



## INVENTARIO DE I+D+i i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

### FICHA DE I+D+i en TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

#### 1. TEMÁTICA

**Clasificación:** BIOFERTILIZANTES

**Tema:** Agricultura.

**Subtema:** Hongos endomicorrícicos como biofertilizantes.

**Objetivo:** Disminución del uso de fertilizantes químicos, plaguicidas y agua en agricultura.

#### 2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA. (Introducción, objetivos, descripción y aplicaciones)

El funcionamiento de un ecosistema edáfico depende en gran medida de la actividad microbiana del suelo, dado que los microorganismos protagonizan diversas acciones que producen beneficios para las plantas a las que se asocian (Kennedy y Smith 1995, Barea 1998, Brown y Rovira 1999). Entre otras acciones, los microorganismos beneficiosos facilitan la captación de nutrientes, producen fitohormonas que favorecen el enraizamiento, protegen a la planta frente a patógenos, descomponen sustancias tóxicas y mejoran la estructura del suelo (Barea 1998). Parece estar claro el hecho de que en suelos degradados ocurre un descenso en el número de propágulos de la microbiota del suelo.

Dentro de este grupo de microorganismos beneficiosos, se encuentran los hongos formadores de micorrizas. Las micorrizas son asociaciones mutualistas que se establecen entre ciertos hongos del suelo y la mayoría de las plantas terrestres. Las micorrizas se encuentran prácticamente en todos los hábitats de la Tierra, desde ecosistemas acuáticos a desiertos, en bosques tropicales, en diferentes altitudes y latitudes (Allen 1991). Existe una gran diversidad en cuanto a morfología y fisiología de las asociaciones micorrícicas, lo que permite reconocer varios tipos de micorrizas diferentes.

Las micorrizas que forman la mayoría de las plantas de interés agrícola son las endomicorrizas, en las cuales el hongo coloniza de forma intracelular la raíz, y dentro de éstas las micorrizas arbusculares (MA), que se caracterizan porque el hongo presenta,



## INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

### DESCRIPCIÓN (continuación)

dentro de la raíz, hifas intercelulares, arbusculos (hifas intracelulares muy ramificadas, formadas por divisiones dicotómicas sucesivas) y vesículas intra o intercelulares. De todos los tipos de micorrizas, las MA son las más extendidas en la naturaleza, formando esta asociación plantas pertenecientes al 80-90 % de las familias botánicas (Honrubia *et al.*1992). Los hongos formadores de MA, son simbiontes biotrofos obligados puesto que sólo pueden completar su ciclo de vida cuando colonizan las raíces de la planta hospedadora.

Estos hongos formadores de MA han sido, recientemente incluidos en una división taxonómica propia, la división *Glomeromycota* (Schüßler *et al.* 2001). Dentro de estos hongos, el género *Glomus* es el más abundante y diverso. Es por este motivo, el género de hongos utilizado habitualmente en las inoculaciones en vivero. (Honrubia *et al.* 1992).

Las plantas cultivadas bajo plástico, independientemente de que sean en suelo o en hidropónico, están sometidas a regímenes de fertirrigación muy elevados; teniendo los nutrientes muy concentrados en puntos donde se acumulan agua y sales, lo que hace que su sistema radical permanezca poco desarrollado.

Todas estas plantas establecen micorriza de forma natural. Sin embargo, los procesos productivos actuales no incluyen, desde semillero, la inoculación micorrícica. A priori, la ausencia del sistema simbiótico no produce, de inmediato, un decrecimiento de la productividad, siempre que no escaseen los aportes hídricos y de fertilización. Con el tiempo, sin embargo, se producen acúmulos de sales y, como sabemos, el agua es un elemento cada vez más escaso y crucial en las regiones mediterráneas. La introducción de hongos micorrícicos arbusculares en los suelos de cultivos agrícolas, y también forestales, mejora el crecimiento y la tolerancia de las plantas frente a problemas de salinidad y sequía (Morte *et al.* 2000, Morte *et al.* 2001, Dell'Amico *et al.* 2002), pues mejoran los parámetros hídricos de las plantas e inducen un mayor desarrollo del sistema radical, lo que provoca un mayor y mejor desarrollo de la planta en sí, permitiendo además un ahorro en el agua de riego.



## INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

### DESCRIPCIÓN (Continuación)

Una correcta selección y aplicación de hongos micorrícicos, considerados como fertilizantes biológicos o biofertilizantes, mejora la nutrición vegetal (Smith y Read 1997, Allen 1992, Harley y Smith 1983, Morte y Honrubia 2002), incrementa la resistencia de las plantas, y sobre todo, su capacidad de recuperación frente a situaciones de estrés abiótico (Augé 2001, Morte *et al.* 2001) y biótico, al aumentar la resistencia de las plantas frente a patógenos (Linderman, 2000; Borowicz, 2001, etc.)

Las mayores dificultades a tener en cuenta a la hora de aplicación de estos fertilizantes biológicos, es la producción de inóculos infectivos en cantidades comerciales (Brundrett *et al.* 1996, Honrubia *et al.* 1992) que minimicen el gasto de producción y el costo de su aplicación a gran escala. En este sentido el Grupo de Investigación, dispone de una colección de hongos seleccionados con diferente origen ecológico, que proporciona un amplio abanico de posibilidades para realizar la micorrización con el inóculo adecuado a determinados ambientes, sistemas de cultivo y especie vegetal. Estos hongos han sido multiplicados tanto *in vitro* como en maceta, en diferentes sustratos, a gran escala, y envasados de forma que su manejo sea fácil para el agricultor.

Finalmente, está documentado que la utilización de micorrizas en cultivos agrícolas favorece su productividad (Sieverding 1991), debido a un adelanto en el tiempo de la floración y cuajado de fruto (p.e. tomate), menor propensión a enfermedades y plagas, mayor desarrollo del sistema radical (lo cual, posiblemente, tiene repercusión en una mayor incidencia llamado colapso, en el caso del tomate y del melón). El uso de estos biofertilizantes, finalmente, posibilita la reducción de fertilizantes químicos, lo que se traduce, además en prácticas agrícolas más respetuosas con el medio ambiente. Especial interés tiene el uso de hongos micorrícicos arbusculares en agricultura ecológica, actualmente en expansión. La agricultura ecológica es un sistema de producción que evita o excluye la utilización de fertilizantes sintéticos, plaguicidas, reguladores de crecimiento, etc. En la medida de lo posible, los sistemas de agricultura ecológica se basan en el mantenimiento de la productividad del suelo y su estructura (fertilidad de la tierra), mediante la utilización



## INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

### DESCRIPCIÓN (Continuación)

óptima de los recursos naturales, con aportación de nutrientes y control de insectos, malas hierbas, y otras plagas, a partir de la rotación de cultivos, los residuos de cultivos, cultivos intercalados de leguminosas, los abonos animales y abonos verdes y determinados aspectos de control biológico de plagas. Todo ello procurando un desarrollo agrario perdurable.

Sin duda la idea central de esta definición es el concepto de suelo vivo, que estimula las actividades de los organismos beneficiosos, entre los que los hongos micorrícicos constituyen el eslabón fundamental de la rizosfera. Sin embargo, la experiencia de aplicación de micorrizas en agricultura ecológica, particularmente en España es muy limitada, y concretamente en la Región de Murcia es casi nula.

El análisis de colonización fúngica se lleva a cabo mediante técnicas de microscopía, a través de las cuales se observa una fase extrarradical, que incluye micelio y esporas y una fase intrarradical del mismo, con hifas intra e intercelulares, arbuscúlos y en algunas especies vesículas. La colonización micorrícica se puede iniciar a partir de tres tipos de propágulos: esporas, fragmentos de raíz previamente colonizados y por la red de micelio que se mantenga en el suelo.

Hasta ahora se ha desarrollado con éxito la tecnología para la introducción de micorrizas, a nivel de producción, en tomate, lechuga, melón, apio, césped y diferentes especies de plantas ornamentales. Entre los resultados obtenidos (Gutiérrez *et al.* 2003), cabe destacar:

- 1) En tomate, con las plantas micorrizadas se ahorró un 25% de agua, un 40% en fitosanitarios, un 25-30% en fertilizantes minerales y hubo un incremento en la producción del 10%, además, las plantas micorrizadas presentaron un crecimiento mucho más equilibrado y homogéneo que las que no lo estaban y fueron más resistentes a patógenos.
- 2) En lechuga y escarola las plantas micorrizadas obtuvieron un 20% más de peso que las no micorrizadas. No se nos proporcionaron datos sobre ahorro de agua y fertilizantes químicos.
- 3) En melón, la producción de las plantas micorrizadas aumentó un 36% respecto a las no micorrizadas, el ahorro de la fertilización fosfórica fue del 100%, de la fertilización nitrogenada y potásica del 20%, el del agua un 25% y una reducción del fungicida al 30%



## INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

### DESCRIPCIÓN (Continuación)

4) En apio, se incrementó la producción hasta un 20%, en altura y peso de planta, o lo que es lo mismo se puede adelantar la cosecha entre una y dos semanas, con el consecuente ahorro de agua, fertilizantes y fitosanitarios que conlleva.

5) La micorrización favorece también el ahorro de agua en el cultivo de césped, aunque de manera menos importante que para cultivos hortícolas.

6) En palmeras, *Phoenix canariensis*, *Phoenix dactylifera*, *Chamaerops humilis* y *Brahea armata*, se incrementó el crecimiento de todas ellas y se mejoró su nutrición mineral, lo que se traduce en un acortamiento del tiempo de permanencia en vivero. Además, el uso de otros hongos antagonistas como *Trichoderma asperulum* y *Gliocladium catenulatum*, en combinación con los hongos micorrícicos, dio los mejores resultados para el caso de *Brahea armata*, especie de lento crecimiento (Morte y Honrubia 2002, Dreyer et al. 2001, 2003).

A tenor de los resultados obtenidos, la aplicación de la tecnología desarrollada para el uso de hongos endomicorrícicos como biofertilizantes puede ejecutarse, pero precisa de un cambio en los hábitos y costumbres del agricultor local. Este hecho representa el mayor hándicap para su implantación. El agricultor debe asumir algunos cambios en su forma de hacer, pues con una disminución de fertilizantes químicos y plaguicidas, y sobre todo, con una reducción de agua podrá obtener incluso mayores resultados. A cambio obtendrá mayor producción y de mayor calidad, sin dañar el medio ambiente.

### 3. TECNOLOGÍAS RELACIONADAS



## INVENTARIO DE I+D+i y TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

### 4. EMPRESA U ORGANIZACIÓN RESPONSABLE

Universidad de Murcia

Thader biotechnology S.L.

### 5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA (Publicaciones científicas, videos demostrativos/divulgativos, fotografías, etc.)

- Allen M.F. (1991). The Ecology of Mycorrhizae. M.F. Allen Ed. Cambridge University Press.
- Allen M.F. (1992) Mycorrhizal functioning and Integrative Plant-Fungal Process. Chapman y Hall, New York. Pp.543.
- Augé, R. M. (2001). Water relation, drought and V.A Mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza 11: 3-42.
- Barea, J.M. (1998). Biología de la rifaosfera. Investigación y Ciencia (Scientific American) 256: 74-81.
- Browen, G.D. y Rovira, A.D. (1999). The rizosphere and this management to improve plant growth. Advances in Agronomy 66: 1-102.
- Brundrett, M.C., Ashwath, N. y Jasper, D.A. (1996). Mycorrhizas in the Kakadu region of tropical Australia . Proppagules of mycorrhizal fungi and soil properties in natural habitats. Plant Soil 184: 159-171.
- Borowicz, V.A. (2001). Do Arbuscular mycorrhizal fungi alter plan-pathogen relations? Ecology 82 (11): 3057-3068.
- Dell'Amico, J., Torrecillas, A., Rodríguez, P., Morte, A., Sánchez-Blanco, M.J. (2002). Water and growth paramenter responses to tomato plants associated with arbuscular mycorrhize during drought and recovery. Jurnal of Agricultural Sciences 138: 387-393.
- Dreyer, B., Morte, A. y Honrubia, M. (2001). Growth of mycorrhizal *Phoenix canariensis* plants under three different cultivation systems. Plant Nutrition. Food security and sustainability of agro-ecosystems through basic and applied research. Pp. 648-649. Kluwer Academic Publishers. WJ Horst y col. (eds.).
- Dreyer, B., Morte, A. y Honrubia, M. (2003). Introduction of biocontrol fungi and arbuscular mycorrhizal fungi in the production system of the palm species *Phoenix canariensis*, *p. dactylifera*, *Brahea armata* and *Chamaerops humilis*. The Fourth International Conference on Mycorrhizae (ICOM 4). Montreal. Canadá. Pag. 433.
- Gutiérrez, A., Torrente, P., Morte, A., Honrubia, M. (2003). Efectos de la micorrización con hongos arbusculares en plantas hortícolas. Libro de resúmenes del XIV Simposio de Botánica Criptogámica. Pag. 64.
- Harley, J.K. y Smith , S.E. (1983). Mycorrhizal simbiosis. Academia Press, New York.
- Honrubia, M., Torres, P., Díaz, G. y Cano, A. (1992). Manual para micorrozar plantas en viveros forestales. Proyecto LUCDEME VIII. Monografía nº 54 ICONA.
- Linderman, R.G. (2000). Effects if mycorrhizas on plant tolerante to diseases, pp. 345-366. En: Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and function. Eds: Y. Kapulnick and D.D. Douds Jr. Luwer Academia Press.



**Región de Murcia**  
Consejería de Agricultura y Agua  
Dirección General de Planificación, Evaluación  
y Control Ambiental.

Fomento del Medio Ambiente y  
Cambio Climático.  
C/Catedrático Eugenio Úbeda  
Romero,3,30008 Murcia

T. 968 22 88 52  
F. 968 22 89 86

## INVENTARIO DE I+D+ i TECNOLOGÍAS AMBIENTALES

### INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA (Continuación)

- Morte, A., Lovisolo, C. y Schubert, A. (2000). Effect of drought stress on growth and water relations of the mycorrhizal associations *Heliantemum almeriense-Tefezia claveryi*. Mycorrhiza 10 (3): 115-119.
- Morte, A., Díaz, G., Rodríguez, P., Alarcón, J.J., Sánchez-Blanco, M.J. (2001). Growth and water relations in mycorrhizal and non-mycorrhizal *Pinus halepensis* plants in response to drought. Biologia Plantarum 44 (2): 263-267.
- Morte, A. y Honrubia, M. (2002). Growth response of *Phoenix canariensis* Hort. Et Chabaud to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. Palms 46: 76-80.
- Kennedy, A.C. y Smith, K.L. (1995). Soil microbial diversity and sustainability of agricultural soils. Plan Soil 170: 75-86.
- Sieverding, E. (1991). Vesicular arbuscular mycorrhizal Magnagement in Tropical Agrosystems. GTZ, Eschborn, Germany.
- Smith, E. y D.J. (1997). Mycological Simbiosis. 2<sup>nd</sup> edn. Academic Press London.

### 6. FUENTES DE INFORMACIÓN:

- [www.um.es/otri/ThaderBiotechnology.php](http://www.um.es/otri/ThaderBiotechnology.php)
- [www.um.es/prinum/files/cursopci/mariohonrubia\\_thader.pdf](http://www.um.es/prinum/files/cursopci/mariohonrubia_thader.pdf)
- [www.thaderbiotechnology.com/agromic.html](http://www.thaderbiotechnology.com/agromic.html)