

A-02-2023

Comunicación científico-técnica

Determinación de las necesidades de riego con aguas salinas en el cultivo del algarrobo

Determination of irrigation needs with saline water in carob tree cultivation

Lorente, B.¹, Pedrero, F.¹, Thameur, A.², Garofalo, SP.³, García, AJ.¹, Domínguez-Niño, JM.⁴, Munuera, T.⁴, Alarcón-Cabañero, JJ.¹

- 1 Departamento de Riego, CEBAS-CSIC, Campus Universitario de Espinardo, P.O. Box 164, 30100 Murcia, Spain.
blorente@cebas.csic.es
- 2 Higher Institute of Applied Biology, Road El Jorf Km 22.5, Medenine 4100, Tunisia
- 3 Department of Soil, Plant and Food Science; University of Bari "Aldo Moro". Via G. Amendola, 165/A- 70126, Bari (Italy)
- 4 SISTEMA AZUD, S.A., 30820 Murcia, Spain

Resumen: El Mediterráneo es una de las áreas más sensibles del planeta y está altamente expuesto al riesgo de sequía. El cambio climático y la explotación excesiva de los recursos naturales desembocarán en una reducción aún mayor de la disponibilidad de agua, energía y alimentos, así como a un desequilibrio en el ecosistema. Esto tendrá un impacto significativo en la capacidad de adaptación de los sistemas alimentarios y afectará la calidad de vida de la población; por lo que, para hacer frente a esta situación crítica, se requiere la implementación de nuevos sistemas agrícolas. Los principales problemas de la agricultura de la Región de Murcia son la escasez de recursos hídricos y su calidad, principalmente la salinidad. Por ello, es necesario optimizar la gestión de recursos hídricos naturales, sin afectar a la producción, mediante cultivos que puedan desarrollarse bajo estas condiciones, como pueda ser el caso del algarrobo. La información bibliográfica sobre este cultivo es escasa y, la mayoría, se centra en árboles jóvenes en condiciones no semiáridas; por lo que el objetivo de este ensayo es analizar los efectos fisiológicos de regar una parcela comercial de algarrobos (7 años), bajo una estrategia de riego por goteo subterráneo (RGS) con una mezcla de agua de lluvia recogida y agua de pozo salina con una conductividad eléctrica (CE) media de 1,76 dS/m, estableciendo valores umbrales de riego en los periodos fenológicos críticos y ver su efecto en producción y calidad del fruto. Tras diferentes aplicaciones de riego (uno de 12 horas, un segundo riego de 12 horas (dividido en dos períodos de 6 horas) y un tercer riego de 6 horas) y análisis de los datos fisiológicos y de los sensores, observamos que la reacción del cultivo en los dos últimos riegos, es similar. Comprobamos como los niveles de fotosíntesis neta (P_n) y conductancia estomática (g_s) aumentaron en el último riego respecto a los anteriores y, en cuanto al potencial hídrico de hoja (Ψ_1) y la temperatura foliar (T^a), los valores obtenidos disminuyeron en el riego



XXXIX Congreso Nacional de Riegos ÚBEDA (JAÉN)

18, 19, 20 de octubre de 2023



de 6 horas. A nivel de suelo, se observó cómo se mantuvieron niveles de agua similares en las zonas más profundas de desarrollo radicular. Por lo tanto, en base a estos resultados preliminares, establecimos los valores umbrales iniciales de riego hasta la recolección del fruto con riegos de 6 horas, ya que obtuvimos resultados fisiológicos y de contenido de agua en el suelo similares que con un riego de 12 horas (6+6 h), reduciendo así el consumo de agua y esperando obtener una mayor productividad de la misma en término de Kg algarrobo/m³.

Palabras clave: cambio climático, *Ceratonia siliqua*, aguas no convencionales

Abstract: The Mediterranean is one of the most sensitive areas on the planet and is highly exposed to drought risk. Climate change and the excessive exploitation of natural resources will lead to an even greater reduction in the availability of water, energy, and food, as well as an imbalance in the ecosystem. This will have a significant impact on the adaptability of food systems and will affect the quality of life of the population. Therefore, to address this critical situation, the implementation of new agricultural systems is required. The main problems facing agriculture in the Region of Murcia are the scarcity of water resources and their quality, particularly salinity. Hence, it is necessary to optimize the management of natural water resources without affecting production, by cultivating crops that can thrive under these conditions, such as carob trees. The bibliographic information on this crop is limited, and most of it focuses on young trees in non-semiarid conditions. Therefore, the objective of this study is to analyse the physiological effects of irrigating a commercial plot of carob trees (7 years old) using a subsurface drip irrigation (SDI) strategy with a mixture of collected rainwater and saline well water with an electrical conductivity average of 1.76 dS/m, establishing threshold irrigation values during critical phenological periods and assessing their effects on fruit production and quality. After different irrigation applications (one lasting 12 hours, a second irrigation of 12 hours (split into two 6 hour periods), and a third irrigation lasting 6 hours) and the physiological and sensor data analysis, we observed that the physiological response of the crop during the last two irrigation treatments is similar. We observed that the levels of net photosynthesis (P_n) and stomatal conductance (g_s) increased during the last irrigation compared to the previous ones. Regarding leaf water potential (Ψ_l) and leaf temperature (T^a), the values obtained decreased during the 6-hour irrigation. At the soil level, we noticed that similar water levels were maintained in the deeper zones of root development. Therefore, based on these preliminary results, we established the initial threshold irrigation values up to fruit harvesting with 6 hour irrigations. This was done because we obtained similar physiological results and soil water content as with a 12 hour irrigation (6+6 h), thereby reducing water consumption and hoping to achieve higher productivity in terms of Kg of carob/m³.

Keywords: Climate change, *Ceratonia siliqua*, unconventional water sources

A-17-2021

Scientific-technical communication

1. Introducción

La región mediterránea se define por un clima árido con largos períodos de sequía, donde son frecuentes las lluvias aisladas y torrenciales. Además, los suelos suelen tener una estructura deficiente, carecen de una vegetación adecuada y frecuentemente se encuentran afectados por la salinidad, lo que contribuye a la erosión del suelo [1]. Esta aridez podría aumentar en la zona debido al cambio climático [2]. Como resultado de una creciente demanda, la escasez de agua se está volviendo más frecuente debido a la sobreexplotación de los acuíferos [3], lo que impide la recarga adecuada de estas fuentes durante los períodos de lluvia y la consiguiente disminución de los recursos hídricos. La agricultura es el sector que más agua demanda, llegando a representar más del 70% del agua dulce utilizada a nivel global [4] y, a pesar de ello, la agricultura de riego desempeña un papel fundamental en satisfacer la demanda actual y futura en la producción de alimentos (UN-Water, 2020), lo cual se alinea con el objetivo de desarrollo sostenible (ODS1): hambre cero establecido por las Naciones Unidas. Por otro lado, las crecientes preocupaciones sobre la escasez de agua han centrado más atención en posibles mecanismos para mejorar la eficiencia en el uso del agua (EUA) y la resistencia a la sequía, regulada por factores genéticos y ambientales, así como por métodos de cultivo [5].

En la agricultura mediterránea, los cultivos de secano (como los algarrobos) pueden regarse durante las épocas y demandas climáticas más sensibles a fin de aumentar la productividad generando el mínimo impacto ambiental (agricultura conservadora). El algarrobo demuestra tener al menos tres ventajas competitivas sobre otras especies silvícolas: i) ocupa el primer lugar como producto agrícola, con ingresos anuales muy altos; ii) se trata de un cultivo muy resistente a la sequía iii) y muy resistente a los incendios forestales, en particular en comparación con los bosques de pinos. Otro valor añadido del algarrobo son sus propiedades para la salud. Los antioxidantes naturales presentes en los alimentos y productos de origen vegetal incluyen vitaminas (vitamina C) y compuestos fenólicos bioactivos (flavonoides, procianidinas, etc.). Estos antioxidantes naturales, una vez ingeridos y metabolizados, pueden llegar a las células y órganos diana para ejercer un efecto beneficioso sobre la salud; y, el algarrobo, es una rica fuente de estos compuestos fenólicos y polifenólicos [6]. Además, posee diversas aplicaciones en diferentes industrias. En la industria alimentaria se utiliza como edulcorante natural y sustituto del chocolate, así como agente espesante y estabilizante (aditivo E-410), también es utilizado como fuente de alimento para el ganado y en la industria farmacéutica y cosmética. Los árboles de algarrobo también se utilizan con fines ecológicos, como el control de la erosión y proyectos de reforestación. Su capacidad para prosperar en entornos áridos los hace valiosos en la lucha contra la desertificación, y aunque pueda parecer que el algarrobo tiene un potencial de fijación de carbono bajo, en comparación con otras especies, debido tanto a su lento ritmo de crecimiento como a su baja densidad, este cultivo tiene el potencial de crecer más rápido y con alta densidad si se aplica un riego conservador y se implementan prácticas culturales adecuadas. Por lo tanto, el algarrobo puede considerarse

como un sumidero de CO₂ según el Artículo 3.3 del Protocolo de Kioto, debido al menor riesgo de pérdida de ingresos en el futuro, lo cual ha mantenido alejados a los inversionistas del mercado [7 y 8]. A fin de aplicar la cantidad y calidad adecuadas de agua según las recomendaciones de la agricultura conservadora, los métodos de detección basados en plantas proporcionan la medida más precisa del estado hídrico de la planta para la gestión de la irrigación y el monitoreo del estrés hídrico, ya que ofrecen la respuesta integrada de la planta a la disponibilidad de humedad del suelo e influencias atmosféricas.

Por tanto, el objetivo de este trabajo, es evaluar el consumo de agua proporcionado por el riego y la calidad y cantidad de la producción de algarroba a fin de reducir el consumo de agua y obtener un mayor rendimiento en términos de Kg algarrobo/m³.

2. Materiales y métodos

Este ensayo se llevó a cabo en una parcela ecológica de algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.), de 8 hectáreas (ha) ubicada en Fuente Álamo, Murcia (37°45'58.7"N 1°14'33.5"O). El suelo en los primeros 90 cm de profundidad tenía una textura franco limosa (22 % arcilla, 30 % limo y 48 % arena) con una densidad aparente promedio de 1,49 g/cm³. El ensayo se realizó en árboles de siete años de la variedad ramillete, con un marco de plantación de 12 x 12 m. El sistema de riego consistió en una línea de goteo lateral doble colocada a una profundidad de 30 cm, a 1,5 m del tronco del árbol y a 1,5 m entre las líneas de goteo. Proporcionó tres emisores en línea, con una descarga de 2,3 L/h y 1,6 L/h, espaciados 1 m entre sí. Por lo tanto, el ensayo se realizó con 2 tratamientos de riego (goteros de 2,3 y 1,6 L/h) y un tratamiento de secano. La calidad del agua de riego era una mezcla de agua de lluvia recogida y agua de pozo, con una conductividad eléctrica media (CE) de 1,76 dS/m, llegando en periodos de escasa pluviometría hasta 4 dS/m y un pH de 7,87. Las medidas se realizaron periódicamente y al mediodía, el potencial hídrico de hoja (Ψ_l) se midió en ocho plantas por tratamiento [9], usando una cámara de presión (Modelo 3000; Soil Moisture Equipment Co., Santa Bárbara, CA, EE. UU.) en la que las hojas, se colocaron en la cámara dentro de los 20 s posteriores a la recolección y se presurizaron a una velocidad de 0,02 MPa s⁻¹ [10]. La conductancia estomática (g_s) se midió los mismos días que el Ψ_l , utilizando un LICOR LI-600 (LI-COR Inc., Lincoln, NE, USA) en 8 hojas, maduras y soleadas, por tratamiento. Al mismo tiempo, se han medido la temperatura de las hojas mediante termografía. Se tomaron imágenes térmicas en ocho plantas por tratamiento con una cámara térmica (ThermaCam FLIR-C5 System, Inc., Suecia). La temperatura de fondo, la distancia de la cámara al dosel, la temperatura del aire, la emisividad y la humedad relativa se utilizaron como datos de entrada al inicio de cada serie de mediciones; por lo que la cámara corrige automáticamente la transmisión atmosférica basándose en estos datos. La temperatura de fondo se determinó como la temperatura de una hoja arrugada de papel de aluminio en una posición similar a las hojas de interés con la emisividad establecida en 1,0. La emisividad para las mediciones de las hojas se fijó en 0,96 [11] y la distancia a la que se tomaron las imágenes fue de 3 m. Las imágenes fueron procesadas con el software ThermaCam Reacher Professional 2.10 (FLIR Quick Report). La producción (Kg/árbol), el número de frutos por árbol, fue obtenida al final del ensayo. Los datos se analizaron mediante ANOVA

unidireccional utilizando el programa IBM SPSS Statistics 26 para Windows. Las medias de los tratamientos se separaron con la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$).

3. Resultados y discusión

Los resultados muestran que el cultivo presenta potenciales hídricos foliares (Figura 1) diferentes según tratamientos, donde es el secano, con valores inferiores a $-1,8$ Mpa, el que presenta unos valores menores durante casi todo el período alcanzando los $-3,8$ MPa en el mes de junio, mientras que es el tratamiento de riego de $1,6$ L/h el que presenta los valores más elevados, sin bajar de los $-3,2$ MPa. Algunos autores [12] ya registraron valores de Ψ_{pd} (antes del amanecer) superiores a $-1,1$ MPa para el tratamiento sin riego. En el mes de junio los valores oscilan entre los $-3,5$ y $-3,3$ MPa en el tratamiento de secano; de $-3,0$ a $-2,5$ MPa para el tratamiento de riego de $1,6$ L/h y entre los $-3,0$ y $-2,0$ MPa para el tratamiento de $2,3$ L/h, con gran influencia en los valores por la inundación de dicho mes. En raras ocasiones se pudieron registrar valores de $-3,4$ MPa para Ψ_{md} (medio día) [13]. Otros hallazgos mostraron que en los niveles más altos de sequía estival, Ψ_{pd} oscila entre $-0,4$ MPa [14] y $-1,1$ MPa [12]. Otros investigadores informaron que el algarrobo puede tolerar Ψ_l por debajo del punto de pérdida de turgencia y restablecer el flujo de savia del xilema al volver a regar en condiciones de sequía moderada [15].

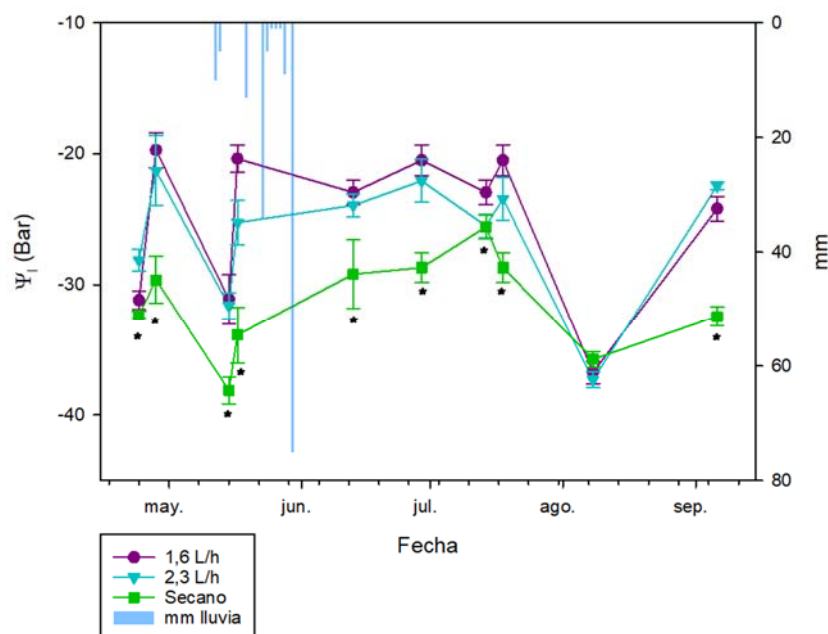


Figura 1. Potencial hídrico foliar de plantas de algarrobo con tres regímenes de riego, $1,6$ L/h, $2,3$ L/h y en condiciones de secano, tomados a medio día solar. Las barras azules indican la cantidad de agua aportada por lluvias (mm). Los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos mediante la prueba de Duncan 0.05 . Las barras verticales indican errores estándar.

En la Figura 2 observamos la rápida respuesta de la conductancia (g_s) al suministro de agua, ya que tanto los períodos de riego como la inundación han estado seguidos de un incremento

en sus valores. El valor máximo se alcanzó tras la inundación, siendo el tratamiento de secano en que obtuvo mayores valores, seguido del tratamiento de 2,3 L/h y por último el tratamiento de 1,6 L/h, que es el que presenta los valores más bajos durante todo el período. Como podemos ver en las gráficas, en este caso, los parámetros no tienen la misma respuesta ya que la conductancia estomática responde más rápido al suministro de agua, mientras que en los potenciales, la respuesta se observa semanas después. Se sabe que este árbol mantiene alta su conductancia estomática (los estomas están presentes sólo en la epidermis inferior) durante la sequía [16]. Sin embargo, su CRA se mantiene alta por encima del 94% en hojas maduras [14], lo que sugiere que el algarrobo puede ser considerado como una especie gastadora de agua que cierra antes los estomas cuando es sometido a sequía severa [17].

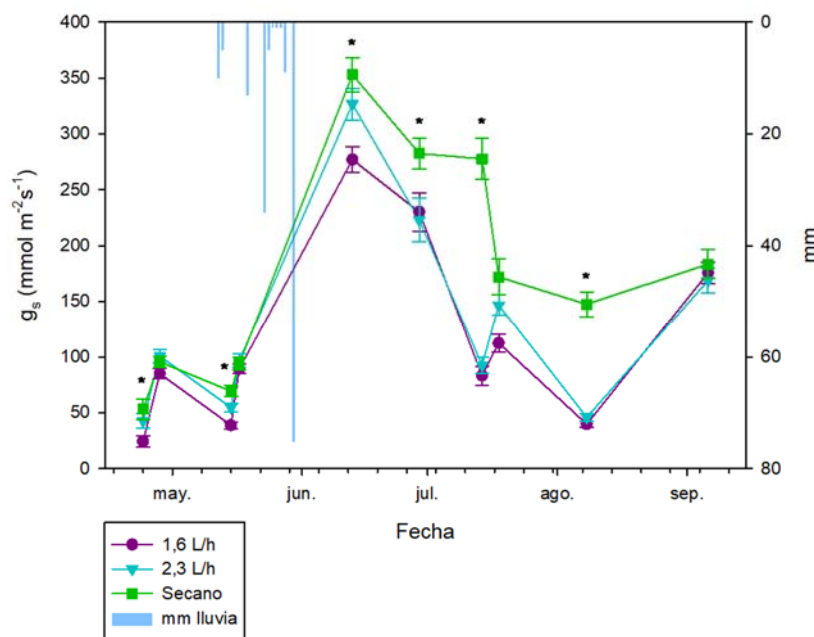


Figura 2. Conductancia estomática (g_s) de plantas de algarrobo con tres regímenes de riego, 1,6 L/h, 2,3 L/h y en condiciones de secano. Las barras azules indican la cantidad de agua aportada por lluvias (mm). Los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos mediante la prueba de Duncan0.05. Las barras verticales indican errores estándar.

Puesto que no existe mucha información sobre este cultivo, en este ensayo llevamos a cabo un par de evoluciones para conocer un poco más la respuesta fisiológica del algarrobo. En la Figura 3 podemos observar cómo la conductancia se ve afectada a lo largo del día. Como podemos observar (al igual que en la Figura 2), para ambas fechas, el tratamiento de secano es el que posee una g_s mayor (independientemente del momento del día), esto puede deberse, además de porque es una especie de secano, a que, en el proceso de instalación del riego subterráneo, los árboles sufrieron una pérdida de raíces y por consiguiente sufrieron un estrés severo (se corrobora con los valores y tendencia similares que hubo entre ambos tratamientos de riego).

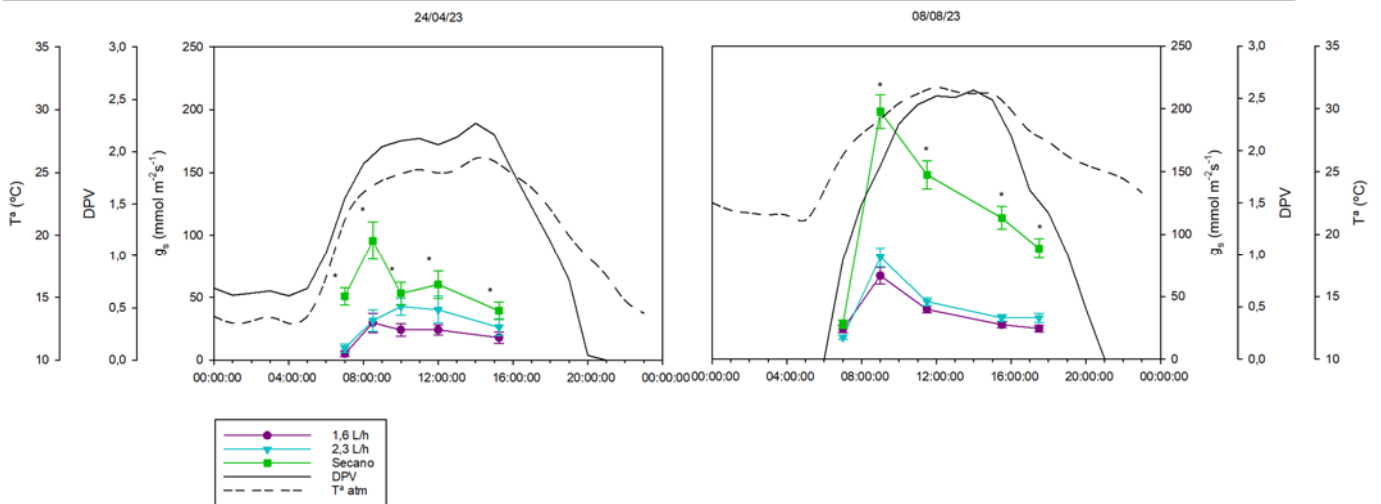


Figura 3. Evolución de conductancia estomática (g_s) de plantas de algarrobo con tres regímenes de riego, 1,6 L/h, 2,3 L/h y en condiciones de secano, durante los días 24/04/23 y 08/08/23. Las líneas negras continuas representan los valores de déficit de presión de vapor (DPV) y las discontinuas los valores de la temperatura atmosférica (T^a atm). Los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos mediante la prueba de Duncan0.05. Las barras verticales indican errores estándar.

El déficit de agua al cerrar los estomas provoca un aumento de la temperatura de la hoja, considerando que el principal determinante de la temperatura de la hoja es la tasa de evaporación o transpiración de la hoja [18-20]. En cuanto a la temperatura foliar, no hubo diferencias significativas (a excepción del día 15/05/23), pero los tratamientos siguen la misma tendencia, siendo los del tratamiento de secano los que poseen una temperatura foliar mayor. Esta ausencia de diferencias puede deberse a lo mencionado anteriormente, el algarrobo es un cultivo que cierra estomas únicamente bajo estrés hídrico severo [17].

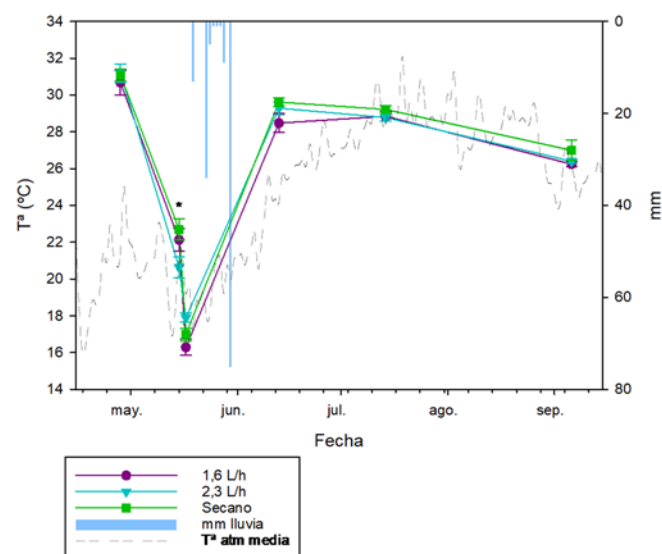


Figura 4. Temperatura foliar ($^{\circ}\text{C}$) de plantas de algarrobo con tres regímenes de riego, 1,6 L/h, 2,3 L/h y en condiciones de secano. Las barras azules indican la cantidad de agua aportada por lluvias (mm) y la línea discontinua la temperatura atmosférica media (diaria). Los asteriscos indican

diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos mediante la prueba de Duncan0.05. Las barras verticales indican errores estándar.

Tabla 1. Riego aportado, producción media de algarroba, así como la productividad por hectárea (ha) según tres regímenes de riego, 1,6 L/h, 2,3 L/h y en condiciones de secano.

	1,6 L/h	2,3 L/h	Secano
Promedio (Kg/ha)	1518,230	1385,382	1484,794
Riego aportado (m³/ha)	188,359	266,094	-
Riego aportado (m³/ha) + lluvia	443,659	521,394	448,500
Productividad (Kg/m³)	8,060	5,206	-
Productividad (Kg/m³) considerando lluvia	3,422	2,657	3,311

Debemos mencionar que el algarrobo, al igual que la mayoría de árboles frutales alternan fuertes cosechas con años de poca o ninguna cosecha (vecería) [21]. Esta alternancia es proporcional, es decir, un año tiene buena producción y al siguiente mala. El clima atmosférico es variable, sin embargo la alternancia suele ser estable y bianual, por lo que se descartaría con total seguridad que las causas fueran climáticas. Una de las posibles causas es el agotamiento de las reservas hidrocarbonadas en las raíces de los árboles, la temporada en la que se cosechan buenas producciones se produce un agotamiento de estas reservas, siendo un factor limitante en la floración y, en nuestro caso, el algarrobo, al igual que el olivo, sufre una alternancia o vecería severa, que puede ser más o menos controlada con su poda. Este año (2023) ha coincidido con el año de alternancia pero, aun así, sí que hemos podido observar una mayor productividad (kg/m³) en el tratamiento de 1,6 L/h.

4. Conclusiones

Este ha sido el primer año de estudio (de tres), por lo que debemos tener en cuenta, a la hora de comentar los resultados, el estrés que han sufrido las plantas irrigadas. En base a estos resultados preliminares, hemos establecido la duración de los riegos en 6 horas, ya que obtuvimos resultados fisiológicos y de contenido de agua en el suelo similares que con un riego de 12 horas (6+6 h), reduciendo así el consumo de agua y obteniendo una mayor productividad de la misma en término de Kg/m³.

5. Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por PRIMA, un programa apoyado por la Unión Europea. ID 1727. Esta actividad forma parte del proyecto de I+D Ref. N° PCI2022 - 132959 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por "NextGeneration EU/PTR".

Referencias

1. Benet, A.S., Castilla, Y.C. Mejora de suelos salinos y control de la erosión en zonas áridas. In Libro de Ponencias y Comunicaciones, XXXII Congreso de la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos, Almería, Spain; Asociación Española de Parques y Jardines Públicos: Madrid, Spain, 2005, 61.
2. Dai, A. Increasing drought under global warming in observations and models. Nat. Clim. Chang. 2013, 3, 52–58.
3. Dogan, E.D., Yasar, A., Sen, U., Aydinler, C. Water recovery from treated urban wastewater by ultrafiltration and reverse osmosis for landscape irrigation. Urban Water J. 2016, 13, 553–568.

4. Singh, A. Poor quality water utilization for agricultural production: An environmental perspective. *Land Use Policy* 2015, 43, 259–262.
5. Zhang, S., Shan, L., Deng, X. Change of water use efficiency and its relation with root system growth in wheat evolution. *Chin. Sci. Bull.* 2002, 47, 1879. <https://doi.org/10.1360/02tb9411>.
6. Goulas, V., Stylos, E., Chatziathanasiadou, M., Mavromoustakos, T., and Tzakos, A. Functional Components of Carob Fruit: Linking the Chemical and Biological Space. *International Journal of Molecular Sciences* 2016, 17, 1875. <https://doi.org/10.3390/ijms17111875>.
7. Hamilton, K., Chokkalingam, U., Bendana, M. *State of the Forest Carbon Markets 2009: Taking Root & Branching Out*. Forest Trends Association, Washington, USA. 2010.
8. Chenost, C., Gardette, Y.M., Demenois, J., Grondard, N., Perrier, M., Wemaère, M. Bringing Forest carbon projects to the market. UNEP, French Development Agency, World Bank BioCarbon Fund and ONF International. 2010.
9. Scholander, P.F., Hammel, H.T., Bradstreet, E.D., Hemmingsen, E.A. Sap pressure in vascular plants. *Science* 1965, 148, 339–346.
10. Turner, N.C. Measurements of plant water status by the pressure chamber technique. *Irrig. Sci.* 1988, 9, 289–308.
11. Leinonen, I., Grant, O., Tagliavia, C.P.P., Chaves, M., Jones, H. Estimating stomatal conductance with thermal imagery. *Plant. Cell Environ.* 2006, 29, 1508–1518.
12. Correia, P.J., Martins-Loução, M.A. Seasonal variations of leaf water potential and growth in fertigated carob-trees (*Ceratonia siliqua* L.). *Plant Soil* 1995, 172, 199–206. <https://doi.org/10.1007/BF00011322>
13. Nunes, M.A., Cochicho Ramalho, J.D., Silva Rijo, P.D. Seasonal changes in some photosynthetic properties of *Ceratonia siliqua* (carob tree) leaves under natural conditions. *Physiol Plant* 1992, 86, 381–387. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1992.tb01333.x>
14. Lo Gullo, M.A. and Salleo, S. Different strategies of drought resistance in three Mediterranean sclerophyllous trees growing in the same environmental conditions. *New Phytologist* 1988, 108, 267–276. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1988.tb04162.x>
15. Salleo, S. and Lo Gullo, M.A. Different aspects of cavitation resistance in *Ceratonia siliqua*, a drought-avoiding Mediterranean tree. *Annals of Botany* 1989, 64(3), 325–336.
16. Batlle, I. and Tous, J. Carob tree (*Ceratonia siliqua* L.). 1997, IPGRI, Rome, Italy
17. Lo Gullo, M.A., Salleo, S., Rosso, R. Drought Avoidance Strategy in *Ceratonia siliqua* L., a Mesomorphic-leaved Tree in the Xeric Mediterranean Area, *Annals of Botany*, 1986 58 (5), 745–756, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a087238>
18. Jones, H.G., Serraj, R., Loveys, B.R., Xiong, L., Wheaton, A., Price, A.H. Thermal infrared imaging of crop canopies for the remote diagnosis and quantification of plant responses to water stress in the field. *Funct. Plant. Biol.* 2009, 36, 978–979.
19. Costa, J.M., Grant, O.M., Chaves, M.M. Thermography to explore plant-environment interactions. *J. Exp. Bot.* 2013, 64, 3937–3949.
20. Gómez-Bellot, M.J., Nortes, P.A., Sánchez-Blanco, M.J., Ortuño, M.F. Sensitivity of thermal imaging and infrared thermometry to detect water status changes in *Euonymus japonica* plants irrigated with saline reclaimed water. *Biosyst. Eng.* 2015, 133, 21–32.
21. Tous, J. El cultivo del algarrobo. Hojas divulgadoras. 1984, L.S.B.N.: 84341-0361-3