

Influencia del riego deficitario en la fisiología y la productividad del cv. Negrinha de Freixo (*Olea europaea* L.) destinado a aceituna de mesa.

David Barreales^{1,2,*}, Susana Capitão³, Ângela Monteiro³, Anabela Fernandes-Silva⁴, António Castro Ribeiro¹

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança, Campus Sta Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

² Dpto. Ingeniería y Ciencias Agrarias, Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria, Universidad de León, Avenida de Portugal, 41, 24071, León, España.

³ Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Sta Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal.

⁴ Centro de Investigação e Tecnologias Agroambientais e Biológicas (CITAB), Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal.

* davidsantos@ipb.pt

RESUMEN

El Cv. Negrinha de Freixo se cultiva en la región de Tras-os-Montes, NE de Portugal. Aunque es utilizada para aceite, sus cualidades son óptimas para aceituna de mesa, lo que le ha ayudado a conseguir una DOP. Originalmente, su cultivo ha sido en secano, pero en la actualidad el riego se está imponiendo mayoritariamente, dado que el cambio climático está afectando de forma muy negativa a su rentabilidad en secano. Como el agua disponible para riego es muy limitada, el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta fisiológica y la productividad de este cultivar en dos regímenes hídricos, establecidos a través de la evapotranspiración del cultivo (ETc): Riego Total (RT) (100%ETc); Riego Deficitario (RD) (60%ETc) y un control en Secano (S). El experimento tuvo lugar durante dos años (2019-2020) en una parcela (lat. 41° 21' N; long. 7° 02' W; alt. 250m) con olivos de 30 años de edad, con marco de plantación de 5 x 6m y riego por goteo. El riego comenzó en junio y finalizó en septiembre. A lo largo de estos meses se realizaron mediciones fisiológicas (potencial hídrico, intercambio gaseoso) y en el mes de octubre se realizó la recolección, registrando la producción individual de 6 árboles de cada tratamiento. Los resultados indicaron una mejora significativa en la actividad fotosintética y en los parámetros de productividad de los tratamientos con riego. El riego deficitario puede ser una de las mejores estrategias para mejorar la rentabilidad del olivo para aceituna de mesa y limitar el consumo del agua de riego.

Palabras clave: *riego deficitario sostenido, fisiología, productividad del agua, sostenibilidad ambiental*

INTRODUCCIÓN

En la región mediterránea, los veranos calurosos y secos han modelado la agricultura durante siglos. Los diferentes cultivos permanentes se han ido adaptando a años de fuertes sequías y recuperando en años de mayores precipitaciones y con una mejor distribución a lo largo del ciclo vegetativo. No obstante, en los últimos años, los veranos calurosos y secos se han mostrado recurrentes y con eventos extremos cada vez más presentes. Según el la IPCC (2019), la temperatura media global durante la última década fue de casi un grado mayor que en los últimos cien años. Este mismo informe y otros estudios (Fraga, et al., 2016; Santos, et al., 2020) de simulaciones climáticas futuras del área mediterránea pronostican un mayor calentamiento y una disminución de las precipitaciones a lo largo del ciclo vegetativo de los cultivos.

El olivo es uno de los cultivos más importantes en la cuenca mediterránea. Aunque esta especie (*Olea europaea* L.) ha sido cultivada tradicionalmente en condiciones de secano, en la actualidad y dada la influencia que están teniendo en los últimos años las alteraciones climáticas, con veranos muy cálidos y secos, se hace imprescindible el riego para mejorar el rendimiento y la rentabilidad económica del cultivo.

Se ha demostrado que el riego aumenta la productividad, el tamaño de la aceituna, la relación pulpa-hueso, el tamaño de las células del mesocarpio y el contenido en aceite (Goldhamer et al., 1994; Proietti y Antognozzi et al., 1996). La utilización del riego se está expandiendo rápidamente tanto en los olivares tradicionales de secano como en las nuevas plantaciones intensivas, sin embargo la cantidad de agua disponible para el riego, cada vez es más limitada. Por esta razón la utilización de riego deficitario es una de las estrategias que más se está utilizando para reducir el estrés hídrico de la planta en verano y optimizar la utilización de agua.

El cultivar Negrinha de Freixo (*Olea europaea* L.) se cultiva en la región de Tras-os-Montes, NE de Portugal. Aunque se puede utilizar para la obtención de aceite, sus cualidades son óptimas para aceituna de mesa, lo que le ha ayudado a conseguir una Denominación de Origen Protegida (*Azeitona de conserva “Negrinha de Freixo” DOP*). Originalmente, su cultivo ha sido en secano, pero en la actualidad el riego se está imponiendo mayoritariamente para intentar mejorar la rentabilidad de las explotaciones. Dado que es una variedad que se cultiva en una región muy pequeña y existen muy pocos estudios sobre ella, el objetivo de este trabajo fue evaluar la respuesta fisiológica y la productividad en dos regímenes hídricos: riego total y riego deficitario.

MATERIAL Y METODOS

El campo experimental estaba ubicado en la localidad de Vilarelhos, en la región de Tras-os-Montes al norte de Portugal (lat. 41 ° 21'N; long. 7 ° 02'W; alt. 250m). El experimento se llevó a cabo durante dos años consecutivos (2019 y 2020), en un olivar de 30 años de edad del cultivar *Negrinha de Freixo* (**Figura 1**). El marco de plantación fue de 6 x 5 m (333 árboles/ha). El sistema de conducción fue en vaso y la gestión de la cubierta del suelo era tratada mediante la aplicación de herbicida en la línea y desbrozado de la vegetación espontánea en las entre líneas. El sistema de riego estaba compuesto por una sola tubería de goteadores autocompensantes con un caudal de 4L/h y una distancia de 1 metro entre goteadores.

Para el diseño experimental se establecieron dos tratamientos con riego a partir de la evapotranspiración del cultivo (ETc): Riego Total – 100%ETc; Riego Deficitario – 60%ETc; y un tratamiento control en secano. Los aportes de agua de riego durante los dos años de estudio están expresados en la **Tabla 1**. El cálculo de la dotación de agua de riego aplicada semanalmente se hacía en base a la evapotranspiración de referencia diaria, determinada a partir de la ecuación de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) con las variables climáticas registradas en una estación meteorológica (Campbell Scientific; Automatic Weather Station) ubicada en el campo experimental y el coeficiente de cultivo calculado por Fernandes-Silva et al., 2010. La cantidad de agua de riego semanal era aplicada en tres días alternos de la semana y siempre en horas nocturnas para reducir la evaporación.

Para determinar el inicio del riego se realizaron mediciones de potencial hídrico de pre-amanecer con cámara de presión de Scholander (Modelo 1000, PMS Instrument Company, Albany, USA). Cuando los valores medios de potencial hídrico fueron de -0.6 MPa se inició el riego. La fecha final del periodo de riego, dependió del inicio de las lluvias otoñales. Así en el año 2019, el riego se inició el día 17 de junio y finalizó el 10 de octubre. En el año 2020, la campaña de riego se inició el día 23 de junio y finalizó el día 6 de octubre.

Las mediciones de conductancia estomática fueron realizadas con un analizador de gases por radiación infrarroja (IRGA), funcionando en modo diferencial y en circuito abierto (modelo LCA-4, da Analytical Development Co.Ltd.). Las mediciones fueron realizadas en el mes de agosto utilizándose 8 hojas bien expuestas a la radiación solar por tratamiento.

Para cada tratamiento del experimento se seleccionaron 6 árboles de forma casualizada y lejos de bordaduras con diferente riego a fin de evitar influencias que alterasen los resultados. En estos 6 árboles se realizaron todo tipo de mediciones agronómicas y fisiológicas durante los dos años. En la altura de la recolección, la producción de cada árbol fue pesada por separado para evaluar la productividad.

Para el estudio de los datos obtenidos se realizó un tratamiento estadístico mediante las herramientas del programa Statgraphics Centurión XVI. Se realizaron análisis de la varianza para

cada una de las variables estudiadas describiendo las medias con un nivel de confianza del 95% utilizando un test de Fisher (LSD).

RESULTADOS

En la **Figura 2** se representan los datos climáticos para los dos años del experimento. Podemos comprobar como en los meses de verano (junio, julio, agosto y septiembre) las temperaturas son elevadas y las precipitaciones muy reducidas, solo algunas tormentas de verano, con lo que el agua acumulada en el suelo no es suficiente para mantener los árboles sin estrés hídrico.

El estado hídrico de los olivos durante el verano fue representado por los valores de potencial hídrico foliar de pre-amanecer. Los olivos regados (RT y RD) presentaron valores superiores a -1MPa indicando así un estado de relativo confort hídrico. Por el contrario, los olivos de secano, con valores de potencial hídrico inferiores a -2 MPa, presentaron una condición de estrés hídrico muy severo (**Figura 3**).

El estado de estrés hídrico severo en los olivos de secano refleja en valores muy bajo de conductancia estomática (**Figura 4**). Esto se debe principalmente, a que los olivos, en condiciones de déficit hídrico severo, cierran los estomas, reduciendo así las pérdidas de agua por transpiración pero con consecuencias negativas sobre la tasa fotosintética.

La producción acumulada en los dos años consecutivos de estudio fue mayor para los tratamientos regados (**Figura 5**). El riego total aumento un 38,6% la productividad de aceituna por hectárea y el tratamiento con riego deficitario un 11,8% respecto del tratamiento en secano. Así mismo no se observaron, todavía, diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con riego deficitario (RD) y riego total (RT), ni entre el secano (S) y el tratamiento con riego deficitario (RD).

La productividad del agua es un indicador de sustentabilidad del olivar en regadío (**Figura 6**). En este trabajo no se apreciaron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tratamientos. Para apreciar mejor el efecto del riego deficitario en esta variable serían precisos más años de estudio, a fin de ver el comportamiento del olivar regado deficitariamente en términos de alternancia productiva.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en este estudio podemos apreciar como el riego deficitario puede reducir sustancialmente el estrés hídrico de los olivos durante el verano. Reduciendo este estrés hídrico aumentamos la capacidad fotosintética del árbol con lo que conseguiremos aumentar la producción.

El riego deficitario puede ser una de las mejores estrategias para combatir los efectos perjudiciales de las alteraciones climáticas en el olivar y al mismo tiempo, intentar mejorar la rentabilidad de este cultivo. Por otro lado, realizando una buena gestión del riego deficitario, podemos reducir considerablemente el consumo de agua de riego, reduciendo los costes de producción y aumentando la sostenibilidad.

Cabe mencionar que dos años de estudio son insuficientes para obtener resultados trascendentales, así que aumentar el número de años del experimento nos podría proporcionar conclusiones mejor sustentadas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto “Grupo Operacional Olivicultura e Azeite: SustentOlive - Melhoria das práticas de rega e fertilização do olival nas explorações olivícolas em Trás-os-Montes para a sustentabilidade do olival” – financiado por el programa PDR2020 – Medida 1.1-Grupos Operacionais. David Barreales agradece el apoyo financiero de la Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT) del Ministério da Educação e Ciência a través de la beca de doctorado “SFRH/BD/139393/2018”.

BIBLIOGRAFIA

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements. FAO Irrigation and Drainage, Paper No. 56, Rome, Italy.
- Fernandes-Silva, A.A., Ferreira, T.C., Correia, C.M., Malheiro, A.C., Villalobos, F.J., 2010. Influence of different irrigation regimes on crop yield and water use efficiency of olive. *Plant Soil* 333, 35–47.
- Fraga, H., García de Cortázar Atauri, I., Malheiro, A. C., Santos, J. A., 2016. Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. *Global change biology*, 22(11), 3774–3788.
- Goldhamer, D. A., Dunai, J., Ferguson, L.F., 1994. Irrigation requirements of olive trees and responses to sustained deficit irrigation. *Acta Horticulturae*, 356, 172–175.
- Proietti, P., Antognozzi, E., 1996. Effect of irrigation on fruit quality of table olives (*Olea europaea*), cultivar ‘Ascolana tenera’. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 24, 175–181.
- Santos, J.A., Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.-T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., Kartschall, T., Menz, C., Molitor, D., Junk, J., Beyer, M. and Schultz, H.R., 2020. A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences* 10, 3092.

Tabla 1. Tratamientos del experimento e información de los mismos.

Tratamiento	Codigo	Riego (%ETc)	Aportes de agua riego 2019 (m ³ /ha)	Aportes de agua riego 2020 (m ³ /ha)
Riego Total	RT	100%	1.433	1.292
Riego Deficitario	RD	60%	860	775
Secano	S	0%	0	0



Figura 1. Localización y aspecto general del olivar experimental.

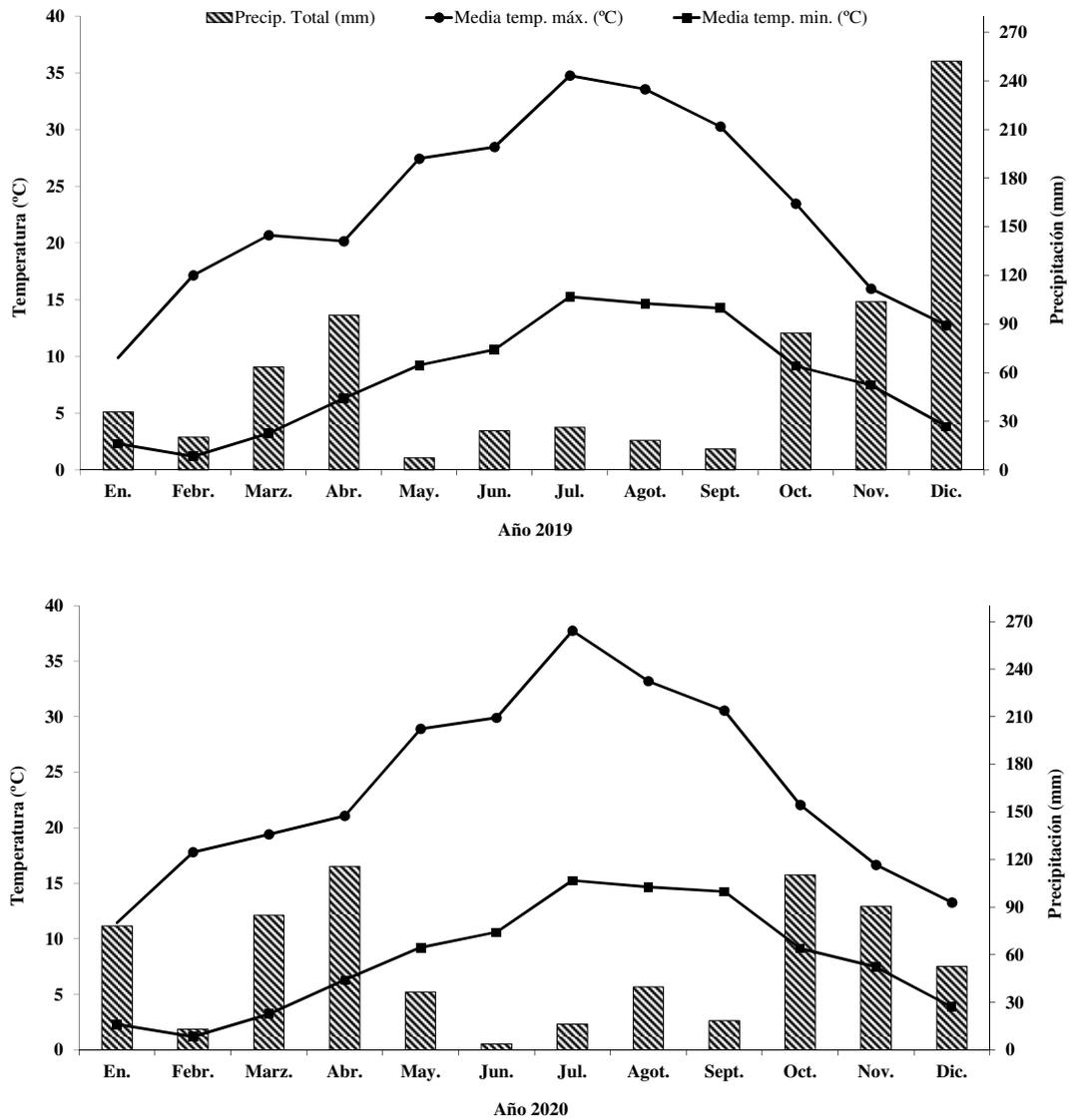


Figura 2. Datos climáticos mensuales de los años 2019 y 2020.

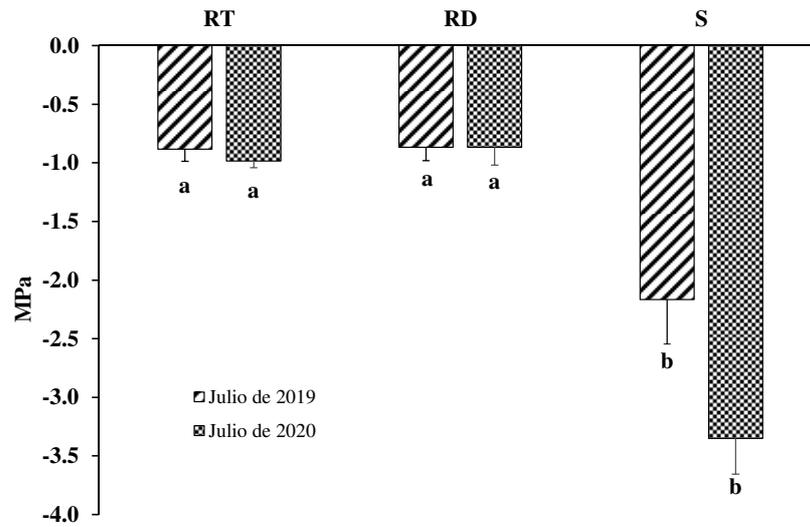


Figura 3. Potencial hídrico de pre-amanecer (media \pm error standard) en dos mediciones del mes de julio de 2019 y 2020. Letras diferentes en cada barra indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) para cada día de medición.

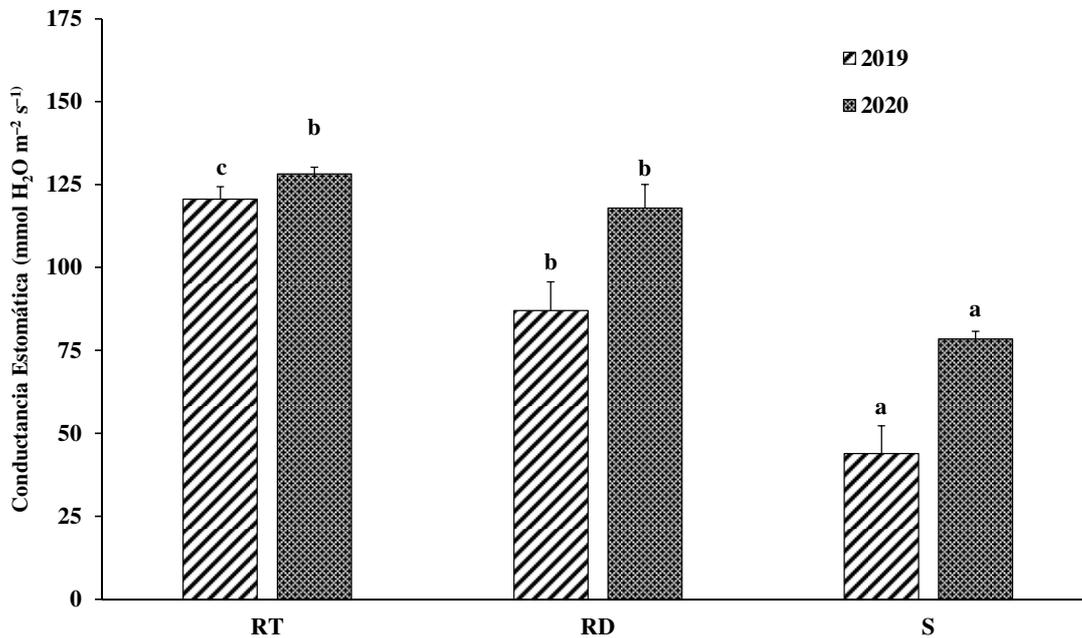


Figura 4. Conductancia estomática (media \pm error standard) de dos mediciones realizadas al final del mes de agosto de 2019 y 2020. Letras diferentes en cada barra indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) para cada día de medición.

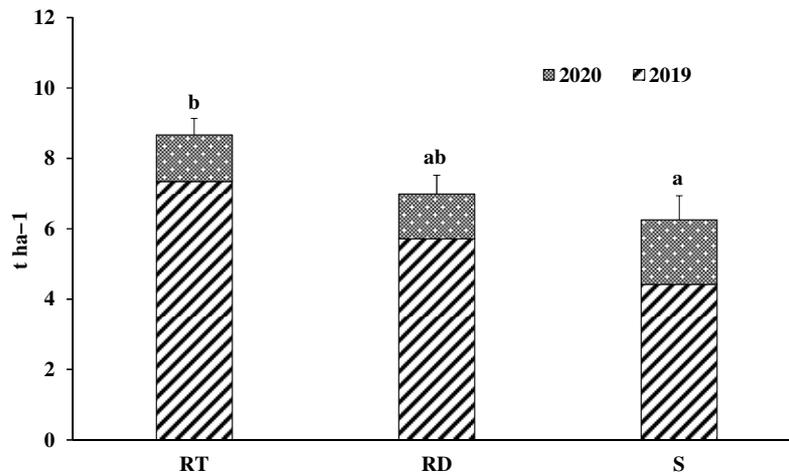


Figura 5. Producción acumulada por hectárea (media ± error standard) durante los dos años de experimento. Letras diferentes en cada barra indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) para cada día de medición.

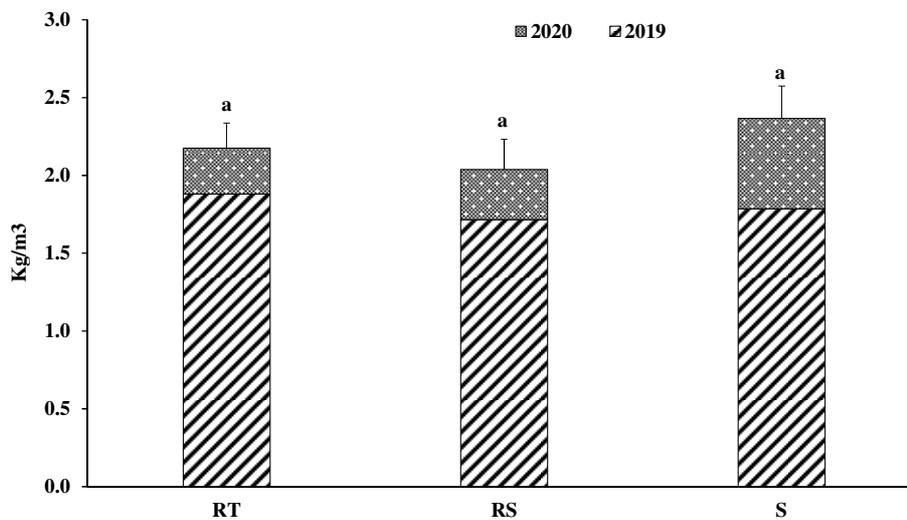


Figura 6. Productividad del agua acumulada durante los años 2019 y 2020. Letras diferentes en cada barra indican diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0.05$) para cada día de medición.