

Micorrizas en cultivos hortícolas

El proyecto de innovación Micorrizas presenta los resultados de cuatro años de ensayos en diferentes especies hortícolas inoculadas con hongos micorrícicos arbusculares

El equipo de innovación Micorrizas, integrado por la Asociación El Colletero, el agricultor Gabriel Fabón y el técnico Gonzalo Villalba, ha trabajado durante tres años en el empleo de hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en diferentes cultivos hortícolas para saber en la práctica sus beneficios productivos y también

medioambientales. Los datos obtenidos de los campos de ensayo indican que el rendimiento medio se ha incrementado un 20% sin el empleo de ningún tipo de fertilizante. El guisante, la berenjena, el tomate y el pimiento han sido las hortalizas que mejor respuesta han tenido al inóculo de micorrizas.

➤ **TEXTO:** Javier Sáenz de Cabezón Irigaray. *Coordinador del equipo de innovación Micorrizas*
FOTOGRAFÍAS: Equipo Micorrizas



Huerta demostrativa Los majuelos de El Colletero.

Dentro de los organismos que habitan el suelo, se encuentran los hongos micorrízicos arbusculares (HMA), también llamados vesículo arbusculares. Estos hongos forman simbiosis con el 90% de las plantas vasculares. En esta asociación de beneficio mutuo, denominada micorriza (mico: hongo, riza: raíz), el hongo se une a la planta por medio de la raíz, recibiendo principalmente azúcares y lípidos, y proveyendo a la planta de nutrientes que le son difícilmente asimilables, especialmente fósforo.

Dentro de las funciones que realizan destacaremos las dos más importantes para la agricultura: biofertilizantes y bioingenieros.

Como biofertilizante, el hongo nutre a la planta principalmente de fósforo y también de nitrógeno, que a su vez ayudan a la absorción de muchos macro y micronutrientes como K, Mg, S, Ca, Zn, Cu, Fe. Debido al crecimiento miceliar, sabemos que el hongo aumenta el área de

Guisante, berenjena, tomate y pimiento han obtenido incrementos de producción superiores al 25%

absorción de la planta de 100 a 1.000 veces, no sólo porque es una extensión del sistema radicular de la planta, sino porque puede penetrar por poros en el suelo donde las raíces no caben.

En su papel como bioingenieros, los HMA destacan por ser los únicos capaces de sintetizar una proteína llamada glomalina. Esta proteína cubre las hifas del hongo, proporcionándoles protección y rigidez; a su vez, une los minerales del suelo

aportándole estructura y calidad y protegiéndolo de la erosión. A medida que las raíces crecen, la glomalina se desprende del suelo, donde actúa como un “superpegamento”, lo que ayuda a que las partículas de arena, limo y arcilla se adhieran entre sí y a la materia orgánica que da vida al suelo. Debido a que hay mucha más glomalina en el suelo que ácido húmico, en una fracción extraíble de humus, la glomalina almacena el 27% del carbono total del suelo, en comparación con el 8% del ácido húmico. Existe una estrecha relación entre la cantidad de glomalina y la fertilidad del suelo.

Equipo Micorrizas

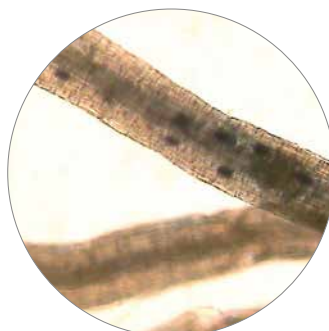
En 2017 se constituyó el equipo de innovación Micorrizas, para el cultivo y aplicación de HMA en la producción hortícola de La Rioja, dentro de los proyectos financiados por la Consejería de Agricultura para mitigar el cambio climático. Coordinado por la Asociación El Colletero e integrado por el agricultor Gabriel Fabón, de la marca Tomateco, y por el técnico Gonzalo Villalba, de la empresa AgroVidar, el proyecto se ha desarrollado durante cuatro años con resultados muy alentadores a nivel productivo que pueden servir para incentivar el uso de HMA en los cultivos hortícolas de La Rioja, sin olvidar la conservación y regeneración de los suelos agrícolas debido a las funciones comentadas anteriormente. A continuación, se detallan los trabajos realizados y los datos obtenidos en las distintas especies hortícolas.

Cultivo de HMA

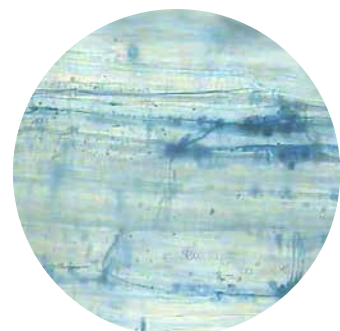
Para obtener la cantidad suficiente de HMA que nos permita comenzar una producción masiva en campo es necesario establecer un cultivo inicial. Utilizaremos muestras recogidas en plantas suscep-



Observación de endomicorrizas en microscopio.



Detalle de una raíz de maíz inoculada con endomicorrizas.



Arbúsculos dentro de las células de la raíz.



Jornada de divulgación del proyecto en Daroca.

tibles a la micorrización que se encuentran de forma natural en los lindes de la huerta. Una vez recogidas las muestras, procederemos a su multiplicación mediante plantas “trampa”, plantas muy susceptibles de micorrización por una o varias especies de hongos MVA. En nuestro caso, utilizamos una mezcla de abono verde (mezcla de gramíneas y leguminosas) y albahaca como planta hospedadora crecida bajo ambiente controlado. Se emplearon macetas de diferentes volúmenes utilizando un sustrato compuesto por arena, vermiculita y compost en proporción 4:4:1. Antes de añadir el suelo muestra con HMA, el sustrato se esterilizó previamente mediante autoclave, evitando la proliferación de microorganismos no deseados (posibles enfermedades que pueden transportarse en la tierra) y así iniciar un cultivo lo más limpio posible. Una vez desarrolladas las plantas, se extrae la parte radicular donde se han multiplicado los HMA, obteniendo el inóculo inicial para realizar el mismo proceso a mayor escala.

Diseño del campo experimental

Las plántulas utilizadas para las pruebas se inoculan en laboratorio dentro de

La micorrización en tomate y alubia aumentó la absorción de carbono, la materia orgánica y la cantidad de microorganismos en suelo

semilleros de 20 cm de altura (como los utilizados para árboles) desde la semilla. Se llenan los alveolos de los semilleros, en una mitad se le añade el equivalente a una cucharada de café del inóculo, antes de depositar la semilla, y en la otra mitad, no (que actuará como control). Al hacerlo de esta manera, nos aseguramos que la raíz de la plántula va a alcanzar las endomicorizas en el momento de la germinación. Para cultivos como puerro, habas o guisantes, el inóculo se aplica directamente en el momento de la siembra.

Trascurridas unas tres semanas, dependiendo del cultivo, se llevan al campo experimental. Trasplantamos 20 plantas

micorrizadas y otras 20 sin micorrizar, con una separación suficiente para evitar que las plantas micorrizadas puedan colonizar las no micorrizadas. Esperamos al desarrollo del fruto haciendo un seguimiento y cuidado del cultivo igual para todas las plantas. Recogemos los frutos de las plantas centrales evitando las que limitan con las micorrizadas y viceversa, para asegurarnos, otra vez, de que las plantas micorrizadas puedan haber colonizado las plantas control o no micorrizadas.

Para cada cultivo, micorrizado o no, se comprobó la ausencia o presencia de esporas de hongos micorrícicos para valorar si hubo simbiosis. Se pesaron los frutos y se valoró el estado sanitario de la planta. Recogimos una cantidad suficiente de frutos para poder establecer un tratamiento estadístico de los datos y así poder procesarlos, con los resultados que se detallan a continuación (tabla 1).

Resultados de los diferentes cultivos

Tomate

Tras contar el número de tomates por racimo y pesar cada tomate, obtuvimos diferencias significativas en el peso medio del tomate y el peso del racimo de tomates. Así, los tomates micorrizados

pesaron una media de 114,5 gramos en comparación con los no micorrizados: 83,1 gramos. El peso total por racimo fue de 602,0 gramos para plantas micorrizadas y de 439,3 gramos en no micorrizadas. Estos datos suponen un aumento del peso medio por tomate del 37%, muy similar al aumento del peso por racimo.

Lechuga

Se obtuvieron diferencias significativas en el peso de la lechuga ya fuera con o sin raíz: la media en plantas micorrizadas fue de 151 gramos y 134 gramos en plantas no micorrizadas, lo que supone un aumento de producción del 13% en plantas micorrizadas.

Guisante

La producción de guisante aumentó un 40% en comparación con los guisantes no micorrizados. Este considerable aumento de cosecha puede deberse a que el guisante, al ser una leguminosa, establece simbiosis con bacterias nitrificantes del género *Rhizobium*, lo que puede resultar en un efecto sinérgico o acumulativo al estar actuando las micorrizas y las bacterias.

Berenjena

Se midió la altura de la planta en el momento de la primera recolección, el número de frutos por planta y el peso tanto de planta como de fruto. Se obtuvieron diferencias en todos los parámetros: fue mayor la altura de plantas micorrizadas (88 cm frente a 85 cm), también se obtuvo un mayor número de berenjenas (un 14% más en micorrizadas) y lo mismo con el peso de los frutos (fue un 20% mayor en los micorrizados). En definitiva, obtuvimos un mayor número de berenjenas, con mayor peso en plantas micorrizadas que en las que no inoculamos, por lo que aumentamos la producción total en un 34% por planta de berenjena.

Haba

En las habas, medimos el peso en seco de semillas de plantas micorrizadas vs. no micorrizadas, realizando 10 grupos de semillas de 20 unidades en cada grupo. Obtuvimos un mayor peso seco en las primeras, pero sin grandes diferencias: un 6% más en el peso seco de las semillas micorrizadas. Quizá en peso seco no se observen grandes diferencias o puede ser debido a que las micorrizas no actuaron en la variedad de haba que pusimos. Al ser una leguminosa esperábamos obtener los mismos resultados que en guisante.



Ensayos en guisante.

Tabla 1. Resultados en la producción por planta de los cultivos experimentados

Cultivo		Producción (g)	Diferencia
Tomate	con micorriza*	114,5	37%
	sin micorriza	83,1	
Lechuga	con micorriza	151	13%
	sin micorriza	134	
Guisante	con micorriza	282	40%
	sin micorriza	203	
Haba	con micorriza	35,7	6%
	sin micorriza	33,9	
Espinaca	con micorriza	125	-4%
	sin micorriza	130	
Berenjena	con micorriza	295	34%**
	sin micorriza	254	
Puerro	con micorriza	344	20%
	sin micorriza	278	
Pimiento	con micorriza	98	25%***
	sin micorriza	87	

* Media de dos temporadas.

** Se obtuvo un número mayor (14%) de berenjenas por planta.

*** Se obtuvo un número mayor (25%) de pimientos por planta.



Ensayos en habas.



Preparación de sustrato para el cultivo de micorrizas.

Puerros

Para este ensayo solamente medimos el peso de la planta y comparamos las diferencias. Obtuvimos una media de 344 gramos en puerros micorrizados, contra 278 en no micorrizados. Cabe destacar que el peso de los puerros fue muy heterogéneo, pudiendo pesar hasta 600 gramos y bajar a 200 gramos en plantas micorrizadas, y unos 450 gramos de máximo y 150 de mínimo en plantas no micorrizadas. Pero, en general, el análisis estadístico arrojó una diferencia del 20% en peso.

Pimiento de padrón dulce

Se midió la altura de la planta en el momento de la primera recolección, el número de pimientos y el peso. Se obtuvieron diferencias en todos los parámetros: mayor altura de las plantas micorrizadas (98 cm frente a 87 cm); mayor número de pimientos (un 25% más en micorrizadas) y también más peso de los pimientos (un 5% de incremento en los micorrizados). En definitiva, obtuvimos un mayor número de pimientos ligeramente más pesados, aumentando la producción alrededor de un 25%. En este caso, no gracias al peso de los frutos, sino al mayor número de ellos en las plantas micorrizadas.

Espinaca

Una vez desarrollada, la planta se pesó entera sin raíz. Se obtuvo una media de

125 gr en las micorrizadas y 130 en las no micorrizadas. Así pues, la simbiosis entre planta y hongo no tuvo los resultados de los otros cultivos en los que obtuvimos aumentos de producción en todos ellos. En relación con la bibliografía consultada, la espinaca parece que no establece simbiosis con las micorrizas. Es decir, no todas las plantas se favorecen de la simbiosis entre el hongo y la planta.

Absorción de carbono

Para medir las diferencias de absorción de carbono en plantas micorrizadas contra no micorrizadas, iniciamos un cultivo de tomate y otro de alubia con plantas micorrizadas y un control con plantas no micorrizadas. Se midieron la cantidad de carbono, materia orgánica y microorganismos en suelo, al inicio y a las ocho semanas (tabla 2). En ambos casos la micorrización aumentó la cantidad de carbono y de materia orgánica, así como la de microorganismos en el suelo.

Conclusiones

De los resultados del proyecto podemos concluir que es posible el cultivo de HMA para su uso en hortícolas de una manera sencilla y económica con materiales que están al alcance de cualquier productor. Además, este cultivo puede iniciarse a partir de plantas de la misma parcela, lo

que es una ventaja sobre los productos comerciales a base de micorrizas, ya que utilizamos HMA locales ya aclimatados al ambiente donde los vamos a utilizar.

En todos los cultivos experimentados conseguimos un aumento en la producción que varió conforme a la especie utilizada. El menor aumento se observó en haba y el mayor en guisante, obteniendo en general un aumento en el rendimiento del 20% sin utilizar ningún tipo de fertilizante, por lo que supone una reducción en los insumos mientras aumentamos los beneficios de la producción.

Debido a que aumentan tanto la materia orgánica como la absorción de carbono en suelo, son una herramienta a tener en cuenta para la lucha contra el cambio climático y la regeneración y conservación de los suelos.



Visita la web del proyecto para conocer más

Tabla 2. Medidas de carbono, materia orgánica y microorganismos en suelo para cultivos de tomate y alubia micorrizados y sin micorrizar

Cultivo	% M.O.		%C		Microorganismos
	Inicio	8 semanas	Inicio	8 semanas	8 semanas
Tomate micorrizado	4,8	14,7	2,8	8,5	8,5x10 ⁵
Tomate no micorrizado	4,8	5,6	2,8	3,2	5,2x10 ³
Alubia micorrizada	4,8	9,4	2,8	5,4	9,7x10 ⁵
Alubia no micorrizada	4,8	6,4	2,8	3,7	6,4x10 ³