

MICORRIZA: UN CONOCIDO MICROORGANISMO, AL SERVICIO DE UNA NUEVA TECNOLOGÍA DE MANEJO DE AGUA Y NUTRIENTES EN CÉSPED

En cualquier condición del entorno, el mantenimiento de céspedes se centra en obtener un color intenso y homogéneo, bien tupido y libre de enfermedades. Varios e inmensos son los retos que hay que superar para conseguir este objetivo: el agua es escasa o es de mala calidad, con sales u otros contaminantes, las aportaciones de fertilizantes deben limitarse para evitar contaminación y los productos fitosanitarios no siempre ofrecen la solución deseada. El manejo del césped entra habitualmente en un cierto círculo vicioso en el que más aplicaciones –riego, abonos, fitosanitarios– son causa de problemas de calidad del césped, y hacen necesarios más tratamientos correctivos. A continuación se va a demostrar que con la micorriza hay una oportunidad de romper este círculo vicioso y establecer condiciones a niveles económicos favorables en las que, con menos inputs se consigue un mejor césped (círculo virtuoso).

En zonas áridas y semiáridas como en la Cuenca Mediterránea, el uso de agua para regar céspedes no deja de ser problemático. En muchos casos el acceso al agua es limitado o se deben usar aguas recicladas de tratamiento de desagües que contienen sales y contaminantes disueltos. Además, los gastos de mantenimiento de un césped se incrementan significativamente cuando se consideran el coste del agua y de la energía para bombearla. En Andalucía, la construcción de nuevos campos de golf está acotada por el Decreto 43/2008, donde se definen las condiciones para obtener el permiso de construcción y para su funcionamiento. Se exige, entre otros, un plan de conservación del agua con medidas concretas y validadas.

La empresa MYCOSYM se dedica al desarrollo de soluciones biológicas basadas en la micorriza, relación de simbiosis entre una planta y un hongo. Es una relación beneficiosa en la que el hongo recibe energía y carbono procedente de la fotosíntesis de la planta y, a su vez, la planta recibe del hongo agua y nutrientes extra al extenderse y capturarlos más allá de la zona de influencia de las raíces. Esta simbiosis existe desde hace prácticamente el mismo tiempo que las plantas terrestres, por lo que suele decirse que más bien es una regla que una excepción.

En estudios científicos y en aplicaciones prácticas se ha podido demostrar que un césped tratado para establecer la micorriza tiene mejor aspecto y vigor, puede aguantar sin daño ninguno una reducción de riego de hasta un 50%, se recupera mejor de los daños por situaciones extremas (p.ej. hasta llegar cerca del Punto de Marchitez), tolera más salinidad en el agua y tiene menos síntomas de enfermedades. Además, los usuarios notan un mejor tupido y menos compactación del suelo en greens que fueron tratados con los productos de MYCOSYM.

Micorrizas: Simbiosis hongo (mico) - raíz (riza)

Las micorrizas son raíces de plantas que están colonizadas por ciertos hongos beneficiosos del suelo. Es conocido que el crecimiento y desarrollo de la mayoría de las especies de plantas no puede ser óptimo si no forman micorrizas. Más del 80% de las especies de plantas forman endomicorrizas o micorrizas arbusculares, incluyendo las especies habitualmente utilizadas para cubiertas de césped.

Las especies de hongos formadores de micorriza arbuscular no muestran especificidad con las especies de plantas cuya raíz colonizan, por lo que los inoculantes comerciales están formulados, al menos, por *Glomus intraradices*, por haberse demostrado su versatilidad en cuanto a distintos huéspedes y ambientes.

Una vez instalado el hongo formador de micorrizas dentro de la raíz, también coloniza con sus hifas el suelo circundante, ampliando el volumen explorado y captando muy eficientemente agua y nutrientes para transportarlos a la planta. En el suelo, el hongo completa su ciclo vital al producir nuevas esporas que pueden iniciar la colonización en nuevas raíces. Con la colonización extensa por el hongo la planta resulta vitalizada.

Equilibrio ecológico en el suelo para una mayor tolerancia del césped a estreses

La importancia de las micorrizas como recurso microbiológico es bien conocida, como alternativa que contribuye a aumentar la eficiencia en la absorción de nutrientes y agua, mejorar la fertilidad del suelo y promover la tolerancia y la recuperación de las plantas micorrizadas a las enfermedades y los estreses abióticos como la sequía, la salinidad, los desequilibrios nutricionales, y la presencia de contaminantes.

En suelos naturales no alterados, los hongos micorrícicos son microorganismos frecuentes, contribuyendo al correcto crecimiento de la planta con la que conviven, así como al adecuado equilibrio entre los otros microorganismos que viven en el entorno de la raíz.

De hecho, se conoce que las enfermedades de raíz causadas por microorganismos patógenos son más severas en suelos con bajos niveles de microorganismos beneficiosos. Por tanto, en suelos alterados por el hombre o creados artificialmente (suelos agrícolas, jardines, áreas verdes deportivas, sustratos de crecimiento, etc.) es necesaria la aportación de hongos formadores de micorrizas para conseguir un sistema equilibrado.

Beneficios de la micorriza

Desarrollo de raíz: la micorrización potencia el desarrollo del sistema radical por estimulación de la formación de nuevas raíces. La mayor densidad y el mayor volumen de raíces se traduce en un césped más eficiente y preparado para tolerar ciertos tipos de estreses.

Aprovechamiento de nutrientes: la extensión del hongo fuera de la raíz y entre las raíces permite capturar nutrientes más allá de su zona de agotamiento y transportarlos a la planta. Además, las hifas del hongo poseen mecanismos de solubilización distintos que permiten desbloquear elementos de poca movilidad en el suelo. El resultado es una mayor eficiencia en la utilización de fertilizantes, particularmente fósforo, y micronutrientes.

Eficiencia en el uso del agua: se debe al mayor volumen de suelo explorado y a la elevada eficiencia en la captación y transporte hacia la planta de agua, particularmente importante cuando el contenido de agua en el suelo está por debajo de la capacidad de absorción de las raíces. Esto hace a las plantas crecer con menor cantidad total de agua aportada y sobreponerse más rápidamente a episodios de estrés por sequía.

Tolerancia a enfermedades: reducción de las necesidades de fitosanitarios por protección frente a infecciones de patógenos que atacan por la raíz, incluyendo *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp., *Thielaviopsis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Verticillium* sp., *Alternaria* sp., *Sclerotium* sp., así como nematodos.



Tolerancia a salinidad: las plantas micorrizadas toleran condiciones de salinidad en el suelo o en el agua de riego. Funcionan como osmorreguladores en las raíces y son capaces de captar agua del suelo con potenciales muy bajos provocados por la salinidad.

Tolerancia a metales pesados y contaminantes: las micorrizas actúan como fitoestabilizadores filtrando y fijando los metales pesados y otros contaminantes orgánicos o inorgánicos en el suelo impidiendo su absorción perjudicial por la planta. Permiten la utilización de aguas recicladas.

Descompactación del suelo: la intensa red de micelio que los hongos micorrícicos extienden fuera de la raíz, une y agrega las partículas del suelo mejorando notablemente su estructura. Además, estas hifas segregan una proteína denominada glomalina que actúa como agregante entre las partículas del suelo sin compactar el mismo, haciéndolo más tolerante al pisado.

Ayudados en la ciencia y la investigación

Las repercusiones económicas y ambientales de la gestión eficiente del agua para suministrar las necesidades hídricas de las cubiertas cespitosas, exigen el uso de nuevas tecnologías que permiten reducir el consumo de agua sin mermar la calidad de las plantas.

En este sentido y para refrendar las observaciones prácticas en campo, MYCOSYM ha colaborado en un estudio desarrollado por el Departamento de Agronomía del Instituto de Agricultura Sostenible (CSIC, Córdoba) orientado a demostrar la tolerancia al estrés hídrico de un césped micorrizado con nuestro producto.



Tolerancia del césped micorrizado al estrés hídrico

La disponibilidad en cantidad y calidad de agua para riego es el principal factor limitante en el mantenimiento sostenible de las áreas verdes deportivas.

Para su correcto desarrollo y para mantener un equilibrio térmico e hídrico, las plantas extraen agua desde el suelo para evaporarlo a la atmósfera. Este fenómeno de transpiración se produce según la tasa requerida en cada momento en función de, principalmente, la temperatura y humedad del aire.

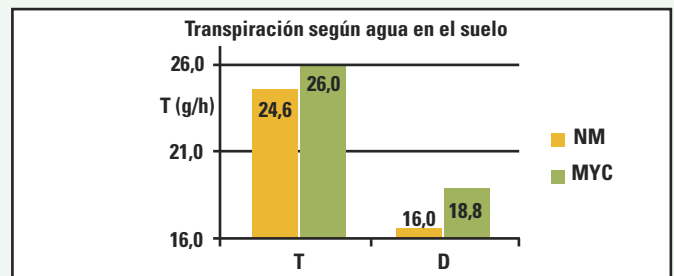
En el caso de déficit hídrico, es decir, cuando existe incapacidad prolongada o transitoria de las plantas para transportar la cantidad de agua demandada, se generan daños fisiológicos que se traducen en los síntomas de marchitamiento (a veces incluso irreversible). En efecto, el déficit hídrico en la planta se produce por poca cantidad de

agua disponible en el suelo, elevada demanda evaporativa en la atmósfera y/o excesiva resistencia al flujo de agua a través de la planta.

Método de trabajo: Se han simulado las condiciones reales de un Green de un campo de golf, utilizando Penncross (*Agrostis stolonifera* L.) en sustrato arenoso bien drenado, aunque en condiciones de transpiración controladas que permitieron el cálculo de las variables que gobiernan la transpiración de las plantas para cualquier cantidad de agua en el suelo.

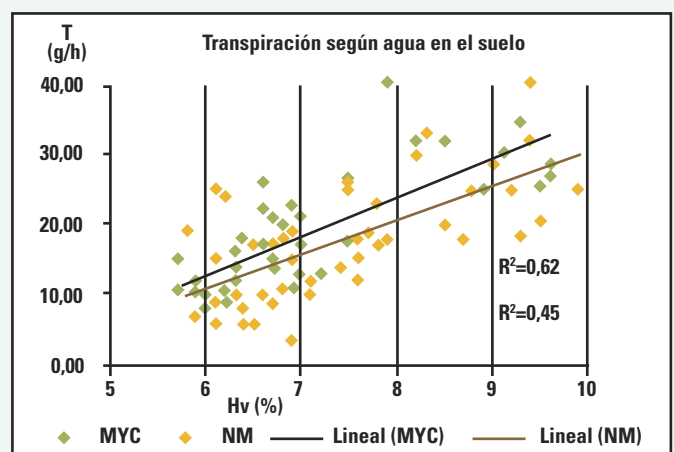
Durante el ensayo se provocó déficit hídrico por reducciones del 20%, 40%, 60% y 80% de la capacidad de campo (15% de agua en el suelo: cantidad de agua en el suelo óptima para un suelo arenoso).

Resultados: Para cualquier cantidad de agua en el suelo (desde saturación hasta déficit hídrico), el césped micorrizado es capaz de transpirar más. (gráfica 1).



Gráfica 1. Gráfica 1. Transpiración media de *Agrostis stolonifera* micorrizado (MYC) y no micorrizado (NM) contemplando para un suelo arenoso, el rango completo de humedades (T) o solo niveles de humedad en déficit hídrico provocado en las plantas (D).

De hecho, la mayor capacidad de transpiración es realmente relevante cuando la cantidad de agua disponible en el suelo es un factor limitante, es decir, alrededor del Punto de Marchitez Permanente, cuando la cantidad de agua disponible en el suelo es tan baja que los daños por estrés hídrico en la planta son irreversibles (humedades de alrededor del 7% para un suelo arenoso: gráfica 2).



Gráfica 2. Transpiración del césped micorrizado (puntos verdes, MYC) o no (puntos amarillos, NM) en función de la cantidad de agua en el suelo. Las líneas de tendencia representadas corresponden a regresión lineal. Se representan valores en el rango de humedad del suelo menor del 10%, la cual es considerada subóptima para un suelo arenoso.

En las condiciones en que se desarrolló el ensayo, el césped micorrizado mantuvo mayor tasa de transpiración respecto al no mico-

MYCOSYM[®] Herba Water Management System

rrizado hasta un déficit hídrico provocado de 40% respecto a capacidad de campo.

Las observaciones relativas a la mayor capacidad de transpiración de un césped micorrizado fueron confirmadas consistentemente por el descenso de temperatura de hasta 1°C medido en comparación a los tratamientos no micorrizados. En efecto, es conocido que la transpiración es el mecanismo por el que las plantas disipan el calor, por lo que a mayor transpiración menor temperatura de la cubierta.

No se observaron diferencias significativas en el crecimiento de la parte aérea entre el césped micorrizado y no micorrizado (figura 1, arriba), aunque sí se observó una modificación sobre la arquitectura de la raíz al encontrarse un sistema radical más largo y fino (figura 1, abajo).

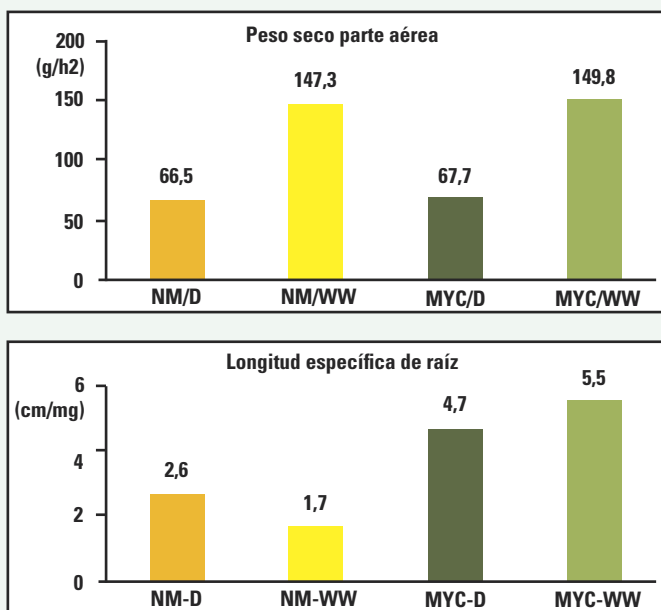


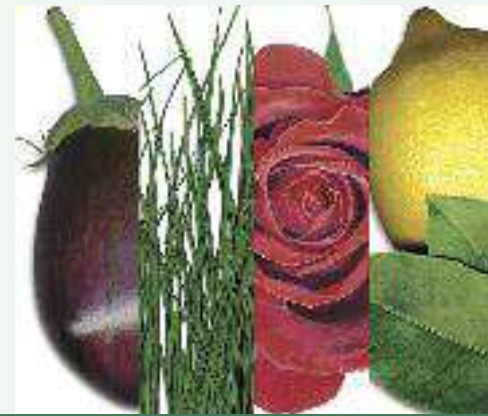
Figura 1. Crecimiento del césped micorrizado y no micorrizado según el tratamiento de riego. [NM: no micorrizado, MYC: micorrizado; WW: riego a demanda; D: riego para provocar déficit]. Arriba: crecimiento de la parte aérea; Abajo: arquitectura de la raíz teniendo en cuenta su grosor por unidad de longitud.

Conclusiones: Micorriza = Water Management System

Con los parámetros estudiados se puede concluir que las micorizas mejoran el estado hídrico del césped al incrementar su capacidad de utilizar el agua disponible en el suelo, aún cuando esté en cantidades tan bajas que se produzcan los efectos negativos del estrés hídrico sobre las plantas.

Se sugiere que el mecanismo que subyace en este efecto es la menor resistencia al flujo de agua que una raíz micorrizada presenta respecto a una raíz no micorrizada, lo cual resulta en una mayor capacidad de transportar agua desde el suelo hacia la atmósfera incluso si la cantidad de agua disponible es difícilmente extraíble por una raíz sin micorrizar y por lo tanto se produce el «marchitamiento».

Las repercusiones que pueden tener estos resultados sobre las estrategias de manejo del riego de forma eficiente, podrían ser (1) el mayor espaciamiento entre riegos, es decir, la posibilidad de tolerar una menor cantidad de agua en el suelo para tomar la decisión de regar, o (2) la disminución de la cantidad de agua aplicada en cada riego, o una combinación de ambas.



El resultado es un balance neto estacional con menor consumo de agua del césped micorrizado sin mermas en su color y comportamiento deportivo. Además queda facilitado el uso de aguas regeneradas.

Aplicación de Hongos Micorrícicos

El beneficio aportado a las plantas por la micorriza se ha demostrado indiscutiblemente desde hace muchos años, aunque la utilización extensa en agricultura, medio ambiente y áreas verdes ha estado limitada por la falta de disponibilidad de inoculantes de calidad estandarizada y en cantidades industriales.

Mycosym ha conseguido un sistema de producción que permite superar este hándicap y hace posible la aplicación de micorizas extensamente en áreas verdes para aprovechar sus beneficios.

MYCOSYM[®] Herba puede ser aplicado a voleo a una dosis de, al menos, 15 g/m² en la siembra, en la colocación de tepes, y en céspedes establecidos coincidiendo con la operación de aireado.

Para aplicaciones en la siembra se recomienda pasar un rastrillo o similar para incorporar el producto superficialmente. En aplicaciones en el aireado el rastrillado permite situar el producto cerca de las raíces.

Las dosis mínimas recomendadas por Mycosym son suficientes para conseguir una colonización extensa en condiciones normales. Dosis mayores disponen mayor población inicial del hongo y favorecen un establecimiento de la micorriza más rápido y más intenso.

Para permitir un correcto establecimiento de la micorriza es recomendable fertilizar solo ligeramente (en particular, no exceder de 30 ppm de fósforo) y evitar el uso de fungicidas sistémicos en las primeras semanas tras la aplicación.

Los productos Mycosym contienen únicamente hongos micorrícicos, son seguros para el medio ambiente y saludables para el hombre. Son productos certificados para agricultura ecológica por el Instituto Suízo FiBL y el certificador alemán BCS-Öko.

Las esporas de los hongos micorrícicos tienen un tamaño que dificulta su migración en el suelo, por lo que es necesario aplicar el inoculante en las proximidades de las raíces. No es recomendable la aplicación a través del sistema de riego.

Una aplicación = Una inversión

Una inoculación efectiva es duradera con un manejo adecuado de la cubierta vegetal y no necesita aplicaciones recurrentes.

La disminución sustancial de los aportes de agua y fertilizantes en un césped micorrizado repercute en reducciones en el consumo de fungicidas, situando a la micorriza como una tecnología indispensable en el manejo sostenible de un campo de golf.

La inversión única de la micorriza frente al aprovechamiento recurrente de sus beneficios en cuanto al ahorro de agua, fertilizantes y fitosanitarios, inclina la balanza de coste/beneficio anual claramente a favor del tratamiento con micorizas. Los beneficios ambientales adicionales permiten un manejo sostenible de las áreas verdes deportivas.

Testimonios y resultados de aplicaciones en campos de golf

Los campos de golf que disfrutan de esta tecnología están comprometidos con el medio ambiente y son ejemplo de sostenibilidad y adaptación a las nuevas tendencias.

De entre los numerosos testimonios podemos destacar algunos como el del Real Club de Golf de Sotogrande. En la fotografía 1 se pueden apreciar las diferencias en la arquitectura radical (izquierda: control; derecha: tratado con MYCOSYM). Estas diferencias se tradujeron en una más rápida y mejor recuperación del césped tratado con MYCOSYM tras un episodio de estrés hídrico provocado (dos días sin riego y después reducción del 20% de agua en cada riego).

Otro ejemplo fue el experimentado en La Cala Golf donde se comprobó como el césped micorrizado absorbía más rápidamente el abono, tenía una menor compactación y además permitió reducir ya un 25% en el consumo de agua, sin uso de humectantes.

En el Club de Golf de El Zaudín también se comprobó como la micorriza recuperó un green con problemas. Este campo ejemplar, ha reducido en la actualidad su consumo de agua en un 25%, así como el uso de fungicidas y fertilizantes, con una menor compactación.

En Vale do Lobo Golf la micorriza mejoró el césped con un mayor sistema radical, reduciendo el consumo de fertilizantes y fungicidas.



Fotografía 1



Zaudín (antes)



Zaudín (después)

Preguntas frecuentes

¿Qué precauciones debemos tener en el momento de la aplicación?

Evitar el uso de fungicidas sistémicos sistémicos, durante 2-3 semanas tras la aplicación. Una vez establecida la micorriza, se puede volver a los tratamientos convencionales. El uso de fungicidas de contacto no tiene efectos negativos conocidos.

Es recomendable reducir la aportación de fertilizantes de forma general. Particularmente, el fósforo se puede reducir drásticamente.

La micorriza permite reducciones de fitosanitarios y fertilizantes, consiguiendo un ahorro considerable y una mejora en el impacto ambiental.

¿Cuánto tiempo tarda un césped en micorrizarse?

Va a depender principalmente de una aplicación correcta y de la actividad de la planta, pero en condiciones normales tarda entre dos y cuatro meses. Para verificar si un césped está micorrizado se puede hacer un análisis por tinción de las raíces.

¿Es un producto recurrente?

MYCOSYM® Herba no se aplica recurrentemente como los fertilizantes o fitosanitarios. La duración de los efectos de la micorriza depende del manejo del cultivo, por lo que los beneficios de la simbiosis deben perdurar si el mantenimiento no es agresivo o no se renueva la cubierta.

¿Cómo pueden trasladarse los resultados en condiciones controladas del ensayo realizado en el CSIC a la aplicación práctica de esta tecnología?

Mediante una reducción progresiva del consumo de agua. Si bien el potencial verificado en el CSIC llega al 40%, cada greenkeeper debe ir reduciendo progresivamente el aporte de agua ya que en cada campo hay distintas variables no controlables (suelos, pendientes, etc). Una reducción del 5% al 10% cada semana hasta llegar al potencial de cada campo sería la estrategia más acertada.

¿Qué fecha es la más adecuada para la aplicación de MYCOSYM Herba?

Cualquier momento es adecuado, si bien en primavera y otoño la micorriza se establece más rápidamente; además, coincide con el pinchado, que es uno de los métodos para la aplicación.

¿Es un producto ecológico?

Va a depender principalmente de una aplicación correcta y de la actividad de la planta, pero en condiciones normales tarda entre dos y cuatro meses. Para verificar si un césped está micorrizado se puede hacer un análisis por tinción de las raíces que permite detectar y cuantificar la colonización del hongo.

¿Es un producto ecológico?

La micorriza es una simbiosis natural que puede establecerse en todos los suelos. Los productos de Mycosym no contienen organismos genéticamente modificados, ni derivados de ellos. La innovación tecnológica de MYCOSYM es producir grandes cantidades de inóculo, con calidad garantizada y a niveles económicos aptos para su utilización.

MYCOSYM-TRITON S.L.
Paseo de Bollullos de la Mitación, 6
Parque industrial A-49 (PIBO)
E-41110 Bollullos de la Mitación, Sevilla

Tel. +34 95 577 6725
Fax. +34 95 577 6711
informa@mycosym.com
www.mycosym.com

