



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



## Análisis de corcho de un rodal de regadío – calibre, porosidad y densidad

**POEIRAS, A. P.<sup>1</sup>, SUROVÝ, P.<sup>2</sup>, SILVA, M E.<sup>3</sup>, GÜNTHER, B.<sup>4</sup>, VOGEL, C.<sup>4</sup>, CAMILO-ALVES, C.<sup>1</sup>, RIBEIRO, N.A.<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Évora, Instituto Mediterráneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento (MED), Polo da Mitra, Apartado 94, 7006-554 Évora, Portugal.

<sup>2</sup> Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Forest and Wood Science, Department of Forest Management, Kamýchá 129, 16500 Praha 6, Suchdol, Czech Republic.

<sup>3</sup> Universidad de Trás-os-Montes y Alto Douro, Departamento de Ciencias Forestales e Arquitectura Paisajista. Quinta de Prados, 5001-801 Vila Real, Portugal.

<sup>4</sup> Chair of Soil Resources and Land Use, Institute of Soil Science and Site Ecology, Technische Universität Dresden, Pienner Str. 19, 01737 Tharandt, Germany.

<sup>5</sup> Universidad de Évora, Instituto de Ciencias da Terra (ICT) & Departamento de Fitotecnia, Escola de Ciencias e Tecnologías, Pólo da Mitra, Apartado 94, 7006-554 Évora, Portugal.

### Resumen

El corcho extraído del alcornoque (*Quercus suber* L.) presenta unas características y propiedades únicas que lo convierten en uno de los productos forestales no madereros más importantes del sistema mediterráneo. Sin embargo, el sector del alcornoque puede estar en peligro debido a las presiones climáticas y económicas sobre los alcornocales, que afectan tanto a la cantidad como a la calidad tecnológica del corcho. La aplicación de riego en algunas zonas marginales podría ayudar en esta carencia, contribuyendo a una mayor productividad del rodal. Así, se realizan estudios sobre las características del corcho de reproducción en un rodal específico de regadío, en lo que se refiere a sus características de tamaño, densidad y porosidad. Las muestras se compararon con otras de un rodal tradicional de secano. El riego demostró ser un factor positivo para el crecimiento del corcho. Tanto el ancho del anillo como el coeficiente de porosidad demostraron ser estadísticamente significativos con respecto al riego, a diferencia de la densidad.

### Palabras clave

*Quercus suber* L., gestión forestal, características del corcho.

### 1. Introducción

Portugal representa el 49.6% de la producción mundial anual de corcho, pero según el Inventario Nacional de Bosques, entre 2005 y 2015 se perdieron 11,300 ha de alcornoque (ICNF 2015). La pérdida de bosques pone en peligro la producción de corcho y afecta tanto a la calidad como a la cantidad. Las condiciones climáticas más severas, la intensificación y/o mecanización agro pastoral, las plagas y enfermedades han contribuido para el declive forestal (Ribeiro et al. 2004, 2006, 2010; Pinheiro et al. 2008; Camilo Alves et al. 2013, 2017; Oliveira et al. 2016; Pinto Correia et al. 2018).

El crecimiento de los anillos de corcho es influenciado por la distribución anual de la precipitación, menor durante los períodos de sequía (Caritat et al. 1996, 2000; Schmidt et al. 2009; Vaz et al. 2011; Oliveira et al. 2016; Leite et al. 2019).

En el presente estudio determinamos la contribución del riego a la producción de corcho. El corcho, o fellema, se define como el grupo de células pertenecientes al tejido peridérmico, derivado del felógeno traumático (Natividade 1950, Pereira 2007, 2015). Entre otros, existen tres parámetros importantes de calidad - crecimiento, porosidad y densidad, cuyas características van a influir en los productos de corcho obtenidos. La porosidad es definida por el volumen que ocupan los canales lenticulares que crecen desde la médula hasta la corteza tanto en dirección radial como transversal y se expresa mediante el coeficiente de porosidad, cuyos valores establecen límites para la industria del tapón de corcho. La densidad, que también determina los diferentes usos del corcho

(Pereira et al. 1996), puede ser influenciada por factores como la presencia de canales lenticulares, arrugas de la pared celular, geometría y dimensión de células de otoño y primavera (Anjos et al. 2008; Fortes et al. 2004; Pereira 2015). Las muestras fueron analizadas en bruto, para conocer el efecto real del riego en la formación fisiológica y en la estructura del corcho.

## 2. Objetivos

El objetivo de este estudio es caracterizar el corcho de alcornoques de regadío, en lo que se refiere a calibre, porosidad y densidad, comparando las muestras con las de una parcela tradicional de secano, mostrando ambos grupos un marcado grado de variabilidad. El crecimiento del corcho se caracterizó de acuerdo con el mismo parámetro de crecimiento: anillos de corcho iniciales. El presente estudio es parte de un proyecto en curso y proporcionará la base para la caracterización adicional del corcho de alcornoques bajo diferentes regímenes hídricos. Este texto es parte de Poeiras et al, 2021 en lo que se refiere a la macro caracterización.

## 3. Metodología

### 3.1 Muestras

Las muestras provienen de corcho de reproducción, de dos parcelas de estudio con tratamientos diferentes en cuanto a agua suministrada. Fueron recogidas 12 muestras de cada una, del descorche de 2017. Las muestras de la parcela de regadío tienen 5 anillos completos y un período de crecimiento completo de seis años. Las muestras de la parcela tradicional de secano tienen 8 anillos completos durante un período de crecimiento de nueve años.

### 3.2 Densidad y Crecimiento

La densidad y crecimiento de las muestras se analizaron con tecnología de rayos X utilizando un microdensitómetro QTRS-01X (Quintek Measurement Systems Inc., Knoxville, TN, EE. UU.). Fue tomada una sección transversal por muestra con 3 cm de longitud máxima y 1,5 cm de espesor por medio de una máquina cortadora (ABO con cuchilla incorporada de 220 mm y afilador, Oggiona VA, Italia).

### 3.3 Porosidad

Las muestras se cortaron a lo largo de los planos tangencial y transversal y se pulieron antes del análisis. Las imágenes digitales se obtuvieron con una cámara AVT Marlin F-145C2, Stadtroda, Alemania. El software Image Pro-Plus 6.2 (Media Cybernetics, Bethesda, EE. UU.) fue utilizado para medir las áreas y el número de poros de los dos planos, y se calcularon los coeficientes de porosidad. Para cada muestra fueron medidos dos regiones de interés, con un total de 24 por parcela.

## 4. Resultados

### 4.1 Densidad y crecimiento

Los valores encontrados en el análisis están representados en la tabla 1. Los valores de la longitud y de la densidad del anillo se aplicaron a los mismos 5 anillos iniciales de formación del corcho, lo que representa de 2012 a 2016 en la parcela irrigada y de 2009 a 2013 en la parcela sin riego. El análisis estadístico se encuentra representado en la tabla 2, donde la fuente “tratamiento” demuestra tener gran influencia en el espesor del anillo, en contraste con la densidad.

Tabla 1. Media± Desviación estándar para la caracterización macroscópica del espesor del corcho, el ancho del anillo, la densidad total y la densidad del anillo de las muestras de corcho por tipo de tratamiento.

| Tratamiento                   | Espesor (mm) | Espesor del anillo (mm) | Densidad total (g.cm <sup>-3</sup> ) | Densidad del anillo (g.cm <sup>-3</sup> ) |
|-------------------------------|--------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| Parcela irrigada              | 25.83 ± 3.74 | 5.17 ± 1.49             | 0.149 ± 0.028                        | 0.149 ± 0.041                             |
| Parcela tradicional de secano | 21.33 ± 5.48 | 3.08 ± 1.44             | 0.167 ± 0.068                        | 0.167 ± 0.097                             |

Tabla 2. Análisis de varianza según tratamiento (T) de diferentes árboles (Tr) y anillos de corcho (R), para densidad y ancho de anillo.

| Fuente                   | DF | Espesor del anillo |         | Densidad |         |
|--------------------------|----|--------------------|---------|----------|---------|
|                          |    | F                  | Valor p | F        | Valor p |
| Tratamiento (T)          | 1  | 39.23 ***          | <.0001  | 0.56 ns  | 0.0534  |
| Árbol/Tratamiento (Tr/T) | 22 | 2.38 **            | 0.0023  | 6.88 *** | <.0001  |
| Anillo de corcho (R)     | 4  | 5.70 ***           | 0.0004  | 2.91 *** | 0.0258  |
| R x T                    | 4  | 4.18 **            | 0.0038  | 1.38 ns  | 0.2469  |
| Residuo (R x Tr/T)       | 88 |                    | <.0001  |          | <.0001  |

#### 4.2 Porosidad

Los valores referentes a coeficiente de porosidad, número de poros y área de poro individual para los planos tangencial y transversal están representados en la tabla 3. El corcho de la parcela de regadío mostró valores superiores, excepto en relación al número de poros en el plano tangencial. La fuente “tratamiento” mostró ser estadísticamente significativa (p<.0001; Tabla 4).

Tabla 3. Media± Desviación estándar en relación al Coeficiente de porosidad, Número de poros y Área de poro individual en los planos tangencial y transversal.

| Tratamiento                   | Coeficiente de porosidad (%) |             | Número de poros |               | Área de poro individual (mm <sup>2</sup> ) |               |
|-------------------------------|------------------------------|-------------|-----------------|---------------|--|---------------|
|                               | Tangencial                   | Transversal | Tangencial      | Transversal   | Tangencial                                 | Transversal   |
| Parcela Irrigada              | 13 ± 3.4                     | 14 ± 4      | 385.50 ± 144.73 | 43.58 ± 9.18  | 1.448 ± 0.036                              | 6.635 ± 0.311 |
| Parcela tradicional de secano | 10 ± 3.5                     | 9 ± 3       | 421.67 ± 110.85 | 30.71 ± 12.95 | 0.785 ± 0.033                              | 4.284 ± 0.311 |

Tabla 4. Análisis de varianza según tratamiento (T) de diferentes árboles (Tr) para el coeficiente de porosidad en los planos tangencial y transversal.

| Fuente                   | DF | Coeficiente de porosidad |        |             |        |
|--------------------------|----|--------------------------|--------|-------------|--------|
|                          |    | Tangencial               |        | Transversal |        |
| Tratamiento (T)          | 1  | 5.32 *                   | <.0001 | 20.28 ***   | <.0001 |
| Árbol/Tratamiento (Tr/T) | 22 | 7.25 ***                 | <.0001 | 1.63 ns     | 0.1241 |

|         |    |  |        |  |       |
|---------|----|--|--------|--|-------|
| Residuo | 24 |  | <.0001 |  | 0.005 |
|---------|----|--|--------|--|-------|

## 5. Discusión

El espesor del anillo de  $3.08 \pm 1.44$  mm en el corcho de la parcela tradicional de secano se encuentra de acuerdo con los valores de Pereira (2007) en muestras a lo largo de Portugal (3.5 mm), aunque hay que tener en cuenta que se trata de corcho hervido, en oposición a este artículo, donde el corcho está en bruto. Se espera un aumento de espesor después de la ebullición. Una vez que los episodios de sequía son responsables de la disminución del crecimiento de los anillos (Costa et al. 2016) se puede afirmar que el modelo de riego silvícola implementado contribuye al aumento del ancho de los anillos de corcho. La menor densidad encontrada en el corcho de la parcela irrigada puede estar asociado con las paredes celulares más delgadas del corcho (Poeiras et al. 2021). A pesar de eso, los valores encontrados concuerdan con la literatura: Natividade (1934) demostró valores de 0.120 a 0.200 g.cm<sup>-3</sup>. El corcho de la parcela irrigada mostró valores de porosidad más altos en ambos planos con respecto al corcho de la parcela de secano tradicional, lo que, según Natividade (1934) deriva de las condiciones favorables de crecimiento, que proporciona un crecimiento más rápido del corcho, lo que contribuye a la deformación de los canales lenticulares. Con el análisis estadístico se puede observar que la porosidad en el plano tangencial puede estar influenciada en mayor medida por factores de variabilidad genética (Tr/T con  $p <.0001$ ) mientras que en el plano transversal los factores ambientales, como el riego, siempre son determinantes (T con  $p <.0001$ ).

## 6. Conclusiones

Los hallazgos de este estudio demuestran el gran impacto que tuvo el riego en la mayoría de las características analizadas. El corcho de la parcela irrigada presentó un mayor espesor durante un período de duración más corto que el de la parcela de secano tradicional, durante un período de formación regular. El riego demostró ser un factor positivo para el crecimiento del corcho, lo que llevó a un aumento de la producción de corcho en un sitio específico y en condiciones específicas. Este documento es parte de Poeiras et al, 2021 – *Cork influenced by a specific water regime – macro and microstructure characterization: the first approach*, correspondiendo a caracterización macro.

## 7. Agradecimientos

Agradecimientos al Ing. Almeida Garrett (Casa Agrícola da Herdade do Conqueiro, S.A.) por la oportunidad de realizar este estudio y por el apoyo brindado; agradecimientos al Dr. Francisco Carvalho y Amorim Florestal, S.A. por el apoyo brindado; agradecemos al IPMA – Instituto Portugués del Mar y la Atmósfera, I.P., por los datos de precipitación y temperatura proporcionados.

- Medida 4.1—Cooperación para la innovación/ProDeR 52131 y 52132 por PDR2020-101-FEADER-031427 “GO-RegaCork”; - Beca de Máster por parte de Prodehesa Montado Project—Referencia 0276\_PRODEHESA\_MONTADO\_6; - Fondos Nacionales de FCT—Fundación Portuguesa para la Ciencia y Tecnología - proyecto UIDB/04033/2020.

## 8. Bibliografía

ANJOS, O.; PEREIRA, H.; ROSA, M.E.; 2008. Effect of quality, porosity and density on the compression properties of cork. Holz Roh - Werkst, 66(4), 295–301.

CAMILO-ALVES, C.; CLARA, M.I.E.; RIBEIRO, N.A.; 2013. Decline of Mediterranean oak trees and its association with *Phytophthora cinnamomi*: A review. In European Journal of Forest Research.

CAMILO-ALVES, C.; VAZ, M.; CLARA, I.; Almeida Ribeiro N.; 2017. Chronic cork oak decline and water status: new insights. *New Forests* 48(6):753–772.

CARITAT, A., MOLINAS M., GUTIÉRREZ E.; 1996. Annual cork-ring width variability of *Quercus suber* L. in relation to temperature and precipitation (Extremadura, southwestern Spain. *For. Ecol. Manage.*, 86 (1-3).

CARITAT, A., GUTIÉRREZ Eutiérrez, E. & Molinas, M.; 2000. Influence of weather on cork-ring width. *Tree Physiol.* 20, 893–900.

FORTES, M.; ROSA, M.; PEREIRA, H.; 2004. A Cortiça. IST Press, Lisboa.

ICNF; 2015. Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas. Inventário Florestal Natural:

[http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/doc/ifn/ifn6/IFN6\\_Relatorio\\_completo-2019-11-28.pdf](http://www2.icnf.pt/portal/florestas/ifn/resource/doc/ifn/ifn6/IFN6_Relatorio_completo-2019-11-28.pdf)

LEITE, C.; OLIVEIRA, V.; LAUW, A.; PEREIRA, H.; 2019. Cork rings suggest how to manage *Quercus suber* to mitigate the effects of climate changes. *Agricultural and Forest Meteorology*, 266–267(November 2018), 12–19.

NATIVIDADE, J.V.; 1934. Cortiças – Contribuição para o estudo do melhoramento da qualidade. Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas. Volume I. Lisboa.

NATIVIDADE, J.V.; 1950. Subericultura. DGFSA, Lisboa.

OLIVEIRA, V.; LAUW, A.; PEREIRA, H.; 2016. Sensitivity of cork growth to drought events: insights from a 24-year chronology. *Climatic Change*, 137(1-2), 261–274.

PEREIRA, H.; LOPES, F.; GRAÇA, J.; 1996. The evaluation of the quality of cork planks by image analysis. In *Holzforschung*.

PEREIRA, H.; 2007. The formation and growth of cork. *Cork*, 7–31.

PEREIRA, H.; 2015. The rationale behind cork properties: A review of structure and chemistry. *BioResources*.

PINHEIRO, A.C.; RIBEIRO, N.A.; SUROVÝ, P.; FERREIRA, A.G.; 2008. Economic implications of different cork oak forest management systems. *International Journal of Sustainable Society*. 1(2): 149-157.

PINTO-CORREIA, T.; GUIOMAR, N.; FERRAZ-DE-OLIVEIRA, M.I.; et al.; 2018. Progress in Identifying High Nature Value Montados: Impacts of Grazing on Hardwood Rangeland Biodiversity. *Rangeland Ecology and Management*, 71(5), 612–625.

POEIRAS, A.; SILVA, M.; GÜNTHER, B.; VOGEL, C.; SUROVÝ, P.; RIBEIRO, N.; 2021. Cork influenced by a specific water regime – macro and microstructure characterization: the first approach. *Wood Science and Technology*, 55:1653–1672.

RIBEIRO, N.A.; DIAS, S.; SUROVÝ, P.; GONÇALVES, A.C.; FERREIRA, A.G.; OLIVEIRA, A.C.; 2004. The importance of crown cover on the sustainability of cork oak stands. A simulation approach. *Advances In Geoecology* 37: 275-286.

RIBEIRO, N.A.; DIAS, S.; SUROVÝ, P.; OLIVEIRA, A.C.; 2006. Modeling Cork Oak Production in Portugal. Hasenauer, H. (ed.). *Tree Growth Models for Forest Management in Europe*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 285-313.

RIBEIRO, N.A.; SUROVÝ P.; PINHEIRO, A.C.; 2010. Adaptive management on sustainability of cork Oak Woodlands. In *Decision Support Systems in Agriculture, Food and the Environment: Trends, Applications and Advances*.

SCHMIDT, M.W.T.; SCHREIBER, D.; CORREIA, A.; RIBEIRO, N.; OTIENO, D.; TENHUNEN, J.; PEREIRA, J.S.; 2009. Sap Flow in Cork Oak Trees at Two Contrasting Sites in Portugal. *Acta Horticulturae*, 846: 345-352.

VAZ, M.; MAROCO, J.; RIBEIRO, N.; GAZARINI, L.C.; PEREIRA, J.S.; CHAVES, M.M.; 2011. Leaf-level responses to light in two co-occurring *Quercus* (*Quercus ilex* and *Quercus suber*): leaf structure, chemical composition and photosynthesis. *Agroforest Syst* 82:173–181.