



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

Estado y potencialidad en la producción de corcho. Aplicación del inventario forestal nacional

MORENO-FERNÁNDEZ, D.², CAÑELLAS, I.¹, ADAME, P.¹, SANTIAGO, R.³, HERNANDEZ, L.¹, JURADO, M.D.⁴, LERNER, L.⁴, ROBLA, E.⁵, SANDOVAL, V.⁵ ALBERDI, I.¹ Y SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.¹

¹ Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA, CSIC). Centro de Investigación Forestal (CIFOR).

² Universidad de Alcalá, Grupo de Ecología y Restauración Forestal (FORECO), Departamento de Ciencias de la Vida.

³ ICMC-CICYTEX.

⁴ TRAGSATEC.

⁵ Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO).

Resumen

Los productos forestales no maderables, en los que se incluye el corcho, son de gran importancia para el desarrollo rural como potenciales generadores de empleo y otros bienes y servicios. Al igual que en otros países europeos, la información existente sobre la producción de corcho en España es escasa.

Con el objetivo de obtener datos nacionales y robustos de la potencialidad y del estado actual de la producción de corcho en cantidad y calidad de *Quercus suber* L., se ha establecido un nuevo protocolo de campo específico en las parcelas del Cuarto Inventario Forestal Nacional Español. Esta toma de datos se centra en: i) la densidad del corcho, dato que unido a la superficie descorchada en la parcela proporcionará el volumen de corcho en el momento del inventario, ii) la calidad del corcho mediante la estimación del coeficiente de porosidad y de los defectos presentes en la muestra y iii) el crecimiento anual del corcho, lo que permitiría relacionar el crecimiento de corcho con variables climáticas así como poder analizar el efecto de cambio climático en la producción de corcho.

Como aplicación práctica, se presenta un análisis de los resultados en La Comunidad Autónoma de Extremadura.

Palabras clave

Multifuncionalidad, sostenibilidad, seguimiento, alcornoque.

1. Introducción

Los productos forestales no maderables (PFNM), en los que se incluye el corcho, son de gran importancia para el desarrollo rural como potenciales generadores de empleo y otros bienes y servicios (CALAMA *et al.*, 2010; PALMA *et al.*, 2016; PASALODOS-TATO *et al.*, 2018a y 2018b). El 80% de la producción mundial de corcho se encuentra en Europa, fundamentalmente en España y en Portugal (SIERRA-PÉREZ *et al.*, 2015). A nivel europeo, la producción y la manufactura del corcho generan alrededor de 325 millones de euros, siendo los tapones naturales para las botellas de vino su principal uso (PEREIRA, 2011).

En España, los alcornocales se encuentran fundamentalmente en Andalucía, Extremadura, Cataluña y Castilla La Mancha. España tiene una superficie de 475.000 ha de alcornocales (PEREIRA, 2011), que representan un 25% de la superficie y un 30% de la producción de corcho a nivel mundial. Existen aproximadamente unas 150 empresas que ocupan en total a alrededor de 2000 trabajadores.

Con el fin de optimizar la gestión de los alcornocales, se han desarrollado herramientas de gestión tales como las curvas de calidad de estación (PAULO *et al.*, 2011; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2005), modelos de crecimiento diametral (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2006) o modelos de

producción de corcho (GONZÁLEZ ADRADOS *et al.*, 2000; MONTERO *et al.*, 1996; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2008; TOMÉ, 2004).

Debido al interés económico que juega el corcho en las economías rurales, es importante disponer de estimaciones de la producción de corcho tanto a nivel regional como a nivel nacional. La producción y la calidad del corcho dependen de la porosidad, densidad y espesor del corcho así como del diámetro del árbol bajo el corcho, del número de ramas descorchadas, de la altura de descorche y de las características de los alcornoques que forman el rodal, además de la calidad de estación.

En el segundo ciclo del Inventario Forestal Nacional (1986 – 1996, IFN2) se implantó un primer protocolo de toma de datos de corcho con el objetivo de obtener datos nacionales y robustos de la potencialidad y del estado de la producción de corcho en cantidad y calidad de *Q. suber*. Sin embargo, este protocolo se simplificó en el tercer ciclo del IFN (1997-2007, IFN3). PASALODOS-TATO *et al.* (2018a) trataron de comparar la producción nacional de corcho usando el IFN2 y el IFN3. Sin embargo, debido a que en el IFN3 no se midió el espesor de corcho, la estimación del volumen de corcho fue imposible y la comparación de la producción de corcho entre ambos ciclos se vio truncada.

2. Objetivos

Para tratar de solventar las deficiencias identificadas en el IFN3 que impiden la estimación de la producción de corcho a nivel nacional, se ha establecido un nuevo protocolo de campo específico para desarrollar en las parcelas del cuarto ciclo del IFN (2008 – actualidad, IFN4). En el presente trabajo, se describe el protocolo de toma de datos de corcho en el IFN4 y se presenta el análisis de esta información para la Comunidad Autónoma de Extremadura.

3. Metodología

3.1. Objetivos específicos del protocolo de datos de corcho en el IFN4

El protocolo de toma de datos de corcho aplicado al IFN4 persigue alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Estimar la producción nacional y regional de corcho
- Estimar la calidad del corcho
- Analizar las tendencias de la producción de corcho comparando distintos IFNs
- Estimar el crecimiento anual del corcho
- Realizar las estimaciones de producción de corcho en las distintas tipologías de bosque (dehesas de alcornoque, montes densos, masas mixtas, etc.).

3.2. Toma de datos

El protocolo de toma de datos se divide en dos grandes bloques. En el primero se toman datos en todos los alcornoques en producción de la parcela de IFN mientras que en el segundo se toman datos específicos a cuatro alcornoques por parcela.

A. Datos a tomar en todos los alcornoques en producción

- Calibre de corcho: el calibre se mide con un calibrador de corteza a 1,30 m de altura en dos sentidos opuestos de una misma dirección, que como siempre en el IFN debe ser en la dirección que pasa por el centro de la parcela.
- Longitud descorchada: Se mide de la siguiente forma:
 - En los alcornoques descorchados solo en tronco se mide la altura de descorche en el fuste (Figura 1A).

- En los alcornoques descorchados en tronco y ramas se mide la altura hasta la cruz y la longitud descorchada de todas las ramas descorchadas (Figura 1B).
- Número de ramas descorchadas si las hubiera.

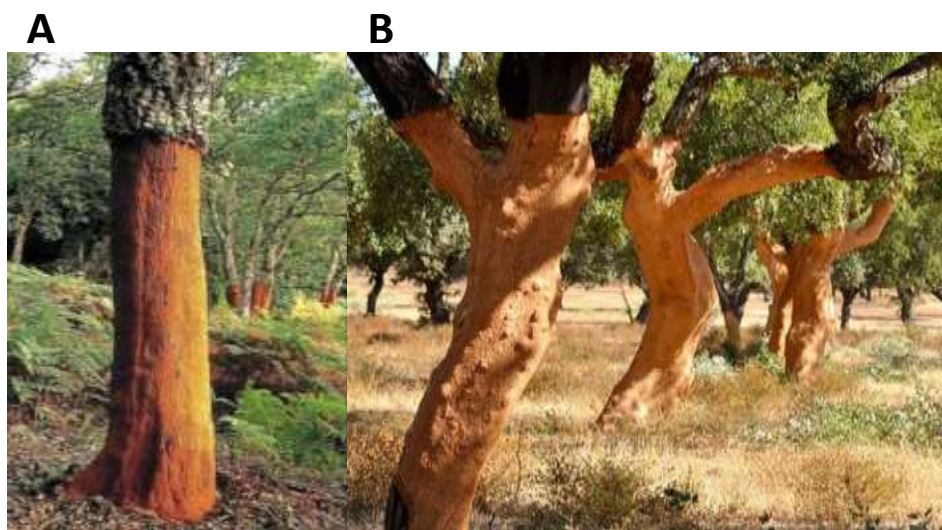


Figura 1. A: Alcornoque descorchado solo en tronco (Fuente: www.elmundo.es). B: Alcornoques descorchados en tronco y rama (Fuente: <http://revistaelconocedor.com>).

B. Datos específicos de cuatro alcornoques por parcela.

Se seleccionan cuatro pies entre los alcornoques que sean inventariados y se encuentren en producción y que además que cumplan las siguientes condiciones:

- Que estén incluidos en estas clases diamétricas: [20-29 cm], [30-39 cm], [40-49 cm], ≥ 50 cm
- Los pies más próximos al centro de la parcela

En cada uno de ellos se toman manualmente muestras cilíndricas de corcho de unos 5 cm de diámetro con una broca hueca a 1,30 m de altura en la cara sur del árbol (Figura 2). La toma de la muestra se hace de manera que quede tangencial a alguna fenda del corcho. En aquellos alcornoques donde se haya ejecutado la operación de rajado se extraerá la muestra de forma tangencial a la raja que quede más al sur. Finalmente, la muestra se extrae y se identifica para su posterior análisis en laboratorio.

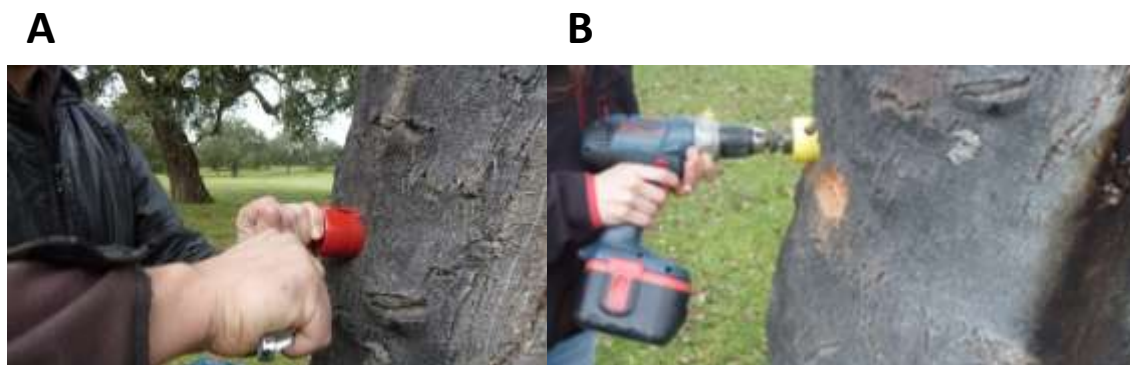


Figura 2. Toma de muestras de corcho manual (A) y mecanizada (B).

En aquellos casos en que el alcornoque presente un color anaranjado o rojizo indicativo de que han pasado pocos años (1-2 años) desde el último descorche, no se toma la muestra de corcho (Figura 3), midiéndose el calibre de la misma forma que en el resto de los árboles y se indica en el

estadillo con un código específico para esta eventualidad. Siempre que el calibre obtenido con el calibrador sea menor o igual de 10 mm no se toma muestra de corcho.



Figura 3. Alcornoque recién descorchado y año del descorche (Fuente: <https://elriotintoyberrocal.wordpress.com>).

Una vez en las instalaciones del Centro de Investigación Forestal del INIA-CSIC, las muestras de corcho son cortadas perpendicularmente al crecimiento del corcho y el corte transversal es lijado para tener una visión lo más nítida posible de los anillos de crecimiento. Cada muestra de corcho es pesada y escaneada junto con una referencia de su tamaño y el código de la misma. Seguidamente y para poder determinar la densidad de la muestra de corcho, se calcula el volumen de la misma mediante aplicación del Principio de Arquímedes, utilizando para ello una báscula de precisión y un recipiente con agua. La densidad es calculada dividiendo el peso de la muestra entre su volumen. A continuación, la imagen del corte transversal de la muestra se utiliza para tomar tres medidas del calibre de la muestra en tres puntos de la misma y se determina el coeficiente de porosidad como porcentaje del área total de la muestra ocupada por canales lenticulares mediante un software de análisis de imágenes, el Stream Essentials de Olympus. Por último, se cuenta el número de anillos de crecimiento visibles en la muestra.

3.3. Aplicación del protocolo a Extremadura

Este protocolo se ha aplicado en la implantación del cuarto IFN en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Esta Comunidad tiene una extensión forestal de 2.872.451 ha, de las que el 69% aproximadamente es arbolado. Se muestrearon, entre Junio de 2016 y Junio de 2017 en el marco del Cuarto Inventario Forestal Nacional, un total de 3002 parcelas. De estas parcelas, se registró presencia de alcornoque en 856 parcelas, siendo el alcornoque la especie dominante en 282.

Se han obtenido 480 muestras de corcho de 206 parcelas con pies en producción. Para estimar el peso de corcho se ha calculado el volumen de corcho de cada árbol utilizando la ecuación (1) y el resultado se ha multiplicado por la densidad de corcho. Se ha supuesto que en cada parcela los alcornoques de los cuales no se extrajeron muestras de corcho tenían un valor de densidad de corcho igual al valor de densidad media de las muestras tomadas en cada parcela.

$$V_{\text{corcho}} = HD \cdot c \cdot \text{cap} \quad (1)$$

$$P_{\text{corcho}} = \text{densidad media} * V_{\text{corcho}} \quad (2)$$

donde V_{corcho} es el volumen de corcho (m^3), HD es la altura de descorche (m), c es el calibre (m) y cap es la circunferencia del árbol a la altura del pecho (m), P_{corcho} es el peso de corcho por árbol (kg) y la densidad media es la densidad media del corcho de la parcela en función de los 1-4 árboles muestreados (kg/m^3).

Para evaluar la calidad del corcho disponible en Extremadura se han analizado las variables de porosidad, calibre y número de anillos obtenidas en las calas de corcho.

4. Resultados

A partir de los datos obtenidos en la aplicación del protocolo explicado anteriormente, se ha estimado que, en el momento del inventario, el peso de corcho de segundero o de reproducción (Figura 4) disponible en los alcornoques de Extremadura es de 93.150 toneladas que se encuentran en distintos momentos del ciclo productivo. Además, se observa una relación positiva del peso de corcho y de la clase diamétrica de los árboles.

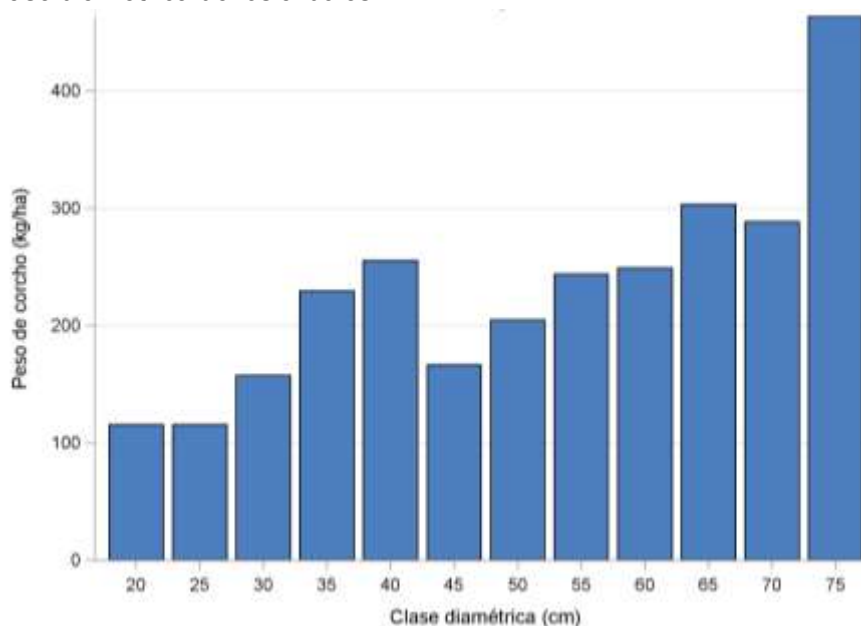


Figura 4. Peso del corcho por clase diamétrica.

La porosidad de las calas sigue una distribución con asimetría positiva en la que la moda se sitúa en la clase de porosidad 7,5 % y en la que la mayoría de las calas analizadas tiene valores de porosidad menores de 15% (Figura 5).

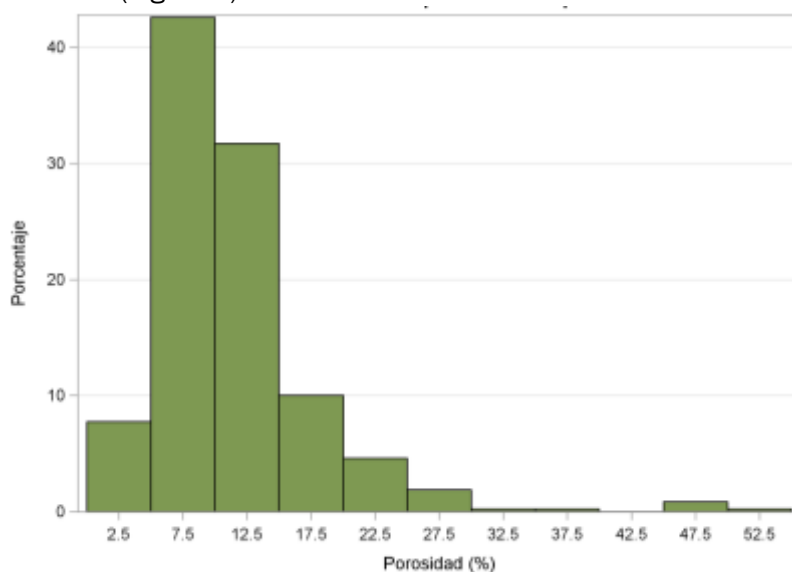


Figura 5. Distribución de calas por valores de porosidad.

El número de anillos de las calas muestreadas sigue una distribución similar a la de la porosidad de las calas, es decir, presenta asimetría positiva. En este caso, la moda se sitúa en seis anillos por cala mientras que el 73 % de ellas tienen menos de 9 años, lo que quiere decir que la mayor parte de las parcelas en las que se recogieron dichas calas no han llegado a turno (Figura 6).

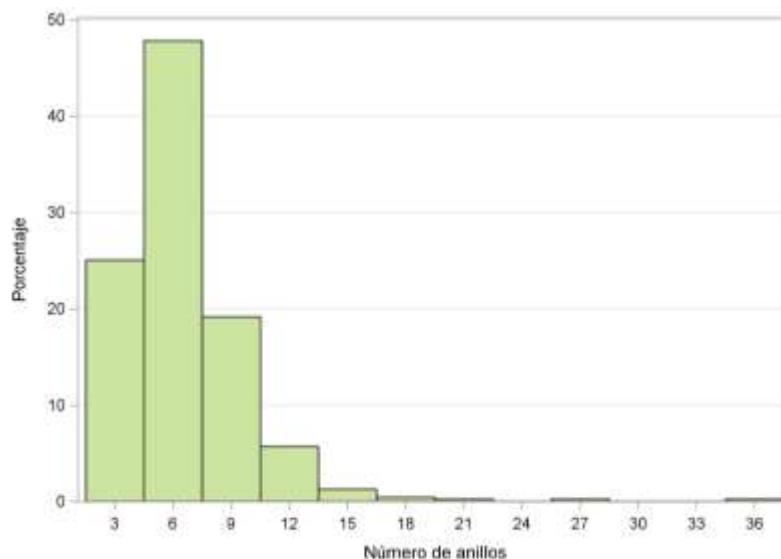


Figura 6. Distribución de calas por número de anillos.

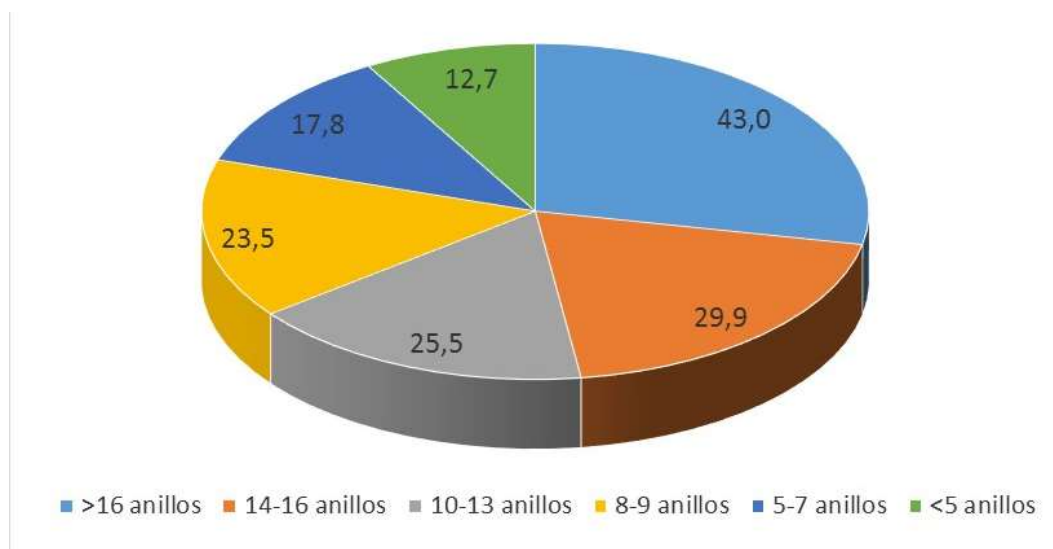


Figura 7. Valores medios de calibre de corcho (mm) de las calas recogidas en función del número de anillos.

En cuanto al calibre de corcho, hay que tener en cuenta que esta variable sólo tiene sentido analizarla en función del número de anillos de corcho, para saber si el corcho de reproducción que ya se puede extraer (considerando extraíble aquel corcho que tiene 9 años o más para Extremadura) es o no taponable. En la Figura 7 se muestra el valor medio de calibre que tienen las calas de corcho en función del número de anillos que presentaban. Alrededor del 80 % de las calas no han alcanzado el calibre mínimo de corcho para su uso en la industria del tapón (27 mm) (Figura 8).

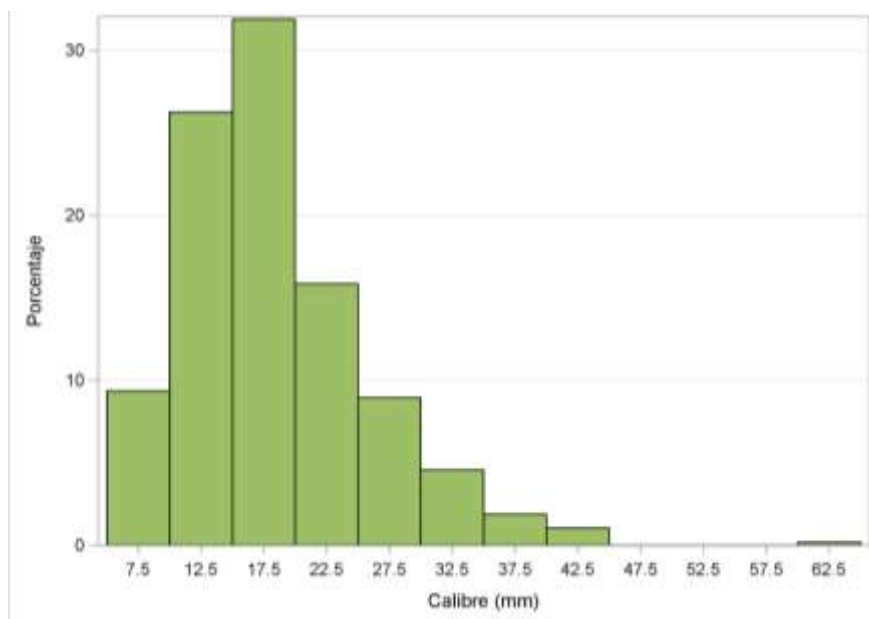


Figura 8. Distribución de calas por valores de calibre.

Desde un punto de vista espacial, ni la densidad del corcho ni el calibre anual parecen seguir tendencias claras en Extremadura (Figura 9A y 9B, respectivamente). En los alrededores de la Sierra de San Pedro (zonas limítrofes entre Cáceres y Badajoz), tiende a concentrarse parcelas con menores calibres anuales.

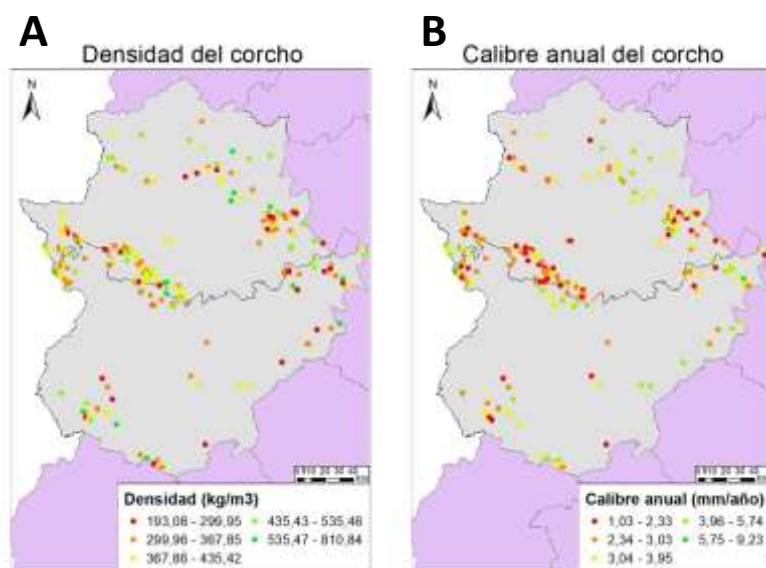


Figura 9. Localización y clasificación de las parcelas del IFN4 según la densidad (A) y el calibre anual del corcho (B).

5. Discusión

El protocolo descrito en este trabajo e implementado en la toma de datos del IFN4 permite solventar las deficiencias identificadas en el IFN3 que impiden la estimación de la producción de corcho a nivel nacional (PASALODOS-TATO *et al.* 2018a). Para ello, se ha incorporado la medición de la espesura del corcho. De esta forma, próximos estudios podrán analizar patrones temporales en la

producción de corcho comparando las bases de datos del IFN2 con las del IFN4. Además, la variable “porosidad” permite identificar si hay regiones geográficas con mayor o menor calidad de corcho.

Los resultados de este trabajo muestran gran variación entre el peso del corcho según clases diamétricas en Extremadura. La variación entre el peso del corcho también se mantiene cuando se analiza la producción nacional. PASALODOS-TATO *et al.* (2018a) señalan que la media y la desviación típica del peso del corcho en las parcelas del IFN2 presentan valores similares, superiores a 800 kg/ha.

El hecho de que el 73 % de las calas tengan menos de 9 años indica que la producción de corcho en Extremadura es sostenible en el tiempo. Además, se ha encontrado que la mayoría de las calas tiene una porosidad inferior al 15 %, por lo que en términos de porosidad el corcho muestreado tiene una buena calidad indicando la posibilidad de que fuera apto para la fabricación de tapones de corcho natural.

Se asume que para que una plancha de corcho pueda destinarse a la fabricación de tapones naturales (de una pieza) debe tener como mínimo 27 mm. Considerando este valor como punto de corte, nuestros resultados muestran que, en el momento del inventario, se puede emplear menos del 20 % del corcho de los alcornoques extremeños para la producción de tapones. Sin embargo, con el fin de optimizar la producción de corcho, tanto el diámetro del tapón como el del cuello de la botella se pueden reducir sin pérdidas en la calidad del embotellamiento (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.* 2020). Esto supondría la puesta en producción de un mayor número de alcornoques.

En el caso de la edad del corcho muestreado es importante añadir que las calas obtenidas son mayores de 3 años aproximadamente ya que no se toman muestras en alcornoques donde el espesor del corcho obtenido con calibrador es menor de 10 mm (ver Figura 6). Estos resultados también deben considerarse en el análisis conjunto del calibre y el número de anillos obtenidos en las calas de corcho.

Al comprar los datos de la densidad del corcho con la calidad de estación definida por AGUIRRE *et al.* (2021), se puede observar que estas dos variables no están relacionadas y que la calidad del corcho expresada tanto por su densidad como por su calibre anual queda definida principalmente por aspectos genéticos del individuo.

Nuestros resultados muestran que la ausencia de un patrón espacial claro tanto en la densidad de corcho como en el calibre anual. Hasta la fecha no se tiene constancia de ningún trabajo que haya evaluado la estructura espacial de la producción de corcho. Sin embargo, SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.* (2021) cuantificaron la variación entre árboles, entre rodales y entre regiones concluyendo que la varianza asociada al árbol es mayor que la asociada al rodal y a la región. Esto, junto al hecho de que los valores que se han presentado en este trabajo estén agregados a nivel de parcela, explica la ausencia de patrones espaciales claros.

6. Conclusiones

El nuevo protocolo de toma de datos de corcho implementado en el IFN4 soluciona las carencias detectadas en el protocolo del IFN3 y se ha mostrado como una potente herramienta capaz de proporcionar información robusta y relevante para gestores y políticos forestales.

La mayoría del corcho de los alcornoques extremeños muestreados presenta buena calidad en términos de porosidad (inferior al 15 %) lo cual indica que podría obtenerse corcho apto para la fabricación de tapones de corcho natural, el producto con mayor valor añadido. Además, la mayoría de los pies muestreados no han llegado a turno, lo que asegura una producción sostenible en los próximos años.

7. Agradecimientos

Los autores de este artículo quieren mostrar su agradecimiento a los equipos de campo de Tragsatec y la Encomienda de gestión EG17-042 "Soporte científico a la generación de información Forestal" del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

8. Bibliografía

AGUIRRE A, MORENO-FERNÁNDEZ D; ALBERDI I, HERNÁNDEZ L, ADAME P, CAÑELLAS I, MONTES F 2022. Mapping forest site quality at national level. *For. Ecol. Manage.* 508. 120043.

CALAMA, R.; TOME, M.; SANCHEZ-GONZALEZ, M.; MIINA, J.; SPANOS, K.; PALAHI, M.; 2010. Modelling non-wood forest products in Europe: a review. *For. Syst.* 19, 69–85.

GONZÁLEZ ADRADOS, J.; GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, F.; CALVO HARO, R.; 2000. La predicción del calibre del corcho al final del turno y su aplicación al muestreo de la producción. *Investig. Agrar. Sist. y Recur. For.* 9, 363–374.

MONTERO, G.; TORRES, E.; CAÑELLAS, I.; ORTEGA, C.; 1996. Modelos para la estimación de la producción de corcho en alcornocales. *Investig. Agrar. Sist. y Recur. For.* 5, 97–127.

PALMA, A.; PEREIRA, J.M.; SOARES, P.; 2016. Resin tapping activity as a contribution to the management of maritime pine forest. *For. Syst.* 25. eSC11

PASALODOS-TATO, M; ALBERDI, I.; CAÑELLAS, I.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; 2018a. Towards assessment of cork production through National Forest Inventories. *For. An Int. J. For. Res.* 91, 110–120.

PASALODOS-TATO, M; PUKKALA, T.; CAÑELLAS, I.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; 2018b. Optimizing the debarking and cutting schedule of cork oak stands. *Ann. For. Sci.* 75, 1–11.

PAULO, J.A.; TOMÉ, J.; TOMÉ, M.; 2011. Nonlinear fixed and random generalized height–diameter models for Portuguese cork oak stands. *Ann. For. Sci.* 68, 295–309.

PEREIRA, H.; 2011. Cork: Biology, Production and Uses. Elsevier. 346 pp

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; CAÑELLAS, I.; MONTERO, G.; 2008. Base-age invariant cork growth model for Spanish cork oak (*Quercus suber* L.) forests. *Eur. J. For. Res.* 127, 173–182.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; DEL RÍO, M.; CAÑELLAS, I.; MONTERO, G.; 2006. Distance independent tree diameter growth model for cork oak stands. *For. Ecol. Manage.* 225, 262–270.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M.; TOMÉ, M.; MONTERO, G.; 2005. Modelling height and diameter growth of dominant cork oak trees in Spain. *Ann. For. Sci.* 62, 633–643.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, F; PRADES, C.; 2020. Optimum cork

stopper diameter for a proper wine sealing performance when modifying bottleneck diameter: a first approach. *For. Sys.* 29, esC02.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, M; SÁNCHEZ, MF; PRADES, C.; 2021. Fitting and calibrating a three-level mixed effects cork growth model. *For. Ecol. Manage.* 497, 119510.

SIERRA-PÉREZ, J.; BOSCHMONART-RIVES, J.; GABARRELL, X.; 2015. Production and trade analysis in the Iberian cork sector: Economic characterization of a forest industry. *Resour. Conserv. Recycl.* 98, 55–66.

TOMÉ, M.; 2004. Modelo de crescimento e produção para a gestão do montado de sobro em Portugal. Publicações GIMREF RFP 1/2004. Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Agronomia. Centro de Estudos Florestais. Lisboa, Lisboa.