

# MICORRIZAS

## Aunque no las veamos, ¿siempre están?

XXVIII Encuentro Nacional de Grupos Jardín, América 15 de noviembre de 2019

Marina Omacini  
Facultad de Agronomía,  
Universidad de Buenos Aires,  
IFEVA- CONICET-UBA  
Buenos Aires, Argentina





Foto de M Druille  
La diversidad de esporas de 1g de suelo de  
pastizal pampeano

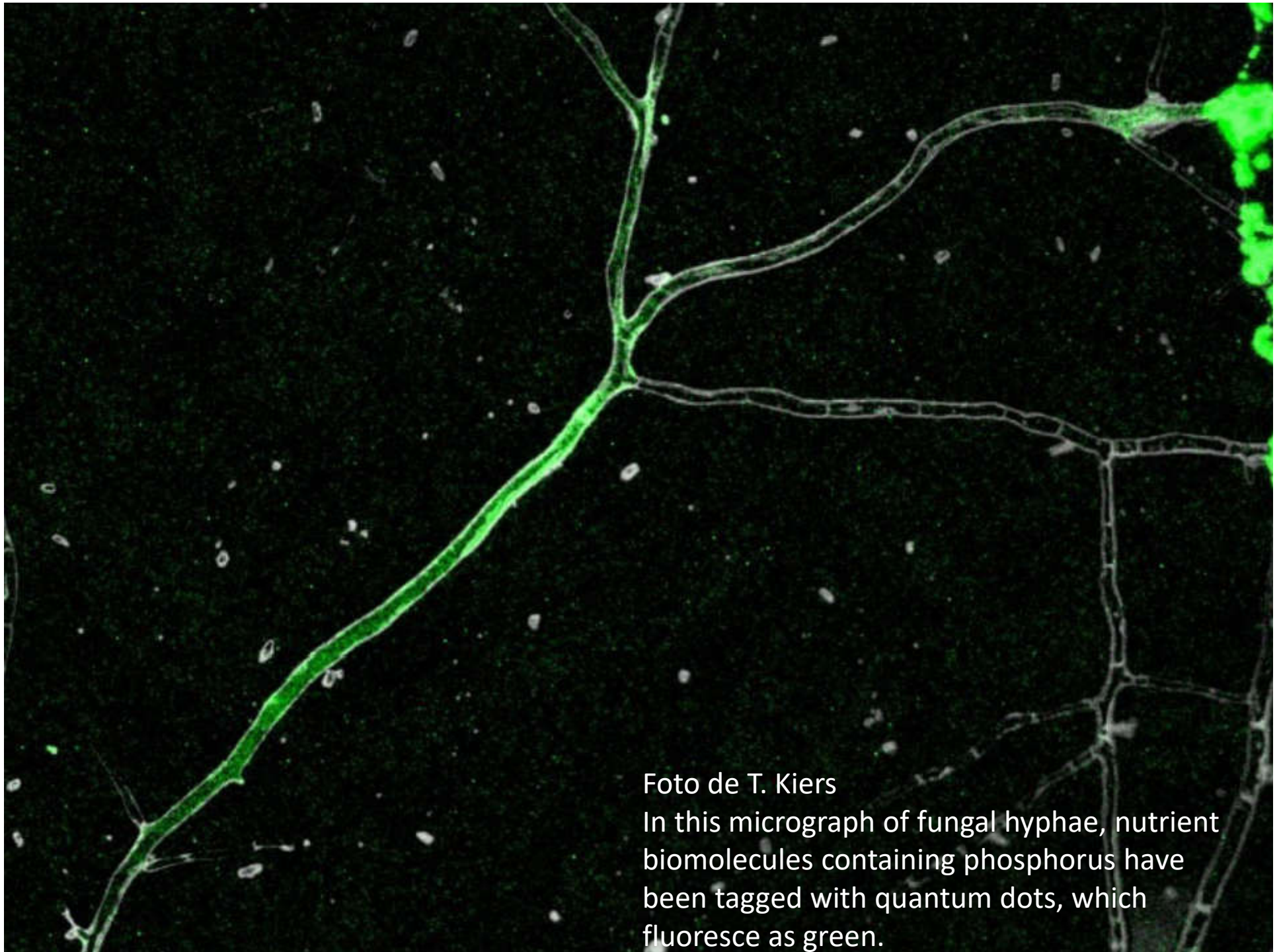


Foto de T. Kiers

In this micrograph of fungal hyphae, nutrient biomolecules containing phosphorus have been tagged with quantum dots, which fluoresce as green.

# Hoy

1. ¿Por qué estoy acá?
2. Simbiosis y el Microbioma
3. Micorrizas
4. Algunas de nuestras aproximaciones
5. Cierre

# ¿Por qué estoy acá?

- Compartir recientes avances científicos en el significado de las interacciones simbióticas.
- Ofrecer un espacio para que investigadores y miembros de AGGJ interactúen.

¿Qué nos ha inspirado?

**Conceptual**

## Homenaje


Rolando JC León  
Juan José Valla



## Práctico

La comprensión y valoración de las simbiosis pueden brindar herramientas para la intensificación ecológica de nuestros jardines

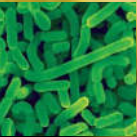





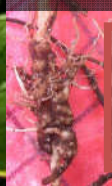


Gran diversidad y amplia distribución  
Todos dominios y reinos interactúan  
Ectosimbiontes ↔ Endosimbiontes  
Centrales (core) y turistas o satélites



Asociaciones Facultativas ↔ Obligadas

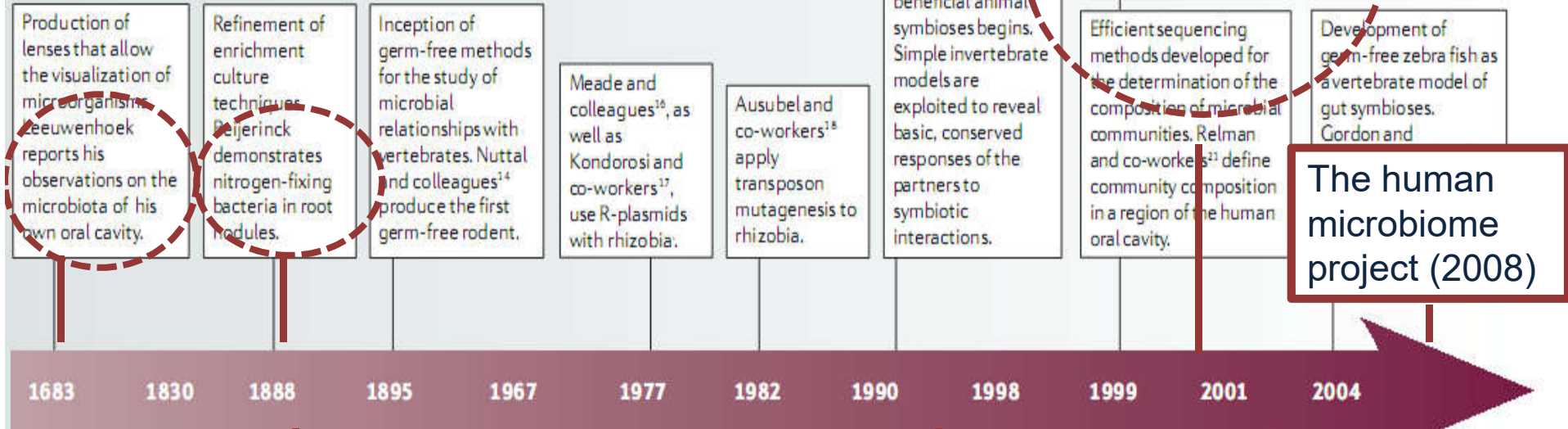


de distinta duración, fluidas  
Asimétricas, imperfectas  
Variables, contexto dependientes  
de larga historia evolutiva



# Simbiosis

(griego antiguo σύν “juntos” and βίωσις “viviendo”)



(1830s–1900) A focus on pathogenesis. Development of sterile techniques and culturing methodology. Koch, Pasteur and others promote the germ theory of disease, which drives a century-long focus on microbial pathogenesis.

Application of transmission electron microscopy to the features of organelles. Margulis<sup>18</sup> promotes the endosymbiotic origin of the eukaryotic cell.

(1990 and beyond) A growing awareness of beneficial symbioses. The genomic and postgenomic era: the continued development of highly efficient proteomics and

Margulis (2002): Nueva visión de la adaptación. Endosimbiosis, **Metaorganismo u holobionte**

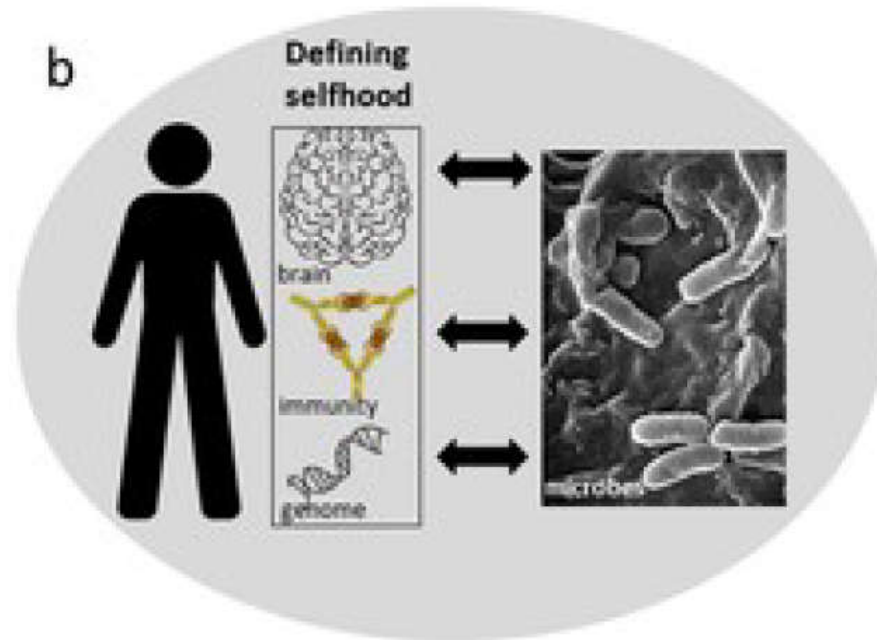
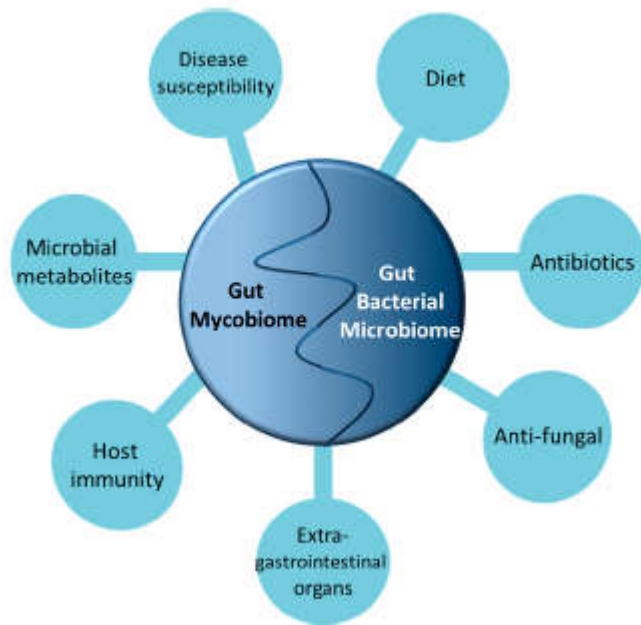
Douglas (1994): un denominador común de las simbiosis no es el mutuo beneficio sino las capacidades metabólicas que cada organismo adquiere de su compañero; (2010): mutualismos imperfectos

Bennett (1877): término *simbiosis* para describir a los líquenes.  
 Frank (1878): *symbiotismus*  
 de Bary (1879): origen del concepto simbiosis para la convivencia de dos organismos diferentes (parasitismo y mutualismo)  
 McFall-Ngai 2008. Nat Rev Microbiol. 6 :789-92, ver Egerton 2015

Research teams | Hooper and co-workers<sup>23</sup> | intracellular symbiont.



# Seres humanos y sus simbiosntes



## How the microbiome challenges our concept of self

Tobias Rees, Thomas Bosch, Angela E. Douglas

Version 2

Published: February 9, 2018 • <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2005358>

Christian y Clay 2015, Hui Sam et al. 2017

# Microbioma y sus íconos

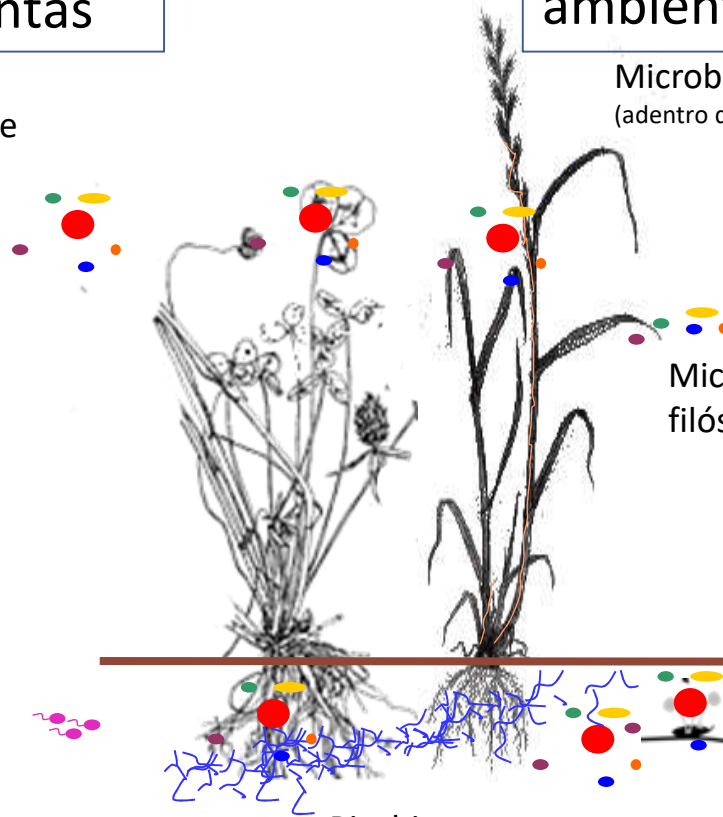
Microbiota moldea las estrategias de las plantas

Redes complejas en distintos ambientes (interconectadas)

Microbioma del aire

Microbioma endofítico  
(adentro de hojas o semillas)

Microbioma de la  
filósfera (sobre las hojas)

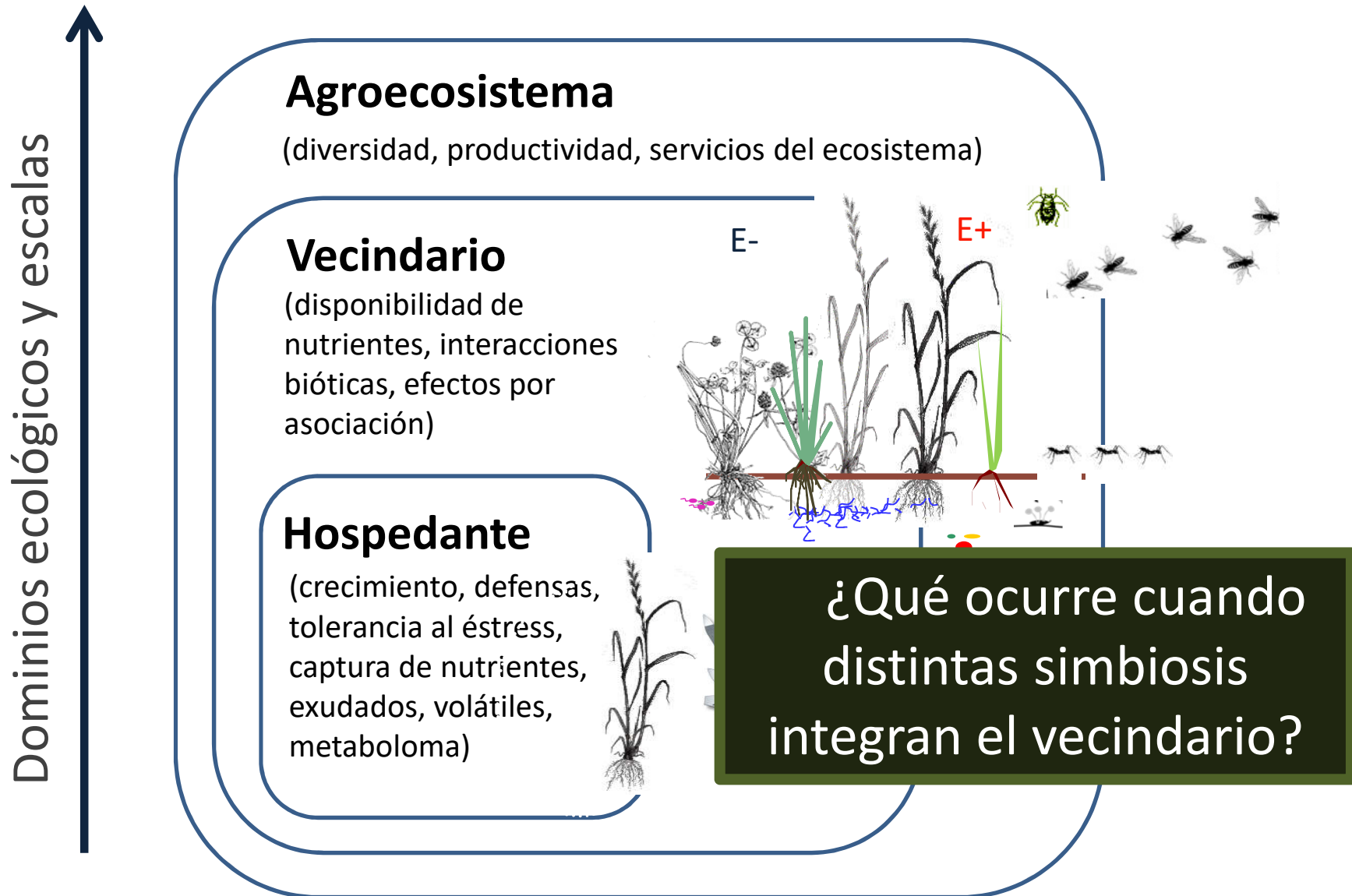


Microbioma  
endofítico (adentro  
de raíces)

Microbioma del suelo

Rizobioma  
(en contacto o dentro de las raíces)

# Las “múltiples caras” del simbiote



# Microbioma y sus íconos

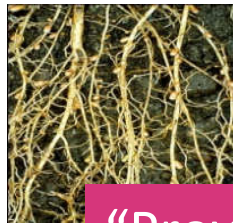
- Ubicación
- Especificidad
- Transmisión
- Utilización comercial (inoculantes)
- Capacidad funcional

Microbioma endofítico  
(adentro de hojas o semillas)



“Protectores”  
Hongos Endofitos  
asexuales (E)

Rizobioma

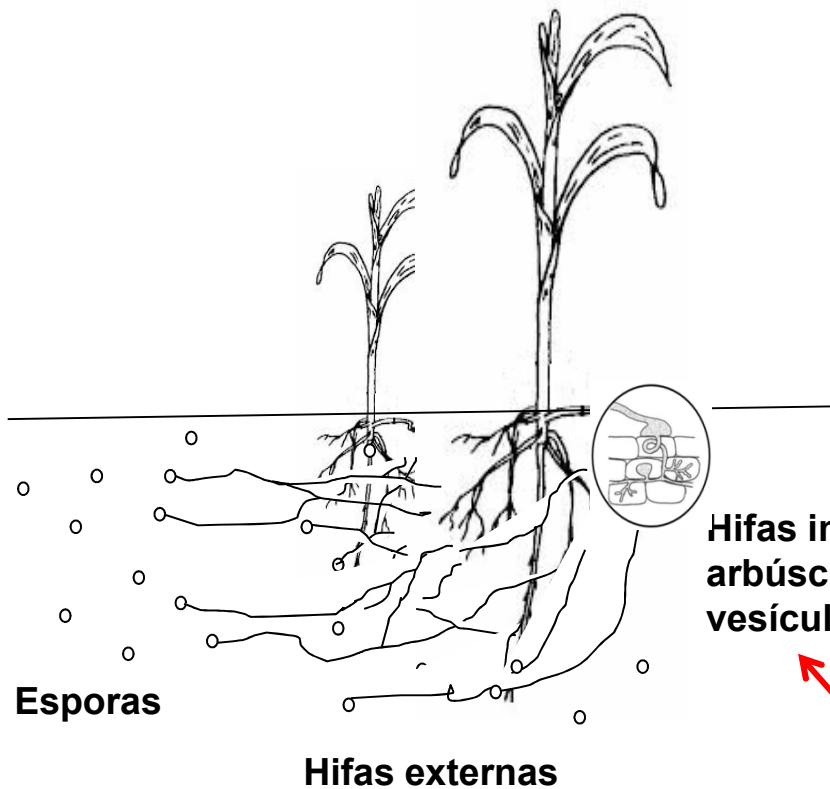


“Proveedores”  
Rizobios (R)

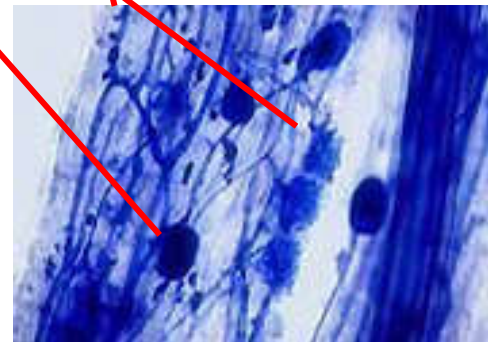


“Proveedores”  
Hongos formadores de micorrizas  
arbusculares (AM)

# Micorriza (raíz + hongo)



- Aumento absorción de fósforo y de agua
- Protección contra enemigos
- Cambios en la estructura y funcionamiento de los suelos



# Categorías en función de la respuesta

Gradient of fungal responses	Falta de agua o fósforo en el suelo ←-----→ Alto P, Estrés de C (baja irradiancia, Defoliación, alto nivel de N )			
	+	Mutualism (+,+)	Commensalism (0,+)	Parasitism (-,+)
		+	0	-
Gradient of plant responses to mycorrhizal associations				

Johnson et al. 1997, Douglas 2010, Newton et al. 2010

# Micorriza (raíz + hongo)

Journal of Ecology



Journal of Ecology 2009, 97, 1139–1150

doi: 10.1111/j.1365-2745.2009.01570.x

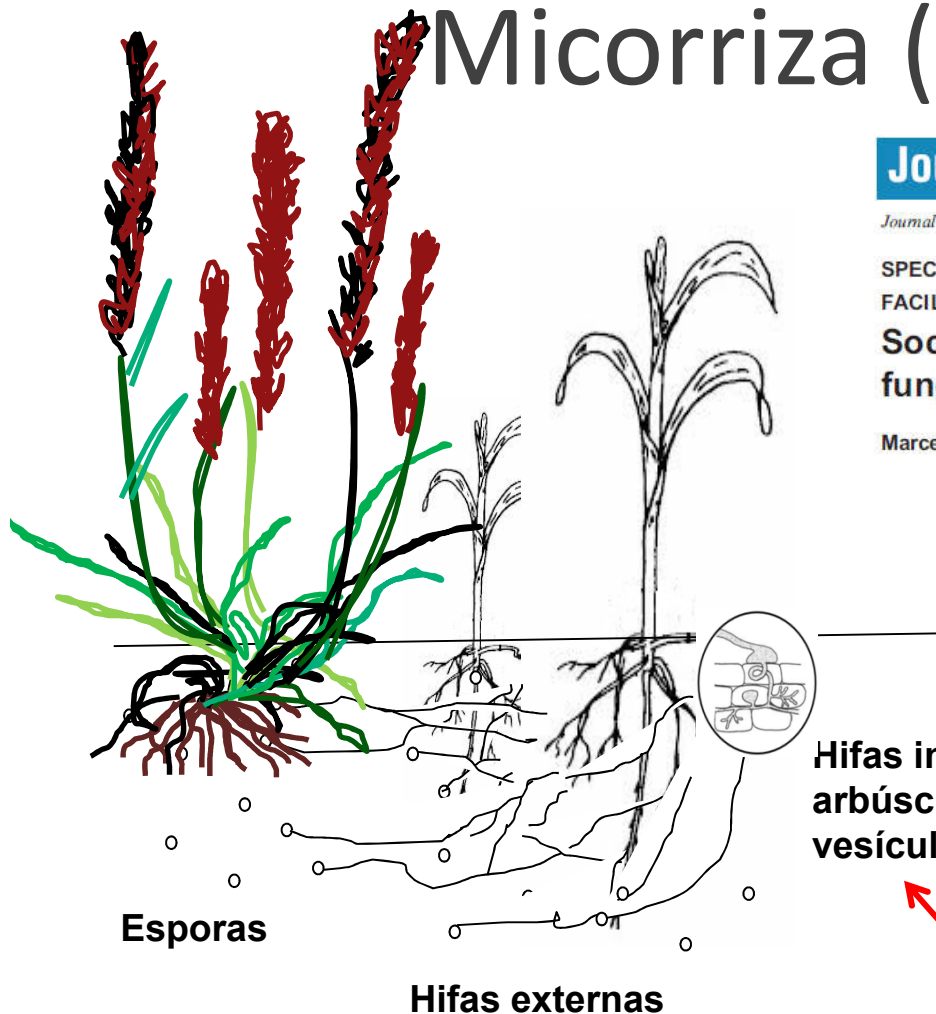
SPECIAL FEATURE  
FACILITATION IN PLANT COMMUNITIES

**Socialism in soil? The importance of mycorrhizal fungal networks for facilitation in natural ecosystems**

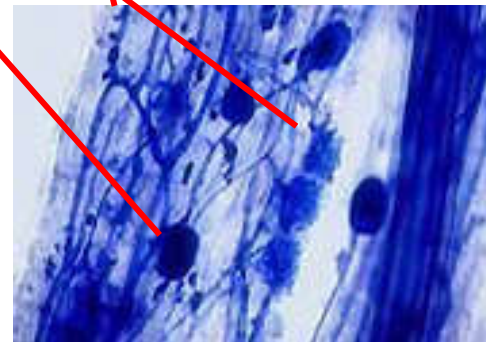
Marcel G. A. van der Heijden<sup>1\*</sup> and Thomas R. Horton<sup>2</sup>

- Aumento absorción de fósforo y de agua
- Protección contra enemigos
- Cambios en la estructura y funcionamiento de los suelos
- Composición y diversidad de la vegetación

Hifas internas,  
arbúsculos y  
vesículas



**Redes comunes de  
Micorrizas (CMN)**



# Micorriza y Servicios de los ecosistemas

Mycorrhiza (2010) 20:519–530

521

Table 1 Overview



AM symbiosis can play as an ecosystem service provider

AM function

Ecosystem service(s) provided

Root morphology  
ramifying mycel

## Towards an Integrated Mycorrhizal Technology: Harnessing Mycorrhiza for Sustainable Intensification in Agriculture

Increasing mineral  
Buffering effect ag

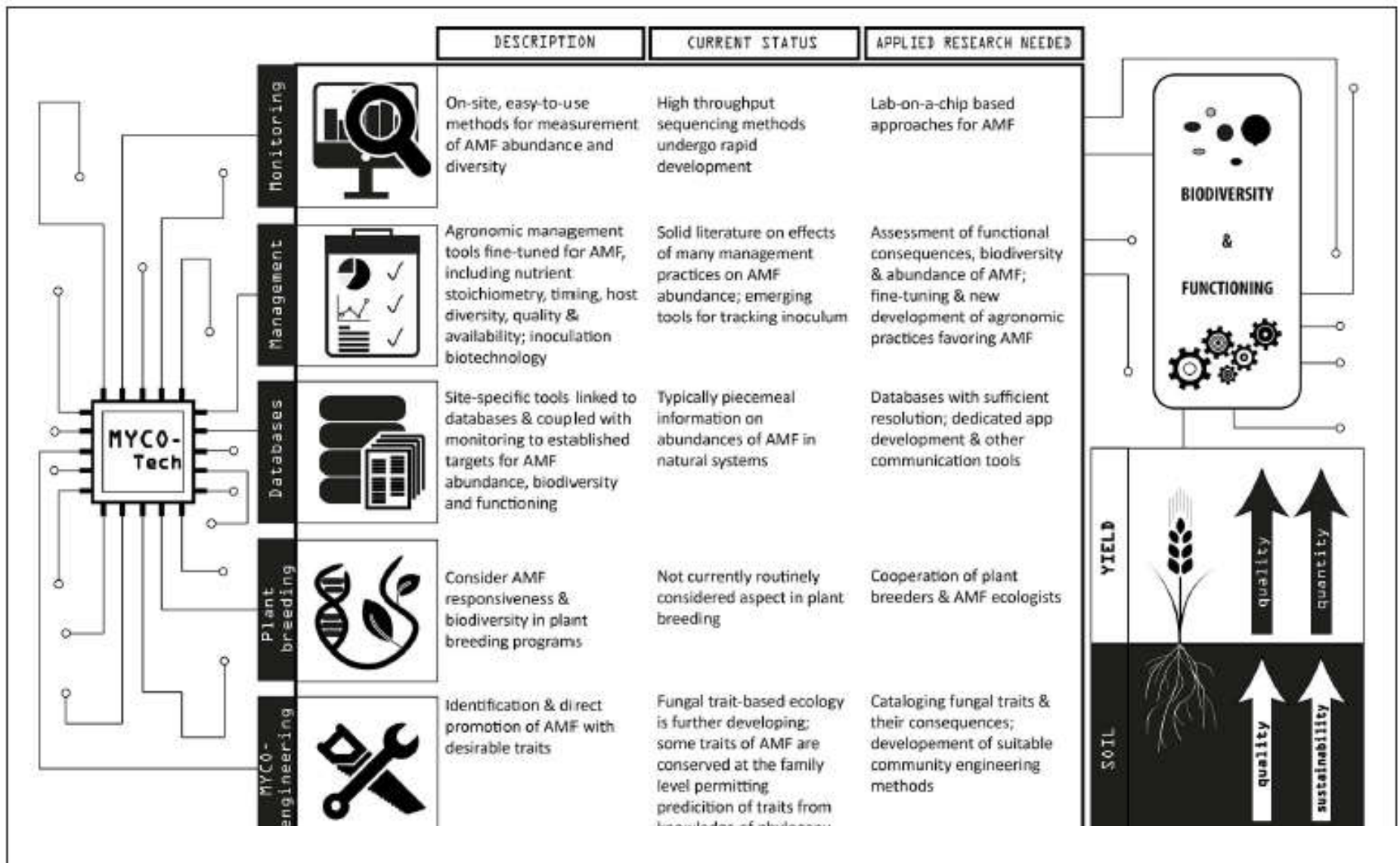
Secretion of 'glon  
Protection against

Modification of pl

Matthias C. Rillig<sup>1,2\*</sup>, Moisés A. Sosa-Hernández<sup>1,2</sup>, Julian Roy<sup>1,2</sup>,  
César A. Aguilar-Tigueros<sup>1,2</sup>, Kriszta Vályi<sup>1,2</sup> and Anika Lehmann<sup>1,2</sup>

Gianinazzi 2010, Rillig et al. 2016,





Rillig et al. 2016,

## Preguntas

¿Están los simbioses de plantas vinculados con los mecanismos de desestructuración y reestructuración de las comunidades? ¿y con las contribuciones que éstas nos dan?

¿Qué factores o procesos afectan la persistencia de distintas simbiosis?

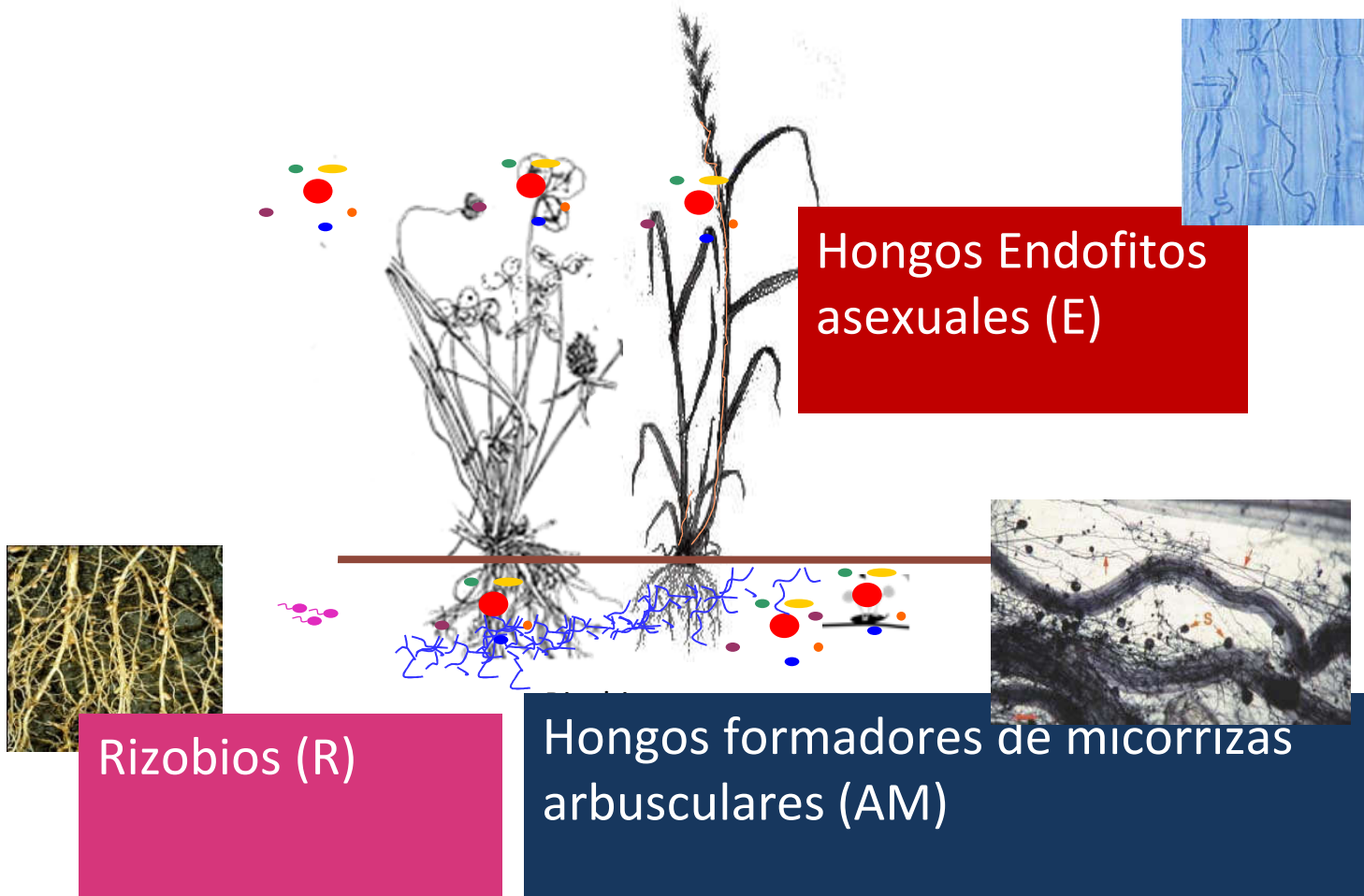
¿Qué ocurre cuando coexisten múltiples interacciones simbióticas en tiempo ecológico ?

¿Qué consecuencias tiene el agregado, la promoción o la pérdida de distintas simbiosis?

# Hoy

1. Objetivos
2. Simbiosis y el Microbioma de plantas
3. Micorrizas
4. Algunas de nuestras aproximaciones
  - Experimento I
  - Experimento II
  - Experimento III
5. Cierre

# Tres tipos de simbiosis



# *Lolium multiflorum* Lam.

(raigrás anual, la gramínea)

- ✓ Comercializado mundialmente
- ✓ Naturalizado en pastizales pampeanos
- ✓ Promovido para mejorar la producción de forraje invernal
- ✓ Naturalmente infectado con *Epichloë occultans*
- ✓ Este endófito se transmite solo por semillas y provee **múltiples beneficios**

Simbiosis segura para el ganado (no produce alcaloides tóxicos)

Viejos amigos – Modelo ideal

Población diploide “El Lucero”

Colabelli et al 2007, Gundel et al. 2009, Franco et al. 2015, Mendez et al. 2015 a,b, Red de evaluación de cultivares de raigrás

# *Lolium multiflorum*-*Epichloë occultans*

(Viejos amigos)



**Plantas E+** de una población pampeana con alta proporción de plantas con endófitos (>90%)



**Plantas E-** de la misma población producida con semillas tratadas con fungicida (<10%)

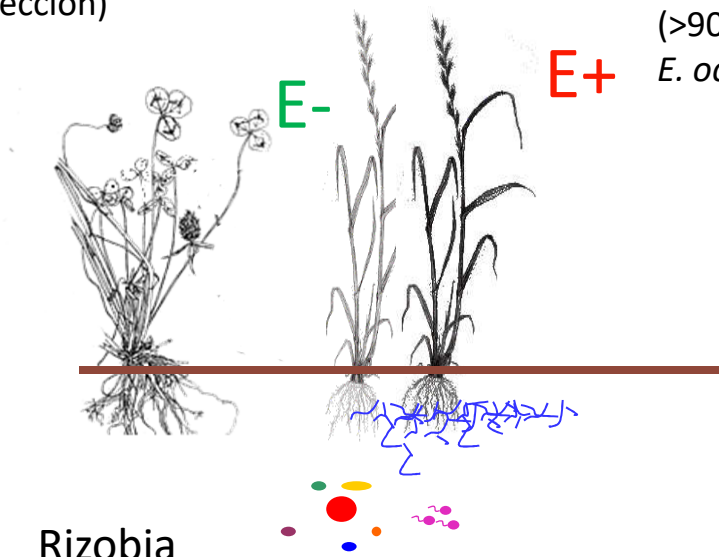
A photograph showing a dense field of dry, light-brown grass stalks. Interspersed among the dry grass are several clumps of green, leafy plants. The leaves are trifoliate, characteristic of the legume family. The text is overlaid on the upper portion of the image.

*Trifolium repens*  
(trebol blanco, la leguminosa)

# ¿Cómo cambia la funcionalidad de las simbiosis cuando se encuentran en el mismo hospedante o en plantas vecinas?

(<5% de infección)

(>90% de infección  
*E. occultans*)



Rizobia

AMF

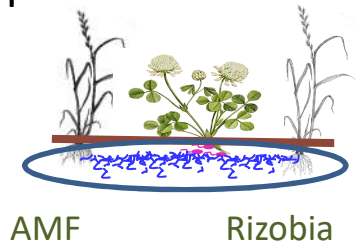
Inóculo comercial  
liquido de  
*Rhizobium*  
*leguminosarum* bv.  
*Trifolii*.  
(12 µl inoculante g  
1 semilla)

Inoculo de *Funneliformis*  
*mossaeae*, *Simiglomus hoi*,  
*Rhizophagus intraradices*  
esporas e hifas

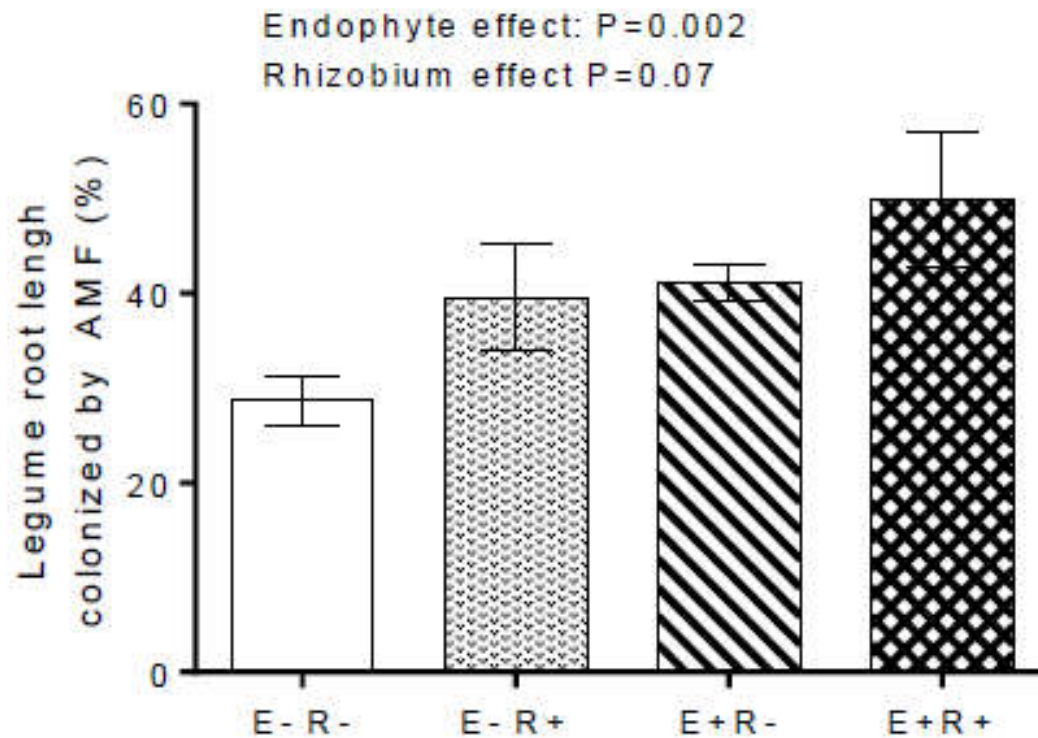


¿Qué ocurre cuando coexisten plantas con sus simbiontes específicos y comunes??

Exp. I

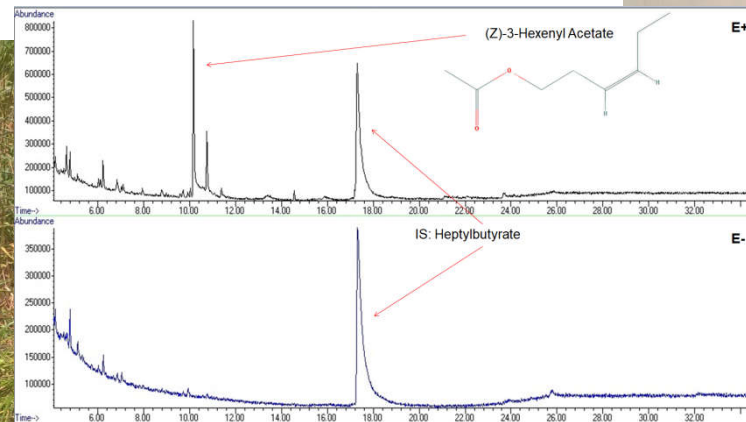
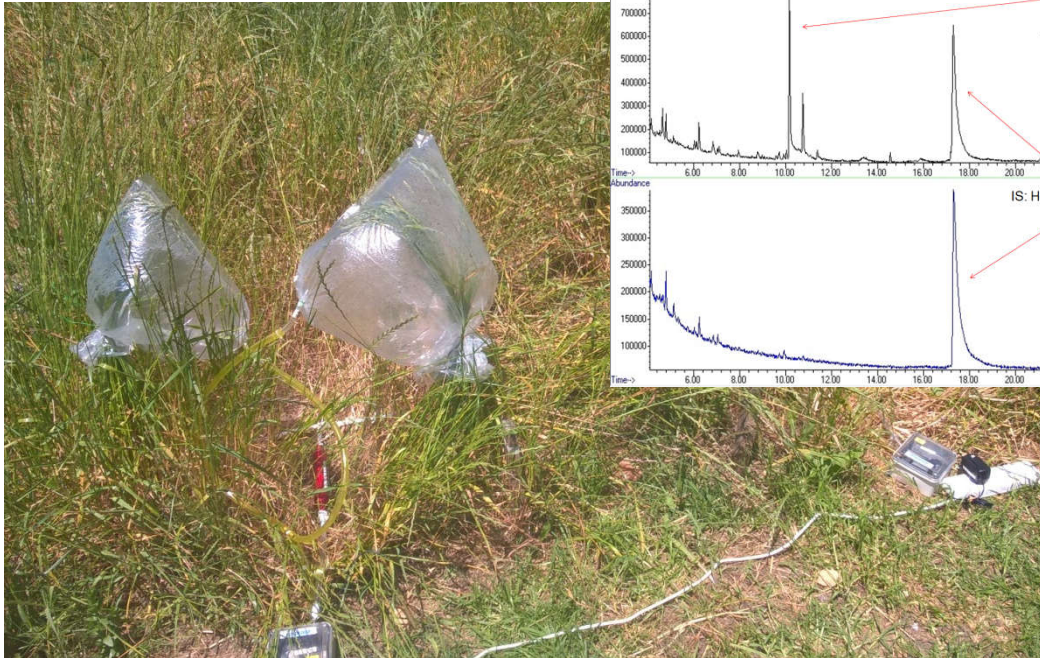
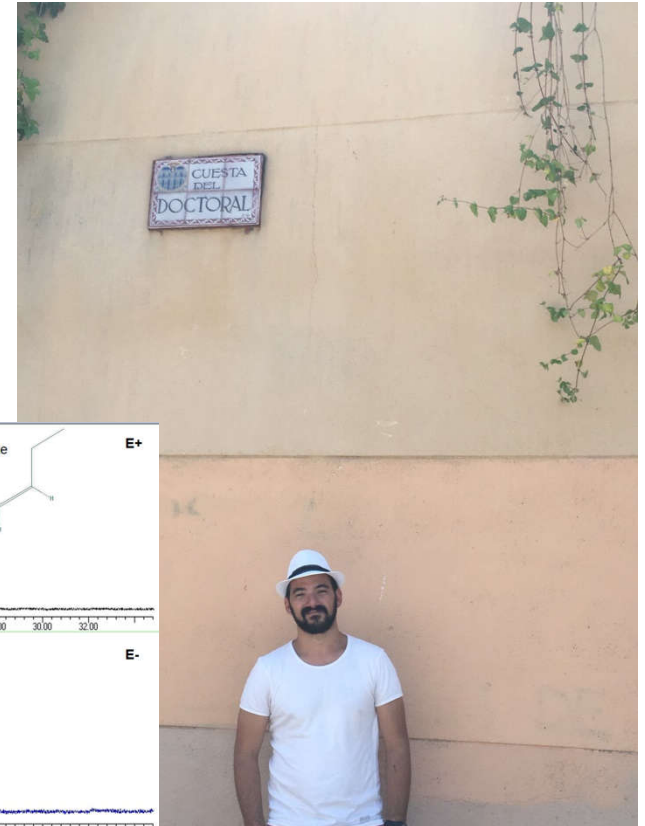


## Micorrización de Trebol



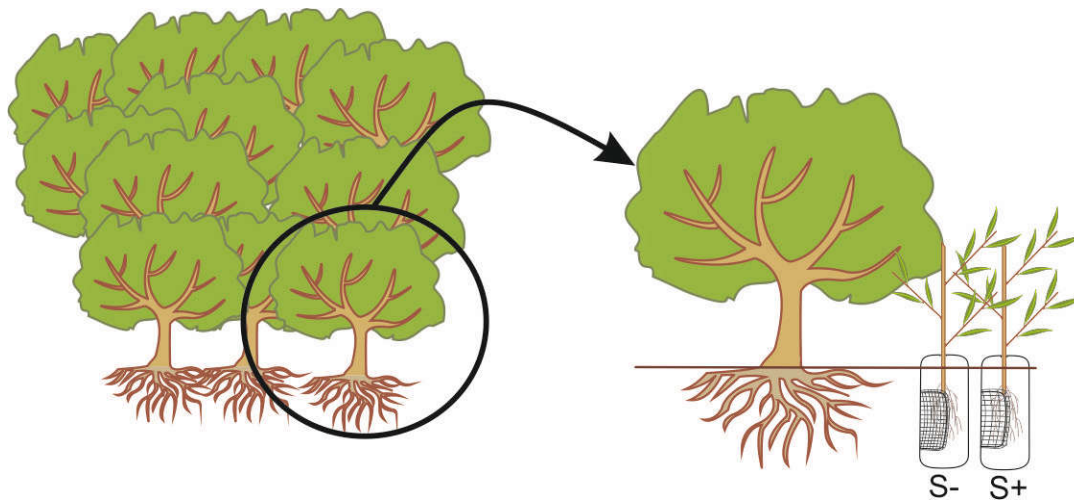
Garcia Parisi y Omacini 2019

¿Qué compuestos volátiles producen las plantas con distintos simbiontes?  
¿le confieren defensas?



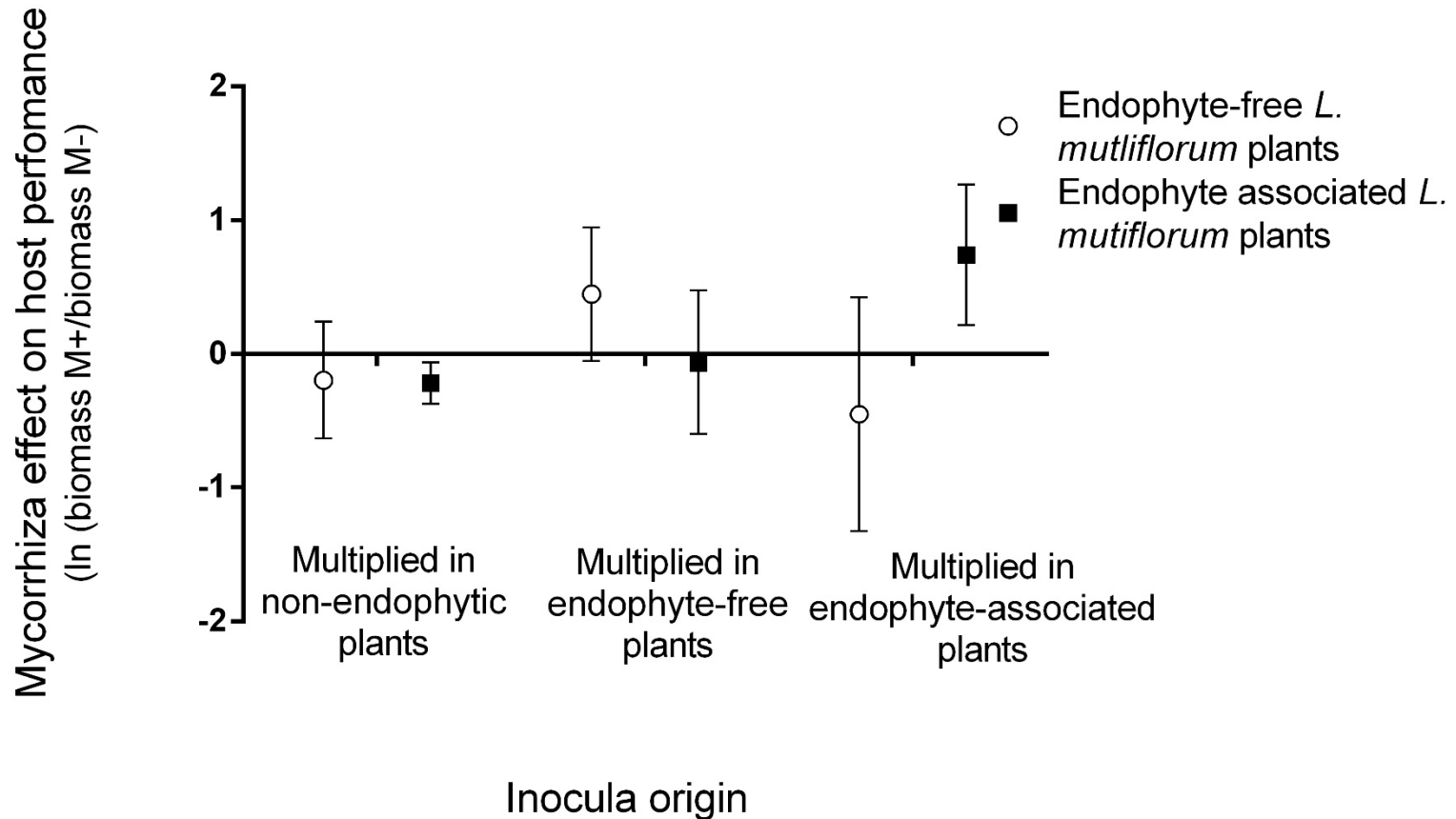
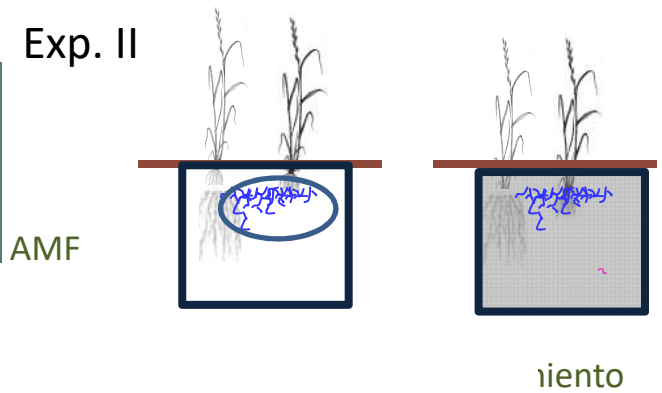
J Fiorenza con P. Fernandez. Tesis de Doctorado en curso

¿Qué pasa si rompemos las redes communes de micorrizas?



# ¿Y entre simbiosis presentes en distintas generaciones de plantas?

## Potencial del inóculo de micorrizas



Exp.III

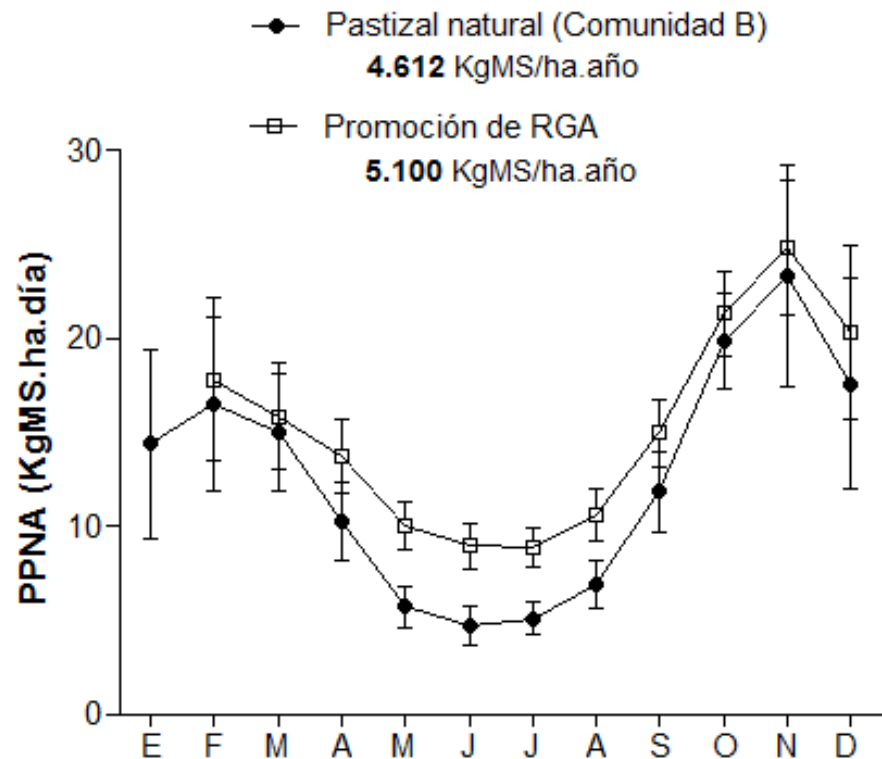
¿Cuál es el legado de la aplicación del herbicida glifosato en pastizales para promover al raigrás ?



- Laboreo
- Uso de fertilizantes y herbicidas
- Intersiembra de leguminosas
- Promoción de raigrás anual (RGA) con el herbicida **glifosato**



- Reducción de la competencia de especies estivales.
- Aumento en la germinación y establecimiento de *Lolium multiflorum*



Fuente: Sistema forrajero - LART

# Experimento en un Establecimiento ganadero

(Humid mesophytic meadow,  
Ignacio Correas, Provincia de Buenos Aires)



## Al final del verano...

2012-15

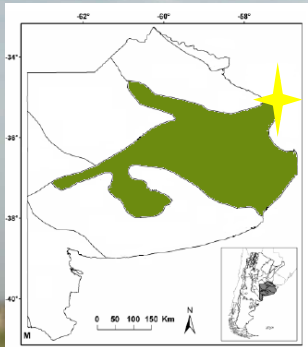
2015

**4 aplicaciones de 3 Dosis**

0, 0,8 y 3 l.ha<sup>-1</sup>.año de Glacoxan  
(0, 384 y 1440 g.equivalente ácido)

**1 aplic de 2 dosis**

0 y 3 l.ha<sup>-1</sup>.año



Experimentos en FA UBA

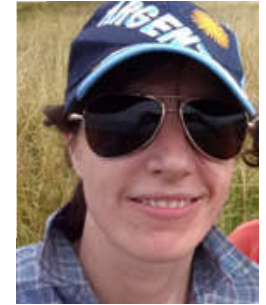


1,5 m

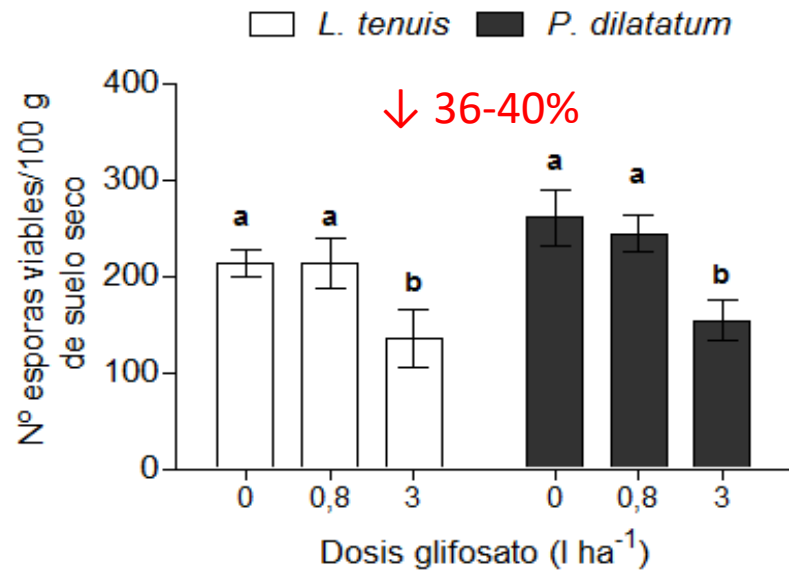
1,5 m

Tesis de doctorado de Druille (2014) y posdoc,  
de grado de De Maio (2016) y Guercio (en curso)

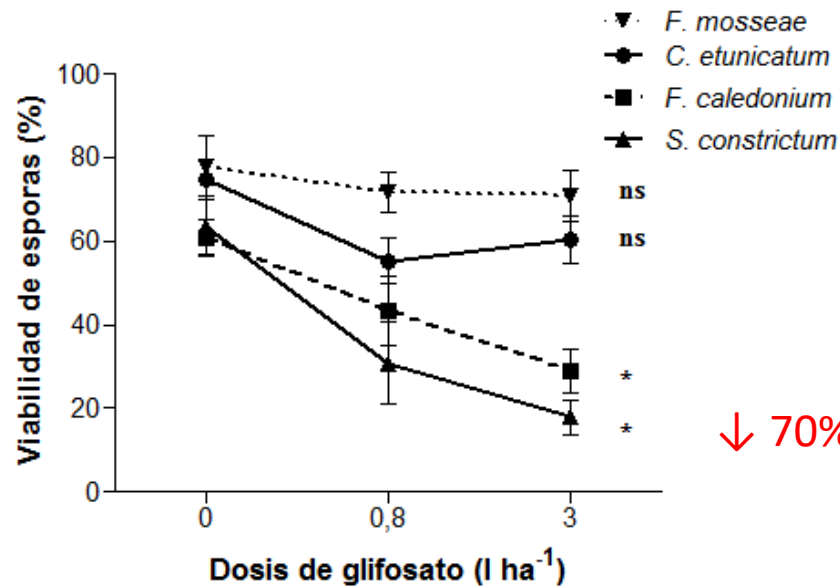
A los 15 días de la primera aplicación...



Esporas de HMA



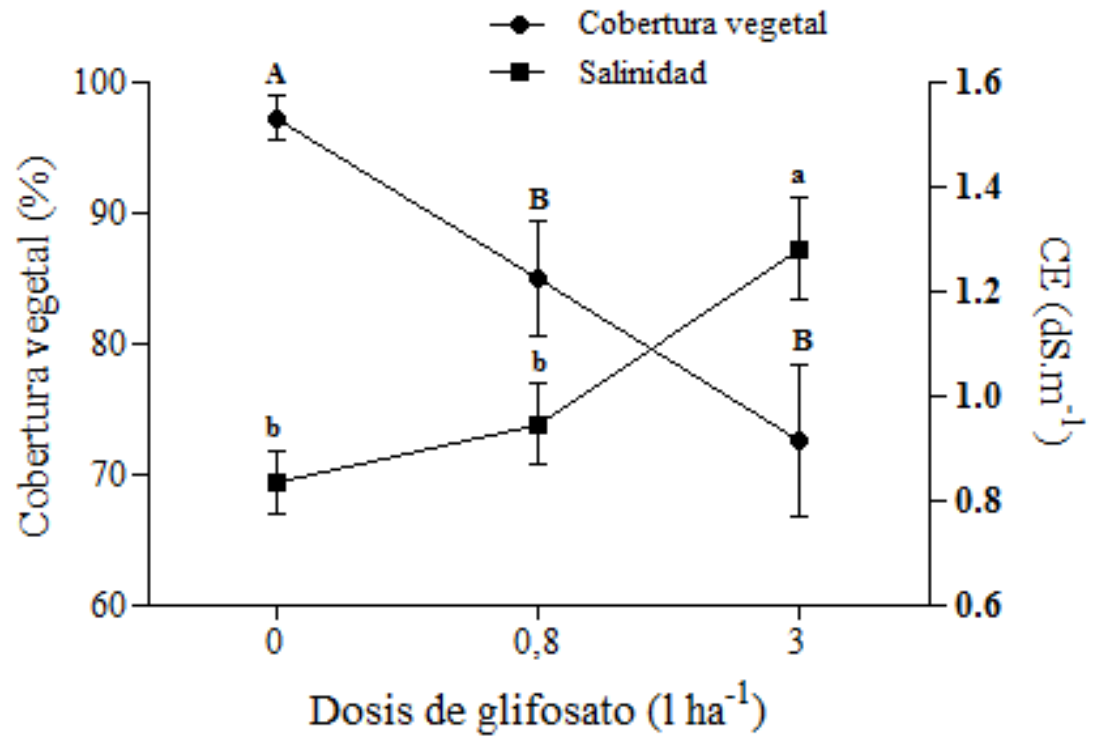
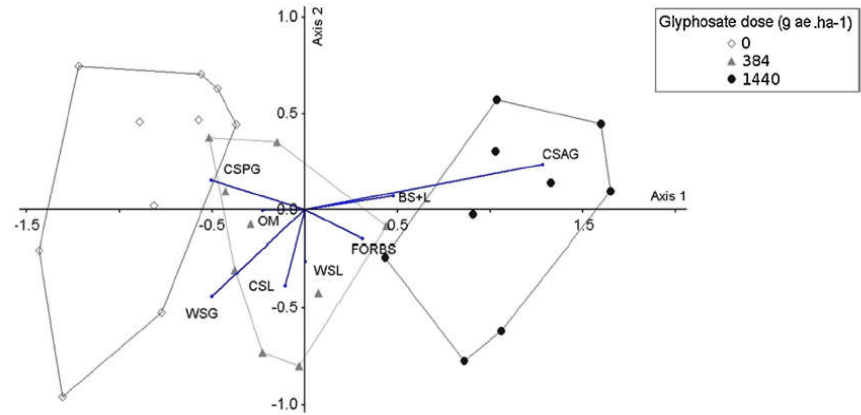
De los 19 morfoespecies de HMA, 4 constituían más del 75% de las esporas en todos los tratamientos



↓ 70%

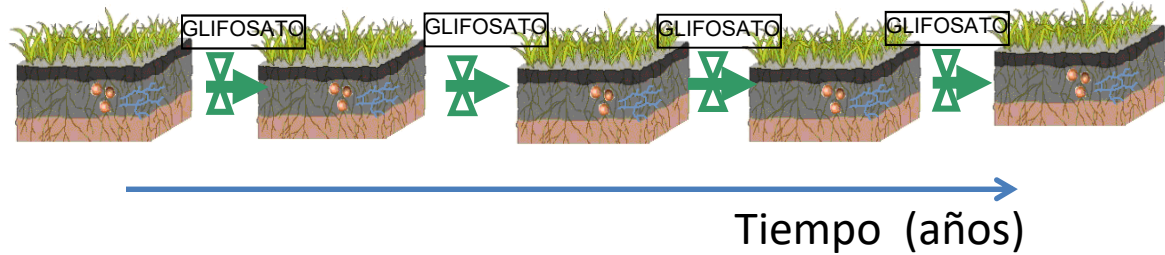


Al final de la primera primavera...

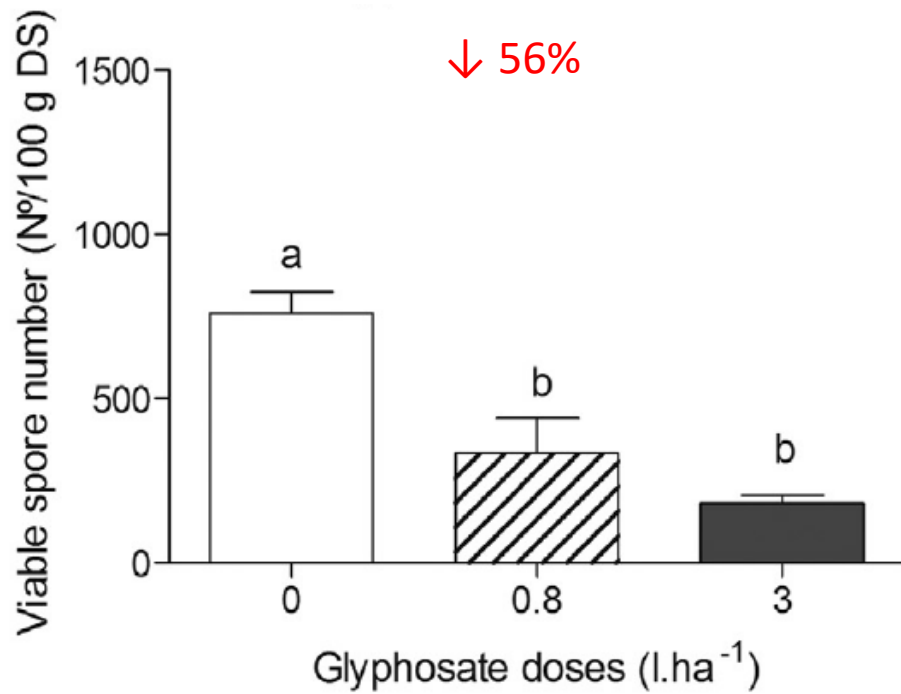


Druille et al. 2015 AEE

A los 15 días de la cuarta aplicación anual...



Esporas de HMA

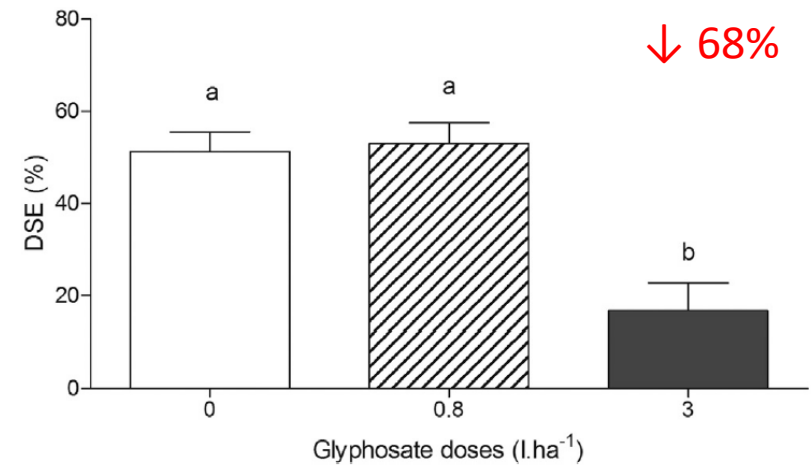


En las raíces...

Hongos formadores de Micorrizas  
(HMA)

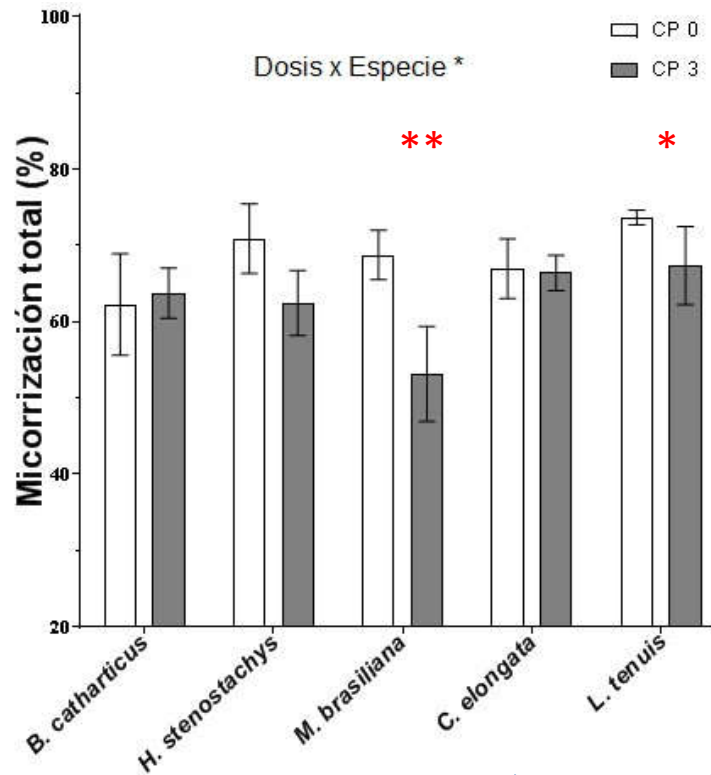


Hongos septados oscuros

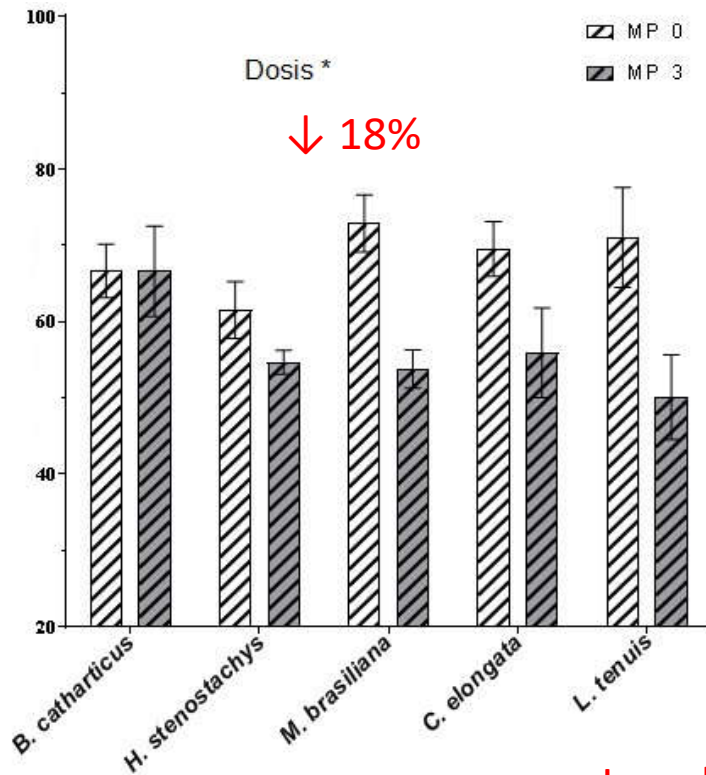


En las raíces después de la dosis recomendada a campo ( $3\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{año}^{-1}$ )

1 aplicación



4 aplicaciones



4 Gramíneas  
nativas

1 Leguminosa

La colonización de  
arbúsculos  
disminuyó, en  
promedio, un 35%

# Hoy

## ¿De dónde partimos?

La mayoría de las especies establecen simbiosis con hongos.

Las simbiosis tienen efectos conocidos en distintos niveles de organización.

Sabemos muy poco de cómo interactúan distintos tipos de simbiosis y cómo responden a las prácticas de manejo.

Algunas prácticas promueven algunas y perjudican a otras

## ¿A dónde llegamos?

Aplicar glifosato al pastizal reduce la abundancia de esporas de HMA y su capacidad de colonizar distintas especies forrajeras.

Los resultados sugieren que esta práctica deja huellas y que el pastizal pierde potencial productivo ya que muchas especies dependen de las micorrizas.

# Consideraciones finales

## Necesitamos

- estudios interdisciplinarios a distintas escalas,
- descifrar tanto los mecanismos subyacentes a la pérdida de inóculo de HMA como las consecuencias para la dinámica y el funcionamiento de los pastizales,
- diseñar prácticas de manejo que consideren la vulnerabilidad de distintas simbiosis y su papel en la provisión de servicios ecosistémicos.

**Desafío pendiente:** incorporar al simbioma de plantas en el diseño de jardines sustentables multifuncionales evitando las disbiosis.

# ¡Muchas gracias!



*Quiénes somos, de dónde venimos y adónde vamos”  
R.Carpani*

Pablo GarcíaParisi  
Magdalena Druille  
Juan Fiorenza  
Juan Pablo Guercio  
Mirta Rabadán

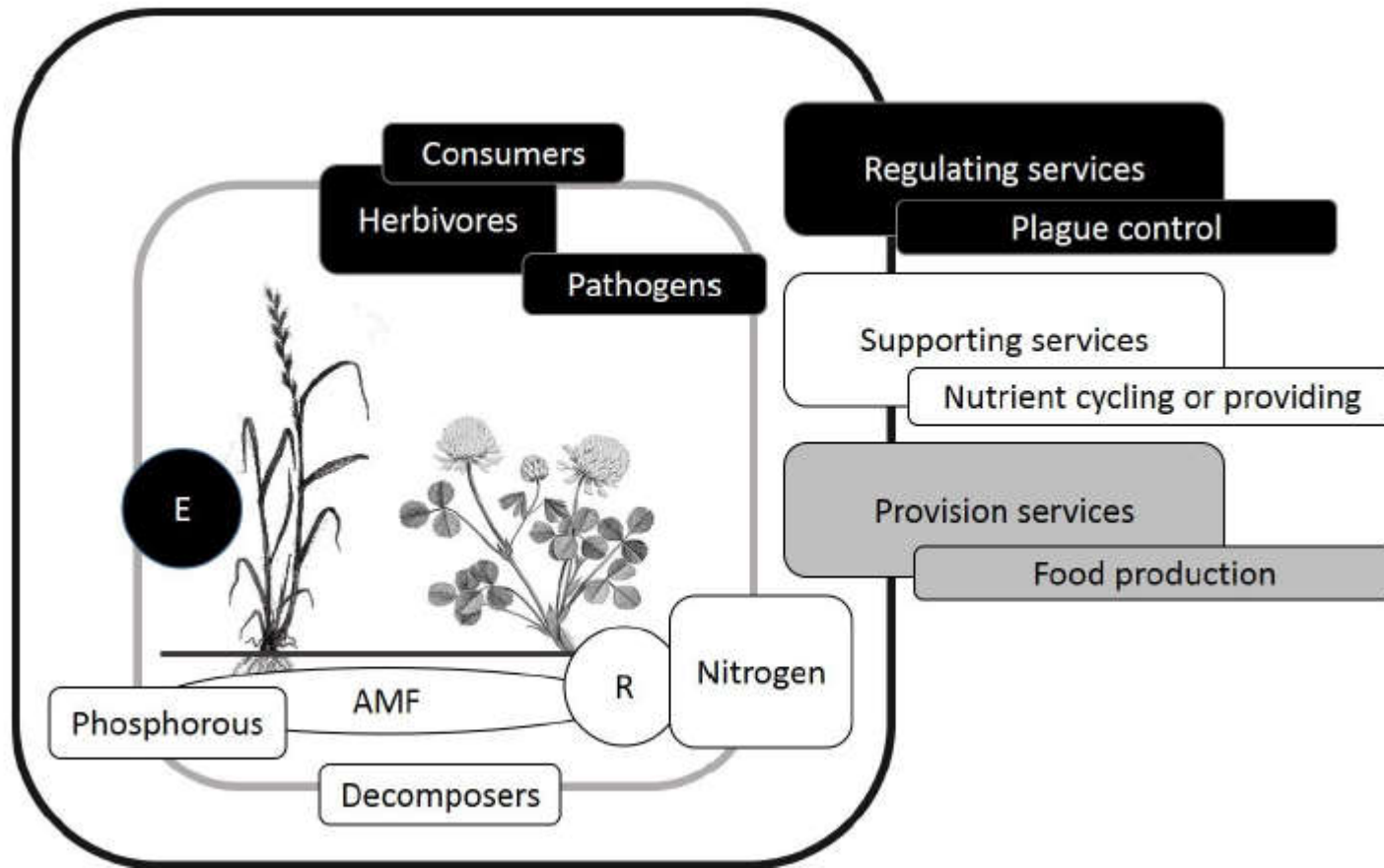
Agustín Grimoldi  
Fernando Lattanzi  
Patricia Fernandez







# Contribuciones de los simbiotes



Beneficios sociales de simbiosis "privados"

Colaboraciones sinérgicas entre simbiosis

Rizobios (R)

Hongos formadores de micorrizas arbusculares (AM)

Endófitos asexuales (E)



Desafío: incorporar estas interacciones en el diseño de ecosistemas multifuncionales