

# MANUAL

COMO PRODUCIR INÓCULOS Y  
PROTOCOLOS PARA INOCULAR  
SEMILLAS Y PRODUCIR PLANTA  
MICORRIZADA

EJEMPLAR GRATUITO  
DE DIVULGACIÓN  
CIENTÍFICA

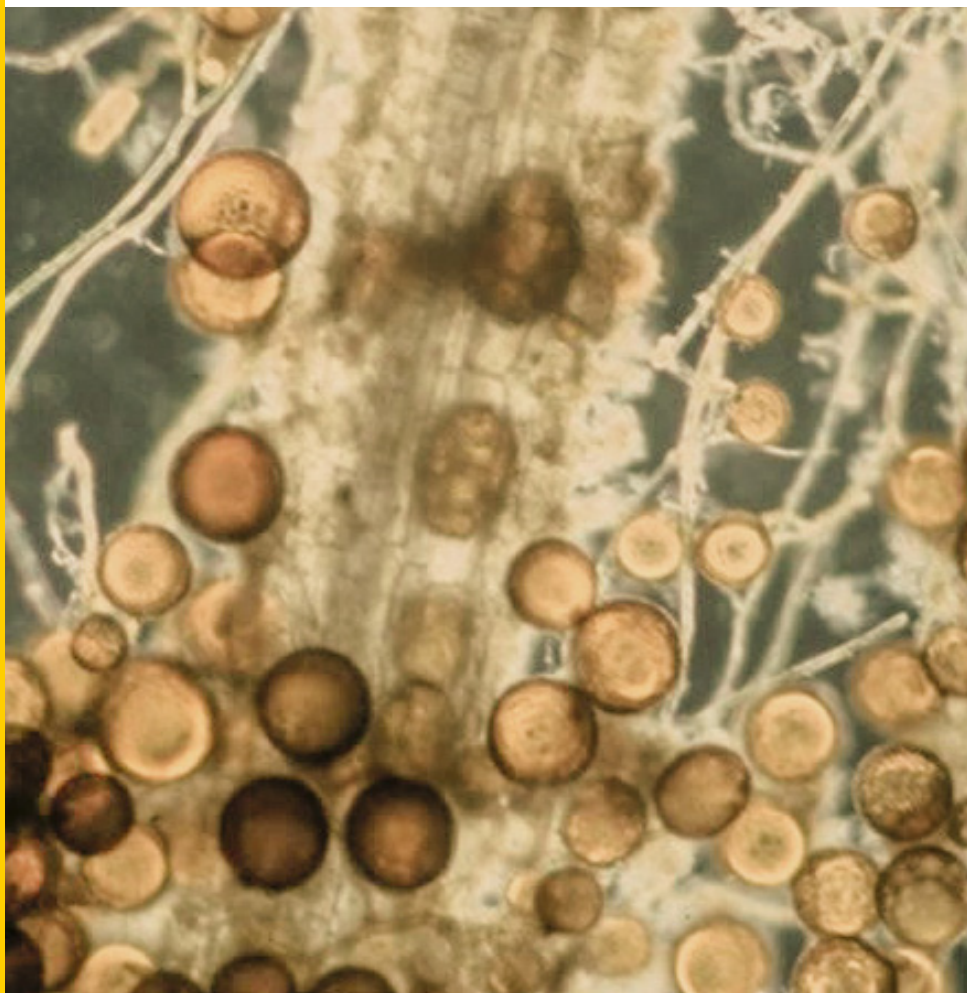
NALDA — JULIO 2019  
DEPOSITO LEGAL  
LO-198 / 2019

[www.micorrizas.elcolletero.org](http://www.micorrizas.elcolletero.org)



Equipo de Innovación  
**Micorrizas\***

CULTIVO Y APLICACIÓN DE MICORRIZA AUTÓCTONA  
PARA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA EN LA RIOJA



## INDICE

1. HONGOS MICORRÍICOS	p.3
VESÍCULO ARBUSCULARES	
· SITUACIÓN TAXONÓMICA	p.3
· DESCRIPCIÓN	p.3
· BENEFICIOS	p.4
· USO	p.5
· APLICACIÓN	p.5
· MANEJO DEL SUELO	p.5
MICORRIZADO	
2. TABLA MICORRIZAS	p.6
3. INOCULAR SEMILLAS	p.7
Y PRODUCIR PLANTA	
MICORRIZADA	
4. PROTOCOLO PARA PRODUCIR	p.10
INÓCULO MASIVO	

### - DIRECCIÓN

Dr. Javier Cabezón

### - EQUIPO INVESTIGACIÓN

Dr. Gabriel Fabón (Tomat eco)

Dra. Angélica García

El colletero

AgroVIDAR

### - MAQUETACIÓN Y DISEÑO / Lobete Diseño

### CONTACTO

El Colletero: 646 540 608 - [info@elcolletero.org](mailto:info@elcolletero.org)

Tomat eco: 618 700 711 - [gabrielfabon@hotmail.com](mailto:gabrielfabon@hotmail.com)

AgroVIDAR: 675 010 607 - [gonzalo@agrovidar.com](mailto:gonzalo@agrovidar.com)

Clean-Biotec: 941 238 261 - [clean@clean-biotec.com](mailto:clean@clean-biotec.com)

[www.micorrizas.elcolletero.org](http://www.micorrizas.elcolletero.org)

## 1. HONGOS MICORRÍICOS VESÍCULO ARBUSCULARES

### SITUACIÓN TAXONÓMICA

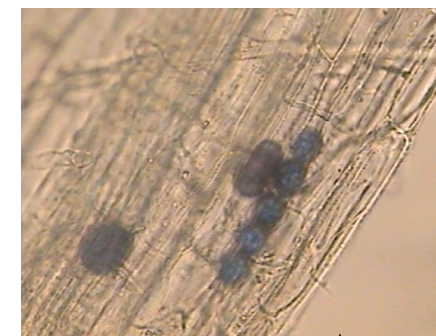
Los Hongos Micorrícicos Vesículo Arbusculares (HMVA) están agrupados en cuatro órdenes: Archaeosporales, Diversisporales, Glomerales, y Paraglomerales, que comprende diez familias y trece géneros, pertenecientes a la clase Glomeromycetes del filo Glomeromycota a los que pertenecen un total de 5000 especies. Los géneros más empleados en experimentación son *Glomus* y *Gigasporus*

### DESCRIPCIÓN

Los hongos micorrícicos vesículo arbusculares (HMVA) establecen una relación simbiótica con el 90% de las plantas vasculares. El término se refiere a la presencia de estructuras intercelulares vesículas, e intracelulares arbuscúlos que se desarrollan en determinados momentos de su desarrollo, las vesículas son estructuras de almacenamiento y en los arbuscúlos se produce el intercambio de nutrientes. Los HMVA se reproducen asexualmente produciendo esporas y propágulos de origen micelial que darán lugar a esporas. Al germinar la espora, ésta se une a la raíz por medio de un apresorio y penetra a la raíz produciendo micelios tubulares. Una vez establecida la simbiosis, el hongo, además de incrementar considerablemente el área de absorción de las raíces, proporciona a la planta nutrientes minerales, sobre todo fósforo P. La planta, a su vez, proporciona al hongo los azúcares necesarios para su desarrollo. El aumento de la superficie de absorción de la raíz, permite alcanzar minerales con poca movilidad y que de otra manera estarían restringidos en el suelo lejos de las raíces de la planta.



Esporas de endomicorrizas en monte



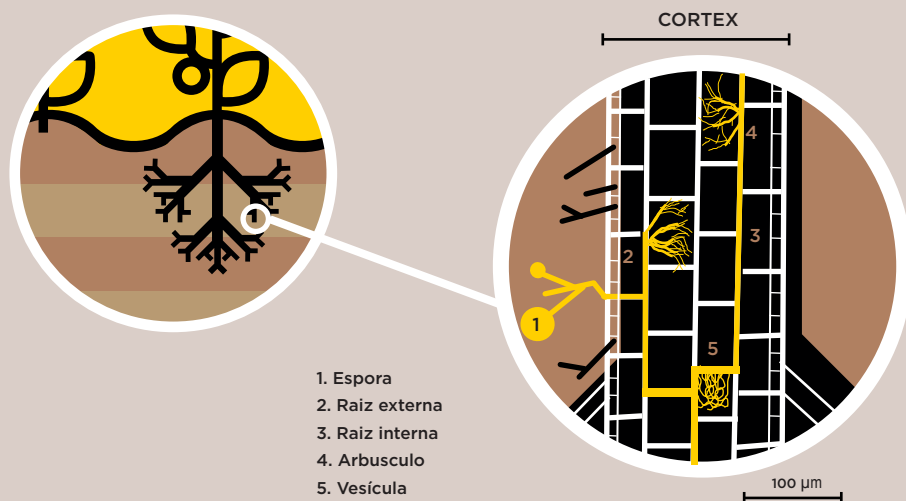
Esporas de endomicorrizas en campo

## BENEFICIOS

La simbiosis entre hongo y planta, produce numerosos beneficios tanto al cultivo, como al agroecosistema. Diversos estudios han demostrado mejoras en la adaptación de la planta frente a estreses bióticos (plagas, enfermedades) y abióticos (sequía, infertilidad, salinidad, contaminación), siendo por su puesto muy interesante la adaptación frente a estreses abióticos, menos controlables dentro del ciclo de cultivo. Estudios sobre la aplicación HMVA en campo e invernadero, han demostrado un incremento en la producción de varios cultivos mientras otros resultados muestran una reducción en la cantidad de fertilizante necesario tras la inoculación con HMVA. A su vez, diversos investigadores han demostrado incrementos en el valor nutricional de frutos producidos por plantas micorrizadas. La tabla 1 muestra una selección de cultivos y los resultados obtenidos sobre distintos parámetros tras la inoculación con HMVA.

A nivel edáfico, la simbiosis con HMVA mejora el secuestro de C del suelo, la estructura del suelo, la resiliencia ante la erosión, la lixiviación de nutrientes, el aumento en la retención de agua y el aumento en la biodiversidad. Estudios sobre contaminación por metales pesados han demostrado que los HMVA pueden almacenar compuestos tóxicos en las vesículas y reducir la contaminación.

La capacidad de las redes producidas por HMVA de transportar C, Nutrientes minerales y Fitoquímicos por todo el agroecosistema les permite influir sobre las comunidades y el medio ambiente local, lo que ha hecho que sean utilizadas en recuperación de ecosistemas.



## USO

El uso de HMVA está siendo extendido sobre todo a especies de huerta y algunas especies leñosas como el olivo. Aunque realizan simbiosis con la mayoría de las plantas vasculares, las familias Amaranthaceae, Cruciferae, Chenopodiaceae, en general no son susceptibles a la micorrización.

Como se ha comentado anteriormente también están siendo utilizados para trabajos de reforestación y recuperación de ecosistemas y para reducir la contaminación en suelos con alto contenido en metales pesados.

## APLICACIÓN

La aplicación de HMVA debe hacerse preferentemente en semillero, añadiendo al sustrato lo equivalente a una cucharada de café (5g). Esto hará que la micorriza se forme desde el inicio del desarrollo de la planta, lo que hace más eficaz su aplicación. También puede añadirse esporas al lecho de plantación o mezclarse con el horizonte superficial antes de realizar la plantación. En cualquier caso el contacto desde la germinación aumenta ampliamente las posibilidades de éxito de la inoculación.

Así mismo, estudios en vivero para multiplicación de frutales por estaquillado o plantón, resultaron en una disminución en el tiempo de brotación.

## MANEJO DEL SUELO MICORRIZADO

Una vez inoculado es necesario realizar un mínimo laboreo y evitar el uso sobre todo de fungicidas, incluyendo el Cobre, ya que son incompatibles con el desarrollo de micorrizas. El estado nutricional del suelo nos va a orientar sobre el éxito de la inoculación, ya que la micorrización carece de sentido en suelos ricos en nutrientes. El contenido en P del suelo, también es un limitante en el uso de HMVA, ya que los cultivos en suelos ricos en P no van a necesitar de la micorrización o sus beneficios van a verse disminuidos.

Tabla 2. Prácticas positivas y negativas para los HMVA

En resumen, la inoculación con HMVA, ya sea en vivero o en campo, ha demostrado ser una herramienta eficaz para aumentar la producción, reduciendo costes en fertilización y por tanto reduciendo el impacto de las labores agrícolas. El uso de HMVA no está restringido a especies hortícolas sino que también puede aplicarse en frutales y como herramienta para reforestación y conservación de espacios naturales. Los HMVA son obligados compañeros en el camino hacia una agricultura sostenible.



## 2. TABLAS MICORRIZAS

Tabla 1. Inóculos, cultivo y resultados esperados / continua siguiente pagina

INÓCULO	CULTIVO	RESULTADO
Varias especies de <i>Glomus</i>	Fresa	Aumento de 50% en productividad
Varias especies de HMVA	Pimiento	Resistencia estrés hídrico Mayor vigor Aumento en cantidad de macro y micro-nutrientes Aumento de productividad Tolerancia al estrés salino Aumento de calidad Resistencia a <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i> y <i>Phytophthora</i>
Varias especies de HMVA	Trigo	Aumento de biomasa Aumento en absorción de nutrientes Resistencia a estrés hídrico
Varias especies de HMVA	Maiz	Incremento de la producción y calidad del grano
Varias especies de HMVA	Arroz	Tolerancia a salinidad Aumento del rendimiento
<i>Glomus intraradices</i>	Lechuga	Aumento en peso bruto, neto y calibre
Varias especies de HMVA	Zanahoria	Incremento en producción Resistencia nematodos
Varias especies de HMVA	Tomate	Reducción del uso de fertilizantes en un 50% Aumento de producción Control de <i>Phytophthora</i> Aumento en los niveles de beta-caroteno (antioxidante) Resistencia a la salinización Resistencia a nemátodos

<i>Glomus intradices</i>	Patata	Incremento de la producción Resistencia a enfermedades de suelo
<i>Glomus versiforme</i>	Guisante	Aumento producción Resistencia a podredumbre radicular
Varias especies	Uva	Resistencia déficit nutricional Resistencia enfermedades Aumento vigor ramas
Varias especies de HMVA	Varias especies: cebolla, pimiento, maíz, guisante, puerro, lechuga, uva, fresa, alcachofa	Aumento del valor nutricional

Tabla 2. Prácticas positivas y negativas para los HMVA

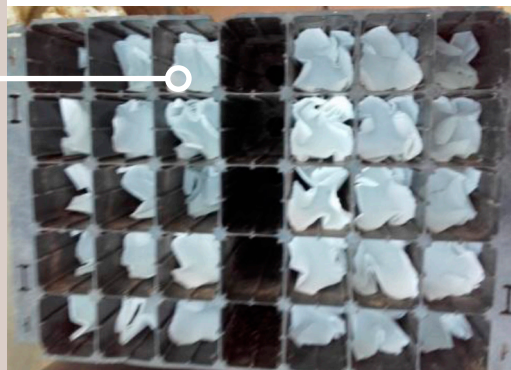
PRÁCTICAS BENEFICIOSAS	EFEECTO
Uso de fertilizantes con baja solubilidad	Las concentraciones bajas de nutrientes en el suelo incentiva la colonización por HMVA
Exclusión de biocidas	Efectos tóxicos en HMVA
Cultivo pastizales o cereales	Aumento en la producción de propágulos
Rotación cultivos	Aumento en la diversidad de HMVA
PRÁCTICAS NEGATIVAS	EFEECTO
Laboreo mecánico para control de malas hierbas	Rompe la red de hifas
Abandono de cultivo	Falta de plantas huésped resulta en una disminución de los propágulos
Cultivos no micorrícicos	Falta de plantas huésped resulta en una disminución de los propágulos
Uso de fungicidas con base de Cobre	Toxico para HMVA

### 3. PROTOCOLO PARA INOCULAR SEMILLAS Y PRODUCIR PLANTA MICORRIZADA

1. Hacer una mezcla de 4 partes de arena, con 4 de perlita y 1 de compost (4:4:1) Es una forma de asegurarnos que el medio tiene poco compost para que sea limitante y fuerza la micorriza. Si se va a preparar mucha cantidad, se podría utilizar una hormigonera. En caso contrario, se coloca un plástico y se hace la mezcla volteando varias veces con pala para que sea lo más homogénea posible.



2. Preparamos los blíster cónicos que se usan para planta arbórea (resultan mejor por tener más profundidad, una vez desarrollada la planta se podrán pasar a campo o invernadero). Se coloca en su interior papel de filtro (es un papel poroso y deja pasar el agua, tarda bastante en romperse por la humedad). De esta manera, cuando echemos la mezcla de sustrato no se caerá por el agujero.



3. Llenar cada alveolo con el sustrato preparado hasta  $\frac{3}{4}$  de su volumen.

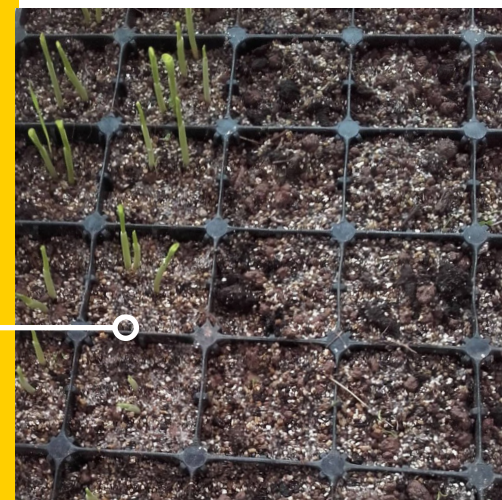
4. Echamos una capa fina de inóculo, más o menos una cucharadita (alveolos de la derecha). En la izquierda no se ha echado inóculo para contrastar el desarrollo.



5. Rellenamos los alveolos con más sustrato y sobre él sembramos las semillas para producción de invierno-primavera, se ha elegido puerro y espinaca para producción ecológica. En cada alveolo se echan 5 o 6 semillas, es posible que alguna más. En la foto las semillas de puerros son unos puntitos negros.



6. Humedecemos todos los alveolos con agua suficiente para favorecer la germinación de nuestras semillas. Las dos primeras semanas, revisaremos diariamente que hay humedad y que se produce la germinación. Una vez germinadas, regar semanalmente y si es necesario aumentar la frecuencia



7. Cuando las plántulas estén del tamaño adecuado para pasar a campo, se saca con cuidado del alveolo, se separan y se trasplantan.



## 4. PROTOCOLO PARA PRODUCIR INÓCULO MASIVAMENTE

1. Hacer una mezcla de 4 partes de arena, con 4 de perlita y 1 de compost (4:4:1) Es una forma de asegurarnos que el medio tiene poco compost para que sea limitante y fuerza la micorriza. Si se va a preparar mucha cantidad, se podría utilizar una hormigonera. En caso contrario se coloca un plástico y se hace la mezcla volteando varias veces con pala para que sea lo más homogénea posible.



2. Preparamos las macetas, o bolsas, colocando en su interior papel de filtro (es un papel poroso y deja pasar el agua, tarda bastante en romperse por la humedad). De esta manera, cuando echemos la mezcla de sustrato no se caerá por los agujeros.



3. Llenar la maceta o bolsa con el sustrato preparado hasta 3/4 de su volumen.

4. Echamos una capa fina de inóculo (macetas de abajo).

5. Rellenamos las macetas con más sustrato y sobre él añadimos la mezcla de semillas, aproximadamente unos 20 g de Paspalum notatum y 20 de la mezcla de semillas como abono verde (que nos aportará Nitrógeno, ya que entre ellas hay leguminosas.)



6. Humedecemos las macetas con agua suficiente para favorecer la germinación de nuestras semillas. Las dos primeras semanas, revisaremos diariamente que hay humedad y que se produce la germinación. Una vez germinadas, regar semanalmente y si es necesario aumentar la frecuencia



7. Cuando el césped tome cierta altura, lo cortaremos para forzar a las plantas a seguir desarrollándose y precisar más fósforo, que se lo aportará el hongo. Así, forzamos la micorrización.



+ Info: [www.micorrizas.elcolletero.org](http://www.micorrizas.elcolletero.org)



Equipo de Innovación  
**Micorrizas\***

**Con la siguiente publicación buscamos crear un manual práctico para el agricultor que le sirva para producir inóculos y poder aplicar esta práctica en huertas**

La información que en esta está recogida es fruto de los dos primeros años de investigación del equipo micorriza por el equipo.... y a sido sacada de x investigaciones, bibliografía, etc...



**AGROVIDAR**  
Soluciones agroambientales



**CLEANBIOTEC**  
BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL



Unión Europea  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural



MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE



Gobierno  
de La Rioja