

## Tener en cuenta

# Interacción Micorrizas-glifosato residual en plantas de pimiento

Algunos hongos del suelo se asocian con las raíces de la mayoría de las plantas terrestres. Esta asociación planta-hongo, denominada micorrizas, le permite a las plantas explorar mayor volumen de suelo y, en consecuencia, absorber más agua y nutrientes. Las micorrizas aportan otros beneficios como el aumento de la resistencia a estreses bióticos y abióticos, entre ellos, estrés hídrico, salino y contaminación del suelo (por acumulación de metales pesados o pesticidas).

Las plantas micorrizadas presentan un incremento del peso seco y el área foliar, modifican la forma de crecimiento (la arquitectura) de la raíz, aumentan la absorción de fósforo (P), especialmente cuando su disponibilidad en el suelo es limitada y muestran un retraso en el envejecimiento. La absorción y el transporte de P por las micorrizas dependen de la actividad metabólica de la planta y del hongo. La arquitectura de la raíz puede ser modificada por muchos factores ambientales, como la disponibilidad de agua y nutrientes, la temperatura y la inoculación con hongos micorrícicos. Por otro lado, la arquitectura radical determina la eficiencia de la colonización, ya que los arbusculos, órganos donde se produce el intercambio de nutrientes, se forman principalmente en las raíces jóvenes cerca de los ápices, y le dan el nombre de micorrizas arbusculares (MA) a esta asociación (Foto 1).

### ¿Qué es el glifosato?

En cultivos intensivos y extensivos es una práctica común controlar las malezas con la aplicación de agroquímicos, particularmente herbicidas. El glifosato es el herbicida más utilizado en la actualidad, conocido por su efectividad en el control de las malezas, su rápida inactivación en el suelo y su baja toxicidad. El uso del glifosato se incrementó considerablemente en nuestro país, con la implementación de la siembra directa y el uso de cultivos genéticamente modificados (plantas transgénicas) resistentes a este herbicida, como se puede observar en el siguiente cuadro (Cuadro 1).

El glifosato es un herbicida que se incorpora a la planta

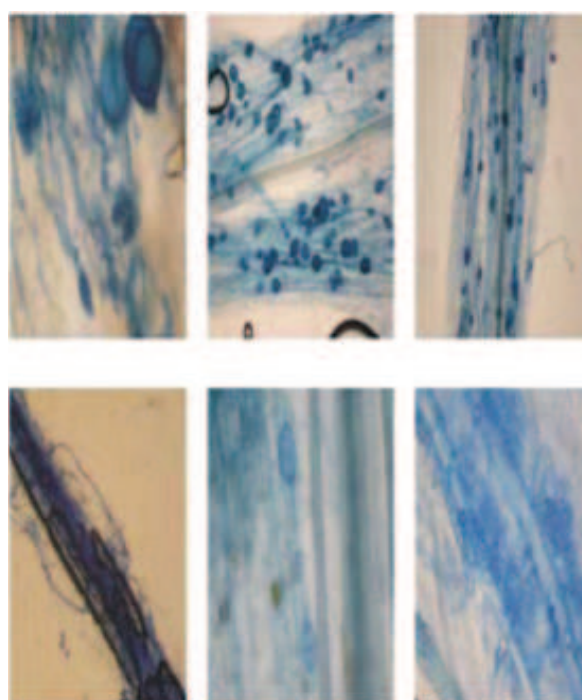


Foto 1: Raíces colonizadas por MA

por vía foliar y es trasladado dentro de ella a los puntos de crecimiento, es no selectivo y controla la mayoría de las malezas anuales y perennes. Actúa inhibiendo la actividad de la enzima EPSPS (5-enolpiruvil-shikimato-3-fosfato-sintetasa) involucrada en la ruta metabólica del ácido shikímico con el consecuente bloqueo de la síntesis de aminoácidos aromáticos como fenilalanina, tirosina y triptófano. Estos aminoácidos son esenciales en la síntesis de proteínas, hormonas y en el metabolismo secundario de las plantas. La inhibición de esta enzima causa una disminución en el crecimiento, de los tejidos metabólicamente activos, como las hojas inmaduras, los tallos jóvenes y los ápices radiculares, que lleva a la muerte de la planta.

La descomposición del glifosato en el suelo no es muy importante y su vida media varía entre algunos meses a años, dependiendo de las condiciones ambientales y las

Año	Consumo glifosato (litros)	Sup. cultivada con soja TH (miles de ha)	Sup. cultivada con maíz TH (miles de ha)	Sup. cultivada con algodón TH (miles de ha)	Total de superficie con cultivos TH
1991/92	1.000.000				
1992/93	2.500.000				
1993/94	5.000.000				
1994/95	8.000.000				
1995/96	12.000.000				
1996/97	20.000.000	370			370
1997/98	28.000.000	1.756			1756
1998/99	58.000.000	4.800	13		4813
2000/2001	80.000.000	9.000	580		9580
2003/2004	140.000.000	13.230	1600	7	14837
2006/2007	160.000.000	15.840	2046	232	18118
2008/2009	200.000.000	17.000	1536	210	18746

características del suelo. La retención del glifosato por las partículas del suelo se incrementa con el contenido de arcilla y disminuye con el descenso del pH, reduciendo de esta manera su actividad herbicida. Algunos estudios demostraron que el 90% de los residuos de glifosato se encuentran en los primeros 15 cm de suelo y casi no se detectan residuos a más de 35 cm de profundidad, interactuando de esta manera con las raíces de las plantas. Por otro lado, el glifosato retenido puede ser liberado e infiltrarse en el suelo, llegando a contaminar las napas. Aunque algunos organismos pueden descomponerlo, en suelos con residuos de glifosato, se observó una disminución de las poblaciones microbianas y de la actividad biológica, modificando el reciclaje de los nutrientes.

Nuestros estudios están dirigidos a dilucidar el comportamiento de las MA asociadas a plantas de pimiento en presencia de residuos de glifosato en el suelo. Para lograr este objetivo estudiamos: a) las respuestas morfológicas, fisiológicas y bioquímicas de plantas de pimiento asociadas (colonizadas) a MA, crecidas en suelo con residuos de glifosato y b) el % de inoculación y la actividad de las MA, considerando el efecto tóxico del herbicida sobre estos hongos.

Los resultados obtenidos muestran que, los residuos de glifosato en el suelo afectan la asociación con hongos micorrícicos y modifican el modelo de crecimiento de la raíz (área, longitud, diámetro y número de raíces laterales). Sin glifosato en el suelo, el pimiento presentó elevado porcentaje de micorrización, indicando que es una especie afín a la asociación con hongos MA. Además, la asociación con estos hongos permitió aumentar el peso seco de la parte aérea y la superficie de las raíces, de las plantas, mostrando mayor número de raíces laterales. El efecto perjudicial del glifosato sobre las raíces incluyó la reducción en el número de raíces laterales y

un incremento en el número de células muertas, lo cual reduce la capacidad de absorción de agua y nutrientes y causa daños por desecación. Tanto las plantas micorrizadas como las no micorrizadas fueron afectadas por la incorporación del herbicida al suelo, reduciendo el crecimiento al aumentar la dosis (Foto 2).

Estos resultados nos permiten sugerir que el crecimiento de los hongos micorrícicos es afectado por las altas dosis del herbicida. Las plantas de pimiento son susceptibles a los residuos de glifosato presentes en el suelo y las raíces parecerían ser los tejidos más sensibles. La inoculación con MA podría proteger a las raíces de las plantas de pimiento del efecto perjudicial del herbicida y permitir a las plantas soportar estas condiciones de estrés.



Foto 2: plantas de pimiento no tratadas (A) y plantas tratadas con glifosato en el suelo (B). NM: no micorrizada; MA: micorrizada.

Marcela Ruscitti (1); Cecilia Arango (1),  
Marta Ronco (1,2) y José Beltrano (1,2)  
(1) INFIVE. CCT CONICET La Plata.  
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales UNLP.  
(2) CICBA.