

Selvicultura de los alcornocales (*Quercus suber* L.) del macizo del Aljibe (Cádiz-Málaga)

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

En este trabajo se presenta un modelo selvícola propuesto para las masas de alcornocal del Macizo del Aljibe (Cádiz-Málaga). Se ajustaron ecuaciones de Richards-Chapman para estimar el crecimiento en altura y en diámetro. Los datos empleados para el ajuste provenían del apeo y medición de 45 árboles y el posterior análisis de tronco de 30 de ellos. Se tomaron en los montes El Robledal, La Sauceda y Las Majadas de Ronda, en Cortes de la Frontera y Ronda. Para la estimación del calibre de bornizo y de corcho se ajustaron unas ecuaciones a partir de datos medidos en campo y en laboratorio. Con todo esto se simuló la evolución de los parámetros de masa más importantes (altura, diámetro, calibres, densidad y área basimétrica), sometidos a un programa de tratamientos selvícolas definido.

Se ha comparado la evolución de la estructura y producción de una masa regular procedente de repoblación artificial con el siguiente ciclo procedente de regeneración natural asistida. La producción total estimada para todo el turno de la masa regular procedente de repoblación artificial resultó en torno a 61.310 kg/ha, con 18 descorches desde el desbornizamiento (año 27) hasta la corta final y un turno de 180 años. La producción anual media fue de 340,6 kg/ha y año. Resultó un máximo en la producción de 5.171 kg/ha y turno de descorche, con 155 pies productores de la clase diamétrica 40. La producción total estimada para todo el turno de la masa regular procedente de regeneración natural asistida resultó en torno a 59.993 kg/ha, con 17 descorches desde el desbornizamiento (año 36) hasta la corta final y un turno de 180 años. La producción anual media fue de 333,3 kg/ha y año. Hubo un máximo en la producción de 5.257 kg/ha y turno para 135 pies productores de la clase diamétrica 45cm.

Palabras clave: *Quercus suber* L., producción, modelos, corcho, masa regular, Málaga.

ABSTRACT

In the present work we show a silvicultural model for cork-oak stands growing in the mountain mass of El Aljibe (Cádiz and Málaga, Spain). Two equations, derived from the Chapman-Richards model, were developed to predict both height and diameter growth. Fitting data set was obtained from 45 trees felled in El Robledal, La Sauceda and Las Majadas forests, in Cortes de la Frontera and Ronda. Diameter growth of these trees was measured and stem analysis was carried out in a sample of 30 trees. Equations to estimate first cork and subsequent cork calliper were constructed by using debark data obtained in the abovementioned forests. Developed growth and yield equations were used to simulate the evolution of an even-aged stand, analysing two complete cycles, and considering an initial establishment from artificial plantation and the application of regeneration fellings and natural regeneration for the second cycle.

Esteemed total cork yield for the first studied cycle (artificial plantation) was 61.310 kg/ha, considering 18 stripped rotation periods from first debark (year 27) to final felling (year 180). Annual mean production was 340,6 kg/ha. Maximum production for a stripped rotation period, 5.171 kg/ha, was reached at year 63, with 155 stems per ha in the 40 cm diameter class. For the second cycle, with trees established from natural regeneration, total cork yield reached 59.993 kg/ha, after 17 stripped rotation periods, from first debark (year 36) to final felling (year 180). In this case, esteemed annual mean production was 333,3 kg/ha and maximum stripped rotation production, 5.257 kg/ha, was reached at year 90, with 135 stems per ha in the 45 cm diameter class.

Key words: *Quercus suber* L., production, models, cork, even-aged stand, Málaga (Spain).

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el sur de la Península Ibérica, entre las provincias de Cádiz y Málaga, se encuentran los alcornocales más extensos, cuyas características ecológicas, selvícolas y productivas les hacen diferenciarse del resto de los alcornocales españoles. Según el Plan Forestal Andaluz (1989), estas dos provincias reúnen aproximadamente el 25% de la superficie de alcornocal española, con 93.300 ha la provincia de Cádiz, y 24.641 ha Málaga. La mayor parte se encuentra incluida desde 1989 en el Parque Natural "Los Alcornocales" según Ley 2/1989 de la Junta de Andalucía.

Sólo uno de los municipios sobre los que se asienta es de la provincia de Málaga, y este es Cortes de la Frontera, con una superficie total de 17.363 ha, 3.659 habitantes y 12.663 ha de alcornocal (aproximadamente el 72% de su superficie).

Históricamente, el interés económico y social de los alcornocales es muy elevado, pues gracias a estas formaciones pudieron sobrevivir los distintos pueblos a lo largo de generaciones. Actualmente el alcornocal proporciona importantes beneficios provenientes de un uso múltiple que necesita ser regulado y controlado. Entre otros productos podemos citar el corcho, sensiblemente el más conocido y de los más importantes; la caza y la ganadería extensiva (esta última en las zonas donde el alcornocal posee una estructura más adhesada); las setas y las plantas aromáticas y medicinales; el aprovechamiento de los brezos acompañantes del alcornocal, bien para cerramientos de jardines (*Erica scoparia*), bien las cepas para fabricación de pipas y otras obras de tornería (*Erica arborea*); también, aunque con menor importancia, se aprovecharon las leñas y la madera para obtener carbón vegetal.

A estos aprovechamientos, más o menos tradicionales, hay que añadir aquellos que tienen su origen en la nueva mentalidad de la sociedad, cada vez más urbana, que reclama zonas de ocio y esparcimiento al mismo tiempo que lugares cuya conservación quede garantizada. Estas demandas tienen respuestas como pueden ser el turismo rural, fuente de desarrollo y prosperidad pero que debe ser bien controlada para evitar la sobreexplotación y el deterioro; el interés científico y académico que reportan estas masas ya sea en ciencias como la geología, la ecología, la botánica o la zoología; la declaración de espacios sometidos a alguna figura de protección, etc.

El alcornocal es fuente de riqueza y empleo, si el alcornocal existe y es productivo, las poblaciones que vivan de él serán estables, en caso contrario emigrarían. Es preciso pues obtener el máximo grado de uso múltiple que no degrade el medio, que asegure su persistencia en compromiso con sus aprovechamientos. A esto responde la selvicultura, correctamente aplicada, ofreciendo un mayor grado de garantía de todas las funciones del bosque que si este no es intervenido. La ausencia de gestión suele encaminarnos a situaciones no deseables, máxime en este tipo de masas en las que no hay que olvidar que su estado actual es fruto de su aprovechamiento, no son masas inalteradas.

Tampoco debe pensarse que la conservación no implica cambios, se buscará como objetivo, como dice la Ley para la Conservación de Espacios Naturales (1989), "Utilización ordenada de los recursos, garantizando el aprovechamiento sostenido de las especies y los ecosistemas, su restauración y mejora". Esa restauración y mejora a las que alude la ley se buscará, entre otras formas, mediante la selvicultura.

La selvicultura propia de los alcornocales del macizo del Aljibe es una selvicultura orientada a la producción de corcho en masas cerradas de alcornocal, a diferencia de la selvicultura de alcornocales adhesados en los que el aprovechamiento ganadero toma mayor importancia (Torres y Montero, 2000; Pulido y otros, 2003).

Los modelos selvícolas que se presentan en este trabajo 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 alcornoque, a lo largo de todo su ciclo productivo, para optimizar la producción de corcho. Limitaciones específicas, en cada caso, podrán aconsejar desvíos más o menos importantes con respecto a lo propuesto.

El objetivo de este trabajo es discutir un modelo o norma selvícola de masa regular, para aplicar en los alcornocales del macizo del Aljibe, y analizar sus ventajas e inconvenientes, así como su viabilidad técnica y económica.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para definir un modelo selvícola que refleje la realidad con la mayor precisión posible, es imprescindible conocer las variables o parámetros que determinan las peculiaridades del mismo.

En todos los casos, se necesita conocer:

- el ritmo de crecimiento de la especie, en altura y en diámetro, en función de la edad;
- el crecimiento en diámetro entre dos descorches sucesivos para las masas regulares;
- la producción de corcho de un árbol en función de su diámetro y de su altura de descorche;
- la edad media a la que puede ser descorchado el árbol por primera vez;
- el calibre medio mínimo del corcho en el momento de su extracción, que determina el turno de descorche;
- la variación del calibre del corcho con la altura de descorche, que determina la altura máxima de descorche, a partir de la cual el calibre del corcho no es apto para tapón;
- el número medio de descorches que puede soportar un árbol antes de que su producción de corcho sufra una disminución de calidad y cantidad importante, que determina el turno o periodo durante el cual el árbol aguanta en buenas condiciones de producción
- 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 los alcornocales de Málaga y con información extraída de la bibliografía.

Para modelizar el crecimiento en diámetro y altura de los árboles se aparearon y se analizaron los troncos de 10 árboles jóvenes sin descorchar, y 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. En cuanto al crecimiento del corcho, se cuenta con mediciones de los calibres o espesores tomados en campo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO EN ALTURA

La evolución de la altura con la edad se ha estimado mediante el ajuste de los datos experimentales a la ecuación de Richards en diferencias. La eficiencia del modelo (EF), estadístico similar al coeficiente de determinación que evalúa la capacidad explicativa del modelo sobre un conjunto de datos independientes al empleado en el ajuste, resultó ser igual a 0,823. La ecuación obtenida es la siguiente (Sánchez y otros, 2003):

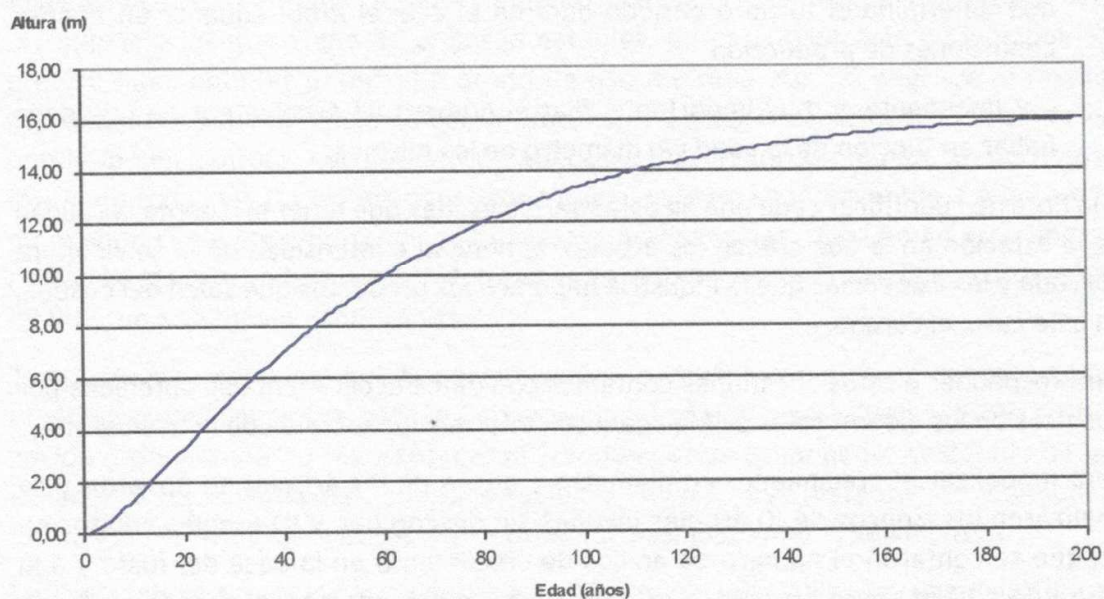
$$h_2 = 16,2954 \cdot \left\{ 1 - \left[1 - \left(\frac{h_1}{16,2954} \right)^{1-0,3282} \right]^{\frac{t_2}{t_1}} \right\}^{\frac{1}{1-0,3282}}$$

donde h representa la altura en metros y t la edad del alcornoque en años.

Para resolver esta ecuación, hay que partir de unos valores iniciales de las variables que permitan la convergencia para el ajuste de la ecuación, correspondiendo cada valor a una de las cinco calidades encontradas y definidas por los autores, en este caso se consideró la calidad de estación II para los cálculos de la masa procedente de regeneración natural asistida, es decir, un índice de sitio de 12 metros a los 80 años de edad de referencia; y para la masa procedente de regeneración artificial o plantación se supuso un incremento de la altura debido a los tratamientos aplicados durante los primeros años.

Según la ecuación obtenida, los árboles alcanzan la altura de 1,30 m a una edad media de 10 años para las masas procedentes de regeneración natural asistida. En el caso de los ciclos procedentes de repoblación artificial, con el supuesto de un incremento en la altura debido a los cuidados (Botey, 1999), las plantas alcanzan la altura de 1,30 m entre los 8 y los 9 años. La evolución de las alturas correspondiente a la calidad de estación (II) se observa en la Figura 1.

Figura 1. Evolución de la altura (m) en función de la edad para la calidad de estación II



FUENTE: Sánchez y otros, 2003.

3.2. EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO

La evolución del crecimiento en diámetro con la edad determina la evolución del área basimétrica en las masas regulares, sirve para estimar el crecimiento en madera y leñas y proporciona una orientación sobre el crecimiento de la superficie de descorche entre una pela y la siguiente.

La evolución del diámetro con la edad se ha estimado mediante el ajuste de los datos experimentales a una ecuación de Richards en diferencias. En este caso la eficiencia del modelo (EF) resultó ser igual a 0,96. La ecuación definida para estimar los diámetros resultó (Sánchez y otros, 2003):

$$d_2 = (109,4 + 10,9042 \cdot SI) \cdot d_1^{\left[\frac{\ln \left(1 - e^{-\left(0,00147 - (6,77E-6) \frac{h}{d} \right) t_2} \right)}{\ln \left(1 - e^{-\left(0,00147 - (6,77E-6) \frac{h}{d} \right) t_1} \right)} \right]}$$

donde d es el diámetro normal del fuste bajo corcho (cm) a la edad t ,

SI es el índice de sitio (m) y

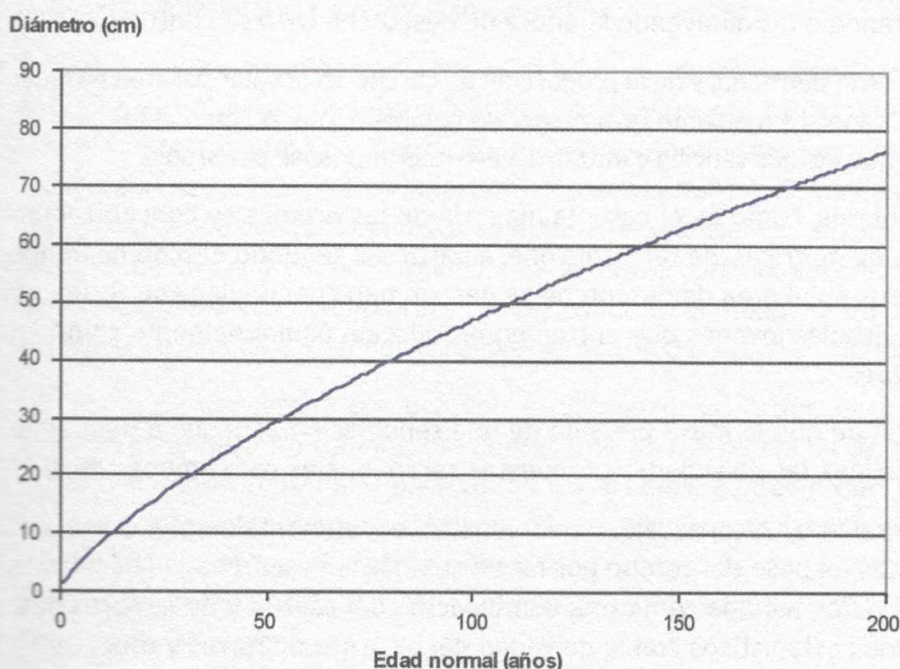
h/d es el índice de esbeltez (m/m)

Esta ecuación incorpora la calidad de estación mediante el índice de sitio (SI), y los efectos de la densidad mediante el índice de esbeltez (h/d). En el caso de la asíntota se observó que sólo era significativa la calidad de estación, mientras que en el parámetro K , sólo era significativa la densidad de la masa. Es decir, el valor potencial (la asíntota) depende de la calidad de estación, del sitio, mientras que la velocidad a la que se alcanza ese potencial depende de la densidad de la masa.

Los valores iniciales fijados para d y t , en función de la calidad, son 40 cm de diámetro a los 80 años de edad de referencia, valores que se corresponden con la calidad de estación II.

En el caso del ciclo de repoblación artificial también se ha observado que se produce un incremento del diámetro sobre el valor dado por la ecuación para la calidad de estación II, debido a las condiciones iniciales más favorables. La evolución del diámetro con la edad para la calidad de estación II se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Evolución del diámetro bajo corcho en función de la edad normal para la calidad II



FUENTE: Sánchez y otros, 2003.

3.3. ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE ÁRBOLES POR HECTÁREA

Un aspecto básico en la definición de todo modelo selvícola es fijar un intervalo que regule la densidad a lo largo del ciclo productivo.

Una vez que se tienen aseguradas las funciones protectoras, ecológicas y paisajísticas de la masa, el gestor trabajará con el margen de espesura dentro del cual se optimiza la producción de corcho. Este intervalo de densidad se fijará a partir de la recopilación de datos bibliográficos, pues no se tiene mucha información experimental.

Se sabe que 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, San Miguel y Alía, 1991).

Estas variables, debidamente combinadas, proporcionan una estimación precisa de la producción de corcho por hectárea.

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

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 y

PCM² es 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.

Actuando sobre alguna de las variables de esta expresión se abre un abanico de posibilidades al selvicultor, así, aclarando más o menos la masa se controla el área basimétrica (*Ab*), y aumentando o disminuyendo la altura de descorte (*HD*) se controla la *IDM*.

El mejor indicador de la densidad, y de la producción de corcho, es el valor del área basimétrica (*Ab*), que se manejará mediante otra magnitud complementaria como el número de pies por hectárea, que es más sencilla e intuitiva, pero más imprecisa por sí sola.

En las masas regulares, como es el caso, la mayoría de los árboles se concentran en unas pocas clases diamétricas, de tal forma que, a partir del segundo descorte, todos los árboles incluidos en el área de descorte se descortan cuando llega su turno, no habría, entonces, árboles jóvenes que entren en producción paulatinamente como en las masas irregulares.

Con independencia de que la masa proceda de una repoblación artificial o bien de la regeneración (asistida), las densidades propuestas serán iguales para ambos casos.

En el parque natural "Los Alcornocales" se demostró, experimentalmente, que el calibre del corcho (*Cb*), el peso del corcho por m² de superficie descorchada (*PCM²*) 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 m²/ha de área basimétrica, a partir de estas cifras la producción puede seguir creciendo. En algunas parcelas con 28 m²/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 21-22 m²/ha se hace necesaria una clara que elimine 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.

El número de árboles por hectárea varía con la edad y el tamaño de los mismos, de tal forma que, para cada edad, el árbol necesita un espacio vital suficiente que garantice su correcto desarrollo. Este espacio vital se conseguirá mediante la correcta aplicación de las claras, asegurando la eficiencia de la masa mediante la selección de los árboles con mayores posibilidades y su adecuada distribución por la superficie del alcornocal. Como es lógico, el espacio vital es mucho mayor en las masas adultas que en las jóvenes, o dicho de otra forma, la densidad es mucho menor en las masas adultas que en las jóvenes.

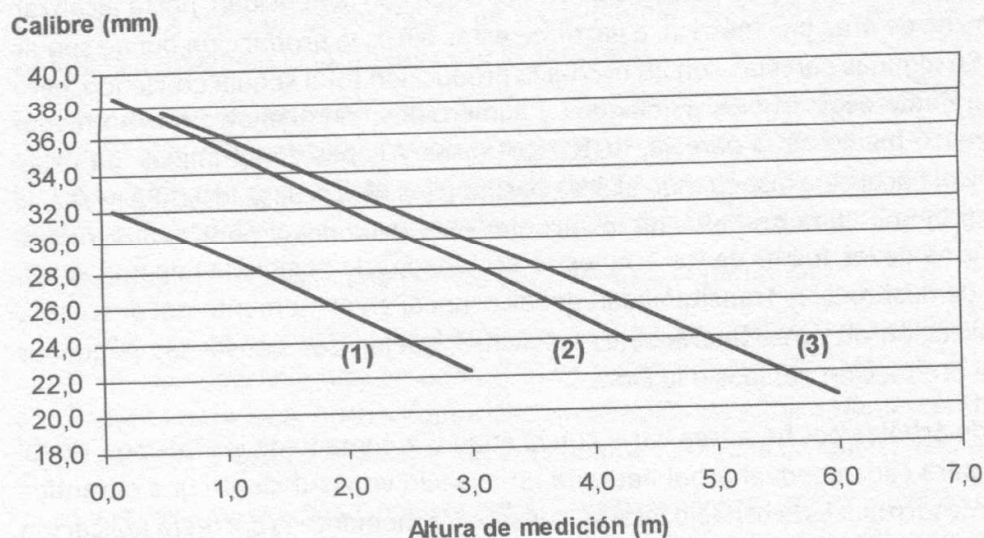
Así, como promedio, la densidad del alcornocal medida en términos de área basimétrica (*Ab*) de los árboles descorchados y medidos sus diámetros bajo corcho, debe oscilar, según Montero (1987) y Montero y otros (1996), entre los 15 y 17 m²/ha, y entre 19 y 21 m²/ha si los diámetros se miden sobre corcho 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.

3.4. ALTURA DE DESCORCHE

La calidad del corcho se determina, básicamente, por el binomio calibre-porosidad. La porosidad depende de las características ecológicas de la zona y de las características genéticas del árbol, y sólo se puede corregir mediante la eliminación de los pies que se sabe o se prevé que producen corcho más poroso. En cambio el calibre sí puede ser mejorado mediante la selvicultura, a través de desbroces y otras intervenciones que rebajen la competencia a que están sometidos los árboles.

A medida que se asciende por el fuste del árbol, el corcho va siendo más delgado, su calibre disminuye. Así, en un mismo árbol, el calibre es mayor cerca de la base comparando con el calibre a la altura normal, o con los calibres de alturas superiores, tomadas sucesivamente (Pereira, 1938; Natividade, 1950; Montero y Vallejo, 1992). El patrón de variación del calibre según la altura del fuste, se mantiene sensiblemente constante independientemente de que el árbol produzca corcho de mayor o menor calibre. Según esto, 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 3).

La altura de descorche crecerá con el diámetro del árbol. Para graduar este incremento, se hará en función del coeficiente de descorche (*Cd*). Si se admite una presión de descorche igual para todos los árboles, es decir, que todos los árboles tengan el mismo coeficiente de descorche y que este no rebase el valor $Cd=2,0$, se tienen las siguientes alturas de descorche (*Hd*) por clases de circunferencia (Tabla 1), medidas sobre bornizo (*CSB*) o sobre corcho de reproducción (*CSC*) de edad igual al turno de descorche.

FIGURA 3. Variación del calibre según las distintas alturas de medición

(1) Natividad (1950)

(2) Pereira (1938)

(3) Montero y Vallejo (1989)

FUENTE: Natividad, 1950; Pereira, 1938; Montero y Vallejo, 1992.

Como se puede observar en esta tabla (Tabla 1), se aumentará progresivamente la producción de corcho hasta alcanzar la óptima en los árboles más gruesos, que suele ser de mejor calidad. Se fijará el límite cuando se alcance una altura de descorche (Hd) igual a 3,00 m, tal y como recomienda la amplia bibliografía sobre el tema (Montero y Grau, 1986; Montero, 1987; Montero y otros, 1996; Montero y Cañellas, 2003), y la experiencia de los autores.

TABLA 1. Alturas de descorche 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)
55-64	1,20	125-134	2,60
65-74	1,40	135-144	2,80
75-84	1,60	145-154	3,00
85-94	1,80	155-164	3,00
95-104	2,00	165-174	3,00
105-114	2,20	175-184	3,00
115-124	2,40	185-194	3,00

FUENTE: Elaboración propia.

3.5. TURNO DE DESCORCHE

El turno de descorche se fijará en función del calibre apto para la fabricación de tapón, admitiendo que el calibre medio ha de superar las 11 líneas (24,75 mm). En zonas con bajo calibre y buena calidad de corcho debe aumentarse el turno hasta que alcance dicho mínimo. En zonas productoras de corcho con calibre suficiente pero muy poroso, 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, siempre que se considere conveniente en términos económicos. (Montero y Cañellas, 2003)

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, que depende del tiempo, contado a partir de un diámetro mínimo bajo corcho igual a 4,5 cm, siendo:

$$c_b = 1,119 \cdot t^{0,947}$$

donde c_b es el calibre del bornizo (mm) a 1,30 m y t es la edad del bornizo (años).

En la Figura 4 se representa la evolución del calibre de bornizo con el tiempo.

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

Cb radial (cm)



FUENTE: Elaboración propia.

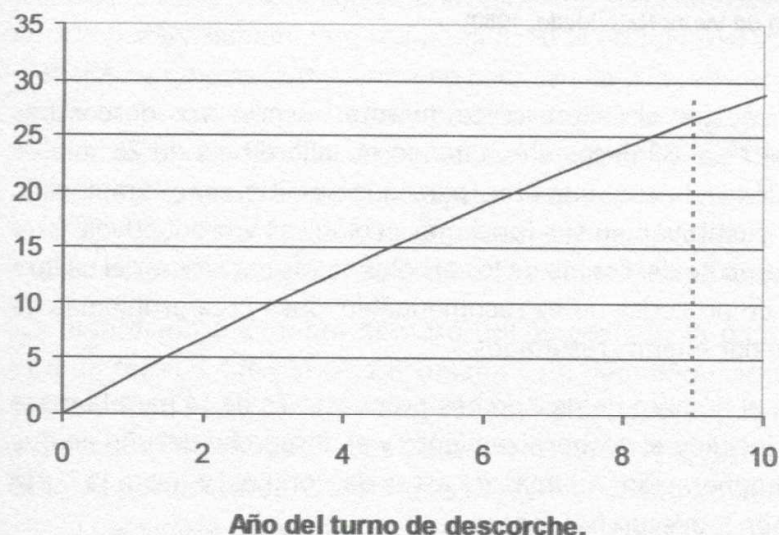
Una vez que el alcornoque ha sido desbornizado por primera vez, la estimación del diámetro normal se realiza sumando al diámetro bajo corcho, el doble del calibre del corcho obtenido de acuerdo a la siguiente función de crecimiento:

$$c_c = -0,0612 \cdot t^2 + 3,499 \cdot t$$

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

En la Figura 5 se representa la evolución del calibre de corcho de reproducción con los años del turno.

FIGURA 5. Variación del calibre de corcho de reproducción en función de la edad del corcho.



FUENTE: Elaboración propia.

3.6. TURNO DEL ARBOLADO

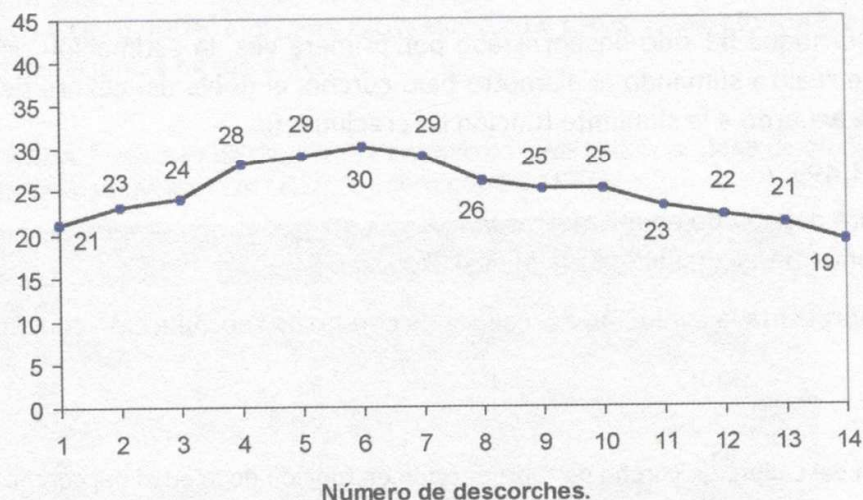
El turno hace referencia al número medio de años que debe vivir un árbol cumpliendo de forma óptima sus funciones ecológicas, ambientales y productivas. Según de Benito (1994), en Madrigal (1994), para los alcornocales los factores limitantes del turno suelen ser la decrepitud de los individuos de la masa o la producción de corcho tecnológicamente inaceptable. En masas de alcornocal, este lapso de tiempo se divide en dos periodos diferenciados. El primero abarca desde el nacimiento, o plantación del árbol, hasta que se produce el desbornizamiento. En este trabajo, las masas procedentes de plantación se desbornizarán a los 27 años, mientras que las procedentes de regeneración se desbornizarán a los 36 años.

El segundo periodo abarca desde el primer descorche hasta que el árbol deja de cumplir sus funciones productoras de forma óptima y debe ser sustituido por otro árbol joven que le reemplace en todas sus funciones. Este periodo puede variar entre 8-14 descorches.

En zonas con buena fertilidad y aplicando una selvicultura cuidadosa, se pueden alcanzar los 10-13 descorches (Montero y otros, 2003). En zonas con baja fertilidad y pocos cuidados selvícolas, es difícil lograr más de 7-8 descorches. Con selviculturas más intensas, comenzando el descorche a una edad más temprana y con turno de descorche de 9-10 años, el número de descorches puede aumentar en 2 o 3 más. Lógicamente, entre estos dos extremos se pueden encontrar todos los casos intermedios (Montero y Cañellas, 2003). A medida que el árbol va envejeciendo y el número de descorches es mayor, el calibre va disminuyendo (Natividade, 1950) (Figura 6).

FIGURA 6. Variación del calibre (mm) con el número de descorches

Calibre (mm)



Número de descorches.
(Tomado de Vieira Natividade, 1950)

En la Figura nº 6 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 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 y no suele dar buenos resultados.

En el caso de estas masas, el número de descorches propuesto es de 14 para la masa procedente de plantación, incluido el desbornizamiento y el descorche del año en que comienzan las cortas de regeneración. Además de estos descorches, y hasta la corta final de la masa, se proponen 4 descorches más.

Para la masa procedente de regeneración artificial asistida, el número de descorches, incluido el desbornizamiento, es de 13, con cuatro descorches más a partir de las cortas de regeneración.

3.7. MORTALIDAD NATURAL

En principio no disponemos de datos experimentales suficientes para fijar una curva de mortalidad natural a lo largo de la vida de la masa, aun así, esta podría fijarse para las masas naturales en un 2% anual hasta que se alcancen los 10 cm de diámetro, tanto para plantaciones como para la regeneración natural asistida. A partir de los 10 cm de diámetro se tomará la mortalidad anual igual a la calculada a partir de datos de un inventario forestal de los Montes Propios de Jerez, del año 2001. Suponiendo que la mortalidad anual fuese representada por la mortalidad instantánea (es decir, la observada en monte con el inventario forestal), resultarían unas tasas demasiado elevadas y la masa desaparecería a temprana edad. Se supondrá entonces que los árboles muertos permanecerán en el monte 9 años como máximo, en este caso las tasas de mortalidad saldrían más moderadas. Así, la mortalidad estimada para la elaboración del modelo selvícola será la de la Tabla 2. Para las clases diamétricas superiores, la mortalidad observada se consideró que se había estabilizado, y era igual a 4,66%.

TABLA 2. Mortalidades estimadas para la evolución de la masa en los ciclos selvícolas

Clase Diamétrica (cm)	Mortalidad observada (%)	Mortalidad estimada (%)
15	0,63	0,07
25	0,87	0,10
35	1,31	0,14
45	2,91	0,32
55	4,77	0,52

FUENTE: Inventario Forestal de los Montes Propios de Jerez.

3.8. REGENERACIÓN DEL ALCORNOCAL

Como ya se ha dicho anteriormente en este trabajo, se parte de la hipótesis 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 importantes en el logro de la superficie a regenerar en el tiempo prefijado. Las intervenciones selvícolas se concentrarán, siempre que sea posible, en el otoño-invierno anterior al descorche. Los trabajos de preparación del terreno para ayudar a la regeneración natural consistirán en un desbroce con motodesbrozadora. Cuando se trate de recuperación de 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 se considere que tienen porvenir y que deben formar parte de la masa que se pretende reestablecer o seguir produciendo corcho de calidad en el caso de árboles adultos.

La plantación o siembra se hará por hoyos con la pala de una retroexcavadora, con un rejón o con barrena acoplada a un pequeño tractor. Los hoyos tendrán una profundidad superior a 50 cm y el ancho del apero con el que se han realizado. El espaciamiento propuesto es de 3 x 4 m aproximadamente, lo que equivale a 833 plantas por hectárea. Densidades mayores o menores pueden implantarse si el gestor lo considera conveniente. Tras la plantación se colocarán protectores individua-

les de 60 - 70 cm de alto. Se supone un porcentaje de marras del 10% (83 plantas/ha) sobre la densidad inicial de 833 plantas/ha, que se reponen al año siguiente de la plantación.

3.9. ACOTAMIENTOS A LOS APROVECHAMIENTOS GANADEROS EN LA REPOBLACIÓN ARTIFICIAL (PA) Y EN LA REGENERACIÓN NATURAL (RN)

Los aprovechamientos ganaderos que se realizan se clasificarán en tres tipos:

- Aprovechamiento de la montanera con cerdo ibérico, en el caso de su presencia en la zona.
- Aprovechamiento de los recursos ganaderos con carga moderada y controlada de ganado caprino.
- Aprovechamiento de los recursos con ganado bovino y cervuno.

Las fechas de comienzo de los diferentes tipos posibles de aprovechamiento, según procedencia del ciclo, se resumen en la Tabla 3:

TABLA 3. Características de la masa al comienzo de los diferentes aprovechamientos

Tipo de aprovechamiento	Repoblación artificial			Regeneración Natural Asistida		
	Edad Años	ØnSB cm	Altura m	Edad Años	ØnSB cm	Altura m
Montanera	5	-	0,63	5	-	0,53
Ganados caprino	12	5,20	2,10	14	4,18	2,13
Ganados vacuno y cervuno	18	10,50	3,51	21	10,45	3,52

ØnSB: Diámetro normal sobre bornizo.

FUENTE: Elaboración propia.

3.10. TRATAMIENTOS CULTURALES A REALIZAR EN LAS MASAS REGULARES

Para las masas regulares procedentes de plantación, el esquema a seguir será aproximadamente el que se presenta en la Tabla 4.

Para las masas regulares procedentes de regeneración natural asistida, el esquema a seguir será aproximadamente el de la Tabla 5.

3.11. EVOLUCIÓN DE LA MASA Y PRODUCCIÓN DE CORCHO

Para la estimación de la producción de corcho del alcornoque se ha utilizado la ecuación estimada por Montero (1987), correspondiente a la calidad II (de las calidades definidas que caracterizan los alcornoques) sin término independiente. Dando *PC* o peso del corcho fresco en kg, en función de *CSC* o circunferencia sobre corcho en metros y *HD* o altura de descorche también en metros.

Se supone que el primer año se desbornizarán el 50% de los pies que quedan después de la clara, y al siguiente descorche se desbornizarán los árboles que queden.

Se presenta la evolución de la masa en cuanto a sus variables más importantes, reflejando también los principales tratamientos culturales (podas y claras) a lo largo del tiempo. La forma en que se aplicaron estos y otros tratamientos se encuentra en las tablas 4 y 5. Así, en las tablas 6 y 7 se muestran los resultados para la masa procedente de repoblación artificial.

TABLA 4. Resumen de los tratamientos a aplicar en masas regulares procedentes de repoblación artificial

Año	Diámetro. (cm)	Altura. (m)	Intervención	Criterio de Aplicación	Objetivo
(0)	---	---	Plantación.	Marco de plantación: 4x3 m.	.
			Bina o escarda mecanizada	Preparación de la plantación.	Disminuir la competencia por agua, luz y nutrientes
(1)	---	0,06	Reposición de marras.	Quitar las plantas muertas y colocar unas nuevas.	Mantener la densidad inicial.
			Eliminación de la vegetación por medio de escarda manual.	Limpieza de hierbas y matas en un círculo de 50 cm en torno a la planta.	Disminuir la competencia por agua y nutrientes.
(3)	---	0,31	Desbroce del matorral.	Desbroce manual con motodesbrozadora en un círculo de 1,5 m de radio.	Disminuir la competencia por agua y nutrientes.
(5)	---	0,63	Apertura a montanera	Tras cinco años de acotamiento se abre para aprovechar la montanera.	Permitir aprovechamiento por ganado porcino.
6-10 (8)	---	1,22	Poda de formación.	Altura de poda: ½ de la altura total.	Favorecer la formación de fustes rectos y limpios.
10-15 (12)	5,20	2,10	Apertura a ganado caprino.	Cuando se superan 1,5-2,0 m de altura.	Permitir aprovechamiento por ganado caprino.
10-15 (14)	7,50	2,56	Clara	Cortar los árboles mal formados hasta una densidad de 450 pies/ha.	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.
15-20 (18)	11,50	3,51	Apertura a ganado vacuno.	Cuando se superan los 10 cm de diámetro.	Permitir aprovechamiento por ganado vacuno.
20-30 (27)	19,50	5,63	Desbornizamiento	Sólo los árboles que tengan CSB ≥ 60 cm.	Puesta en producción del alcornocal.
			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 una densidad de 250-300 pies/ha.	Regulación de la densidad y selección de árboles.
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora.	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios.
30-40 (36)	26,70	7,62	Poda (los árboles que lo necesiten)	Altura de poda hasta los 2,5-3,0 m de fuste.	Formación de fustes limpios y rectos.
			2º descorte.		Puesta en producción de todo el alcornocal.
			Desbornizamiento del resto de árboles.		
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora.	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios.
40-50 (45)	32,44		3º descorte.		
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora.	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios.
			Clara	Cortar hasta una densidad de 150-175 pies/ha	Regulación de la densidad y selección de árboles.
50-60 (54)	37,23		4º descorte		
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora.	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios.
60-70 (63)	41,76		Se harán claras en los años 63 y 81, para regular la densidad de la masa. Coincidiendo con cada descorte se hará un desbroce de matorral en el otoño-invierno anterior al descorte.		
70-80 (72)	46,07				
80-90 (81)	50,20				
90-100 (90)	...				
100-110 (99)	72,20				
110-120 (108)	75,50		Inicio del periodo de regeneración: se corta hasta dejar unos 25-40 pies/ha		
120-130 (117)	78,72		Descorte		
130-140 (126)	81,87		Descorte		
140-150 (135)	84,94		Descorte		
150-160 (144)	87,93		Descorte y corta final de la masa remanente		

TABLA 5. Resumen de los tratamientos a aplicar en masas regulares procedentes de regeneración natural asistida

Año	Diámetro (cm)	Altura (m)	Intervención	Criterio de aplicación	Objetivo
(0)	---	---	Regeneración asistida	Conseguir un mínimo de 1.500 pies/ha	Lograr la regeneración de la masa
			Bina o escarda mecanizada	Preparación de la implantación	Disminuir la competencia por agua, luz y nutrientes
(5)	---	0,53	Apertura a montanera	Tras unos años de acotamiento se abre para aprovechar la montanera	Permitir aprovechamiento por ganado porcino
10-15 (14)	4,18	2,13	Apertura a ganado caprino	Cuando se superan 1,5-2,0 m de altura	Permitir aprovechamiento por ganado caprino
15-20 (18)	7,92	2,92	Clara	Cortar hasta reducir la densidad en un 30%	Regulación de la densidad y 1ª selección de árboles más prometedores
			1ª poda de formación	Altura de poda: de la altura total	Formación de fustes rectos y limpios
20-25 (21)	10,45	3,52	Apertura a ganado vacuno	Cuando se superan los 10 cm de diámetro	Permitir aprovechamiento por ganado vacuno
25-30 (27)	15,12	4,69	Clara	Cortar los árboles mal formados hasta reducir la densidad a 450-550 pies/ha	Regulación de la densidad y 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
30-40 (36)	21,53	6,35	Desbornizamiento	Sólo los árboles que tengan CSB ≥ 60 cm	Puesta en producción del alcornocal
			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 una densidad de 250-300 pies/ha	Regulación de la densidad y selección de árboles
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios
(45)	27,00	7,85	Poda (los árboles que lo necesiten)	Altura de poda hasta los 2,5-3,0 m de fuste	Formación de fustes limpios y rectos
			2º descorte		Puesta en producción de todo el alcornocal
			Desbornizamiento del resto de árboles		
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios
(54)	31,04		3º descorte		
			Clara	Cortar hasta una densidad en torno a los 175-200 pies/ha	Regulación de la densidad y selección de árboles
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios
(63)	34,86		4º descorte		
			Desbroce	Desbroce manual con motodesbrozadora	Eliminación de la competencia y defensa contra incendios
(72)	38,49		Se harán claras en los años 72, 90 y 117, para regular la densidad de la masa Coincidiendo con cada descorte se hará un desbroce de matorral en el otoño-invierno anterior al descorte		
(81)	41,97				
(90)	45,31				
...	...				
(135)	60,43				
(144)	63,20		Inicio del periodo de regeneración: se corta hasta dejar aproximadamente el 50% de la masa		
(153)	65,90		Descorte		
(162)	68,53		Descorte		
(171)	71,10		Descorte		
(180)	73,61		Descorte y corta final de la masa remanente		

FUENTE: Elaboración propia

TABLA 6. Evolución de la estructura y densidad de la masa regular procedente de repoblación artificial

Año	Diámetro sobre corcho (cm)	Altura (m)	HD (m)	N/ha antes de la clara.	Pies a extraer (N/ha)	N/ha después de la clara	Podas (N/ha)	AB sobre corcho antes de la clara (m2/ha)	AB sobre corcho después de la clara (m2/ha)	Año 2º ciclo	Diam. (cm)	Altura (m)
8	---	1,22		723		723	723					
14	7,5	2,56		641	191	450	450	2,80	1,97			
27	19,5	5,63	1,20	429	154	275	275	12,84	8,22			
36	26,7	7,62	1,40	272		272	272	15,28	15,28			
45	32,4		1,60	269	109	160		22,28	13,21			
54	37,2		2,00	158		158		17,18	17,18			
63	41,8		2,40	155	40	115		21,26	15,73			
72	46,1		2,60	112		112		18,61	18,61			
81	50,2		2,80	108	23	85		21,47	16,74			
90	54,2		3,00	81		81		18,76	18,76			
99	58,0		3,00	78		78		20,52	20,52			
108	61,7		3,00	74		74		22,16	22,16			
117	65,3		3,00	68		68		22,85	22,85			
126	68,8		3,00	62		62		22,93	22,93			
135	72,2		3,00	56		56		22,84	22,84			
144	75,5		3,00	40	10	30		18,03	13,52	0		
153	78,7		3,00	19		19		9,48	9,48	9		1,19
162	81,9		3,00	13		13		6,61	6,61	18	7,92	2,92
171	84,9		3,00	10		10		5,94	5,94	27	15,12	4,69
180	87,9		3,00	10	10	0		6,05		36	21,53	6,35

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 7. Producciones de corcho estimadas en los sucesivos descorches de la masa procedente de repoblación artificial

Año	Pies productores (N/ha)	Pies desbornizados (N/ha)	Pies descorchados (N/ha)	Bornizo (kg/ha)	Reproducción (kg/ha)	TOTAL (kg/ha)
27	215	215		1.612		1.612
36	272	58	214	1.320	2.246	3.566
45	269		269	659	4.478	5.137
54	158		158	386	3.761	4.147
63	155		155	190	4.981	5.171
72	112		112	136	4.280	4.417
81	108		108	133	4.880	5.013
90	81		81		4.214	4.214
99	78		78		4.346	4.346
108	74		74		4.386	4.386
117	68		68		4.265	4.265
126	62		62		4.097	4.097
135	56		56		3.883	3.883
144	40		40		2.900	2.900
153	19		19		1.456	1.456
162	13		13		1.022	1.022
171	10		10		846	846
180	10		10		832	832

FUENTE: Elaboración propia.

En las tablas 8 y 9 se muestran los resultados del modelo para la masa procedente de regeneración asistida.

Como se puede observar, la producción total estimada para todo el turno de la masa regular procedente de repoblación artificial resultó en torno a 61.310 kg/ha, con 18 descorches ($td = 9$ años) desde el desbornizamiento (en el año 27) hasta la corta final (turno de 180 años). La producción anual media es de 340,6 kg/ha y año. Se alcanza un máximo en la producción de 5.171 kg/ha en un turno de descorche, con 155 pies productores de la clase diamétrica de 40 cm. Para la masa regular procedente de regeneración natural asistida, la producción total estimada para todo el turno resultó en torno a 59.993 kg/ha, con 17 descorches desde el desbornizamiento (en el año 36) hasta la corta final (turno de 180 años). La producción anual media es de 333,3 kg/ha y año. En este caso, el máximo en la producción de 5.257 kg/ha en un turno de descorche, para 135 pies productores de la clase diamétrica de 45 cm.

TABLA 8. Evolución de la estructura y densidad de la masa regular procedente de regeneración natural asistida (primer ciclo)

Año	Diámetro sobre corcho (cm)	Altura (m)	HD (m)	N/ha antes de la clara	Pies a extraer (N/ha)	N/ha después de la clara	Podas (N/ha)	AB sobre corcho antes de la clara (m ² /ha)	AB sobre corcho después de la clara (m ² /ha)	Año 3º ciclo	Diam. (cm)	Altura (m)
9		1,2		1.251		1.251						
18	7,9	2,9		1.043	313	730	730	5,14	3,60			
27	15,1	4,7		698	198	500	500	12,53	8,98			
36	21,5	6,4	1,35	497	222	275	275	18,09	10,00			
45	27,0	7,9	1,70	273		273	273	15,60	15,60			
54	31,0	9,2	1,95	270	85	185		20,45	14,01			
63	34,9	10,3	2,20	183		183		17,46	17,46			
72	38,5	11,3	2,40	181	41	140		21,02	16,29			
81	42,0	12,1	2,60	138		138		19,12	19,12			
90	45,3	12,8	2,80	135	40	95		21,77	15,24			
99	48,5	13,4	3,00	92		92		16,98	16,98			
108	51,6	13,9	3,00	89		89		18,69	18,69			
117	54,7	14,3	3,00	86	11	75		20,09	17,48			
126	57,6	14,6	3,00	71		71		18,51	18,51			
135	60,4	14,9	3,00	68		68		19,46	19,46			
144	63,2	15,1	3,00	63	31	32		19,83	9,91	0		
153	65,9	15,3	3,00	26		26		8,81	8,81	9		1,2
162	68,5	15,5	3,00	21		21		7,78	7,78	18	7,9	2,9
171	71,1	15,6	3,00	17		17		6,84	6,84	27	15,1	4,7
180	73,6	15,8	3,00	12	12	0		5,26		36	21,5	6,4

FUENTE: Elaboración propia.

TABLA 9. Producciones de corcho estimadas en los sucesivos descorches de la masa procedente de regeneración natural asistida

Año	Pies productores (N/ha)	Pies desbornizados (N/ha)	Pies descorchados (N/ha)	Bornizo (kg/ha)	Reproducción (kg/ha)	TOTAL (kg/ha)
36	249	249		2.317		2.317
45	273	25	248	898	2.894	3.791
54	270		270	413	4.563	4.976
63	183		183	280	3.981	4.260
72	181		181	221	4.897	5.118
81	138		138	169	4.457	4.626
90	135		135	165	5.092	5.257
99	92		92		3.995	3.995
108	89		89		4.425	4.425
117	86		86		4.496	4.496
126	71		71		3.926	3.926
135	68		68		3.946	3.946
144	63		63		3.824	3.824
153	26		26		1.645	1.645
162	21		21		1.382	1.382
171	17		17		1.161	1.161
180	12		12		848	848

FUENTE: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

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*.

DE BENITO, N. (1994): "Ordenación de alcornoques", en MADRIGAL, A. (1994), *Ordenación de montes arbolados*, Madrid, ICONA, pp. 267-284.

JUNTA DE ANDALUCÍA (1989): *Plan Forestal Andaluz*, Sevilla, Consejería de Agricultura y Pesca, Instituto Andaluz de Reforma Agraria y Agencia de Medio Ambiente.

MADRIGAL, A. (1994): *Ordenación de montes arbolados*, Madrid, ICONA.

MONTERO, G. (1987): *Modelos para cuantificar la producción de corcho en alcornoques (*Quercus suber* L.), en función de la calidad de estación y de los tratamientos selvícolas*, Madrid, Universidad Politécnica de Madrid, (Tesis doctoral).

MONTERO, G.; CAÑELLAS I. (2003): *El alcornoque: manual de reforestación y cultivo*, Madrid, Mundi-Prensa.

MONTERO, G.; GRAU J. M. (1986): "El coeficiente y la intensidad de descorte. Ventajas e inconvenientes de su aplicación", *I Congreso Florestal Nacional de Portugal*, Lisboa.

MONTERO, G.; SANMIGUEL A.; ALÍAR. (1991): "Estructura y producción de los alcornoques (*Quercus suber* L.) del sur de España", *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*, 0, pp. 69-74.

- 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.
- PULIDO, F. J.; CAMPOS P.; MONTERO G. (eds.) (2003): *La gestión forestal de las dehesas*, Badajoz, Junta de Extremadura.
- SÁNCHEZ, M.; TOMÉ M.; MONTERO G. (2003): *Modelling height and diameter growth of dominant cork oak trees in Spain*, (Inédito).
- 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

