huecos, del orden de 450 pies/ha, procurando que lleguen al inicio de la siguiente rotación, como incorporación de pies menores, un mínimo de 210 pies/ha.

En masas irregulares por bosquetes el periodo de rotación de las intervenciones selvícolas será igual al turno de descorche y todas las intervenciones selvícolas se harán durante el otoño-invierno anteriores al descorche. La superficie que debe regenerarse obligatoriamente, durante un turno de descorche, será (De Benito, 1994):

$$S_{rg} = \frac{S_i}{E} \cdot t_d$$

donde S_{rg} es la superficie a regenerar durante el turno de descorche (ha).

S_i es la superficie del cantón o finca si esta es pequeña (ha)

E es la Edad de madurez o turno fijado para los árboles y

t_d es el turno de descorche en años.

Cada t_d años se harán cortas en todas las clases diamétricas para reequilibrar la curva de distribución ideal de cada cantón o unidad superficial y los huecos o rasos dejados deberán ser regenerados durante los t_d años siguientes. Si se mantiene la densidad total y el equilibrio de la distribución diamétrica en cifras próximas a las expresadas en el punto correspondiente, el método puede ser muy eficiente desde el punto de vista ecológico y productivo. Realmente no se trata de una masa irregular pie a pie, sino de pequeños bosquetes regulares cuya densidad en nº de pies/ha se va graduando a medida que sus árboles van creciendo. El resultado final, y considerando el cantón o finca conjuntamente, es el de una masa irregular en cuanto al número de árboles por clases diamétricas, la diferencia es que los árboles de las diferentes edades no están mezclados íntimamente, sino por pequeños grupos o bosquetes. Podría haberse supuesto que cada clase de edad cubriese la misma superficie, pero esa forma de proceder suele imponer una mayor rigidez al gestor, por otra parte, ya en la distribución ideal propuesta está parcialmente contemplada esa hipótesis.

Los trabajos de regeneración en los bosquetes que deban ser regenerados o en las zonas que se considere necesario hacer una densificación del arbolado plantando entre árboles adultos ralos, se harán siguiendo el mismo procedimiento indicado para las masas regulares.

TABLA 7. Resumen de los tratamientos para masas regulares procedentes de plantación o regeneración natural asistida

Año	Altura (m)	Diámetro (cm)	Intervención	Criterio de Aplicación	Objetivo
2-3 (3)	---	---	Desbroce y limpieza de la vegetación en un círculo alrededor de la planta	Cuando la vegetación entra en competencia con la planta.	Disminuir la competencia por agua, luz y nutrientes. Disminuir el riesgo de incendio.
5-8 (8)	1,41	0,62	Desbroce del matorral.	Desbroce manual con motodesbrozadora en un círculo de 1,5 m de radio.	Disminuir la competencia por agua y nutrientes, y el riesgo de incendio
10-15 (12)	2,40	2,77	Poda de formación.	Altura de poda: $\frac{1}{3}$ de la altura total.	Favorecer la formación de fustes rectos y limpios.
			Desbroce de matorral.	Desbroce manual con motodesbrozadora.	Disminuir la competencia por agua y nutrientes, y el riesgo de incendio.
15-20 (20)	4,39	7,83	Clara	Cortar los árboles mal formados hasta reducir la densidad en un 20-30%.	Regulación de la densidad y 1ª selección de árboles más prometedores.
			2ª poda de formación.	Altura de poda ≤ 2 m.	Formación de fustes rectos y limpios.
			Desbroce de matorral.	Desbroce manual con motodesbrozadora.	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios.
25-35 (30)	6,57	13,85	Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora.	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios.
			Poda (los árboles que lo necesiten)	Altura de poda hasta los 2,5-3,0 m de fuste.	Formación de fustes limpios y rectos.
			Clara	Cortar hasta reducir la densidad en un 30-40%.	Regulación de la densidad y selección de árboles.
(43)	8,75	20,93	Desbroce (Total/Parcial)	Desbrozar para facilitar la extracción del corcho.	Facilitar extracción corcho; disminución del riesgo de un posible incendio y eliminación de la competencia.
			Desbornizamiento	Sólo los árboles que tengan CSB ≥ 65 cm. (Aprox. 70%)	Puesta en producción del alcornocal.
(55)	10,16	27,00	Desbroce (T/P)	Desbroce mecanizado y desbroce manual.	Facilitar extracción, disminuir riesgo de incendios y eliminar competencia.
			2º descorche.		
			Desbornizamiento del resto de árboles.	(Aprox. el 30% restante)	Puesta en producción de todo el alcornocal.
(67)	11,14	31,40	Coincidiendo con cada descorche se hará un desbroce de matorral en el otoño-invierno anterior al descorche, y se eliminarán los árboles que sea preciso para regular la espesura.		
(79)	11,81	35,70			
...	...	...			
(139)	12,99	54,45			
(151)	13,05	57,73	Inicio del periodo de regeneración: se corta un 50% de la masa.		
(163)	13,09	60,87	Descorche.		
(175)	13,12	63,89	Descorche y corta de 2/3 de la masa.		
(187)	13,14	66,78	Descorche y Corta Final de la masa remanente.		

FUENTE: Elaboración propia.

3.13. TRATAMIENTOS CULTURALES A REALIZAR EN LAS MASAS REGULARES

Para las masas regulares en las que se ha de desarrollar una gestión más cuidadosa, procurando aplicar tratamientos culturales, el esquema a seguir será aproximadamente el que se presenta en la Tabla 7.

3.14. TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS EN MASAS IRREGULARES

Coincidiendo con el año de descorche se hará un desbroce con motodesbrozadora de toda el área de descorche, se apearán los árboles que sea necesario para reequilibrar la curva de distribución diamétrica, actuando sobre los diferentes bosquetes. Se harán las podas de formación necesarias, en función del tamaño de los árboles, hasta alcanzar una altura de poda de 2,5-3,0 m.

La superficie a regenerar en los diversos bosquetes, en el periodo entre descorches, para una edad de madurez $E=148$ años, un turno de descorche de 12 años y suponiendo que se refiere a una hectárea, será (De Benito, 1994):

$$S_{rg}(ha) = \frac{10.000 m^2}{151} \cdot 12 = 795 m^2/ha$$

Si el área de descorche o finca fuese, por ejemplo, de 100 ha, la superficie a regenerar sería de unas 8 ha en toda la finca o área de descorche durante los 12 años. Estos trabajos de regeneración pueden concentrarse todos en el año de descorche.

3.15. COMPARACIÓN ENTRE DIFERENTES MODELOS SELVÍCOLAS

3.15.1. Comparación de las producciones medias actuales de Can Vilallonga con una masa regular sometida a una selvicultura "adecuada" en ese mismo bosque

3.15.1.1. Estructura de la masa y producción de corcho en la actualidad

La superficie estudiada se corresponde con las siguientes cinco unidades pertenecientes a la división dasocrática de la ordenación de la finca (Frígola, 1996):

Unidad	Sup. (ha)
1	17,36
2	14,98
3	22,31
4	15,07
5	11,21
Total	80,93

TABLA 8. Distribución diamétrica y estimación de la producción de corcho en el estado actual

CD bajo corcho (cm)	<2,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
N/ha	10	21	71	60	61	35	16	7	4	1	1
HD (m)					1,20	1,50	1,65	1,95	2,10	2,40	2,55
Bornizo (kg/ha)					462	80	21	21	7	4	2
Reproducción (kg/ha)						400	305	168	127	38	48
Total											1.682

FUENTE: Elaboración propia.

Según los datos de dicha ordenación, la masa "actual" produciría 1.682 kg/ha de corcho, bornizo y de reproducción, distribuido por clases diamétricas y suponiendo que la masa está en equilibrio y que no se espera que mejore ni empeore su estructura. (Tabla 8).

Trabajos realizados en la masa "actual": Aunque no coincida con la realidad se supone que no se hace ningún trabajo selvícola. Únicamente se extrae el corcho y la masa evoluciona a su libre albedrío.

3.15.1.2. Estructura y producción hipotética de la masa regular sometida a una selvicultura "adecuada", acorde con los tratamientos selvícolas antes mencionados

Estos resultados se presentan en las tablas 9 y 10.

TABLA 9. Evolución de la estructura y densidad de la masa regular bajo tratamientos selvícolas "adecuados"

Año	Altura (m)	Diámetro sobre corcho (cm)	HD (m)	Nº/ha antes de la clara.	Pies a extraer (N/ha)	N/ha después de la clara	AB sobre corcho antes de la clara (m²/ha)	AB sobre corcho después de la clara (m²/ha)	Año 2º ciclo	Altura (m)	Diám. (cm)
3	0,35			784		784					
8	1,41	0,62		709		709	0,02	0,02			
12	2,40	2,77		679		679	0,41	0,41			
20	4,39	7,83		674	202	472	3,25	2,27			
30	6,57	13,85		467		467	7,03	7,03			
43	8,75	20,93	1,05	461	184	277	15,86	9,52			
55	10,16	27,00	1,35	273		305	15,63	15,63			
67	11,14	31,40	1,50	270	67	203	20,91	15,68			
79	11,81	35,70	1,65	200	30	170	20,02	17,02			
91	12,26	39,80	1,95	168	29	139	20,90	17,24			
103	12,56	43,71	2,10	137	21	116	20,56	17,47			
115	12,77	47,45	2,25	115	17	98	20,33	17,28			
127	12,90	51,02	2,40	96	14	82	19,63	16,77			
139	12,99	54,45	2,55	81		81	18,86	18,86			
151	13,05	57,73	2,70	80	40	40	20,94	10,47	0	---	---
163	13,09	60,87	2,85	39		39	11,46	11,46	12	2,40	2,77
175	13,12	63,89	2,85	38	25	13	12,32	4,19	24	5,32	10,33
187	13,14	66,78	2,85	13	13	0	4,45		36	7,67	17,20
194									43	8,75	20,93

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 10. Producciones de corcho estimadas en los sucesivos descorches de la masa regular tratada selvícolamente de forma adecuada

Año	Pies productores (N/ha)	Pies desbornizados (N/ha)	Pies descorchados (N/ha)	Bornizo (kg/ha)	Reproducción (kg/ha)	TOTAL (kg/ha)
43	277	194		1.071		1.071
55	273	81	192	1.132	1.703	2.836
67	270		270	333	4.110	4.443
79	200		200	269	3.846	4.115
91	168		168	504	3.961	4.465
103	137		137	226	4.193	4.419
115	115		115	206	4.115	4.320
127	96		96	185	3.958	4.142
139	81		81	166	3.801	3.967
151	80		80	174	4.229	4.403
163	39		39	89	2.302	2.391
175	38		38		2.485	2.485
187	13		13		888	888
194	277	194		1.071		1.071
206	273	81	192	744	1.703	2.447

NOTA: Las celdas en blanco corresponden a los años del periodo de regeneración.

FUENTE: Elaboración propia.

Aunque nuestra experiencia nos indica que es muy probable que con la selvicultura propuesta pueda acortarse la edad del primer descorche o desbornizamiento, de los 43 años que se estiman con la información a los 36 años que serían necesarios para que se ajustase al ciclo de producción o turno que se propone en este trabajo, no podemos demostrarlo experimentalmente.

3.15.1.3. Comparación entre las producciones por hectárea obtenidas en una misma masa, sin y con aplicación de selvicultura (3.15.1.1 y 3.15.1.2)

Se observa que la masa "actual" produce mucho menos de lo que produciría de media la masa "tratada" (1.682 kg/ha frente a una media de 3.350 kg/ha y turno de descorche), además concentra el grueso de su producción en clases diamétricas bajas (20-30 cm), que, como se ha señalado anteriormente, no es lo deseable. Esta producción "actual" de la masa no tratada (3.15.1.1) podría aumentar con el tiempo pero, previsiblemente, la ausencia de gestión en la masa conduciría a ésta al envejecimiento de los árboles adultos y a una disminución de la producción cada vez mayor si no se interviene selvicolamente. En el mejor de los casos se considera que la producción se mantendría sensiblemente constante a medio plazo (2-4 descorches más).

3.15.2. Comparación de las producciones medias actuales en Can Vilallonga con las de una masa con estructura irregular ideal en ese mismo bosque

3.15.2.1. Estructura de la masa y estimación de la producción de corcho en la actualidad

TABLA 11. Distribución diamétrica y estimación de la producción de corcho en el estado actual

CD bajo corcho (cm)	<2,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
N/ha	10	21	71	60	61	35	16	7	4	1	1
HD (m)					1,20	1,50	1,65	1,95	2,10	2,40	2,55
Bornizo (kg/ha)					462	80	21	21	7	4	2
Reproducción (kg/ha)						400	305	168	127	38	48
Total (kg/ha)											1.682

FUENTE: Elaboración propia.

3.15.2.2. Estructura y producción de una masa irregular con estructura ideal

Se supone que se parte de las condiciones actuales y se comienza a realizar los trabajos selvícolas necesarios para llevar la estructura actual hacia una estructura ideal. Dicha estructura próxima a la ideal y en equilibrio se alcanza tras 10 rotaciones, con un módulo de rotación (r) de 12 años, una plantación en rasos y huecos de 450 pies/ha, y una incorporación mínima al inicio de cada rotación de 210 pies/ha con una edad de 8 a 12 años (altura >1,30m).

TABLA 12. Producción estimada de corcho y bornizo para la masa ideal en estado de equilibrio

CD (cm)	<2,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Tiempo de paso (años)			11	12	13	13	14	15	16	17	18	19	21	22
N/ha	210	196	140	100	75	50	38	26	18	13	9	7	5	3
HD (m)					1,20	1,50	1,65	1,95	2,10	2,40	2,55	2,85	2,85	2,85
Bornizo (kg/ha)					568	115	51	79	31	49	19	32		
Reproducción (kg/ha)						571	725	622	572	494	430	387	335	216
Total (kg/ha)														4.496

FUENTE: Elaboración propia.

3.15.2.3. Dinámica del número de árboles por clases diamétricas hasta alcanzar la distribución ideal. Datos referidos a una hectárea (Tabla 13).

TABLA 13. Evolución del número de pies/ha considerando los tiempos de paso calculados para cada clase diamétrica

	CD bajo corcho (cm)	<2.5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	Exce- dentes	<12.5 cm	Resto	Total
Turno de descorte (r=12 años)																			
1ª	M. Inicial	10	21	71	60	61	35	16	7	4	1	1				0	102	185	287
	Mortalidad			1	1	1											1	2	3
	(Inicial-Ideal)	NC	NC	NC	NC	9	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC		0	9	9
	Arb. a cortar			1	1	10										0	1	11	11
	M. Final	10	21	70	59	51	35	16	7	4	1	1					101	174	275
2ª	M. Inicial	210	10	21	70	63	50	34	15	7	3	1	1			0	241	244	485
	Mortalidad	2			1	1	1										2	3	5
	(Inicial-Ideal)	12	NC	NC	NC	11	12	8	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC		12	31	43
	Arb. a cortar	14			1	12	13	8								0	14	34	48
	M. Final	196	10	21	69	51	37	26	15	7	3	1	1				227	210	437
3ª	M. Inicial	210	196	10	21	73	50	38	25	14	6	2	1	1		0	416	231	647
	Mortalidad	2	2			1	1										4	2	6
	(Inicial-Ideal)	12	54	NC	NC	21	12	12	6	1	NC	NC	NC	NC	NC		66	52	118
	Arb. a cortar	14	56			22	13	12	6	1						0	70	54	124
	M. Final	196	140	10	21	51	37	26	19	13	6	2	1	1			346	177	523
4ª	M. Inicial	210	196	140	10	25	50	38	26	18	12	5	1	1	1	0	546	187	733
	Mortalidad	2	2	2			1										6	1	7
	(Inicial-Ideal)	12	54	38	NC	NC	12	12	7	5	2	NC	NC	NC	NC		104	38	142
	Arb. a cortar	14	56	40			13	12	7	5	2					0	110	39	149
	M. Final	196	140	100	10	25	37	26	19	13	10	5	1	1	1		436	148	584
5ª	M. Inicial	210	196	140	100	12	26	38	26	18	13	9	3	1	1	1	546	248	794
	Mortalidad	2	2	2	1												6	1	7
	(Inicial-Ideal)	12	54	38	28	NC	NC	12	7	5	3	2	NC	NC	NC		104	57	161
	Arb. a cortar	14	56	40	29			12	7	5	3	2				1	110	59	169
	M. Final	196	140	100	71	12	26	26	19	13	10	7	3	1	1		436	189	625
6ª	M. Inicial	210	196	140	100	72	13	28	26	18	13	9	6	2	1	1	546	289	835
	Mortalidad	2	2	2	1	1											6	2	8
	(Inicial-Ideal)	12	54	38	28	20	NC	2	7	5	3	2	1	NC	NC		104	68	172
	Arb. a cortar	14	56	40	29	21		2	7	5	3	2	1			1	110	71	181
	M. Final	196	140	100	71	51	13	26	19	13	10	7	5	2	1		436	218	654
7ª	M. Inicial	210	196	140	100	75	48	16	26	18	13	9	7	4	1	1	546	318	864
	Mortalidad	2	2	2	1	1	1										6	3	9
	(Inicial-Ideal)	12	54	38	28	23	10	NC	7	5	3	2	2	NC	NC		104	80	184
	Arb. a cortar	14	56	40	29	24	11		7	5	3	2	2			1	110	84	194
	M. Final	196	140	100	71	51	37	16	19	13	10	7	5	4	1		436	234	670
8ª	M. Inicial	210	196	140	100	75	50	36	18	18	13	9	7	5	2	1	546	334	880
	Mortalidad	2	2	2	1	1	1										6	3	9
	(Inicial-Ideal)	12	54	38	28	23	12	10	NC	5	3	2	2	1	NC		104	86	190
	Arb. a cortar	14	56	40	29	24	13	10		5	3	2	2	1		1	110	90	200
	M. Final	196	140	100	71	51	37	26	18	13	10	7	5	4	2		436	244	680
9ª	M. Inicial	210	196	140	100	75	50	38	26	17	13	9	7	5	3	1	546	344	890
	Mortalidad	2	2	2	1	1	1										6	3	9
	(Inicial-Ideal)	12	54	38	28	23	12	12	7	4	3	2	2	1	NC		104	94	198
	Arb. a cortar	14	56	40	29	24	13	12	7	4	3	2	2	1		1	110	98	208
	M. Final	196	140	100	71	51	37	26	19	13	10	7	5	4	3		436	246	682
10ª	M. Inicial	210	196	140	100	75	50	38	26	18	13	9	7	5	3	2	546	346	892
	Mortalidad	2	2	2	1	1	1										6	3	9
	(Inicial-Ideal)	12	54	38	28	23	12	12	7	5	3	2	2	1	NC		104	95	199
	Arb. a cortar	14	56	40	29	24	13	12	7	5	3	2	2	1		2	110	100	210
	M. Final	196	140	100	71	51	37	26	19	13	10	7	5	4	3		436	246	682

FUENTE: Elaboración propia

En estos cálculos se ha considerado la distribución diamétrica bajo corcho, lo que supone un incremento de la densidad en términos de área basimétrica. Para el cálculo de la evolución de la masa irregular se ha supuesto que la mortalidad es del 0,1% anual, también que en las clases diamétricas con tiempo de paso menor que el módulo de rotación todos los árboles de esa clase pasan íntegramente a la siguiente.

3.15.2.4. Áreas basimétricas y producciones de corcho en cada descorche partiendo de las condiciones actuales hasta alcanzar la distribución diamétrica. Datos referidos a una hectárea

Las clases diamétricas consideradas están fijadas para diámetros bajo corcho, así pues, tienen asociado un diámetro sobre corcho/bornizo que se obtiene de los modelos prefijados. Con esa particularidad se han calculado las áreas basimétricas (Tabla 14) y las producciones. En cuanto a las producciones, se efectuó una pela al inicio de la primera rotación estimando las existencias de la masa. El objeto de esta pela inicial es homogeneizar la producción del alcornocal al asumir que tras cada rotación todos los árboles serán descorchados a la vez con un calibre de corcho medio igual a 27 mm (el que corresponde a un turno de descorche de 12 años) (Tabla 15).

En el momento del desbornizamiento (CD bajo corcho=20 cm), se hará la pela de la totalidad de los árboles de esa clase diamétrica, pues se supondrá que los diámetros se distribuyen homogéneamente dentro de una clase, y al sumar el calibre de bornizo correspondiente se observa que en torno al 100% de los árboles pueden ser desbornizados.

TABLA 14. Evolución del área basimétrica (AB) media, bajo y sobre corcho, de la masa irregular en las sucesivas rotaciones hasta alcanzar la distribución ideal

Turno de descorche		AB bajo corcho (m2/ha)		AB sobre corcho (m2/ha)	
		Arb. Bornizo	Arb. Descorchados	Arb. Bornizo	Arb. Descorchados
	Masa Inicial	3,58	4,38	5,55	6,10
1	Arb. a cortar	0,33	0,00	0,52	0,00
	M. Real Final	3,25	4,33	5,02	6,03
2	Arb. a cortar	0,40	1,20	0,63	1,73
	M. Real Final	3,10	6,89	4,78	9,42
3	Arb. a cortar	0,81	2,19	1,22	3,05
	M. Real Final	2,42	8,98	3,62	12,08
4	Arb. a cortar	0,43	3,11	0,60	4,23
	M. Real Final	2,12	10,54	3,09	13,99
5	Arb. a cortar	0,94	3,02	1,39	3,97
	M. Real Final	2,79	10,87	4,12	14,25
6	Arb. a cortar	1,60	2,55	2,43	3,27
	M. Real Final	4,01	10,99	6,05	14,21
7	Arb. a cortar	1,70	3,19	2,58	4,16
	M. Real Final	4,01	12,02	6,05	15,64
8	Arb. a cortar	1,70	3,60	2,58	4,72
	M. Real Final	4,01	12,97	6,05	16,89
9	Arb. a cortar	1,70	4,29	2,58	5,66
	M. Real Final	4,01	13,39	6,05	17,40
10	Arb. a cortar	1,70	4,42	2,58	5,82
	M. Real Final	4,01	13,39	6,05	17,40
11	Arb. a cortar	1,70	4,42	2,58	5,82
	M. Real Final	4,01	13,39	6,05	17,40

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 15. Evolución de la producción de corcho (kg/ha) de una masa irregular con las sucesivas rotaciones

Nº de pela	Inic.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Prod. Bornizo (kg/ha)	597	712	849	525	393	817	909	916	941	943	943
Prod. Reproducción (kg/ha)	1.085	2.018	2.785	3.379	3.517	3.410	3.770	4.122	4.392	4.496	4.496
Total	1.682	2.730	3.634	3.904	3.909	4.228	4.679	5.038	5.333	5.438	5.438

FUENTE: Elaboración propia.

3.15.2.5. Comparación entre la producción de la masa "actual" y la producción de la masa irregular. Datos referidos a hectárea

En la Tabla 15 se muestran ambas producciones, la inicial corresponde a la de la masa "actual", con una producción de 1.682 kg/ha obtenida de 125 árboles productores/ha, casi cuatro veces menor que el máximo de producción de la masa irregular (5.438 kg/ha) obtenida cuando alcanza el estado de equilibrio con 246 árboles productores/ha. La producción media por turno de descorche (o módulo de rotación = 12 años) es de 4.183 kg/ha y turno, de un total de 10 rotaciones para alcanzar el estado de equilibrio.

BIBLIOGRAFÍA

- ALLUÉ, M.; MONTERO, G. (1990): *Aportaciones al conocimiento fitoclimático de los alcornoques catalanes*, Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- BOTEY, J. (1997): *Estudi de l'evolució d'una plantació d'alzina surera (Quercus suber L.) amb tubs protectors en boscos degradats i camps de conreu abandonats*, Centre de la propietat forestal-Serie Experimentació Forestal, nº 3.
- BOTEY, J. (1999): *Estudi de l'evolució d'una plantació d'alzina surera (Quercus suber L.) amb tubs protectors en boscos degradats i camps de conreu abandonats*, Centre de la propietat forestal - Serie Experimentació Forestal.
- BOUDRU, M. (1989): *Forêt et sylviculture. Traitement des forêts*, Presses Agronomiques de Gembloux, A.S.B.L..
- CARITAT, A.; MOLINAS, M.; OLIVA, M. (1992): "El crecimiento radial del alcornoque en cinco parcelas de alcornoque de Girona", *Scientia Gerundensis*, 18, pp. 61-72.
- DE BENITO, N. (1994): "Ordenación de Alcornocales", en MADRIGAL, A. (1994), *Ordenación de Montes Arbolados*, Madrid, ICONA, pp. 267-284.
- FRÍGOLA, P. (1996): *Proyecto de Ordenación Forestal del Monte de "Can Vilallonga" de Cassà de la Selva (Girona), propiedad del INCASOL*, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, (Proyecto Fin de Carrera).
- GONZÁLEZ ADRADOS, J. R.; MONTERO, G.; ORTEGA, C. (1993): "Caracterización productiva de los alcornoques catalanes", *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 1, pp. 55-69.
- GORGOT, A. (1997): *Pla Tecnic de Gestió i Millora Forestal de la Finca "Can Budo"*, Girona, Darnius-Girona-Salinas Bassegoda-Grupo d'Acció Local y BEST Desenvolupament S. L..
- LUQUE, J.; PARLADES, X.; PERA, J.; MARÍN, D. (2004): "Noves eines al bosc: els sensors LVDT (i II)", *Silvicultura*, 45, pp. 8-11.
- MADRIGAL, A. (1992): "Selvicultura Mediterránea: Una aproximación al tema", en GRUPO ECOLOGISTA MONTES Y FORESTALES, *I Jornadas de Selvicultura Mediterránea*, Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, pp. 1-20.

- MADRIGAL A. (1994): *Ordenación de montes arbolados*, Madrid, ICONA.
- MARITON, B. (2000): *Guide de subericulture des pyrenees-orientales*, Perpignan, Centre Regional de la Propriété Forestière de Perpignan.
- MEYA, D.; GRANYER, O. (2002): *XIX Jornades Tècniques silvícoles. Massis de les Gavarres*, Girona, Departament de Medi Ambient, Delegació Territorial a Girona.
- MONTERO, G. (1987): *Modelos para cuantificar la producción de corcho en alcornocales (Quercus suber L.), en función de la calidad de estación y de los tratamientos selvícolas*, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, (Tesis doctoral).
- MONTERO, G.; CANDELA, J. A.; RODRÍGUEZ, A. (coords.) (2004): *El pino piñonero (Pinus pinea L.) en Andalucía. Ecología, distribución y selvicultura*, Sevilla, Junta de Andalucía.
- MONTERO, G.; CAÑELLAS I. (2003): *El alcornoque: manual de reforestación y cultivo*, Madrid, Mundi-Prensa.
- MONTERO, G.; GRAU, J. M. (1988): "Cálculo da produção de cortiça em função do tratamento silvícola e da qualidade da estação", *Cortiça*, 598, pp. 223-228.
- MONTERO, G.; GRAU, J. M. (1989): "Producción de un alcornocal en Santa Coloma de Farners (Girona)", *Scientia Gerundensis*, 15, pp. 131-139.
- MONTERO, G.; LÓPEZ, E.; CAMPOS, P.; SÁNCHEZ, M.; SÁNCHEZ, M.; RUIZ-PEINADO, R.; OVANDO, P.; CAPARRÓS, A.; BACHILLER, A. (2005): "Modelo de selvicultura para los alcornocales (Quercus suber L.) del macizo del Aljibe (Cádiz- Málaga)", *Congreso Internacional Alcornocales, Fábricas y Comerciantes. Pasado, Presente y Futuro del Negocio Corchero*, Palafrugell (Girona).
- MONTERO, G.; TORRES, E.; CAÑELLAS, I.; ORTEGA, C. (1996): "Modelos para la estimación de la producción de corcho en alcornocales", *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 1, pp. 97-128.
- MONTERO, G.; VALLEJO, R. (1992): "Variación del calibre del corcho medido a distintas alturas", *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 2, pp. 181-188.
- NATIVIDADE, J. V. (1950): *Subericultura*, Porto, Ministerio de Economía, (Versión en castellano a cargo de P. CAMPOS, editada por Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 1991).
- PEREIRA, D. (1938): *Correlações entre alguns caracteres da morfologia externa dos órgãos dos sobreiros e a qualidade da cortiça*, Lisboa, Direcção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas.
- TORRES, E.; MONTERO, G. (2000): *Los alcornocales del macizo del Aljibe y sierras del Campo de Gibraltar*, Madrid, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.
- TORRES, E.; MONTERO, G.; SUÁREZ, M. A. (1997): "Relación entre la densidad de la masa y la producción de corcho en montes alcornocales del sur de España", *II Congreso Forestal Español*, 4, pp. 529-533.
- VILAR, L.; VIÑAS, X. (1988): "La vegetación forestal del Llano de la Selva (Girona)", *Jornadas de Fitosociología*, Málaga.
- VILAR, L.; POLO, L.; DOMÍNGUEZ, A. (1989): "Los alcornocales de la provincia de Gerona", *Scientia Gerundensis*, 15, pp. 143-151.

