



**2025** | **16-20**  
**GIJÓN** | **JUNIO**

**9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL**

**9CFE-1789**

Actas del Noveno Congreso Forestal Español  
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**  
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





## Respuesta de *Helianthemum almeriense* micorrizado con *Terfezia claveryi* a prácticas de manejo en ecosistemas semiáridos

COPETE CARREÑO, M.A. (1), COPETE CARREÑO, E. (1), SANTIAGO GONZÁLEZ, A. (2), YESTE GÓMEZ, M. (1) y HERRANZ SANZ, J.M. (1)

(1) ETSIAMB de Albacete, Departamento de Producción Vegetal y Tecnología Agraria. Universidad de Castilla-La Mancha.

(2) Jardín Botánico de Castilla-La Mancha

### Resumen

El uso de *Helianthemum almeriense* micorrizado con *Terfezia claveryi* (trufa del desierto o turma) ha abierto una ventana para el desarrollo de plantaciones con fines productivos en ecosistemas semiáridos. Para este estudio, se estableció una plantación experimental en un terreno agrícola abandonado, con 24 subparcelas de 25 m<sup>2</sup> como base de un diseño factorial que evaluó: desbroce/no desbroce, riego/no riego y marco de plantación (1x1 m, 1,5x1,5 m y 2x2 m). El riego se limitó a un único aporte de apoyo en julio. Se ha analizado la supervivencia durante los dos primeros años de vida de la plantación, siendo en conjunto del 88,3% el primer año y del 79,9% el segundo. Centrándonos en este último, el único factor que muestra efectos significativos es el desbroce ( $F_{1,19}=17,68$ ;  $p<0,001$ ), con una supervivencia del 91,1% si se elimina la competencia, y del 73,0% si no se desbroza. Los tres factores analizados tuvieron influencia en el desarrollo de las plantas representado por el diámetro medio de su parte aérea. Se pretende continuar los próximos años con el estudio para evaluar los posibles efectos en la producción de turmas. Aparentemente, la densidad de plantación podrá llegar a tener efectos significativos a corto plazo, pues en la actualidad ya se observa una clara tendencia a una mayor supervivencia con marcos más amplios.

### Palabras clave

Desbroce, marco de plantación, micorrización, supervivencia, terreno agrícola abandonado, trufa del desierto.

### 1. Introducción

Los ecosistemas semiáridos, que representan cerca del 41% de la superficie terrestre global, enfrentan serios problemas de degradación debido a la sobreexplotación, el cambio climático y la gestión inadecuada de los recursos naturales (REYNOLDS et al., 2007; IPCC, 2019). La escasez hídrica, junto con una elevada erosión del suelo, comprometen la productividad de estas áreas, lo que dificulta su desarrollo socioeconómico y su sostenibilidad ecológica (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005).

En este contexto, los enfoques innovadores para la restauración y manejo sostenible de terrenos degradados han cobrado relevancia, destacando el uso de especies vegetales adaptadas al estrés hídrico. Desde este punto de vista, los hongos micorrícicos han demostrado ser herramientas prometedoras para mejorar la tolerancia de las plantas al déficit hídrico, aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes y estabilizar el suelo frente a procesos erosivos (SMITH & READ, 2008; VAN DER HEIJDEN et al., 2015). En particular, la simbiosis entre *Helianthemum almeriense* Pau y *Terfezia claveryi* Chatin constituye un modelo



interesante, no solo por su capacidad para prosperar en condiciones semiáridas, sino también por su potencial económico asociado a la producción de trufas del desierto (MORTE et al., 2009).

*Helianthemum almeriense* es una especie endémica del sureste ibérico que ha evolucionado bajo condiciones de aridez extrema, mostrando una alta eficiencia en el uso del agua y una gran plasticidad ecológica (MUÑOZ-GARMENDIA y NAVARRO, 1993). Por su parte, *T. claveryi*, conocida como turma o trufa del desierto, es un hongo ectomicorrícico que no solo beneficia el crecimiento y la supervivencia de su hospedador, sino que también produce cuerpos fructíferos de alto valor comercial (KAGAN-ZUR et al., 2014). Como se deduce de su nombre vulgar, este hongo es especialmente atractivo para regiones semiáridas debido a que su ciclo biológico es tal que permite que la planta tolere los períodos de mayor estrés hídrico, contribuyendo así a su adaptabilidad frente a los efectos negativos del cambio climático (MORTE et al., 2000; MARQUÉS-GÁLVEZ et al., 2020).

El cultivo conjunto de *H. almeriense* y *T. claveryi* ha despertado un creciente interés en los últimos años como una estrategia multifuncional: por un lado, contribuye a la rehabilitación de suelos marginales y, por otro, representa una alternativa rentable para los sectores agrícola y forestal en regiones áridas y semiáridas (HONRUBIA et al., 2007). Sin embargo, el éxito de estas plantaciones depende de varios factores, entre ellos el manejo del suelo, el riego de apoyo, y la densidad de plantación. La eliminación de la competencia vegetal (desbroce) ha sido identificada como una práctica clave para garantizar la supervivencia y el crecimiento inicial de las plantas micorrizadas. Asimismo, un riego estratégico, incluso limitado a aplicaciones puntuales, puede marcar la diferencia en la supervivencia y productividad en condiciones extremas (MORTE et al., 2017).

En cuanto a la densidad de plantación, esta puede influir tanto en el desarrollo de las plantas como en la producción de turmas, ya que un exceso de competencia intraespecífica podría limitar el acceso a recursos críticos como agua y nutrientes, especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica (MORTE et al., 2012). Pese a los avances recientes, son necesarios más estudios de campo que evalúen el efecto de estas prácticas de manejo en el desempeño de plantaciones micorrizadas, especialmente en escenarios semiáridos, donde las interacciones entre factores bióticos y abióticos son complejas y difíciles de predecir (RILLIG & MUMMEY, 2006).

## 2. Objetivos

Este estudio preliminar se centra en evaluar la supervivencia de *H. almeriense* micorrizado con *T. claveryi* en una plantación experimental establecida en un terreno agrícola abandonado. Concretamente, se analizan los efectos del desbroce, el riego de apoyo y la densidad de plantación durante los dos primeros años de la plantación. Los resultados pretenden aportar información clave para el diseño de estrategias de manejo que optimicen la supervivencia inicial de estas plantaciones, con el objetivo final de maximizar su viabilidad económica y ecológica en ecosistemas semiáridos.

## 3. Metodología

### Zona de estudio:

La plantación está localizada en el campo de prácticas de la E.T.S. de Ingeniería



Agronómica y de Montes y Biotecnología de Albacete, sobre un terreno agrícola abandonado durante 25 años y a 692 m de altitud. El análisis edáfico de la parcela muestra un suelo de textura franco-arenosa, de carácter básico ( $\text{pH}=7,8$ ), con niveles relativamente bajos de materia orgánica (1,7%), 43,0 % de carbonatos totales, 22,8 % de caliza activa y conductividad eléctrica de 182,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La parcela es prácticamente llana (pendiente inferior al 2%). La temperatura media anual es de 14,2°C, con una precipitación media anual de 384 mm y acusadas sequías estivales (datos obtenidos de la estación meteorológica Base Aérea de Albacete, a 2 km de distancia).

La vegetación natural existente en los reductos no roturados más próximos está dominada por encinas (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.) y sus etapas de sustitución: coscojares (*Quercus coccifera* L.), romerales (*Rosmarinus officinalis* L.), tomillares (*Thymus* sp.) y atochares (*Stipa tenacissima* L.).

#### Diseño de la plantación:

Se delimitó una parcela experimental rectangular de 20x30 m en el terreno agrícola seleccionado. Como muestra la figura 1, esta parcela fue dividida en 24 subparcelas cuadradas de 25 m<sup>2</sup> cada una, estableciendo la base de un diseño factorial para evaluar tres factores principales:

- Tratamiento de la vegetación competidora: dos niveles (desbroce/no desbroce).
- Riego de apoyo: dos niveles (riego/no riego).
- Marco de plantación: tres niveles (1x1 m, 1,5x1,5 m y 2x2 m).

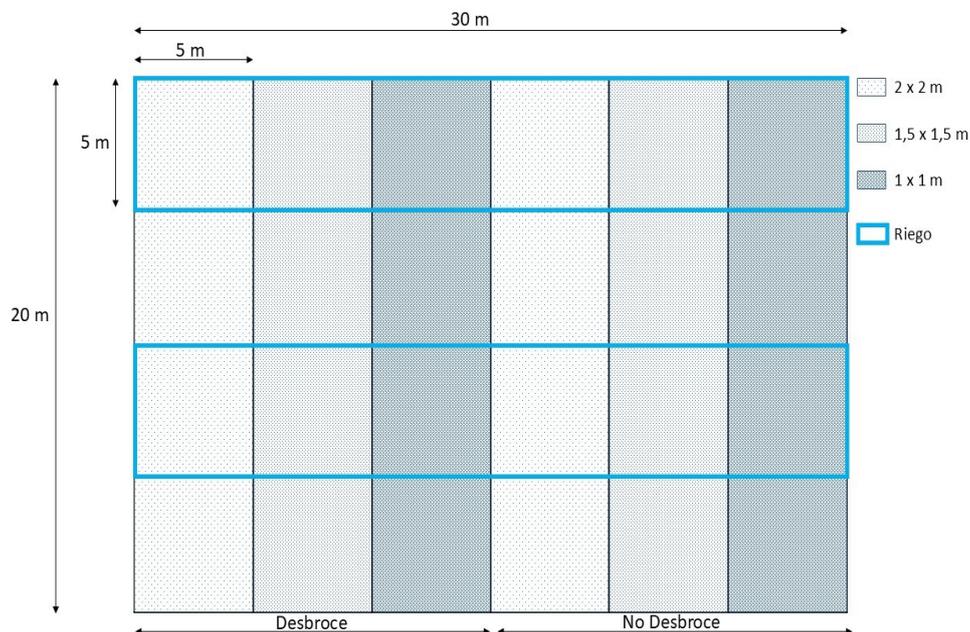


Figura 1. Esquema de la plantación

Dado que los dos primeros factores presentan dos niveles y el tercero tres niveles, el diseño factorial incluye 12 combinaciones posibles. La parcela experimental fue configurada por tanto para disponer de dos repeticiones por combinación, en favor de la consistencia del análisis de los efectos de las variables estudiadas.

La eliminación de la vegetación competidora se realizó con periodicidad anual a

principios del mes de junio, mediante escarda manual, muy superficial, en torno a cada planta (Figura 2). El riego de apoyo anual se efectuó a mediados de julio, consistente en 25 l/m<sup>2</sup>. Esta dosis de riego es la mitad de la empleada en una plantación experimental en Murcia con una alta supervivencia (MORTE et al., 2017). Con vistas al ahorro de recursos hídricos, se persigue evaluar si incluso este riego deficitario puede tener efectos positivos en la supervivencia de las plantas.

Se ha analizado la supervivencia durante los dos primeros años de vida de la plantación. Adicionalmente, el segundo año se ha medido el tamaño de las plantas, como media de los dos diámetros perpendiculares de la proyección de la parte aérea de la planta.



*Figura 2: Ejemplares micorrizados de H. almeriense con eliminación de la competencia (izquierda) y sin eliminación de la competencia (derecha).*

#### *Tratamiento estadístico:*

Los porcentajes de supervivencia y los tamaños de las plantas fueron comparados entre tratamientos aplicando un análisis de varianza multifactorial, considerando tres factores: tratamiento de la vegetación competidora (dos niveles), riego de apoyo (dos niveles) y marco de plantación (3 niveles). Los tratamientos responsables de los efectos principales significativos se detectaron con la prueba de comparación múltiple de Tukey. Los valores porcentuales de supervivencia de plantas fueron transformados previamente mediante el arcoseno de su raíz cuadrada.

#### **4. Resultados**

##### *Supervivencia:*

Sin tener en cuenta tratamientos, la supervivencia en el conjunto de las plantas instaladas fue del 88,3% el primer año y del 79,9% el segundo. La figura 3 hace

referencia al segundo año y en ella se observan variaciones no demasiado grandes en el porcentaje de supervivencia entre tratamientos. El único factor que muestra efectos significativos es el tratamiento de la vegetación competidora ( $F_{1,19}=17,68$ ;  $p<0,001$ ), con una supervivencia del 91,1% si se elimina la competencia, y del 73,0% si no se desbroza.

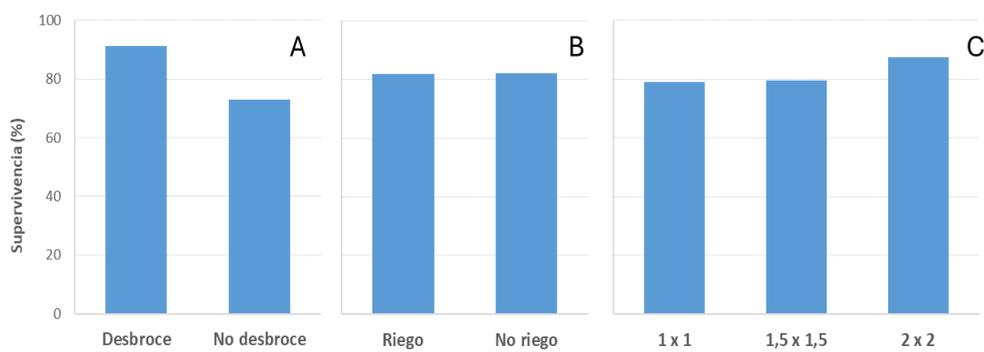


Figura 3: Supervivencia de plantas al segundo año según los tratamientos aplicados: tratamiento de la vegetación competidora (A), riego de apoyo (B) y marco de plantación (C).

#### Tamaño:

Según se observa en la figura 4 y el tratamiento estadístico correspondiente, en el tamaño de las plantas se detectan efectos significativos de todos los factores analizados. El tratamiento de la vegetación competidora tiene un efecto significativo en el tamaño con 45,7 cm cuando se desbroza frente a 41,1 cm cuando no ( $F_{1,256}=16,35$ ,  $p<0,001$ ). En cuanto al riego de apoyo, también se encuentran diferencias con significación estadística: 45,0 cm con riego frente a 41,7 cm sin él ( $F_{1,256}=8,53$ ,  $p=0,004$ ). Por último, en cuanto al marco de plantación, sólo se detectan diferencias significativas entre los espaciamientos más extremos, con 44,7 cm para el marco de 2x2 m y 41,5 cm para el de 1x1 m ( $F_{2,256}=3,1$ ,  $p=0,047$ ).

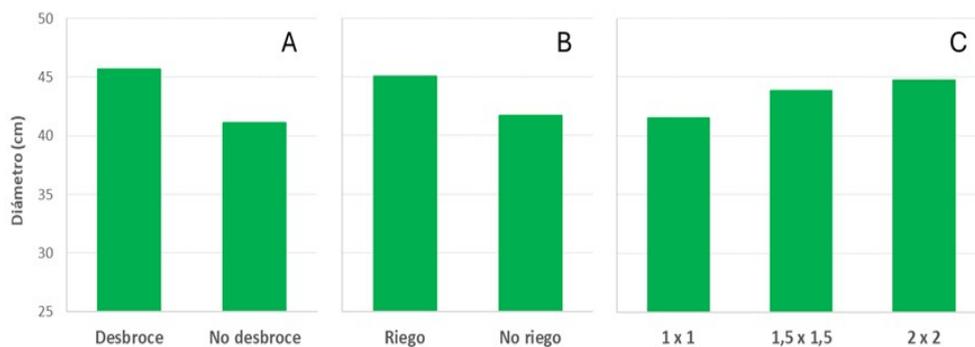


Figura 4: Diámetro medio de las plantas tras el segundo año según los tratamientos aplicados: tratamiento de la vegetación competidora (A), riego de apoyo (B) y marco de plantación (C).

## 5. Discusión

Los resultados obtenidos en este estudio demuestran la importancia del manejo de las plantaciones de *H. almeriense* micorrizado con *T. claveryi* en ecosistemas semiáridos para favorecer el desarrollo inicial de las plantas. En particular, el control de la competencia se identifica como una práctica clave para garantizar la



supervivencia de las plantas en sus etapas iniciales e incrementar el crecimiento. Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan la relevancia del control de la vegetación competidora en ambientes áridos, donde la competencia por recursos escasos, como agua y nutrientes, puede ser especialmente intensa (MORTE et al., 2012). Por otro lado, aparentemente, la densidad de plantación podría llegar a tener efectos significativos a corto plazo, pues en la actualidad ya se observa una clara tendencia a una mayor supervivencia con marcos más amplios.

El efecto positivo del desbroce en la supervivencia también se refleja en el tamaño medio de las plantas, lo que sugiere que esta práctica no solo mejora la viabilidad inicial, sino que también puede acelerar el desarrollo vegetativo, favoreciendo la producción temprana de turmas. La eliminación de la competencia vegetal probablemente reduce el estrés hídrico y mejora la disponibilidad de nutrientes, factores críticos en suelos con bajo contenido de materia orgánica y alta caliza activa, como los descritos en este estudio.

En cuanto al riego de apoyo, los resultados muestran un efecto positivo en el desarrollo de las plantas, aunque no en la supervivencia. Esto podría explicarse por la capacidad de *H. almeriense* de tolerar condiciones de sequía, incluso en suelos marginales (MUÑOZ-GARMENDIA y NAVARRO, 1993). Sin embargo, el riego puntual en julio, aparentemente no imprescindible para la supervivencia, pudo haber favorecido el crecimiento de las plantas. En nuestro país, este cultivo se plantea como una alternativa en terrenos de secano marginales por su rusticidad tanto desde el punto de vista hídrico como nutricional (HONRUBIA et al., 2007). Por ello, en este trabajo sólo se ha planteado proporcionar un riego de apoyo durante los dos primeros años de instalación. Sin embargo, en otros lugares con precipitaciones más escasas (por ejemplo, Israel), estas plantaciones se están gestionando con riegos periódicos (MORTE et al., 2021).

El marco de plantación también influye en el tamaño de las plantas, con diferencias significativas entre los marcos más densos (1x1 m) y más amplios (2x2 m). Aunque estas diferencias son moderadas en estos primeros años, podrían llevarnos a pensar que una densidad de plantación excesiva podría intensificar la competencia intraespecífica a medida que las plantas crezcan, lo que podría limitar tanto la biomasa producida como la productividad de turmas. Sin embargo, estudios en plantaciones ya productivas parecen indicar un efecto positivo de los marcos de plantación estrechos en la producción de turmas por unidad de superficie (MORTE et al., 2012). Por ello, se pretende continuar durante los próximos años con este estudio para evaluar los posibles efectos en la producción de turmas.

## 6. Conclusiones

Un manejo agronómico adecuado de las plantaciones de *H. almeriense* micorrizadas con *T. claveryi* puede contribuir a una implantación más exitosa y entrada en producción más rápida, aspectos fundamentales para los propietarios a la hora de valorar este cultivo. Este estudio se ha centrado en la fase de instalación, evidenciando efectos significativos de los factores analizados. Sería recomendable prolongar el estudio durante la fase productiva de la plantación.

## 7. Agradecimientos

Agradecemos a José Antonio Monreal la cesión de la parcela de estudio, a Eduardo



Carabantes la preparación del terreno previa a la plantación y a Jesús Claramunt el acondicionamiento de la infraestructura de riego.

## 8. Bibliografía

HONRUBIA, M.; MORTE, A.; GUTIÉRREZ, A.; 2007. Las Terfezias. Un cultivo para el desarrollo rural en regiones áridas y semi-áridas. En: REYNA, S. (coord.). Truficultura, Fundamentos y Técnicas. 365 – 397. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

IPCC; 2019. Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. Intergovernmental Panel on Climate Change. 864.

KAGAN-ZUR, V.; ROTH-BEJERANO, N.; SITRIT, Y.; MORTE, A.; 2014. Desert truffles. Phylogeny, physiology, distribution and domestication. *Soil Biology* Vol 38. Springer-Verlag Berlin. 397. Heidelberg.

MARQUÉS-GÁLVEZ, J.E.; MORTE, A.; NAVARRO-RÓDENAS, A.; 2020. Spring stomatal response to vapor pressure deficit as a marker for desert truffle fruiting. *Mycorrhiza* 30(4) 503 – 512.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT; 2005. Ecosystems and human well-being: Desertification synthesis. World Resources Institute. 26. Washington, DC.

MORTE, A.; ANDRINO, A.; GUTIÉRREZ, A.; NAVARRO-RÓDENAS, A.; 2017. Turmicultura en España, oportunidades y necesidades del sector. En: Actas del 7º Congreso Forestal Español (01-543). Plasencia, España.

MORTE, A.; ANDRINO, A.; HONRUBIA, M.; NAVARRO-RÓDENAS, A.; 2012. Terfezia cultivation in arid and semiarid soils. En: ZAMBONELLI, A.; BONITO, G.M. (eds.). Edible Ectomycorrhizal Mushrooms. *Soil Biology* Vol 34. 241 – 263. Springer-Verlag Berlin. Heidelberg.

MORTE, A.; KAGAN-ZUR, V.; NAVARRO-RÓDENAS, A.; SITRIT, Y.; 2021. Cultivation of desert truffles. A crop suitable for arid and semi-arid zones. *Agronomy* 11. 1462.

MORTE, A.; LOVISOLO, C.; SCHUBERT, A.; 2000. Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal association *Helianthemum almeriense* - *Terfezia clavaryi*. *Mycorrhiza* 10 115 – 119.

MORTE, A.; ZAMORA, M.; GUTIÉRREZ, A.; HONRUBIA, M.; 2009. Desert truffle cultivation in semiarid Mediterranean areas. En: GIANINAZZI-PEARSON, V.; AZCÓN, C. (eds.). Mycorrhizas: functional processes and ecological impact. Chapter 15. Springer-Verlag. Heidelberg.

MUÑOZ-GARMENDIA, F.; NAVARRO, C.; 1993. Cistaceae. En: CASTROVIEJO, S. (ed.). *Flora Ibérica*. Vol. 3. 318 – 436. CSIC. Madrid.

REYNOLDS, J.F.; SMITH, D.M.S.; LAMBIN, E.F.; TURNER, B.L.; MORTIMORE, M.; BATTERBURY, S.P.J.; DOWNING, T.E.; DOWLATABADI, H.; FERNÁNDEZ, R.J.; HERRICK, J.E.; HUBER-SANNWALD, E.; JIANG, H.; LEEMANS, R.; LYNAM, T.; MAESTRE, F.T.; AYARZA, M.; WALKER, B.; 2007. Global desertification: Building a science for dryland development. *Science* 316(5826) 847 – 851.

RILLIG, M.C.; MUMMEY, D.L.; 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytol* 171(1) 41 – 53.

SMITH, S.E.; READ, D.J.; 2008. Mycorrhizal symbiosis. Academic Press. 787. London.



VAN DER HEIJDEN, M.G.A.; MARTIN, F.M.; SELOSSE, M.A.; SANDERS, I.R.; 2015. Mycorrhizal ecology and evolution: The past, the present, and the future. *New Phytol* 205(4) 1406 – 1423.