

Retrospectiva hacia una época mágica: las micorrizas de palmeras

Beatriz Dreyer

CENSALUD, Universidad de El Salvador

beatriz.dreyer@ues.edu.sv

INTRODUCCIÓN

Fue en 1999 cuando Vicente Borrás de la Escuela de Capataces Agrícolas de Catarroja, Valencia, me presentó a Mario Honrubia. Yo deseaba incursionar en el campo de las micorrizas más seriamente y el Grupo de Investigación (GI) de Mario buscaba de nuevo un/a doctorando/a para uno de sus numerosos proyectos de investigación. Ya en esa primera conversación se mencionó el posible tema de investigación: "Micorrizas de palmeras". De ahí siguió la solicitud de beca y a los pocos meses estaba en la Universidad de Murcia, formando parte de la "familia micológica-micorrizóloga", desde 2000 a 2004 de forma presencial y a partir de 2004 como colaboradora en el extranjero. He tratado de hacer memoria sobre esas primeras impresiones hacia el nuevo GI y hacia el nuevo tema. Se resume en tres palabras "apertura internacional", "exotismo" y "modernidad".

La apertura internacional de Mario y su GI era latente desde el primer día. Internamente hasta nos denominábamos "el grupo de la ONU", ya que eran varios los investigadores que llegaban al GI de distintos lugares del mundo para estancias cortas o largas; algunos incluso repetían.

El tema para mí personalmente tenía algo de exótico. Habiendo estado antes trabajando con plantas hortícolas, veía a las palmeras como entes glamurosos que no sabía muy bien cómo tratar. Asimismo las visitas a la empresa Jardinería Huerto del Cura, con la que se iba a desarrollar el proyecto, eran como trasladarse en el tiempo; las instalaciones me recordaban a esos inmensos invernaderos de los que se construyeron en el siglo XIX en muchos de los jardines botánicos de ciudades centroeuropeas para poder albergar especies de climas más cálidos.

Las prospecciones micorrícicas, como solía denominar Mario a las salidas de campo, también eran algo peculiares, casi extravagantes: atravesarnos Marruecos en busca de palmerales y continuas visitas a palmerales en Elche y Murcia, reminiscentes de otras culturas.

El objetivo del proyecto de introducir la biotecnología de las micorrizas en un sistema semiindustrial de cultivo de palmeras, totalmente moderno, nos devolvía de nuevo a la época actual.

El tema era además todo un reto, ya que la mención específica de micorrizas en estudios de palmeras era y todavía es escasa. Apenas se han estudiado 1,2% de las aproximadamente 2600 especies de *Palmae* existentes en cuanto a su estado y potencial micorrícico. En algunos estudios tan sólo se demuestra que la palmera estudiada es micotrófica. Se sabe muy poco sobre la respuesta de palmeras a las micorrizas, aunque los pocos estudios conducidos bajo condiciones de cultivo y micorrización controladas muestran un incremento del crecimiento de las palmeras gracias a la micorrización.

Las cuatro especies de palmeras que se seleccionaron para el estudio, *Brahea armata*, *Chamaerops humilis*, *Phoenix canariensis* y *P. dactylifera*, crecen en colonias en hábitats abiertos, toleran ambientes cálidos y secos, son resistentes a heladas y pueden prosperar en suelos pobres en nutrientes. Es por esto que son excelentes candidatas para ser producidas en España para los sectores de jardinería y paisajismo, pero también como plantas ornamentales de interior. *B. armata* es originaria de Baja California y México, donde suele crecer en el fondo de cañones, formando comunidades con especies de *Washingtonia* y el cactus *Carnegia gigantea* (Deleuze, 1995). El género monoespecífico *Chamaerops* con su especie única *C. humilis* se extiende por las costas del Mediterráneo hasta el Este de Malta, desde el nivel del mar hasta altitudes de 600 – 1000 m; a lo largo del gran Atlas algunas poblaciones alcanzan incluso los 2200 msnm (Jacquemin, 1999). La especie *P. canariensis* es endémica de las Islas Canarias, distribuida en las siete islas desde el nivel del mar hasta los 600 m de altitud (Barrow, 1998). El origen exacto y la forma silvestre de *P. dactylifera* se desconocen (Zaid y de Wet, 1999). Se cultiva en muchas regiones del mundo.

Estas palmeras no, o apenas, habían sido estudiadas en cuanto a su estado micorrícico. Para *B. armata* y *P. canariensis* no se conocía ningún estudio. En el caso de *C. humilis* sólo se sabía que era micorrícica (St. John, 1988). Tan sólo para *P. dactylifera* se contaba con información más amplia (Oihabi, 1991).

Durante los cuatro años, se realizaron numerosos experimentos en la Universidad de Murcia (Dreyer, 2004) que ya han sido publicados en parte (Dreyer y Morte, 2009; Dreyer y otros, 2001, 2006, 2008, 2010, 2014). Aquí se abordará únicamente el experimento más ambicioso: la creación de un banco de inóculo de hongos micorrícicos arbusculares (MA) efectivo para palmeras para su uso en la micorrización controlada en el sistema de producción de palmeras para fomentar el crecimiento de las mismas e, indirectamente, reducir el coste de su cultivo.

CREACIÓN DE UN BANCO DE INÓCULO DE HONGOS MA EFECTIVO PARA PALMERAS

La estrategia que se siguió para aislar hongos MA y crear un banco de inóculo de los mismos se basaba en tomas de muestras de palmerales en diferentes estadios de conservación, en diferentes épocas del año y mediante diferentes métodos de aislamiento.

Se seleccionaron 24 zonas de muestreo, seis palmerales y tres campos con otros cultivos distintos a palmeras en la provincia de Alicante, cuatro palmerales en la Comunidad de Murcia y once palmerales en Marruecos. La diferencia principal entre los palmerales marroquíes y españoles es que en Marruecos todavía se practica el cultivo tradicional de *P. dactylifera* con cultivos asociados como alfalfa, maíz, etc. (figura 1a), mientras que a los palmerales españoles ya no se les da ese uso y representan huertos de palmeras en mayor o menor estado de degradación (figura 1b).



Figura 1. (a) Huerto de palmeras con varios cultivos asociados en Aoufous. (b) Huerto de palmeras abandonado en Elche.

Para llegar a los palmerales marroquíes partimos en coche desde Marrakech y atravesamos el Alto Atlas. La ruta de muestreo nos llevó por Erfoud, Aoufous, Ouled Chaker, Meski y las Gargantas de Todra, entre otros lugares. Especialmente en la carretera entre Aoufous y Ouled Chaker no podíamos dejar de impresionarnos por el increíble paisaje (figura 2).



Figura 2. Vista general de un palmeral de Marruecos.

También las salidas de campo a los palmerales de Elche y alrededores así como los de Abanilla y Mahoya en la Región de Murcia nos dejaban disfrutar de parajes inigualables (figura 3).



Figura 3. Palmeras en zona de margas de Abanilla.

En general, el número de esporas de hongos MA que se detectó en todas las zonas de muestreo era bajo, variando entre 2 y 59 esporas por 100 g de suelo en los palmerales españoles y entre 0 y 150 esporas por 100 g de suelo en los palmerales marroquíes. El número de esporas determinadas está en el rango del número descrito para las rizosferas de otras plantas en ecosistemas mediterráneos áridos y semiáridos (Azcón-Aguilar y otros, 2003). El estado de conservación de los palmerales no influyó sobre el número de esporas.

Se iniciaron inóculos a partir de suelo. Las raíces de sorgo presentaban micorrización tras tres meses de cultivo, pero para la esporulación fueron necesarios varios ciclos de cultivo. Sin embargo, hubo inóculos en los que, a pesar de la continua propagación, no se obtuvo esporulación de los hongos MA, indicando la presencia de hongos que esporulan con dificultad. En el resto de inóculos las esporas obtenidas se agruparon por morfotipos. El número de morfotipos era bajo en los inóculos de Elche, entre 1 y 7 (figura 4), y en los de Marruecos, entre 1-3. El número de morfotipos fue mayor en los inóculos producidos a partir de los suelos de los palmerales de Murcia, entre 7 y 10. En base a las esporas obtenidas se establecieron cultivos monoespóricos.

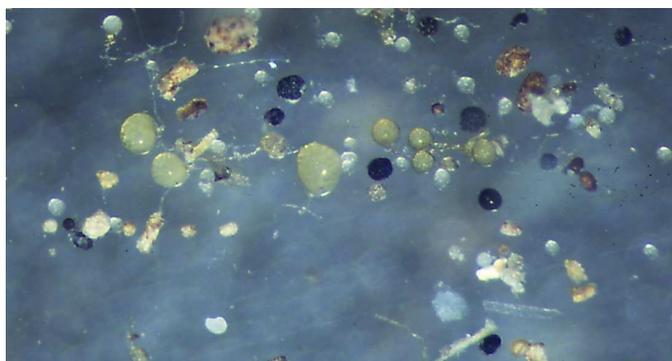


Figura 4. Diferentes morfotipos de esporas en un inóculo producido a partir de un suelo de Elche.

El método de aislamiento de hongos MA más eficiente fue el método a partir de suelo, pero presentaba la desventaja de tratarse de inóculos multiespóricos. La eficacia de los métodos de propagación a partir de raíces y de esporas directamente extraídas del suelo era nula. En cambio, con los métodos de aislamiento a partir de trasplante de diferentes plantas hospedantes y de las esporas agrupadas por morfotipos, se alcanzó una eficiencia de aislamiento media.

Al final se contaba con 131 inóculos en el banco de inóculos aislados en palmerales, además de nueve inóculos puros más de diferentes procedencias. Se determinó el potencial micorrícico de los mismos con el test del número más probable (NMP). La mayoría de inóculos contenían menos de 500 propágulos por 100 g de inóculo seco. Sin embargo, ocho inóculos contenían más de 1500, 11 inóculos entre 1000 y 1500 y 33 inóculos entre 500 y 1000 propágulos por 100 g de inóculo seco.

MICORRIZACIÓN CONTROLADA DE PALMERAS

El cultivo de palmeras está caracterizado por un crecimiento extremadamente lento de las mismas, por lo que se aplican, para asegurar y acelerar su crecimiento, fertilizantes químicos en exceso, lo que conlleva una fuerte salinización de los campos y aguas subterráneas. La introducción de la inoculación con hongos MA como medida de cultivo no sólo pudo garantizar un crecimiento máximo de las palmeras, sino también una reducción considerable de los fertilizantes químicos aplicados durante su cultivo (Dreyer y otros, 2001; Morte y Honrubia, 2002).

Los 140 diferentes inóculos con que se contaba en el banco de inóculos de la Universidad de Murcia se utilizaron en un macroensayo con 705 plantas de cada especie de palmera, *C. humilis*, *P. canariensis* y *P. dactylifera* (figura 5); no se utilizó *B. armata* debido al alto número de plantas que se iba a usar, que no pudieron ser cedidas por la empresa. Las plantas se cultivaron con una solución nutritiva Long Ashton reducida en fósforo a la mitad.



Figura 5. Parcelas experimentales con las palmeras tratadas con los diferentes inóculos al final del ensayo.

El banco de inóculos que se ha creado en la UMU presenta inóculos con eficiencias variables en la promoción del crecimiento y de la adquisición de nutrientes en palmeras.

El número de inóculos efectivos fue mayor para *P. dactylifera*, debido, probablemente, al origen de los aislados, de palmerales de esta especie. La respuesta micorrícica y la eficiencia de los inóculos no se correlacionó en ningún caso con el potencial micorrícico determinado mediante el test NMP, poniendo de manifiesto que este tipo de bioensayos no permiten predecir el potencial de los inóculos.

De los 140 inóculos ensayados, 35 resultaron efectivos en términos de crecimiento para *C. humilis*, 23 para *P. canariensis* y 65 para *P. dactylifera*. Únicamente siete inóculos resultaron efectivos para las tres palmeras.

C. humilis era la palmera que presentaba una mayor dependencia micorrícica, con índices entre el 43 y el 73%, pudiendo ser clasificada como altamente dependiente. *P. canariensis* y *P. dactylifera* presentaban una dependencia micorrícica moderada (23-47%) y moderada-alta (37-62%), respectivamente.

Siete inóculos resultaron en una dependencia micorrícica superior al 65% para *C. humilis* (figura 6). Los diferentes inóculos tenían prácticamente el mismo efecto sobre la parte aérea de las plantas, incrementando más del doble el peso fresco con respecto a las plantas control.

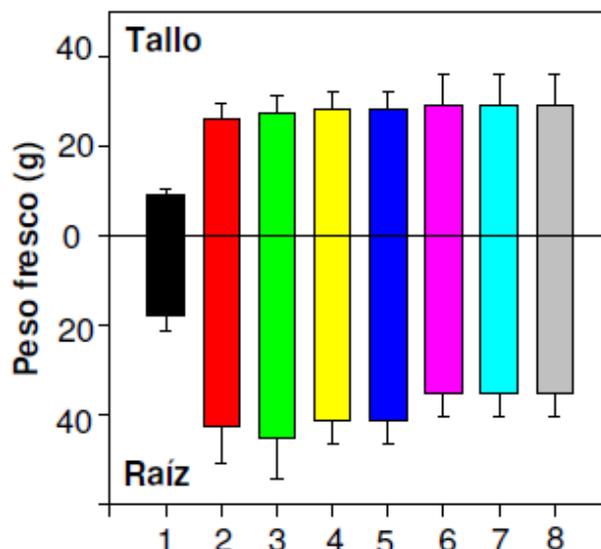


Figura 6. Efectividad de inóculos seleccionados sobre el crecimiento de *C. humilis*. 1. Control, 2. M1.4, 3. E8.4, 4. E5.6s, 5. GmMU, 6. E5.4s, 7. M4.4, 8. GcCU.

Para *P. canariensis* seis inóculos condujeron a una dependencia micorrícica superior al 40% (figura 7) y para *P. dactylifera* 16 inóculos condujeron a una dependencia micorrícica superior al 55% (figura 8). Las plantas micorrizadas de *P. canariensis* presentaban un peso más o menos homogéneo de la parte aérea, casi del doble comparado con las plantas no micorrizadas. Lo mismo se observó en el caso de *P. dactylifera*. El sistema radical de las palmeras inoculadas variaba más entre los tratamientos.

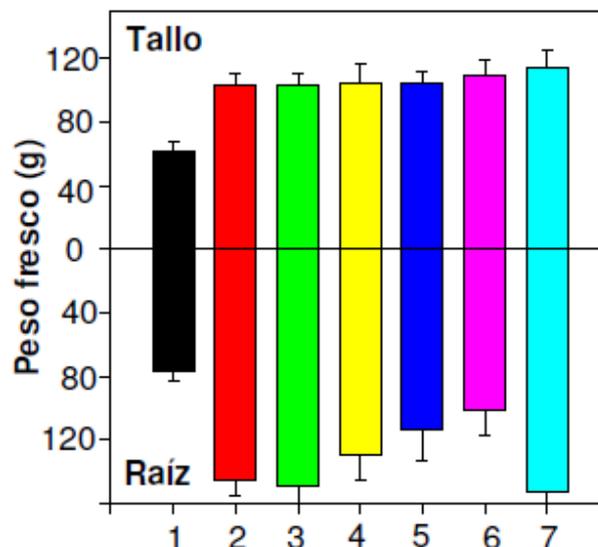


Figura 7. Efectividad de inóculos seleccionados sobre el crecimiento de *P. canariensis*. 1. Control, 2. GcCU, 3. E8.4s, 4. GaCU, 5. GiGR, 6. E7.6s, 7. E5.4s.

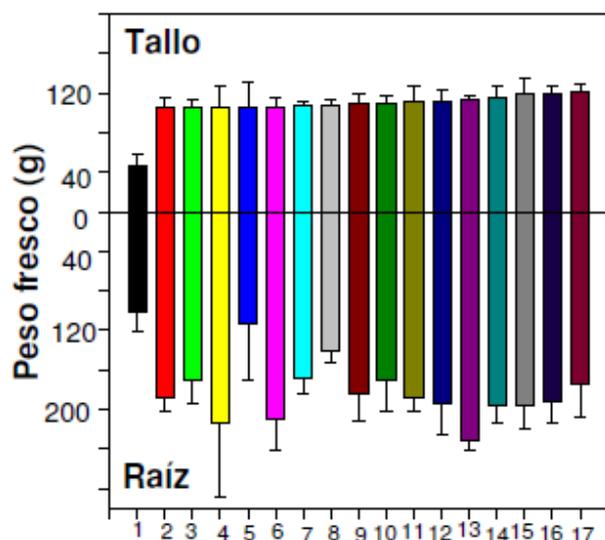


Figura 8. Efectividad de inóculos seleccionados sobre el crecimiento de *P. dactylifera*. 1. Control, 2. E3.6s, 3. M2.5s, 4. E7.4s, 5. E7.1, 6. M1.5s, 7. E2.5s, 8. E4.6s., 9. E8.6s, 10. GdMU, 11. E6.1, 12. GiMU, 13. E5.6s, 14. M4.2, 15. GaCU, 16. GmMU, 17. GIGR.

CONCLUSIONES

Es recomendable usar una amplia gama de métodos para aislar el máximo número posible de especies de hongos MA, sobre todo de suelos, como en el caso de los palmerales de la zona de estudio, caracterizados por un bajo número de esporas y la presencia sobre todo de hongos que esporulan con dificultad. El método de aislamiento de hongos MA que resultó ser más efectivo fue el basado en suelo como inóculo, aunque presentó las desventajas de ser multiespórico. Se encontraron hasta diez morfotipos de esporas de hongos MA, lo que hace pensar que la diversidad fúngica es alta.

Se ha creado un banco de inóculo de hongos MA en la Universidad de Murcia de eficiencias variables en la promoción del crecimiento y de la adquisición de nutrientes de las palmeras. *P. dactylifera* respondió a la mayoría de los inóculos ensayados, por lo que se piensa que ésta es menos selectiva que *C. humilis* o *P. canariensis*.

Lo que resulta evidente de este estudio es que el uso de las micorrizas en el cultivo de palmeras conduce a un aumento significativo del crecimiento, lo que puede acortar significativamente el tiempo de cultivo en vivero.

REFERENCIAS

Azcón-Aguilar, C.; Palenzuela, J.; Roldán, A.; Bautista, S.; Vallejo, R. y Barea, J.M. (2003). Analysis of the mycorrhizal potential in the rhizosphere of representative plant species from desertification-threatened Mediterranean shrublands. *Applied Soil Ecology* 22: 29–37.

Barrow, S.C. (1998). A revision of *Phoenix*. Royal Botanic Gardens Kew.

Deleuze, J. (1995). *Palmiers pour le climat méditerranéen*. Editions Champflour, Marly-le-Roi.

Dreyer, B. (2004). Estudios de caracterización y eficiencia de las micorrizas arbusculares de las palmeras *Brahea armata* S. Watson, *Chamaerops humilis* L., *Phoenix canariensis* Chabaud y *P. dactylifera* L. Tesis doctoral, Universidad de Murcia, Murcia. España.

Dreyer, B. y Morte, A. (2009) Use of autofluorescence properties of AM fungi for AM assessment and handling. In: Varma A, Kharkwal AC (eds) *Symbiotic fungi*. Soil biology 18. Springer, Heidelberg, pp 123–140

Dreyer, B.; Morte, A. y Honrubia, M. (2001). Growth of mycorrhizal *Phoenix canariensis* plants under three different cultivation systems. En: W.J. Horst; M.K. Schenk; A. Bürkert; N. Claassen; H. Flessa; W.B. Frommer; H. Goldbach; H.-W. Olf; V. Römfeld; B. Sattelmacher; U. Schmidhalter; S. Schubert; N.v.Wirén y L. Wittenmayer (Eds.), *Plant nutrition - Food security and sustainability of agro-ecosystems*, pp. 648–649. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Dreyer, B.; Honrubia, M. y Morte, A. (2014). How root structure defines the arbuscular mycorrhizal symbiosis and what we can learn from it? En: Morte, A. and Varma A., eds. *Root Engineering: Basic and Applied Concepts*, pp. 145-169. Springer, London, UK.

Dreyer, B., Morte, A., López, J.A. y Honrubia, M. (2010). Comparative study of mycorrhizal susceptibility and anatomy of four palm species. *Mycorrhiza* 20: 103-115.

Dreyer, B., Morte, A., Pérez-Gilbert, M. y Honrubia, M. (2006). Autofluorescence detection of arbuscular mycorrhizal fungal structures in palm roots: an underestimated experimental method. *Mycological Research* 110: 887-897.

Dreyer, B., Pérez-Gilbert, M., Olmos, E., Honrubia, M. y Morte, A. (2008). Ultrastructural localization of acid phosphatase in arbusculate coils of mycorrhizal *Phoenix canariensis* roots. *Physiologia Plantarum* 132: 503-513.

Jacquemin, D. (1999). *Palmiers ornementaux pour les climats méditerranéens*. Editions Champflour, Marly-le-Roi.

Morte, A. y Honrubia, M. (2002). Growth response of *Phoenix canariensis* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *Palms* 46: 76–80.

Oihabi, A. (1991). Etude de l'influence des mycorrhizes a vesicules et arbuscules sur le bayoud et la nutrition du palmier dattier. Tesis doctoral, Université Cadi Ayyad, Marrakech. Maroc.

St. John, T.V. (1988). Prospects for application of vesicular-arbuscular mycorrhizae in the culture of tropical palms. *Advances in Economic Botany* 6: 50–55.

Zaid, A. y de Wet, P.F. (1999). Origin, geographical distribution and nutritional values of date palm. En: A. Zaid (Ed.), *Date palm cultivation*, volumen 156 de *FAO Plant Production and Protection Paper*, pp. 29–44. FAO, Rome.