

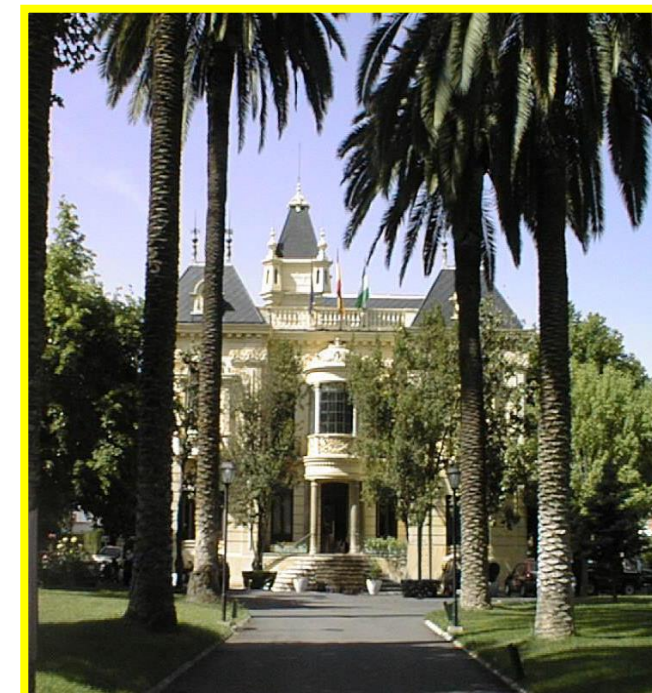


II Congreso Andaluz de Micología

Hongos micorrícicos y resiliencia a los estreses del cambio climático

**Concepción Azcón
González de Aguilar**

**Estación Experimental del
Zaidín (CSIC), Granada**



Cádiz, 30 noviembre –
2 diciembre 2023

Micorrizas

Etimología: (del griego)
"micos" = hongo
"riza" = raíz

Simbiosis mutualistas
hongo - planta

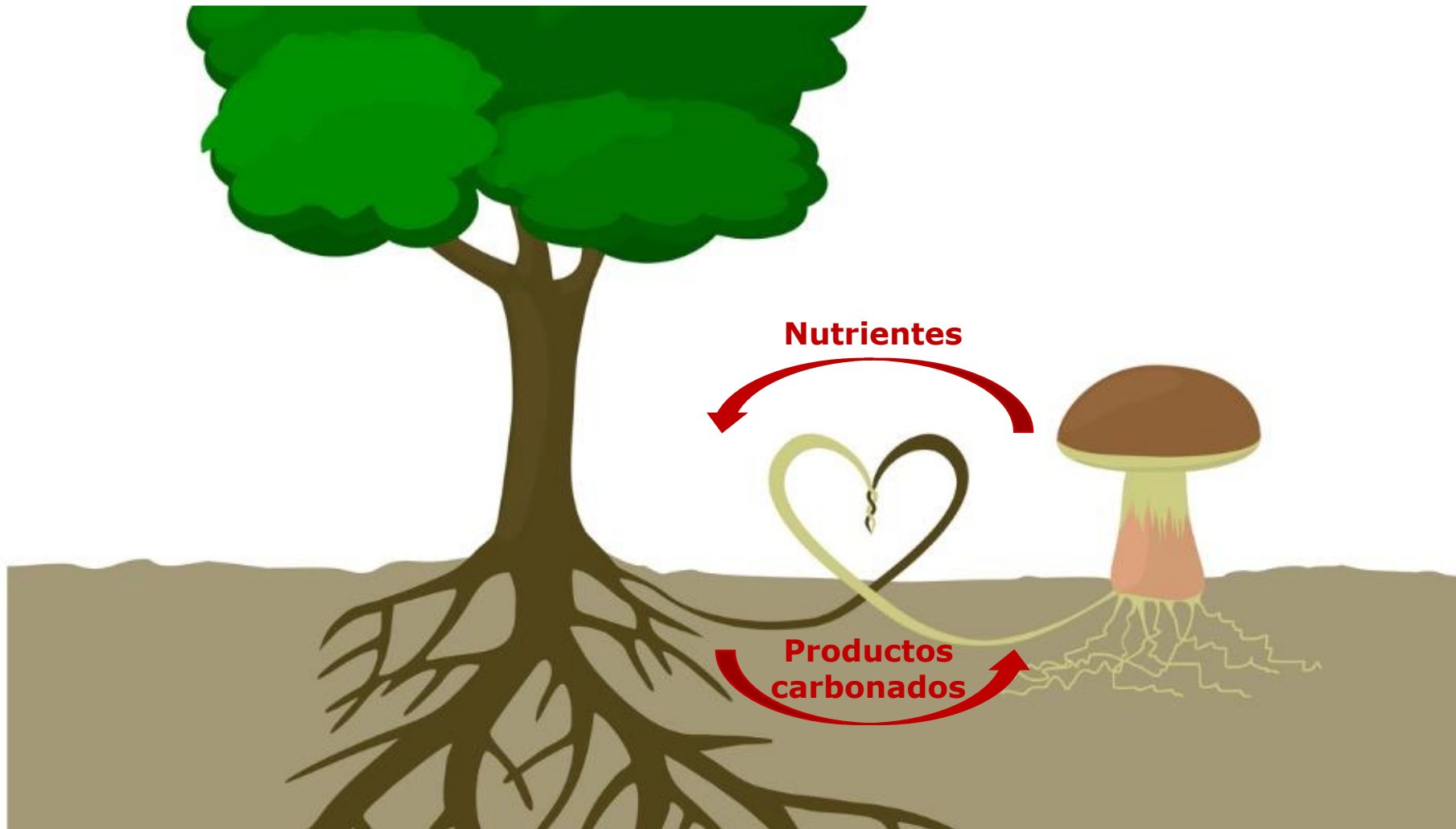
Carbono ↔ Nutrientes

Presentes en la mayoría
de las plantas terrestres

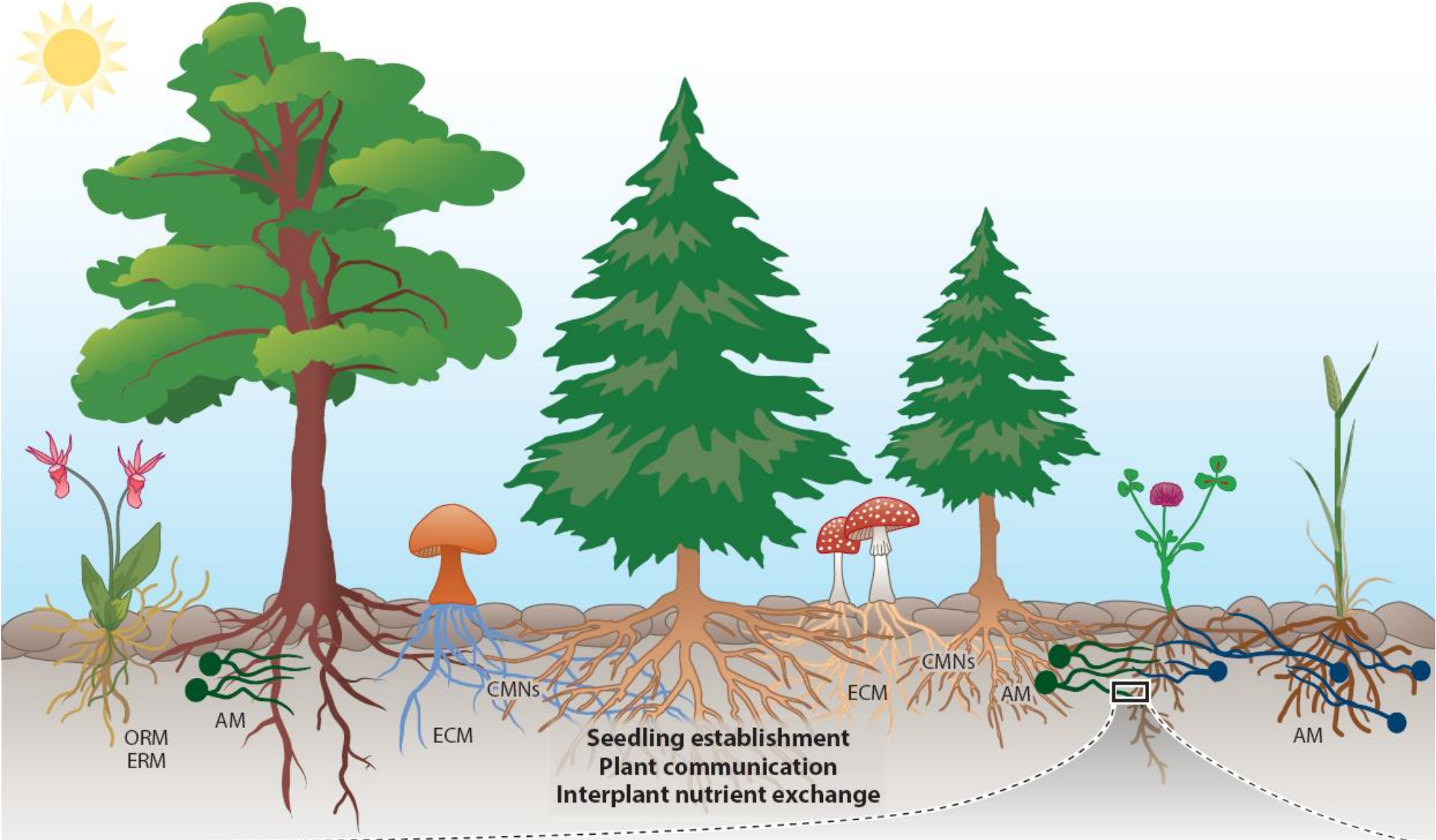


En condiciones naturales,
la mayoría de las plantas
no tienen raíces, tienen
micorrizas !

Micorriza







ORM
ERM

AM

ECM
CMNs

ECM

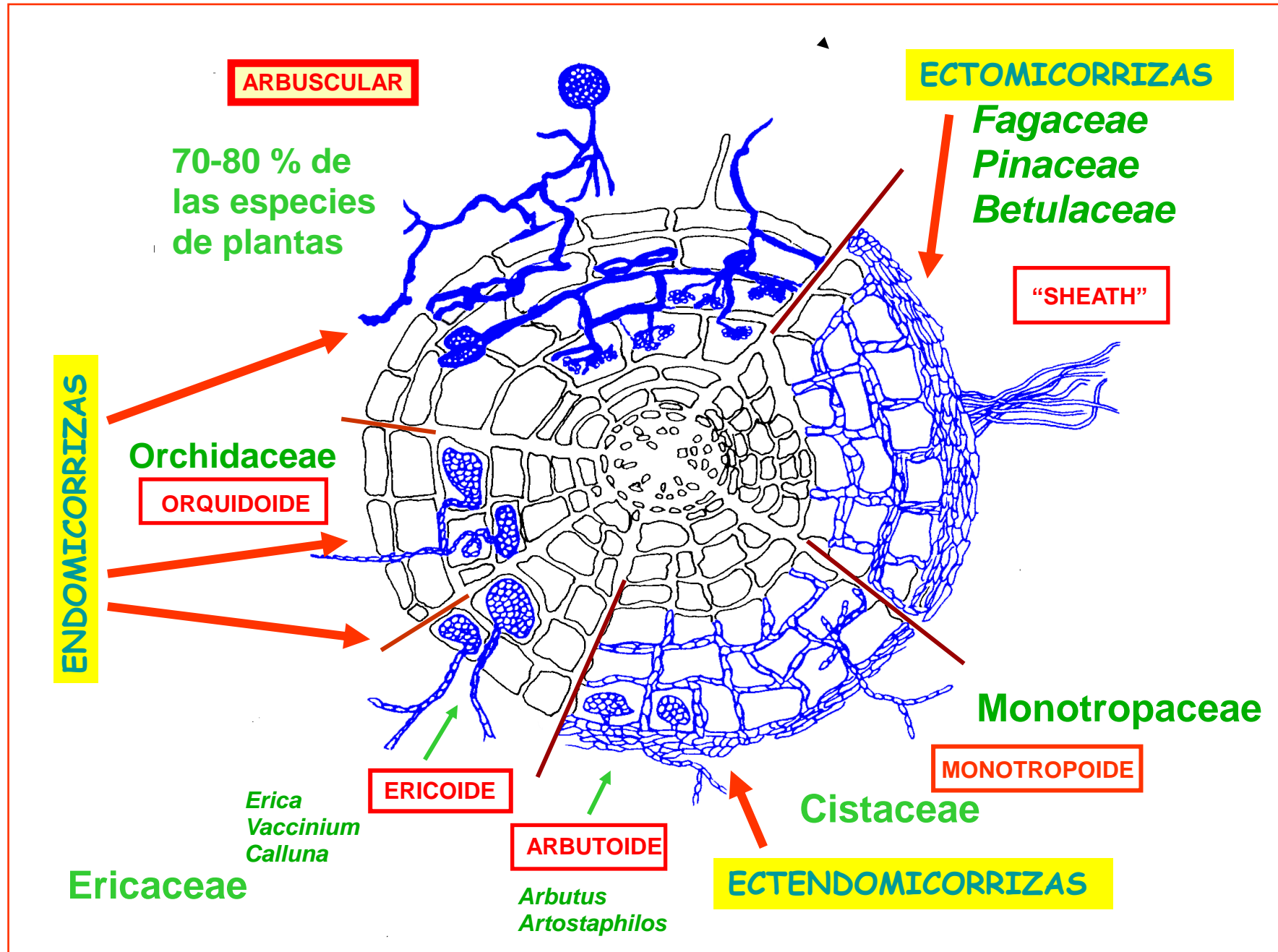
CMNs

AM

AM

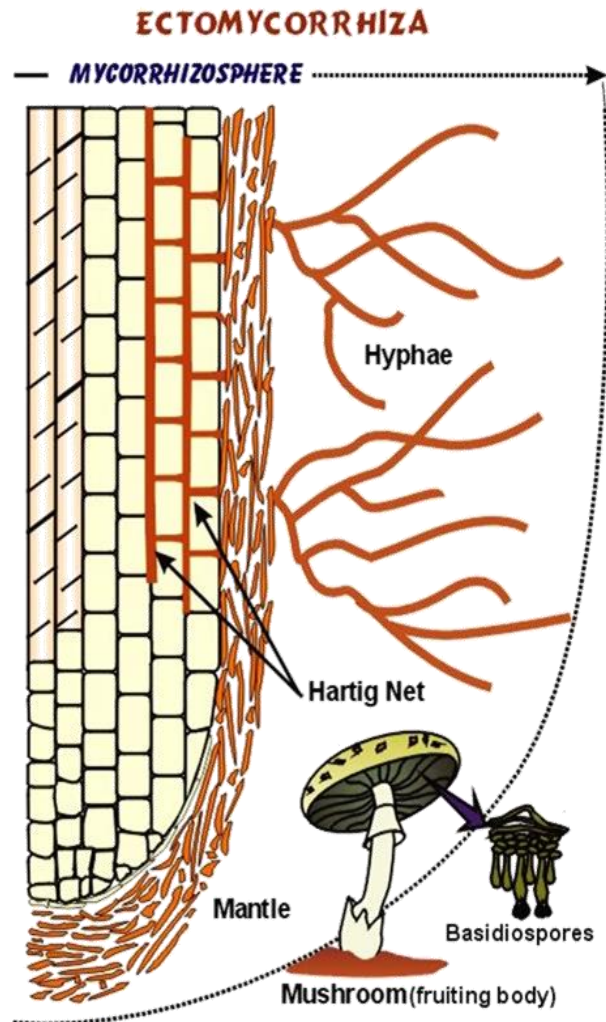
Seedling establishment
Plant communication
Interplant nutrient exchange

Tipos de Micorrizas



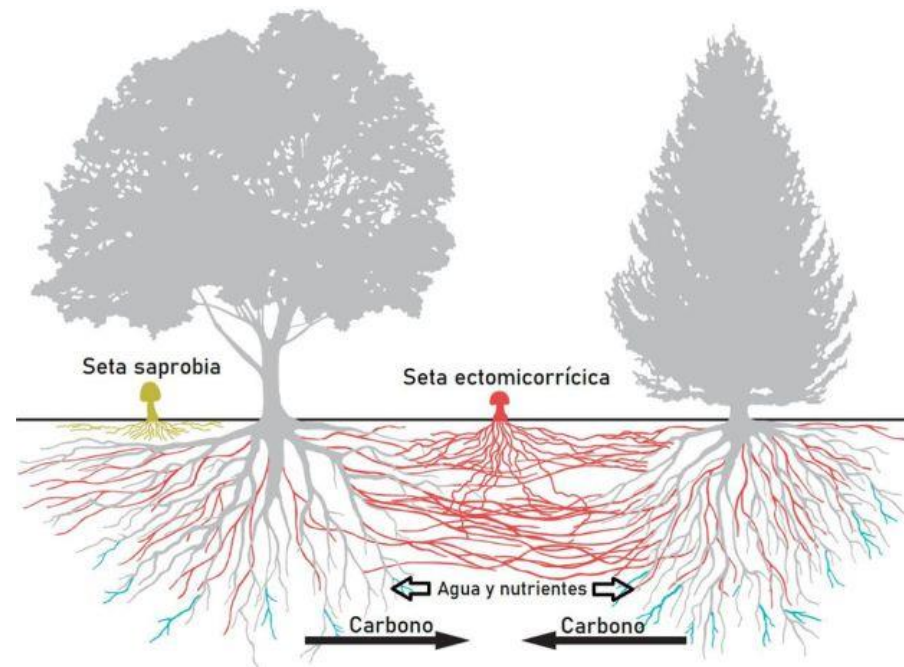
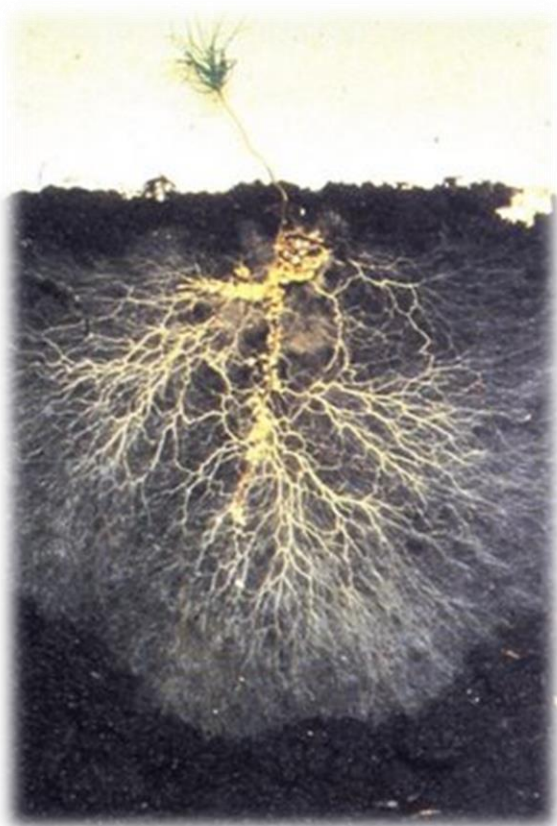
Ectomicorrizas

(propias de plantas de interes forestal)



ECTOMICORRIZAS

- Aparecen hace unos 150-200 millones de años ("recientes")
- Las forman aprox. el 2% de las especies vegetales (coníferas, forestales) con Asco- y Basidiomicetos
- Forman carpóforos (setas/trufas) pero solo en su estado simbiótico



Detectables a simple vista



Ectomicorrizas
de *Pinus radiata*
con *Suillus*
brevipes (a) y
Amanita
muscaria (b)

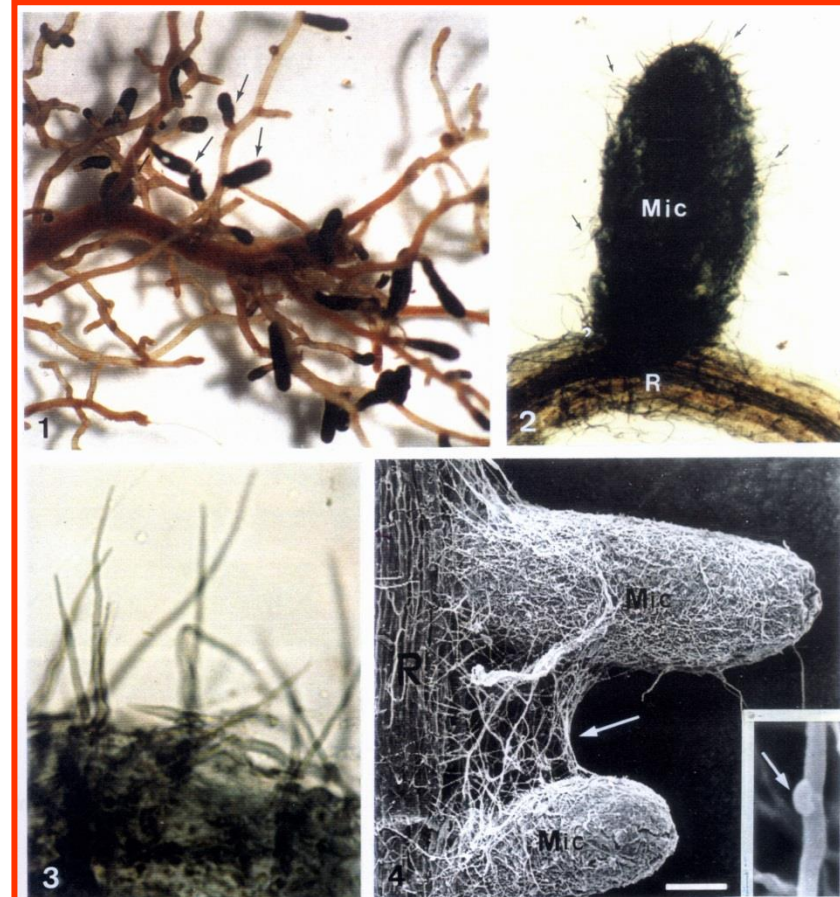
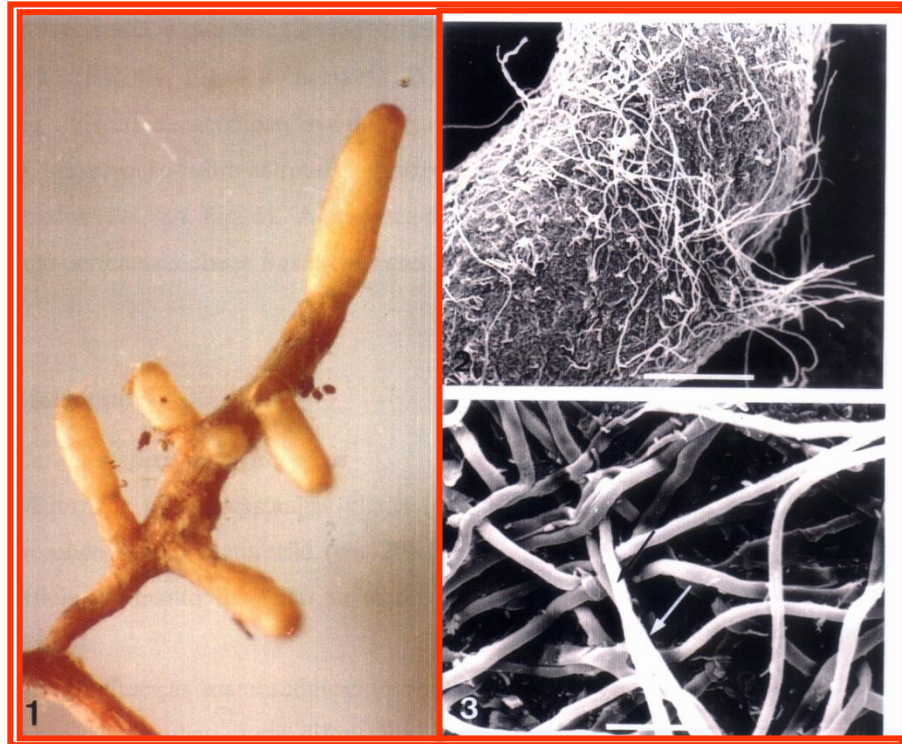


Ectomicorrizas
de *Pinus*
halepensis con
Pisolithus
tinctorius

(Carrillo-Sanchez &
Honrubia, 2000)

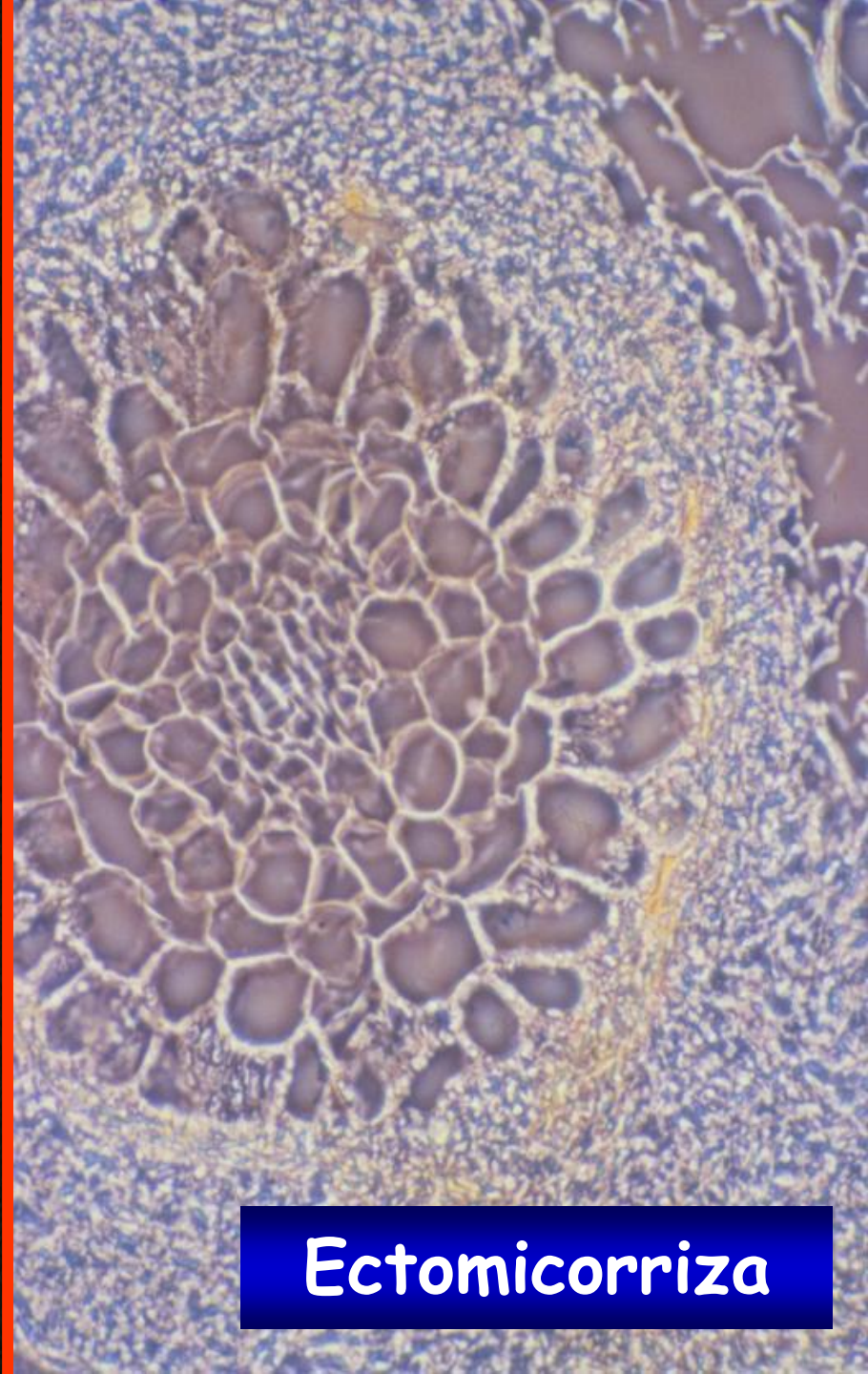


Ectomicorriza en *Populus nigra*



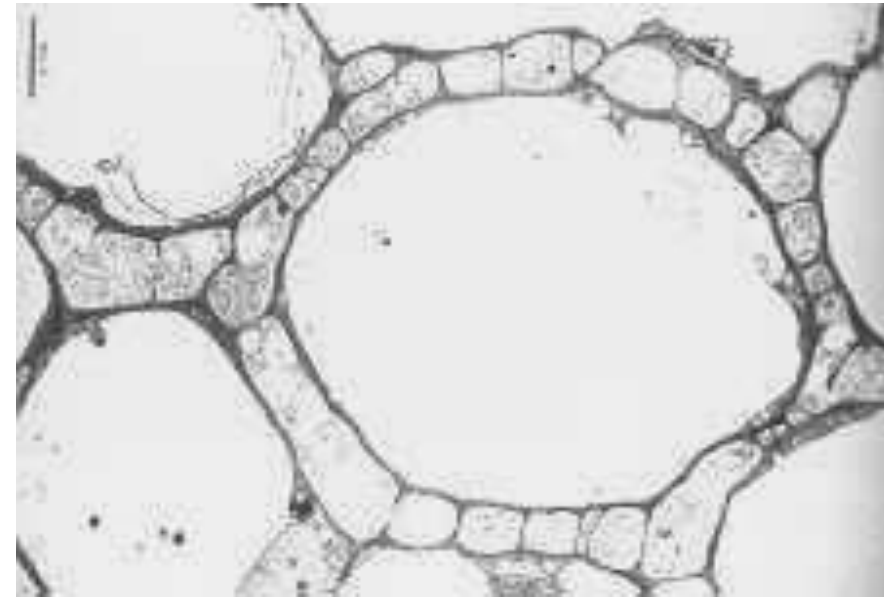
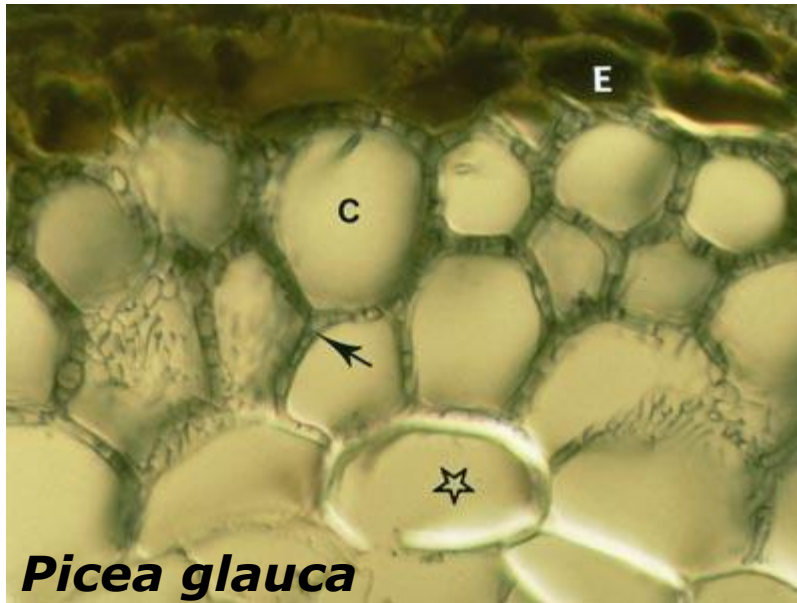


*Cortesía Prof. Mario Honrubia
Universidad de Murcia*



Ectomicorriza

Ectomicorrizas (Red de Hartig)



Tuber melanosporum



Lactarius deliciosus



Otras importantes especies forestales ectomicorrícicas



Fagus sp.



Betula pendula



Castanea sativa



Coryllus avellana



Cedrus atlantica

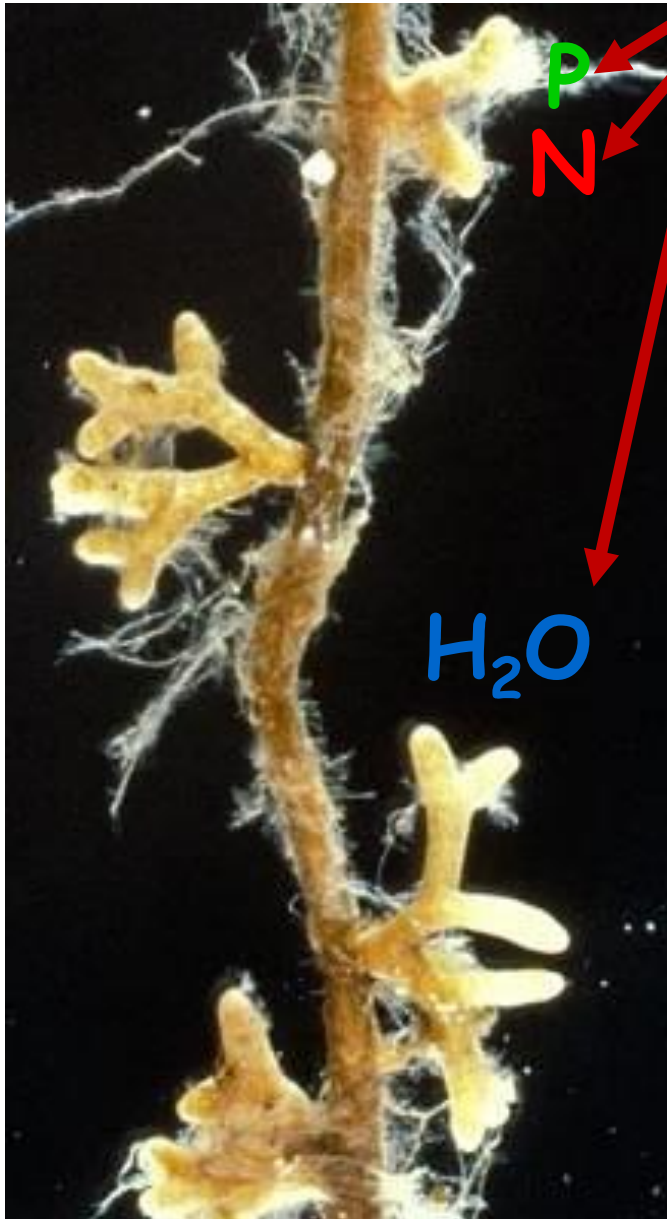
Especies forestales muy importantes forman ectomicorrizas



Abies pinsapo

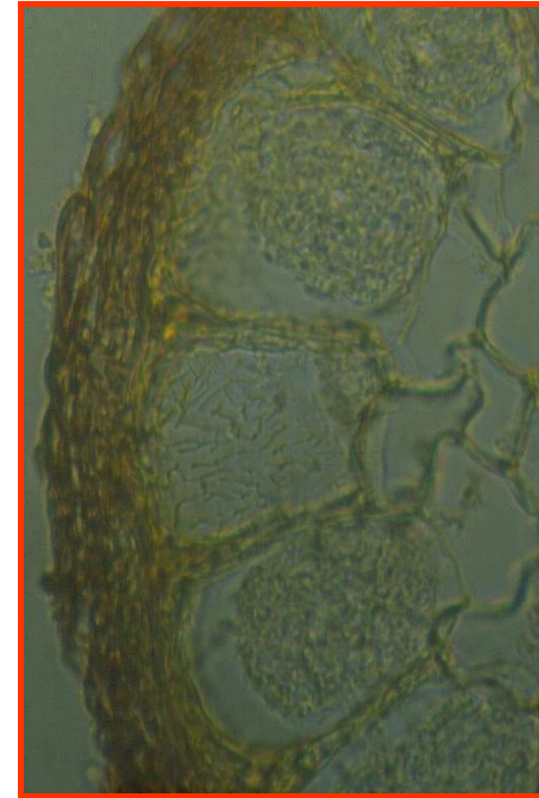
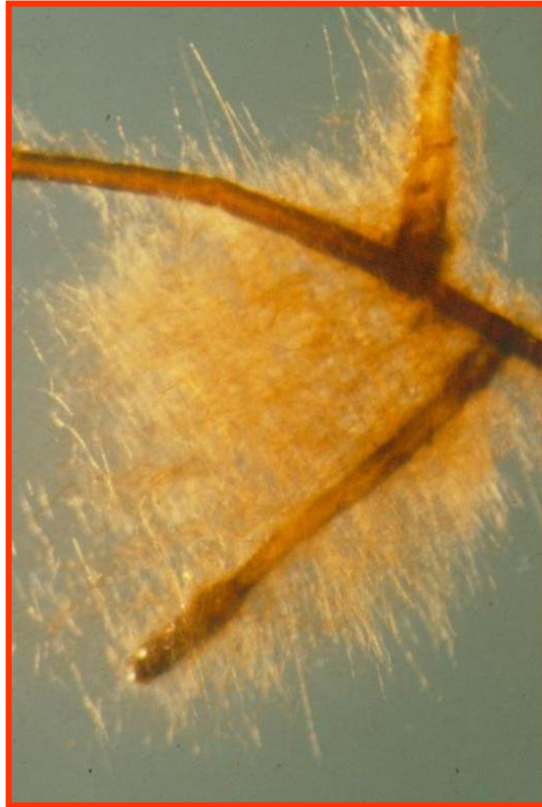


Efectos de las ectomicorrizas



- Mejoran la absorción de nutrientes minerales y agua por la planta
- Consumen productos carbonados procedentes de la fotosíntesis
- Facilitan la utilización de nutrientes a partir de la materia orgánica
- Protegen frente a estreses bióticos y abióticos
- Producen compuestos fitoactivos

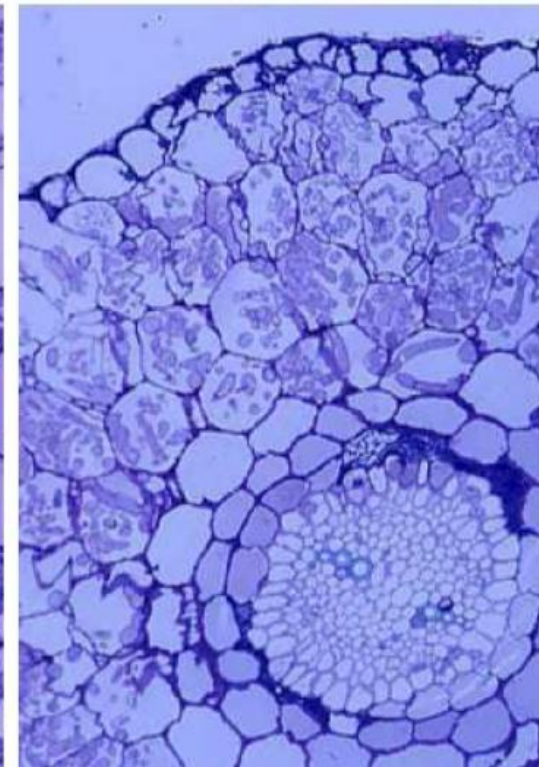
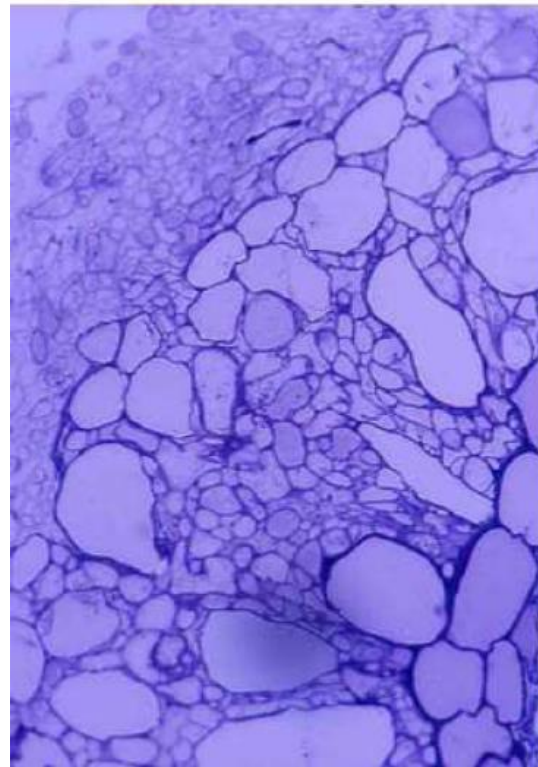
Ectendomicorrizas



Micorriza
formada por
Helianthemum
almeriense con
Terfezia claveryi



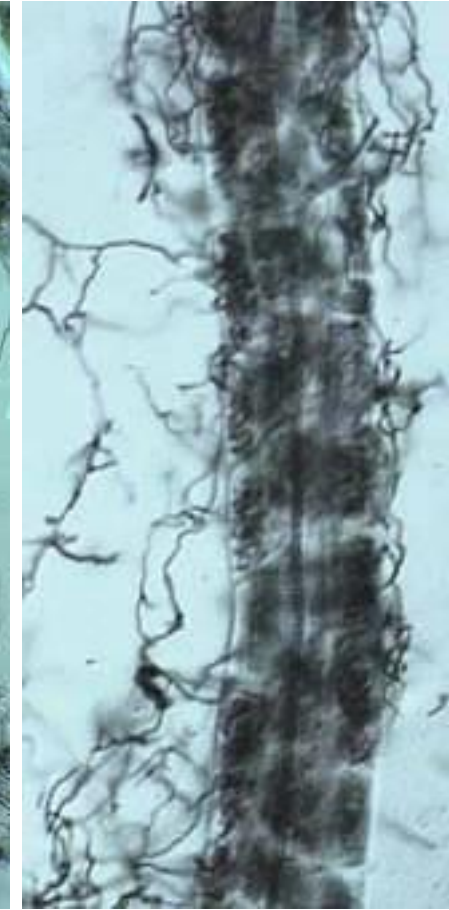
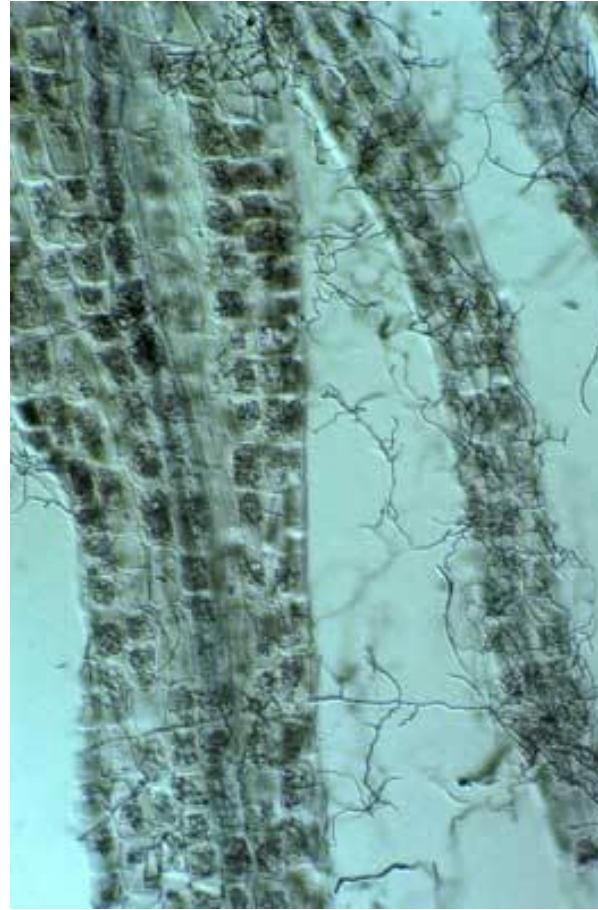
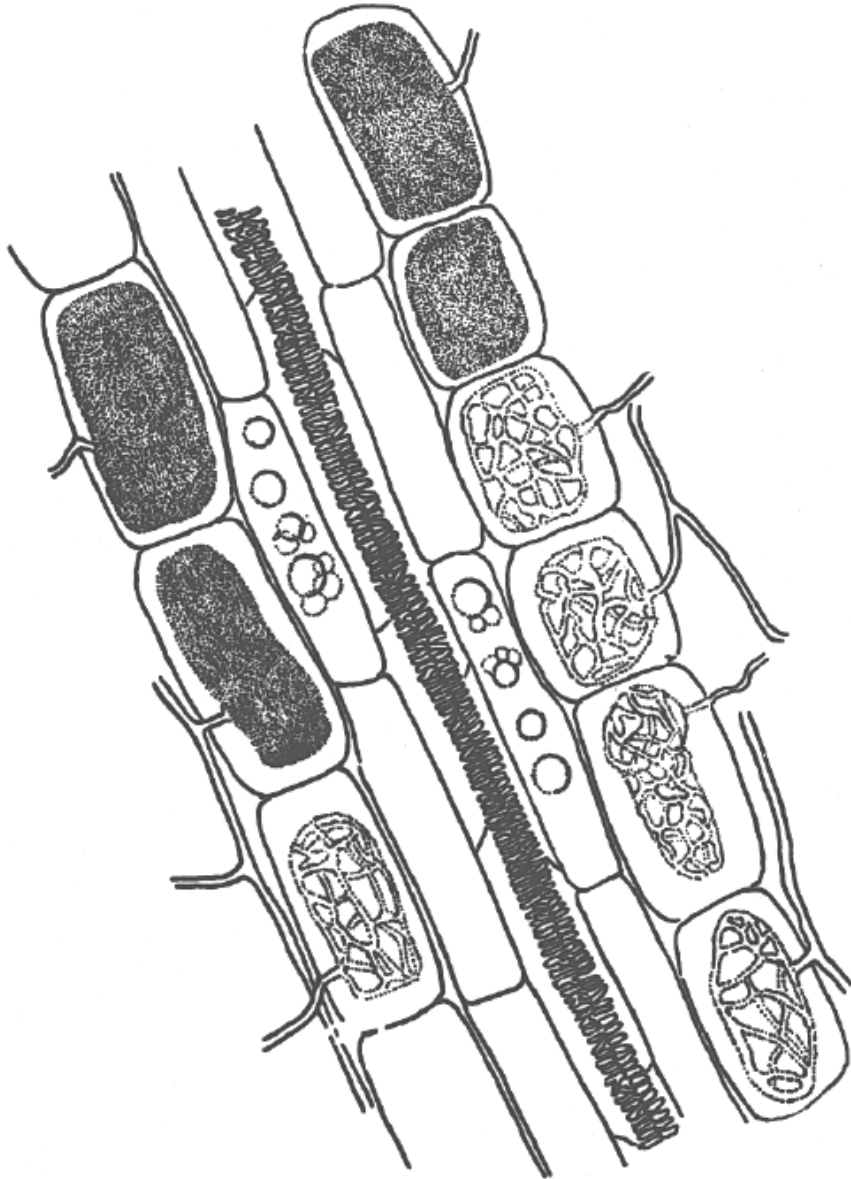
Terfezia eliocrocae



Tipos de endomicorrizas, plantas mas comunes que las forman y hongos responsables

Tipo de micorriza	Planta	Hongo
Endomicorrizas		
Ericoides	Ericaceas	Ascomicetos
Orquidoides	Orquídeas	Basidiomicetos
Arbusculares	Entre el 70 y 80 % de las especies de plantas existentes	Glomeromicetos (microscópicos)

Micorrizas ericoides

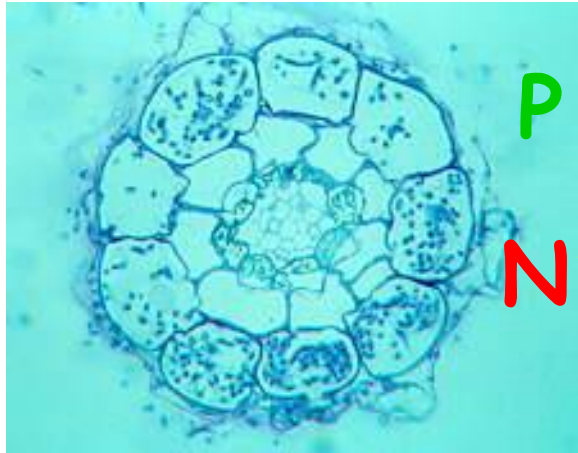


Tomado de Read
(1996) *Ann. Bot.*
77: 365-374.

Especies formadoras de micorrizas ericoides



Papel de las micorrizas ericoides



- Mejoran la absorción de nutrientes minerales por la planta
- Facilitan la utilización de nutrientes a partir de la materia orgánica

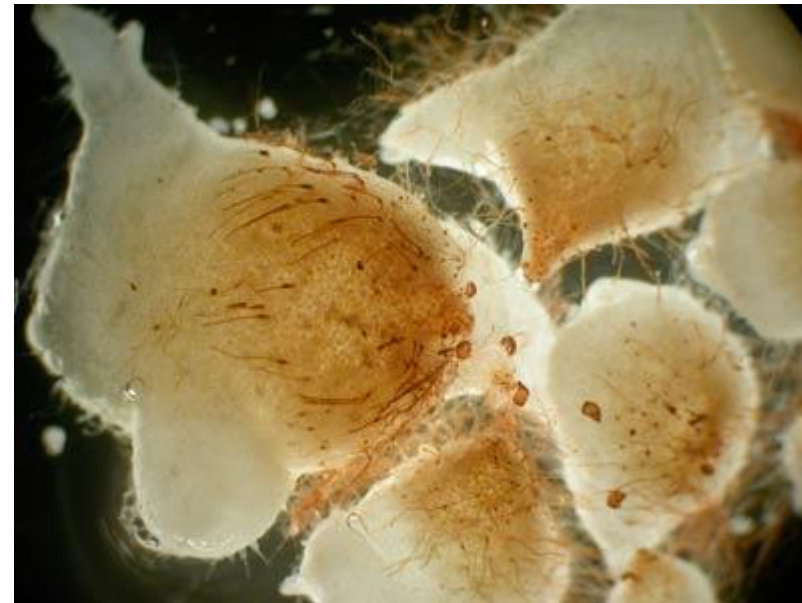
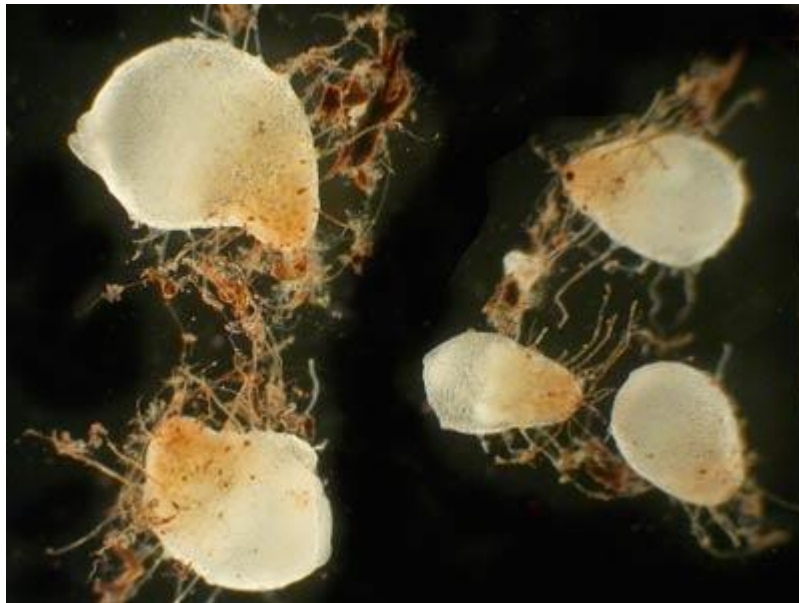
Micorrizas orquidoideas

Las orquideas son heterótrofas en alguna etapa de su ciclo vital

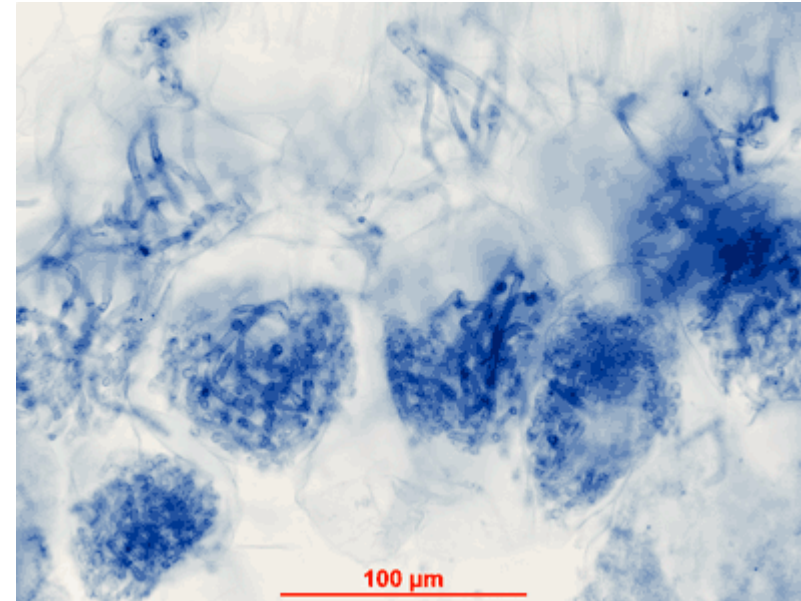
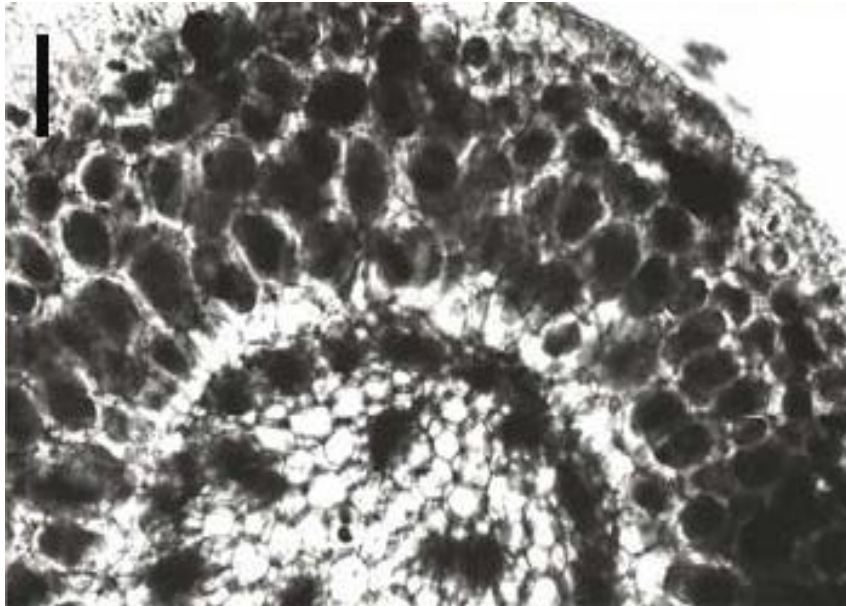
Producen semillas sin apenas reservas energéticas

Obtienen C a partir del hongo con el que se asocian: Micoheterótrofas

Se pueden asociar con hongos Saprofitos, patógenos o ectomicorrícicos

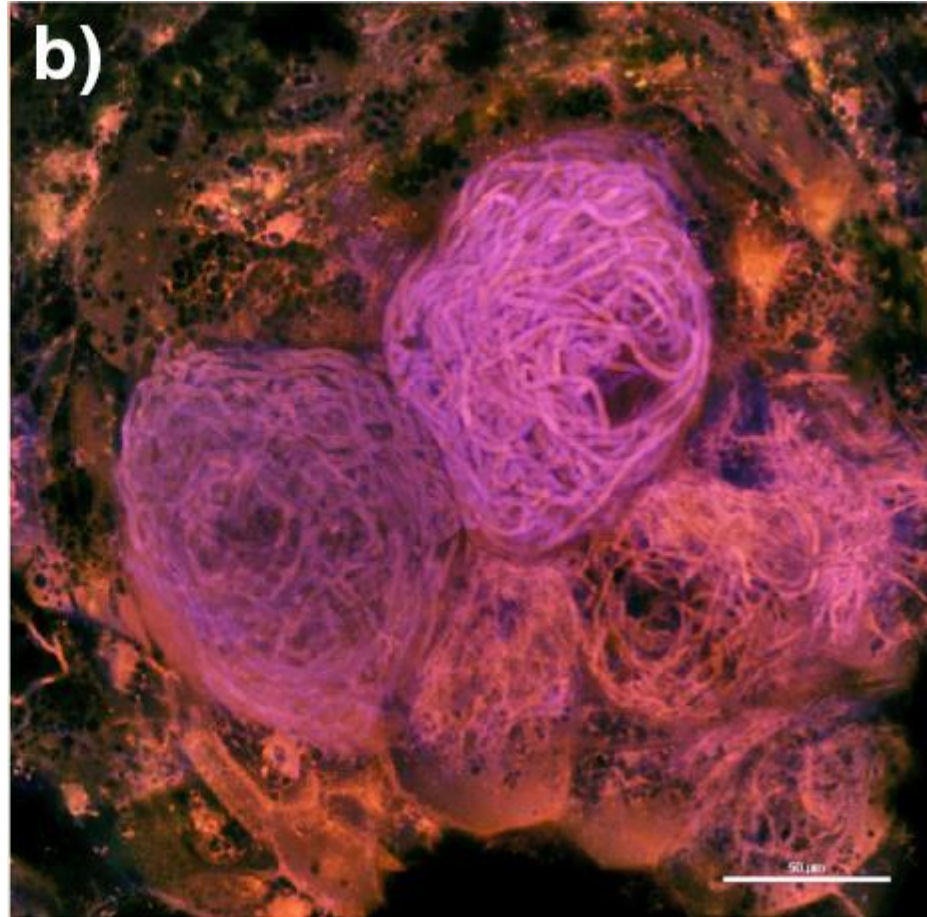


Micorrizas orquidoides

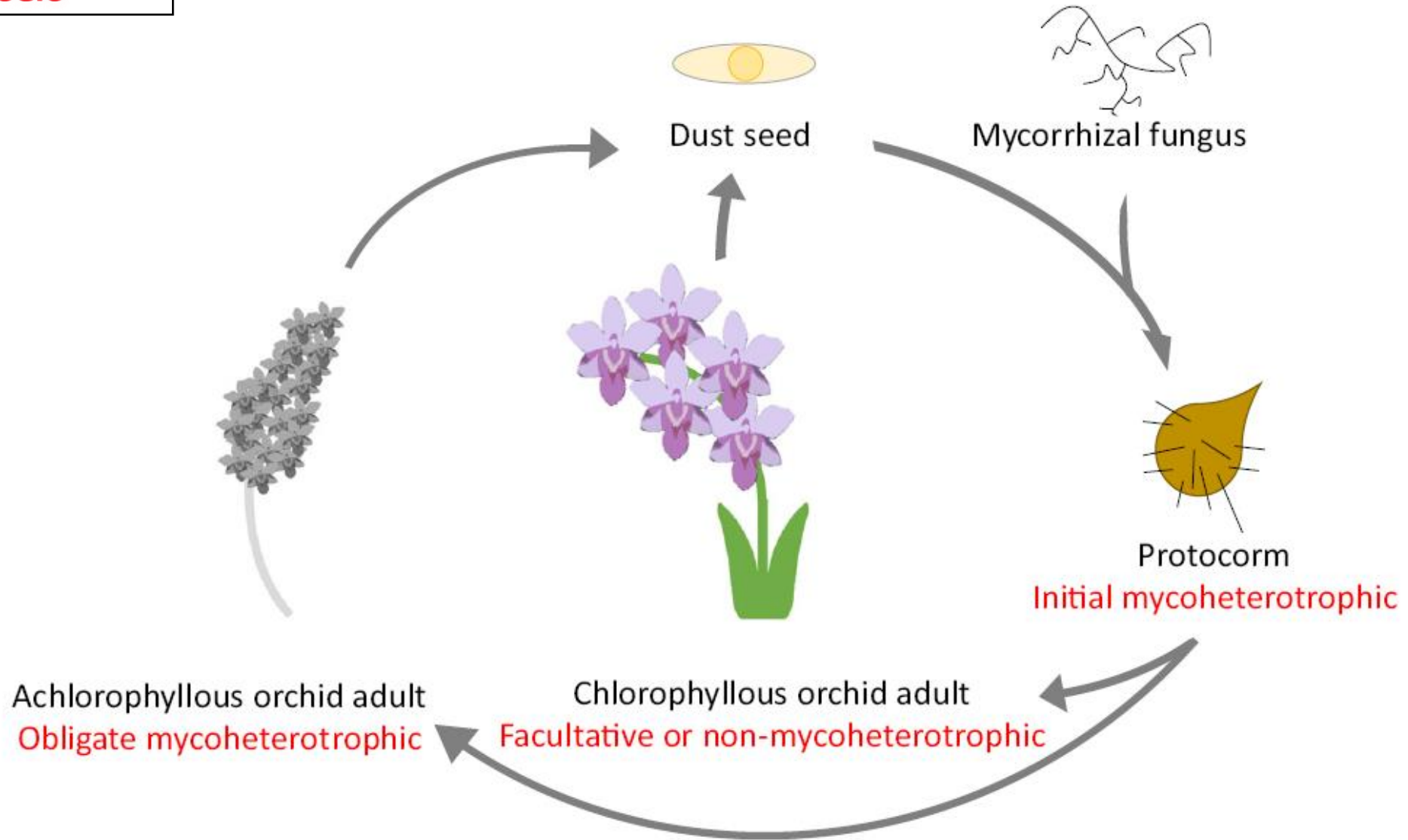


Rasmussen & Rasmussen
(2009) *Oikos* 118: 334-345

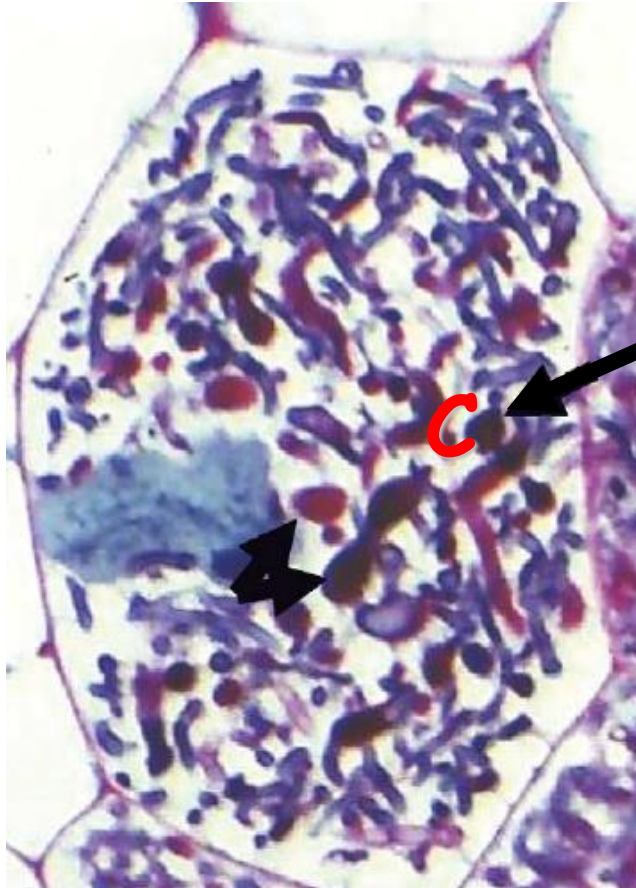
Peloton en una micorriza orquidoide



Ciclo de vida de las orquideas

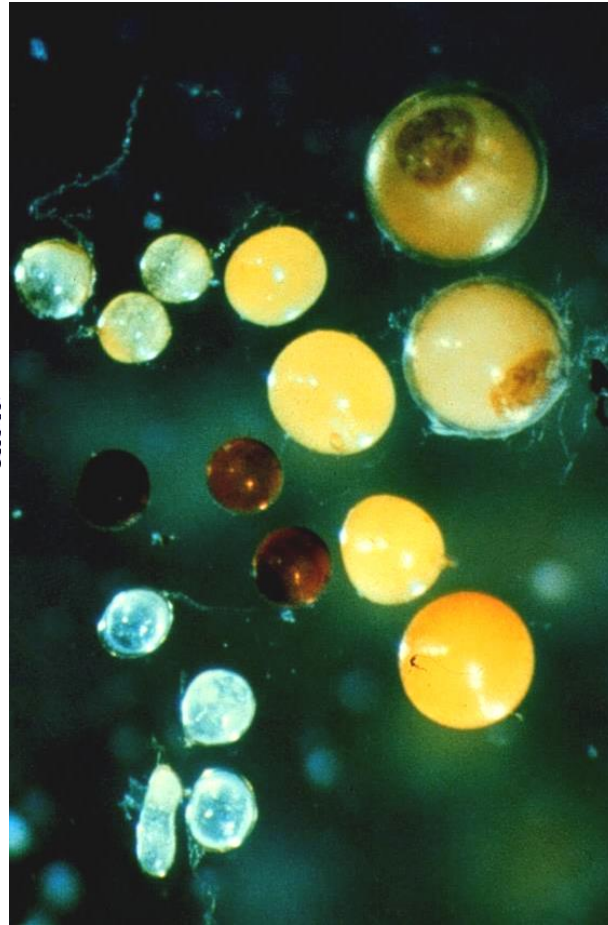
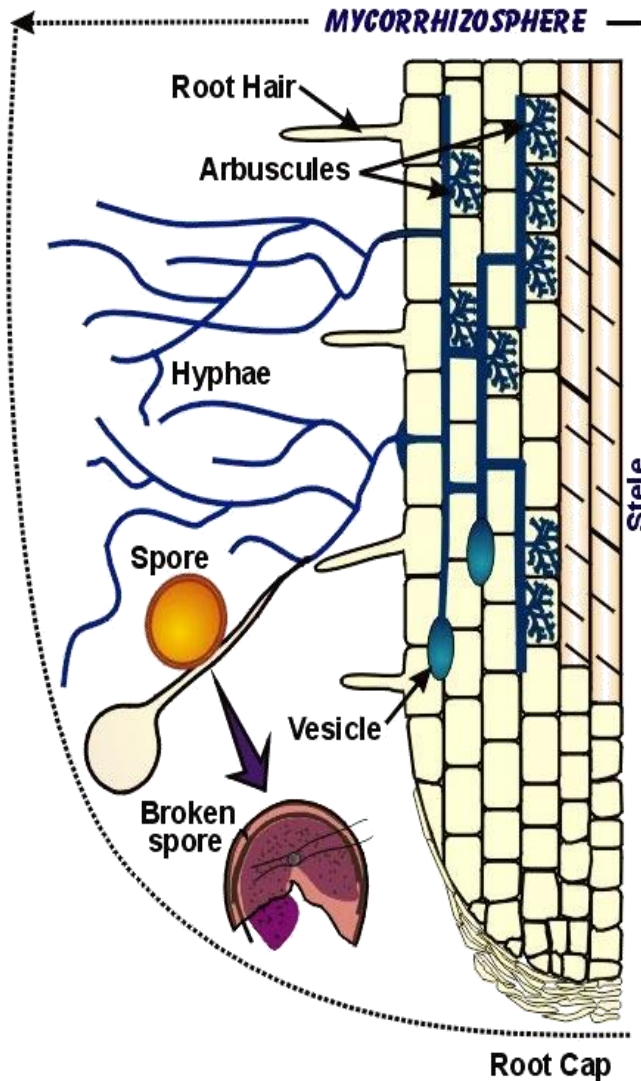


Papel de las micorrizas orquidoideas



- Aportan C a la planta
- Facilitan la germinación de las semillas

Micorrizas arbusculares (MA)



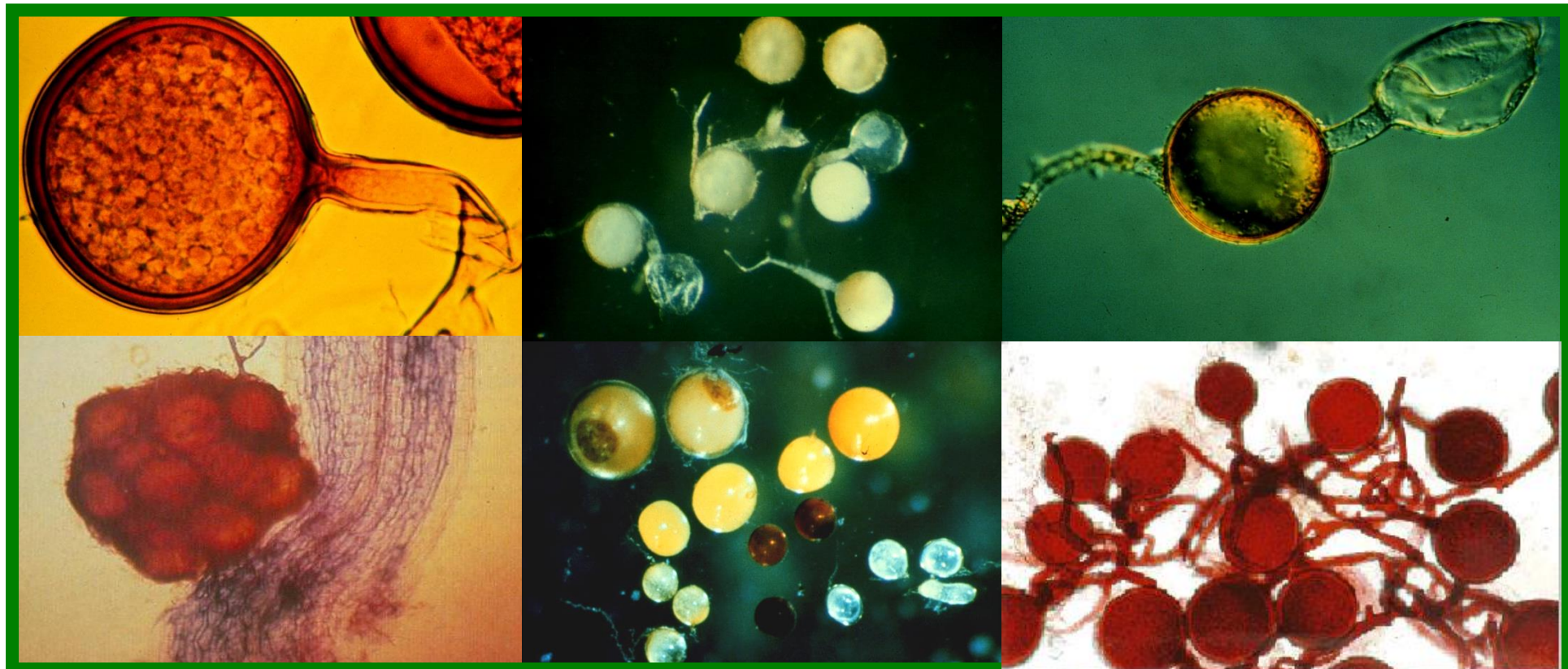


Hongos formadores de micorrizas arbusculares (Glomeromicetos)

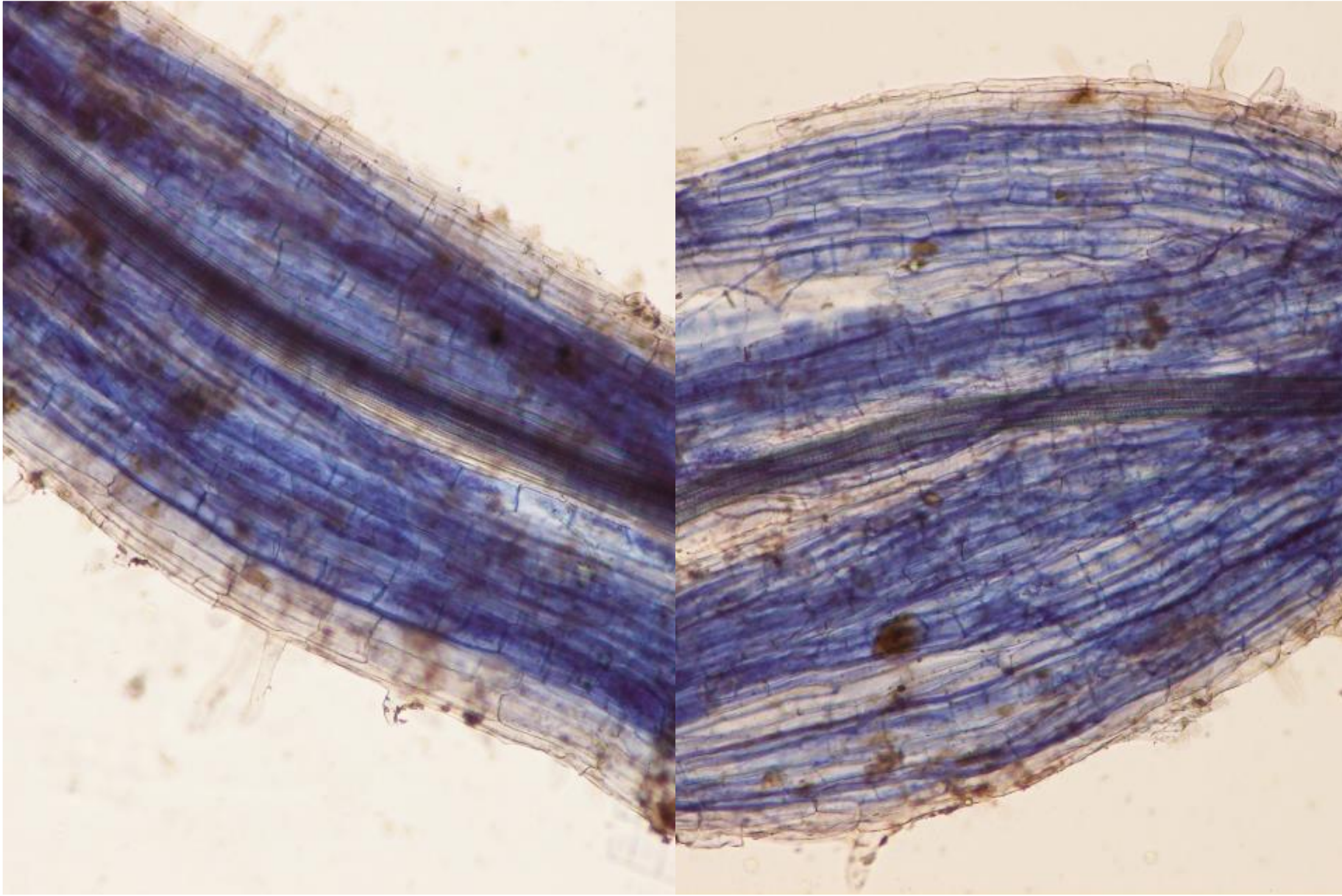
Microscópicos Presentes en la mayoría de los suelos

Simbiontes obligados

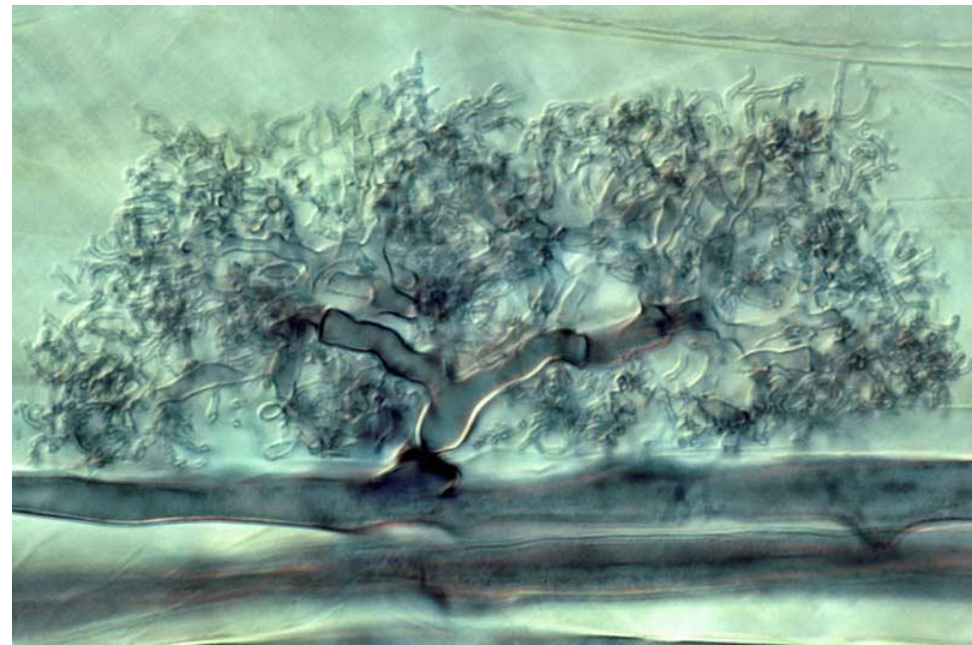
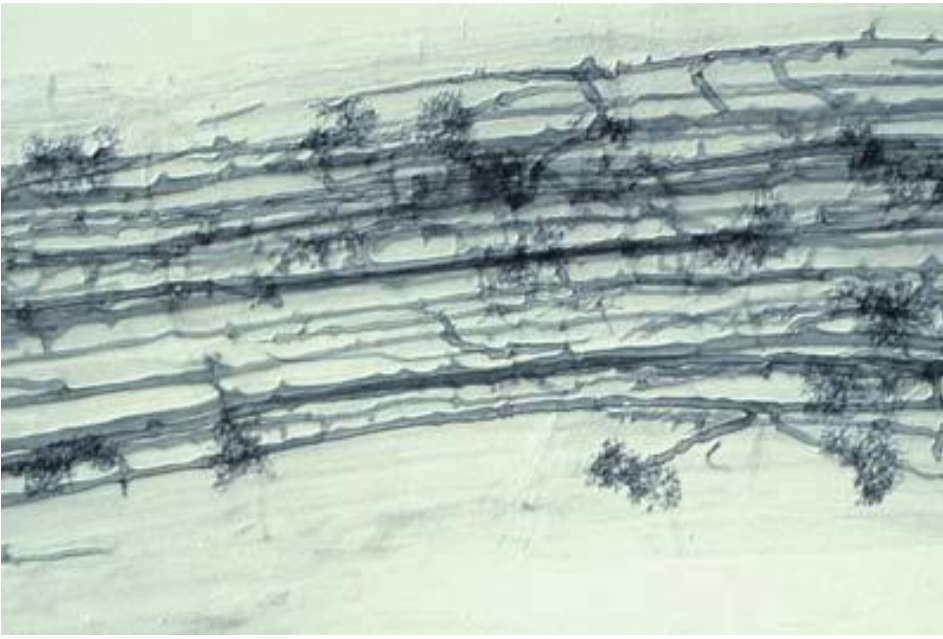
Forman esporas grandes, asexuales y unicelulares



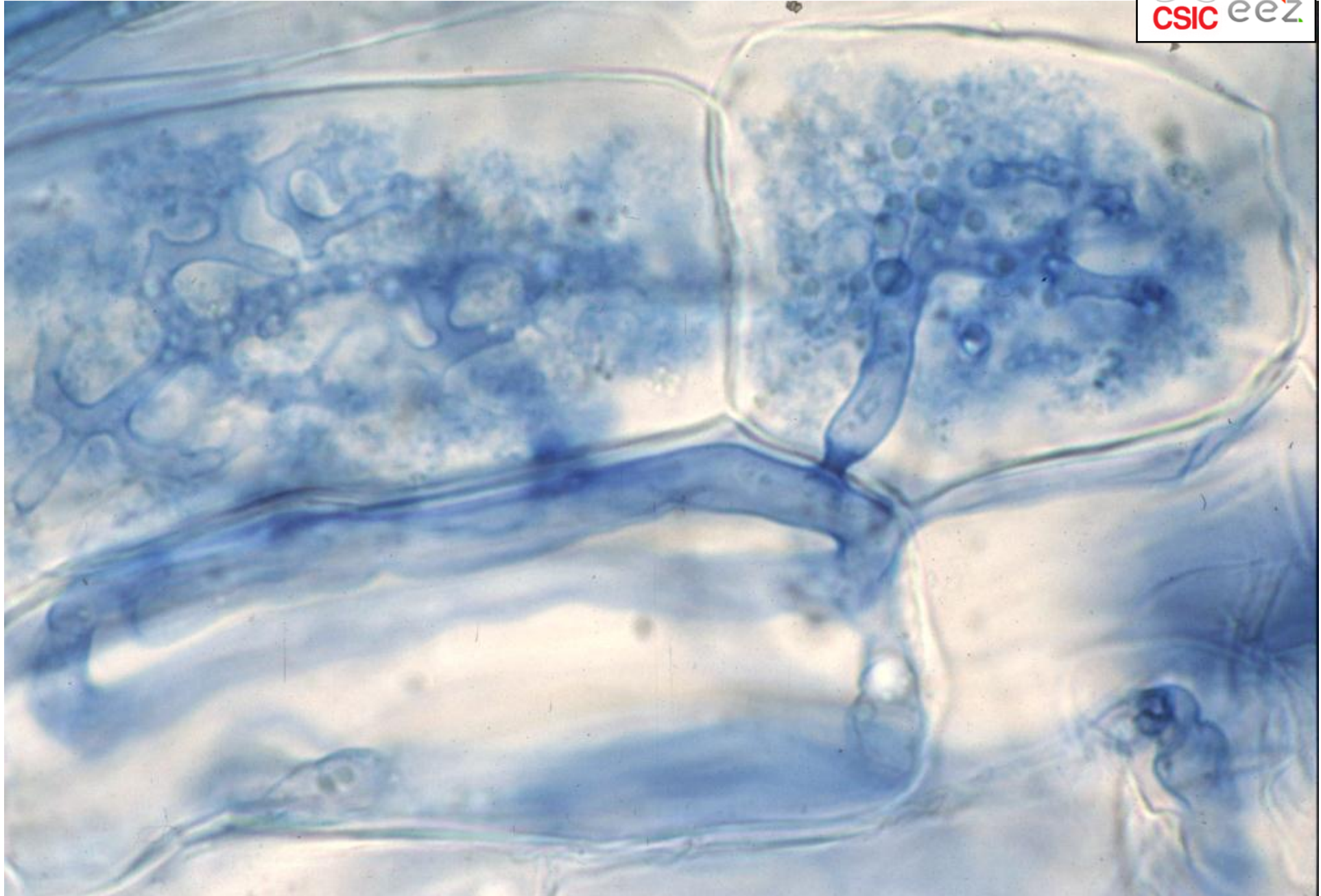
Micelio interno o intrarradical



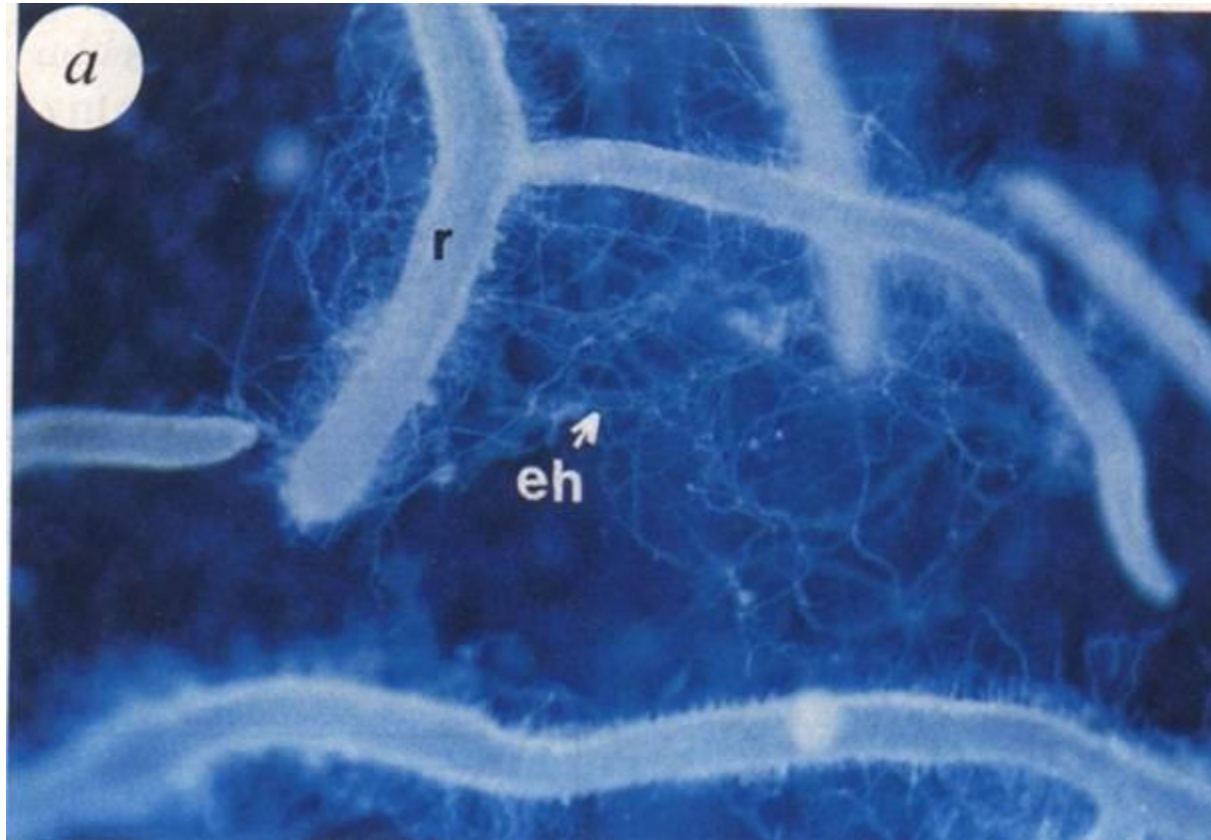
Arbúsculos



Arbúsculos



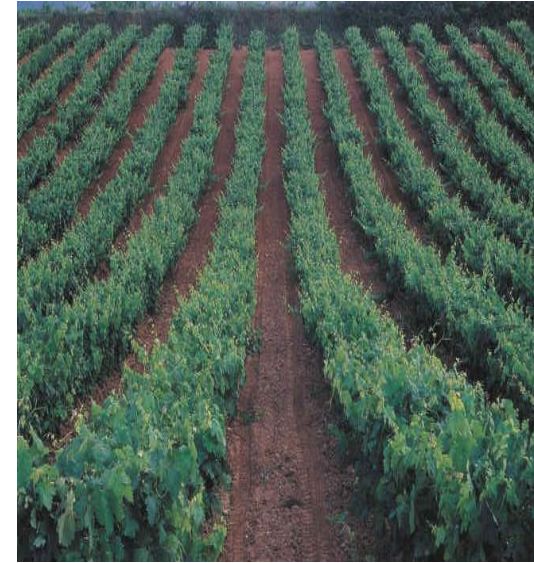
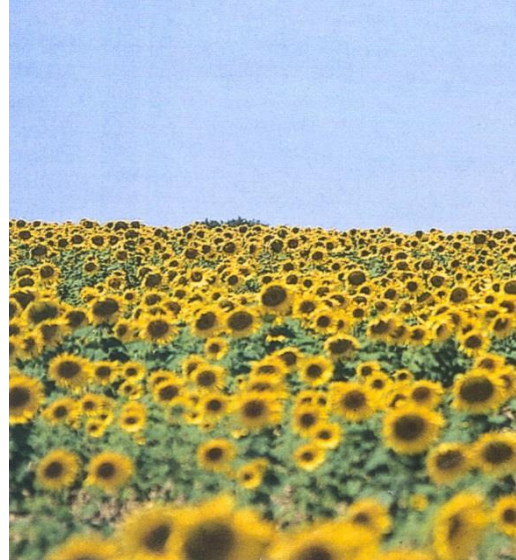
Micelio externo o extrarradical



Hifas del micelio externo y esporas



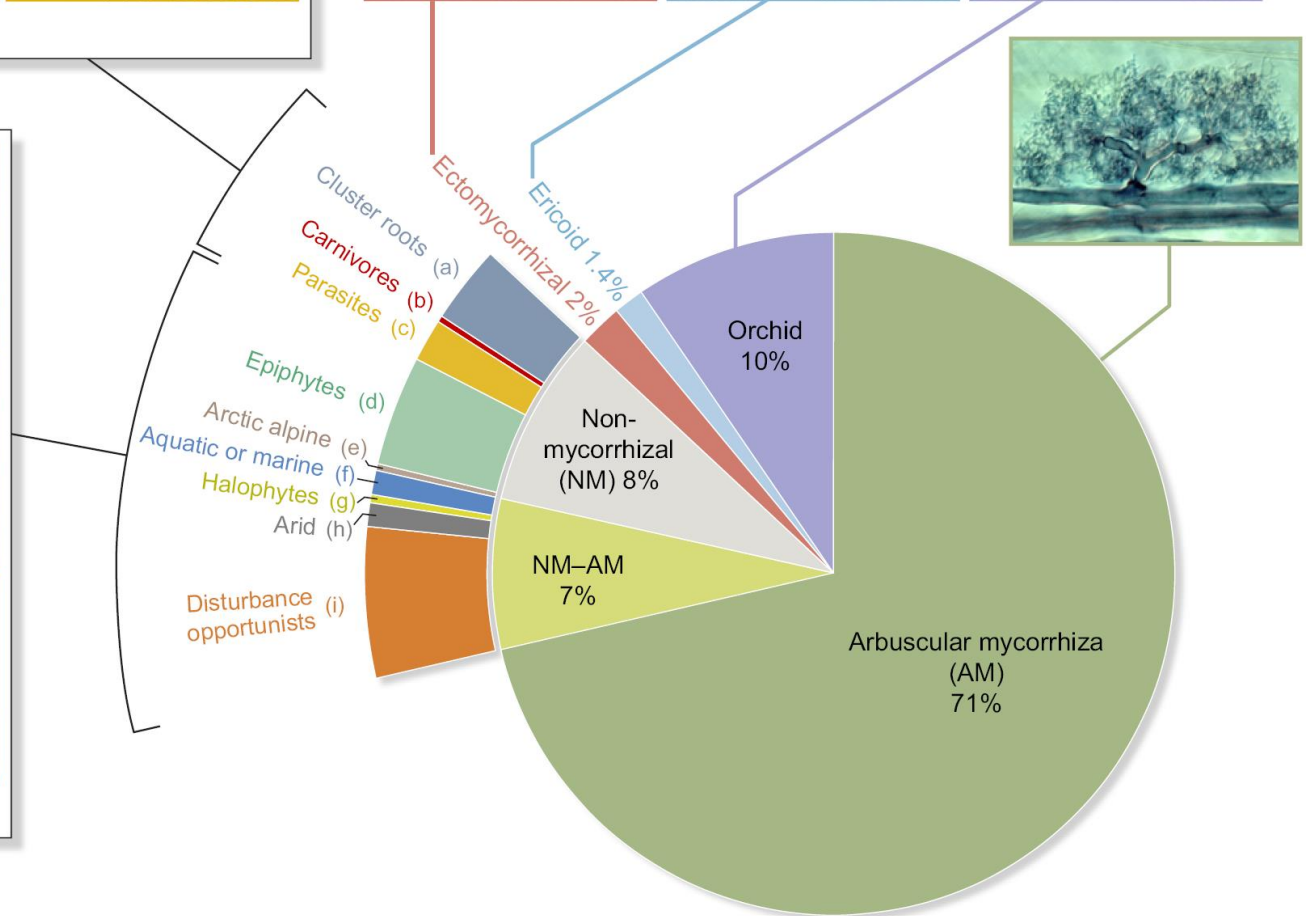
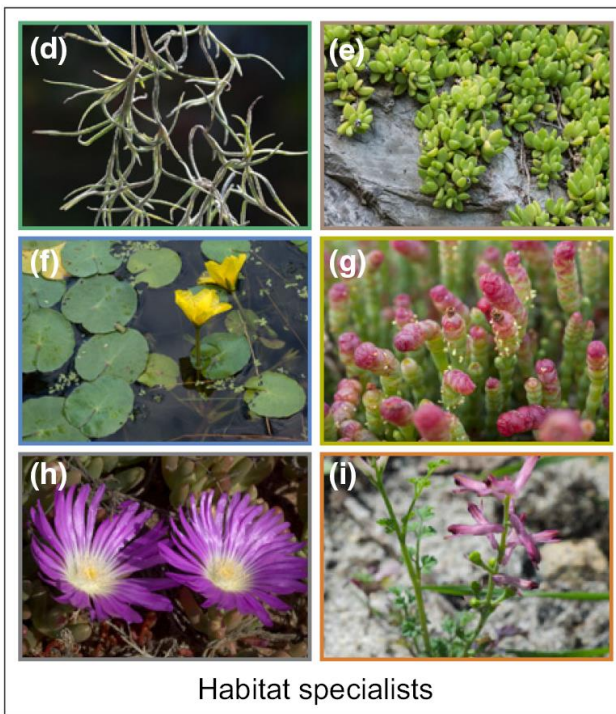
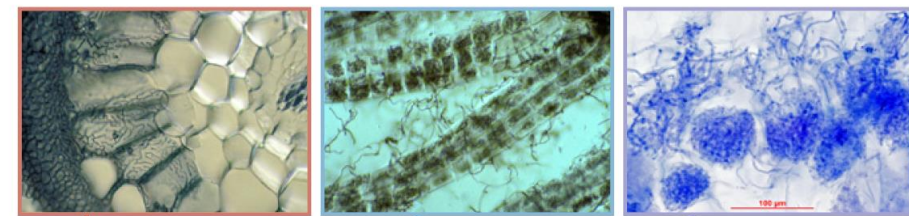
Casi todas las plantas de interés agrícola



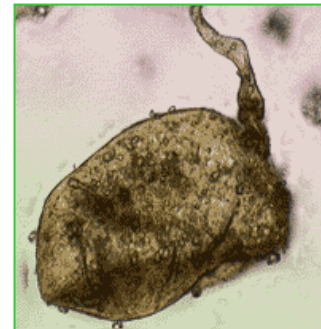
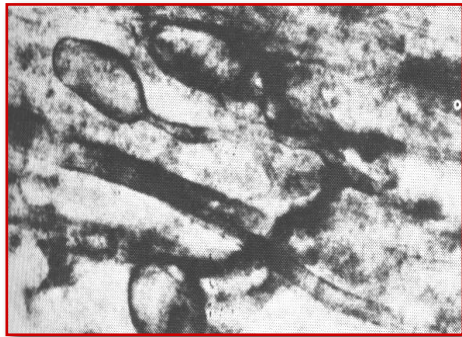
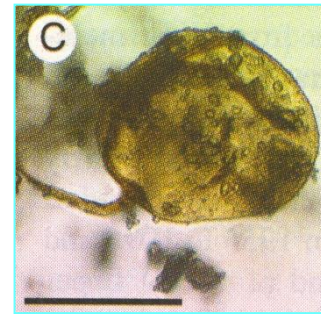
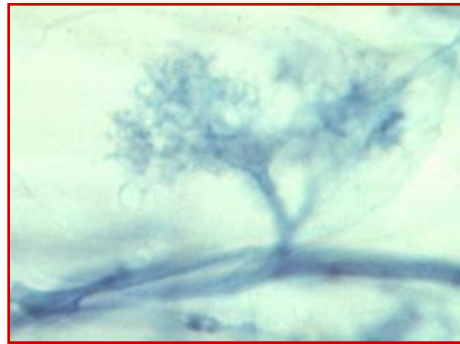
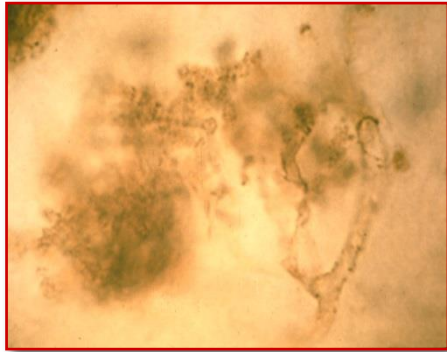
Especies arbóreas



Diversidad relativa de plantas con distintos tipos de micorrizas



420 millones de años de historia común de las plantas y sus micorrizas



De hace
400 millones
de años

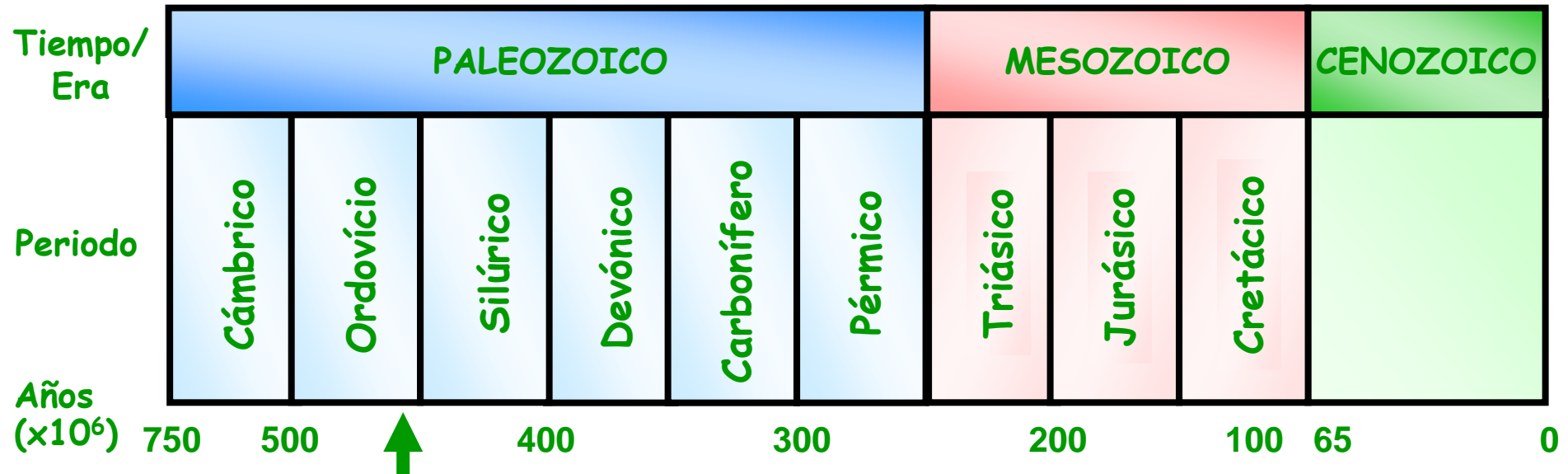
MA Actual

Esporas
fósiles del
Ordovícico,
460 MYA

Esporas
actuales de
Glomus spp.

Arbúsculos y vesículas

Escala del Tiempo Fanerozóico

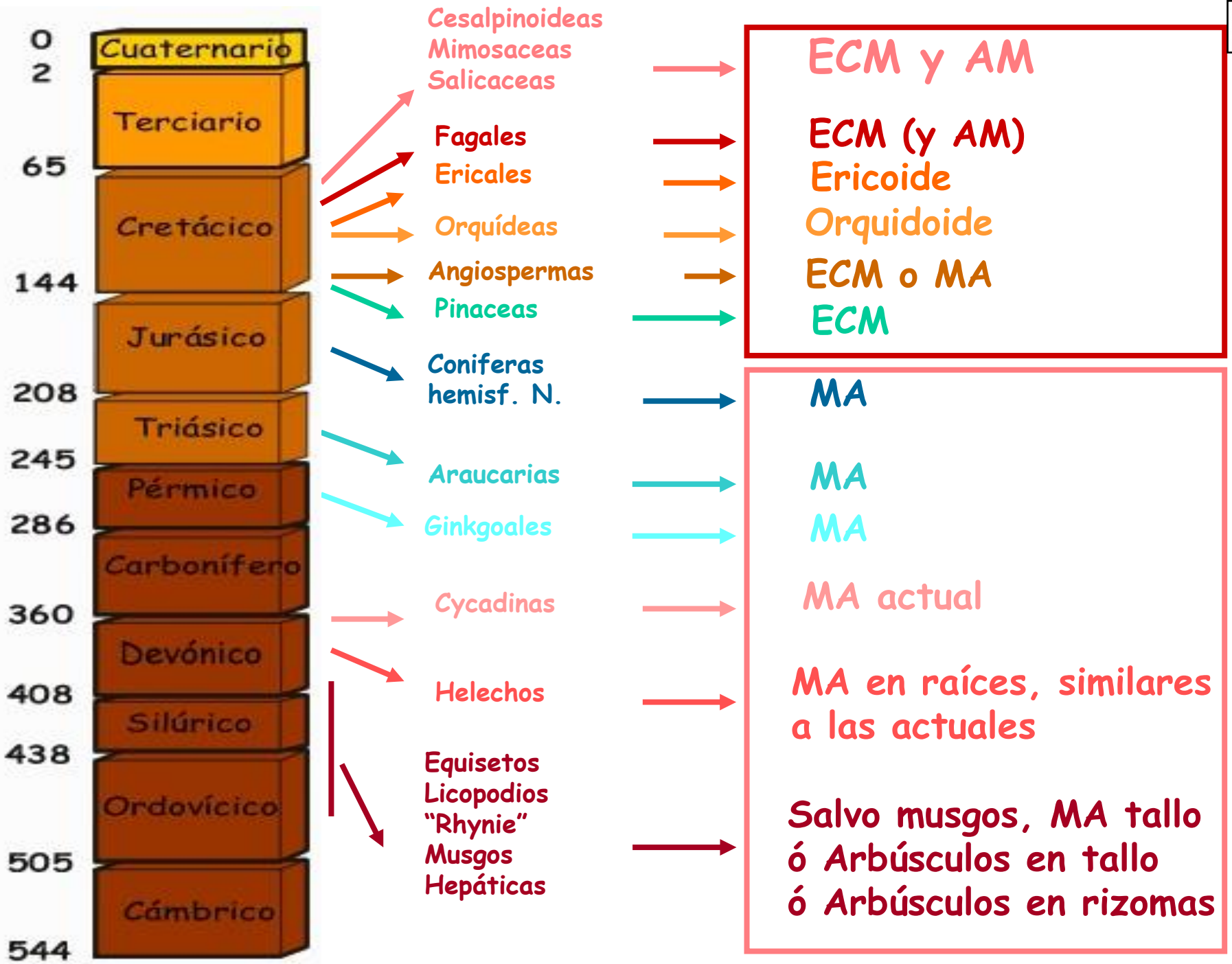


Hongos MA

PLANTAS Y
MICORRIZAS

Captación biológica de P

FIJACIÓN SIMBIÓTICA
DE N₂



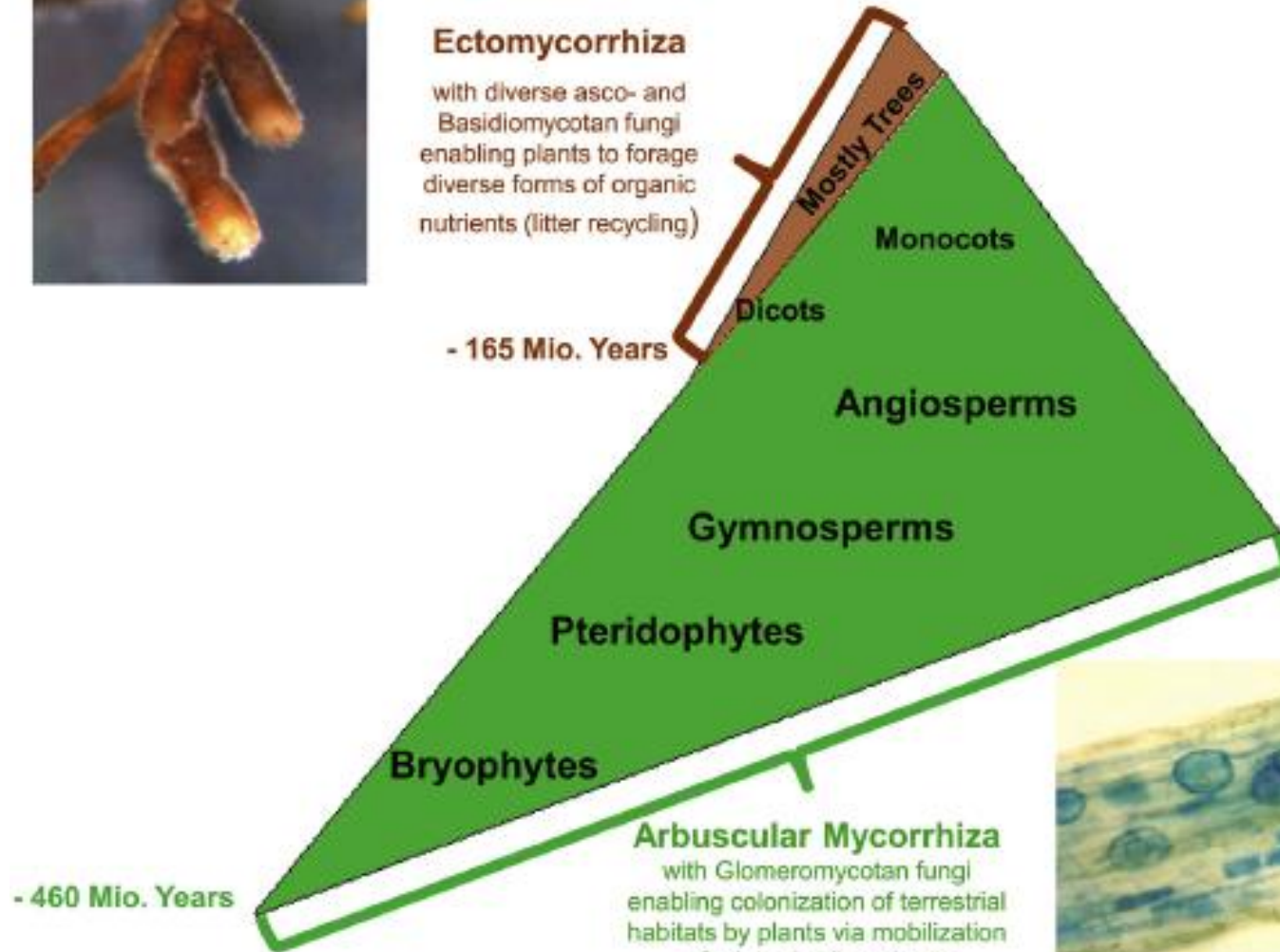
Desarrollo histórico de ECM y MA en relación con la radiación ecológica de las plantas terrestres



Ectomycorrhiza

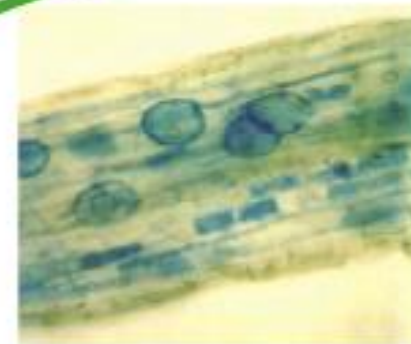
with diverse asco- and Basidiomycotan fungi enabling plants to forage diverse forms of organic nutrients (litter recycling)

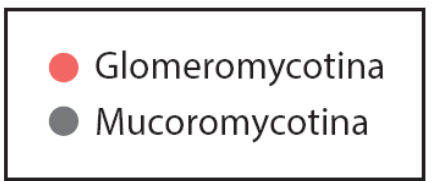
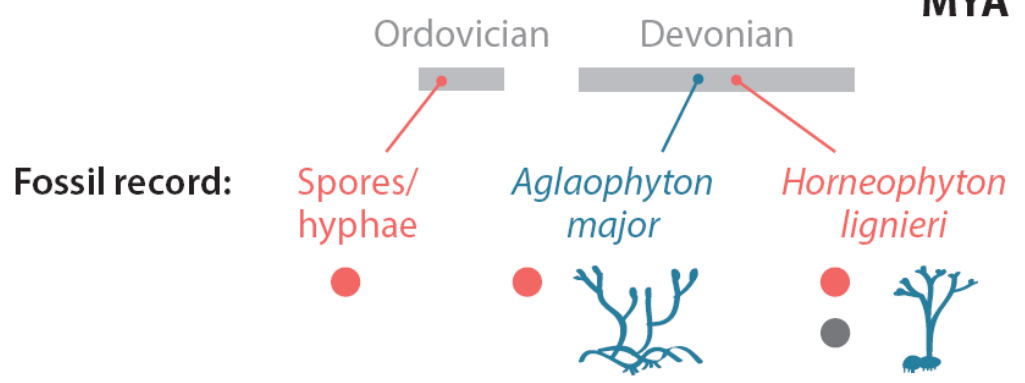
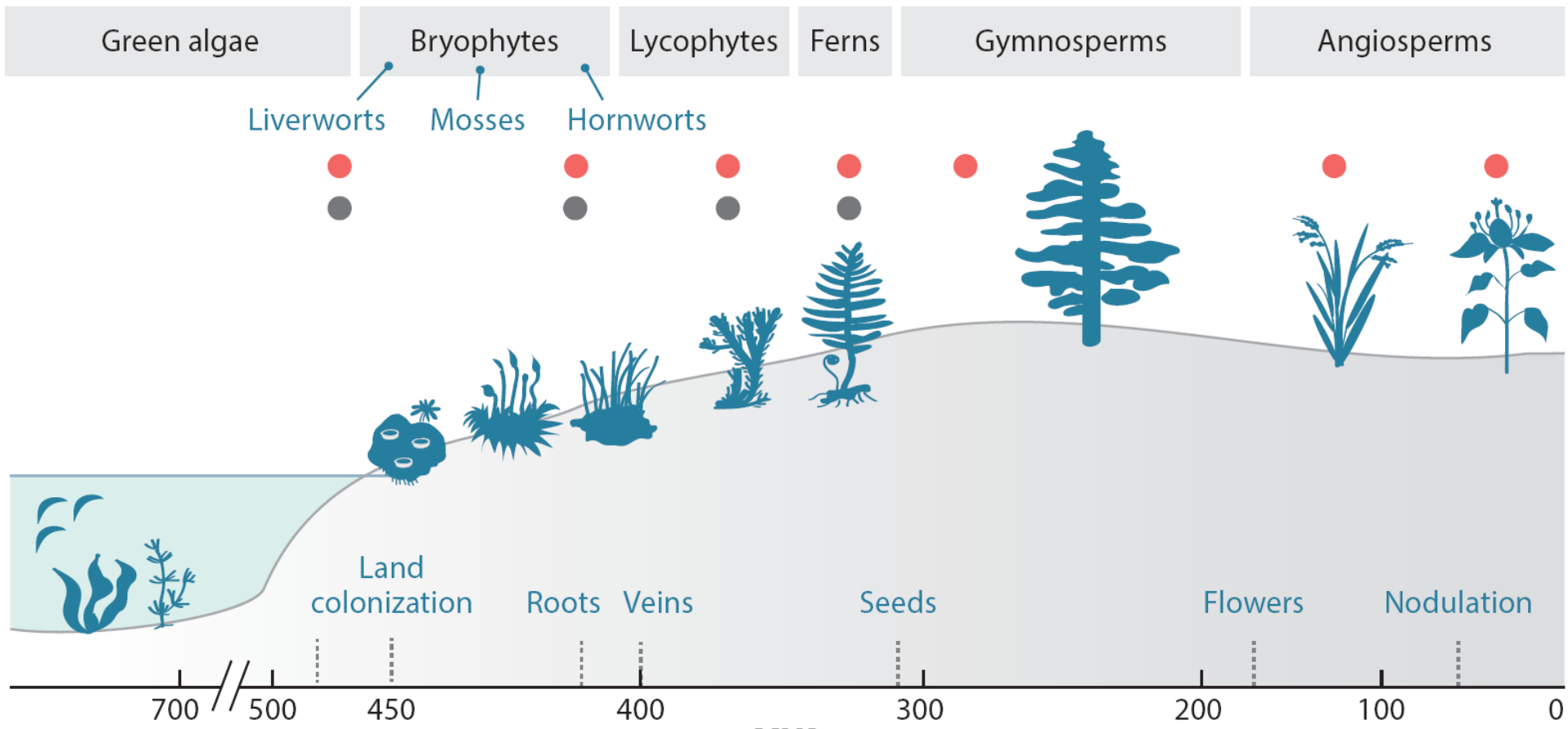
- 165 Mio. Years



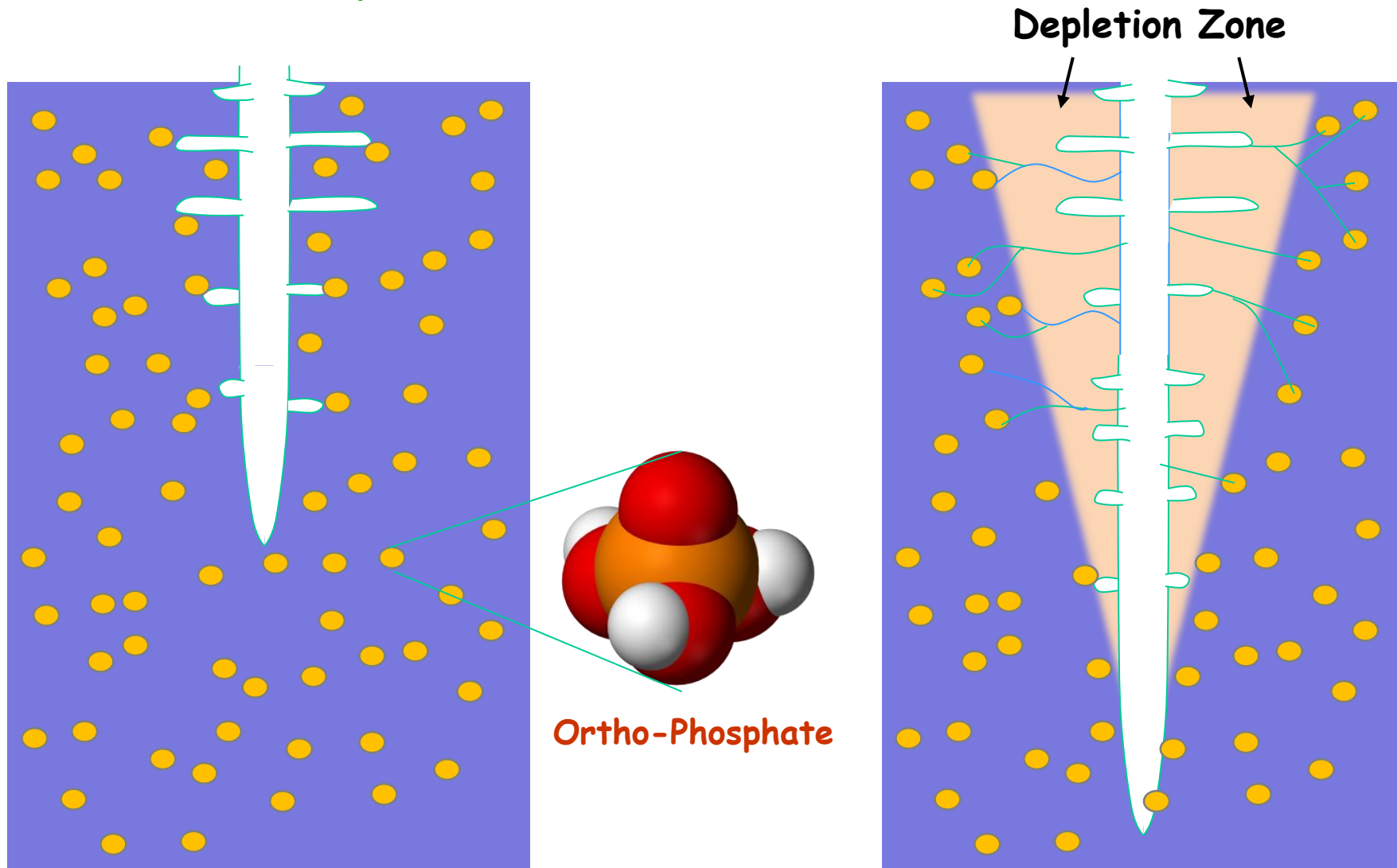
Arbuscular Mycorrhiza

with Glomeromycotan fungi enabling colonization of terrestrial habitats by plants via mobilization of mineral soil nutrients

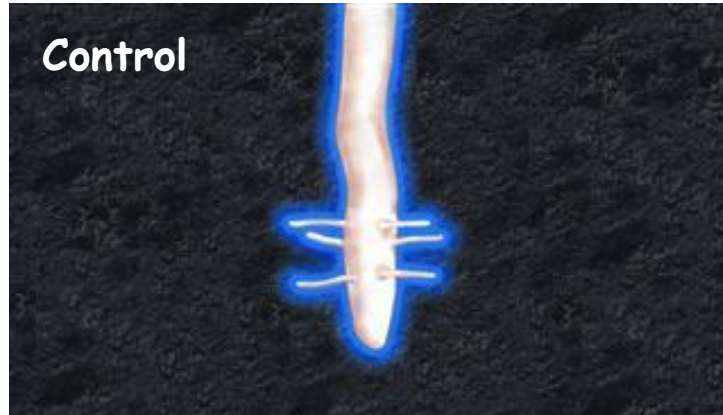




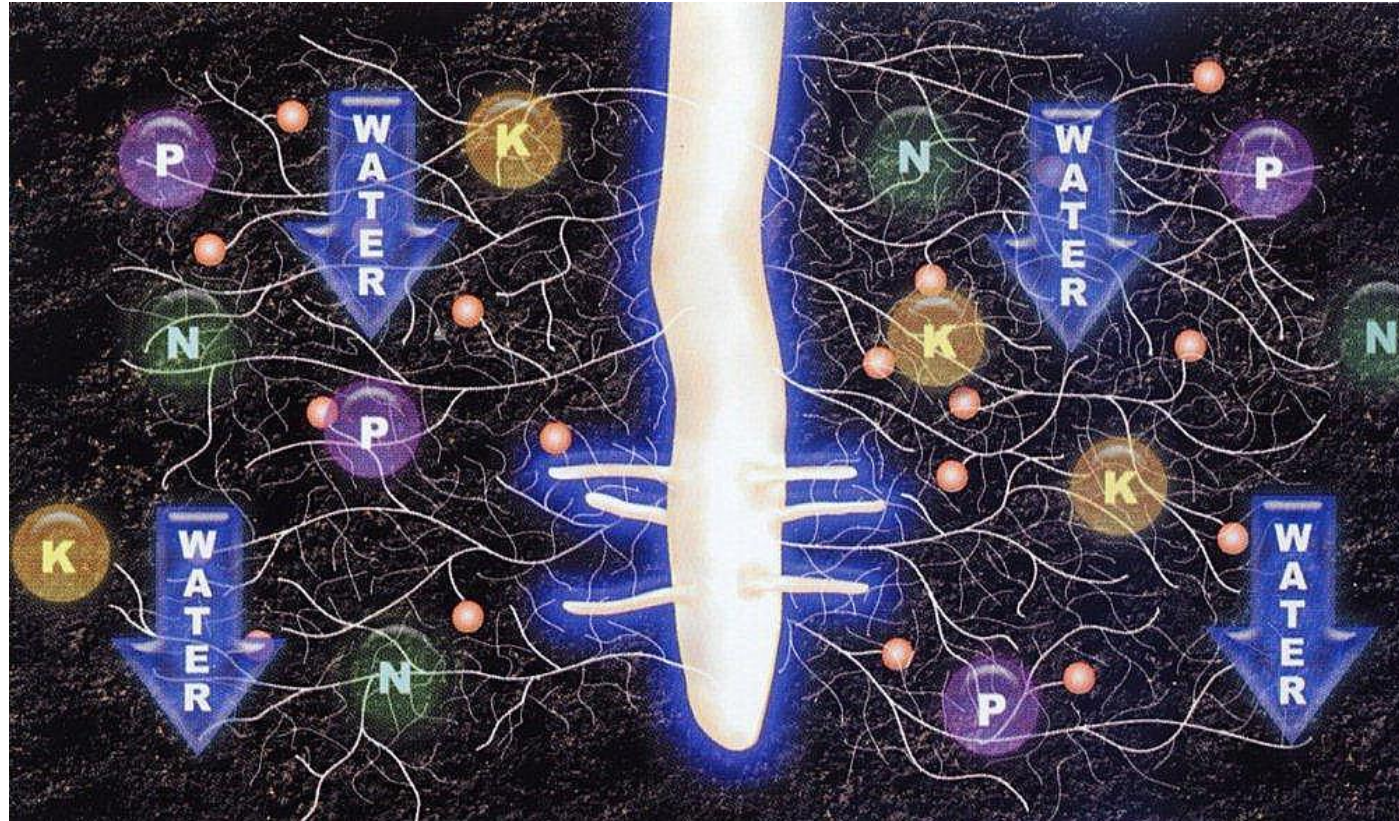
Las plantas tienen dificultades para tomar el fósforo



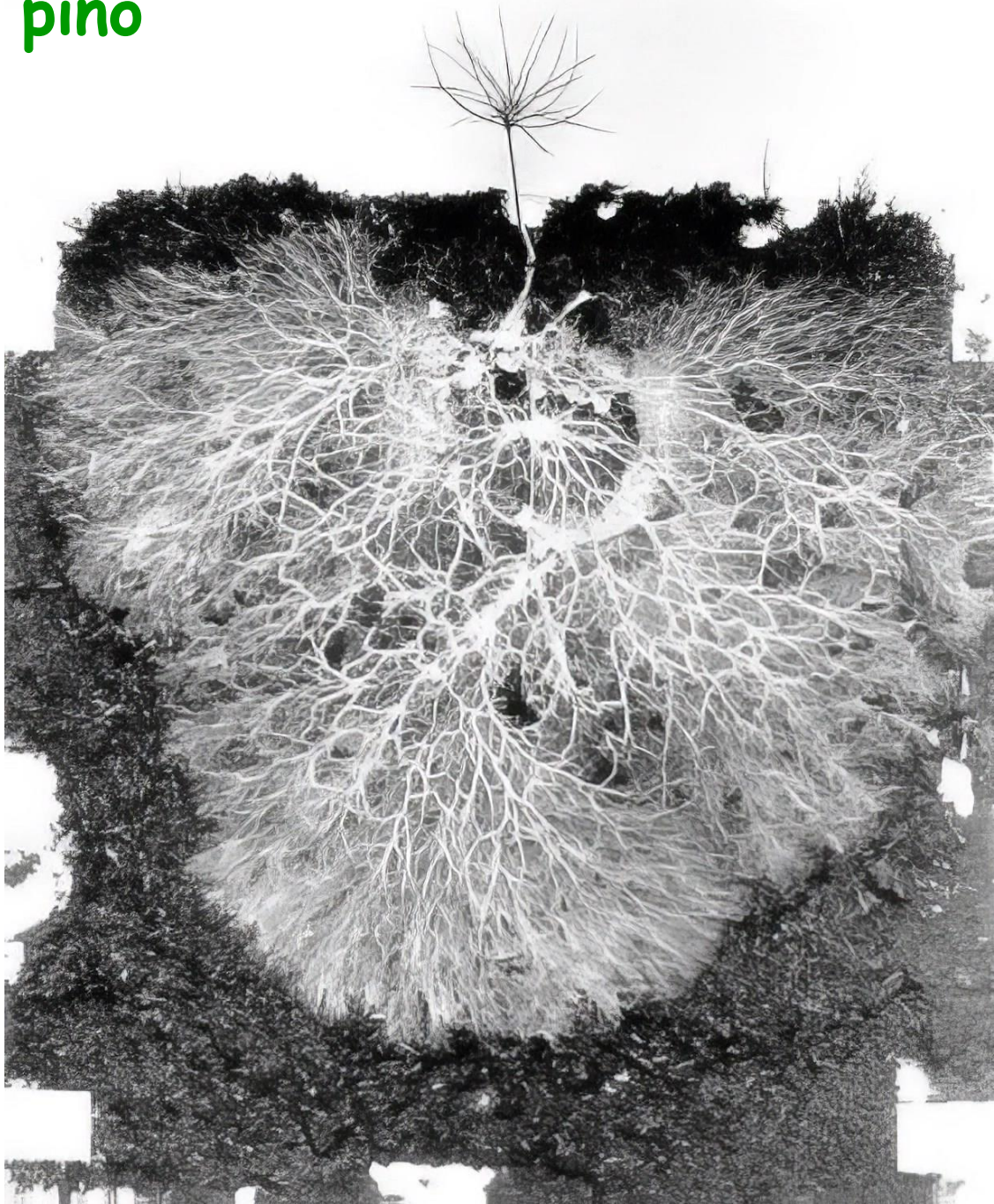
Raíces vs. Micorriza arbuscular

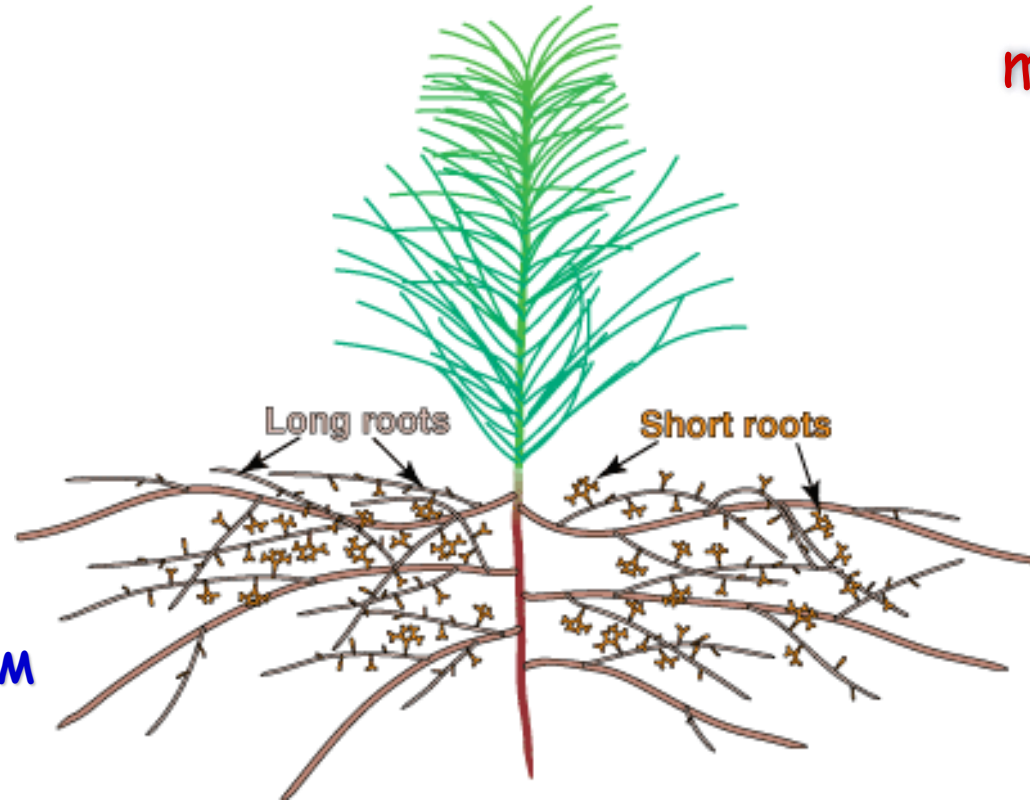
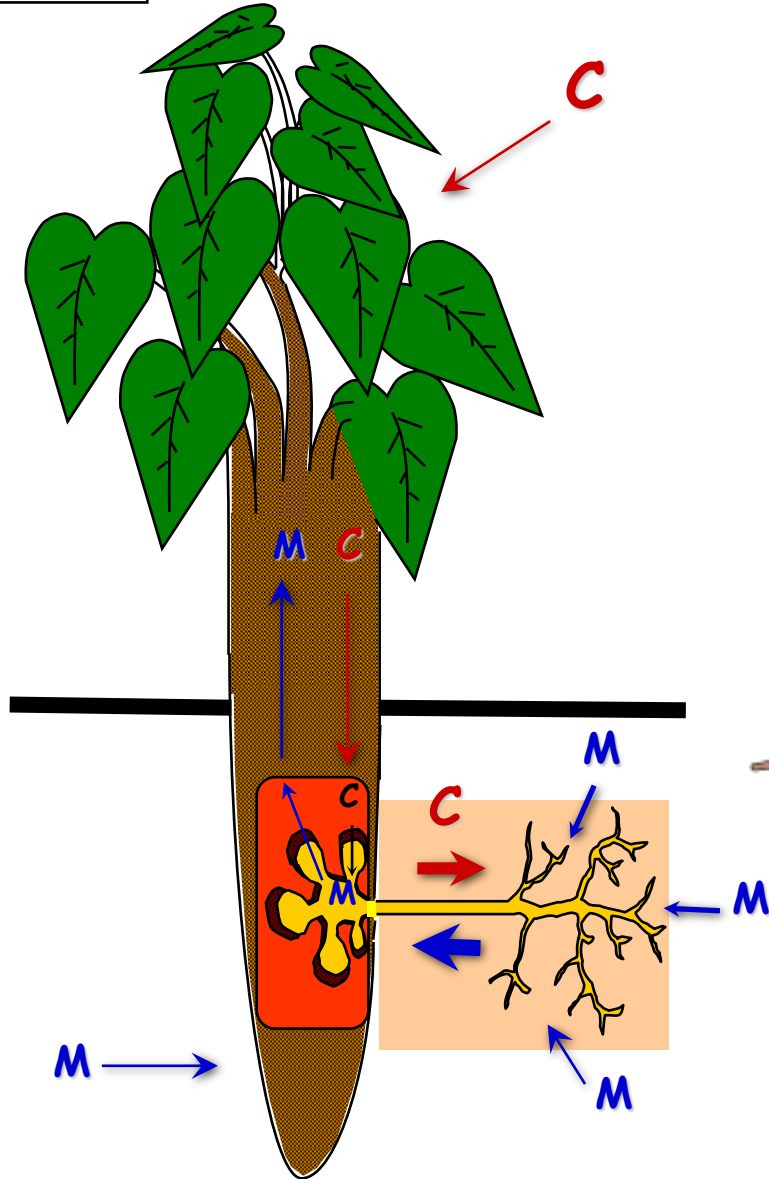


Exploración del suelo por las micorrizas arbusculares



Ectomicorriza de pino





La formación de una micorriza aumenta la biomasa de la planta hospedadora y mejora su nutrición mineral

Las micorrizas ayudan a las plantas a superar los estreses ambientales (tanto bióticos como abióticos)

A Impact of abiotic stressors associated with climate change on trees

High Temperature

- Decrease photosynthetic activities
- Limits growth
- Reduces carbon allocation to its symbiont
- Alters water relations in plants
- Oxidative stress
- Hormonal imbalance

Elevated CO₂ concentrations

Drought

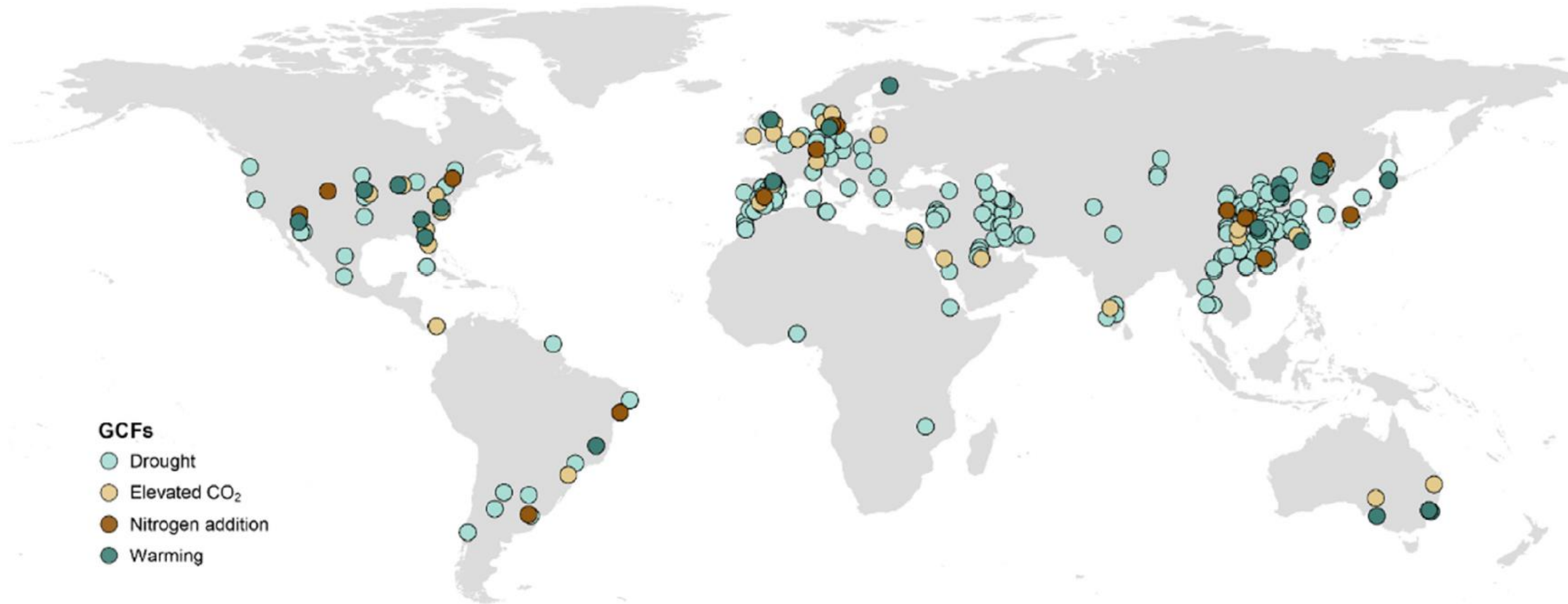
- Osmotic stress
- Ion imbalance
- Hormonal imbalance
- Stomatal closure
- Oxidative stress
- Decrease of growth and development

Increased N depositions

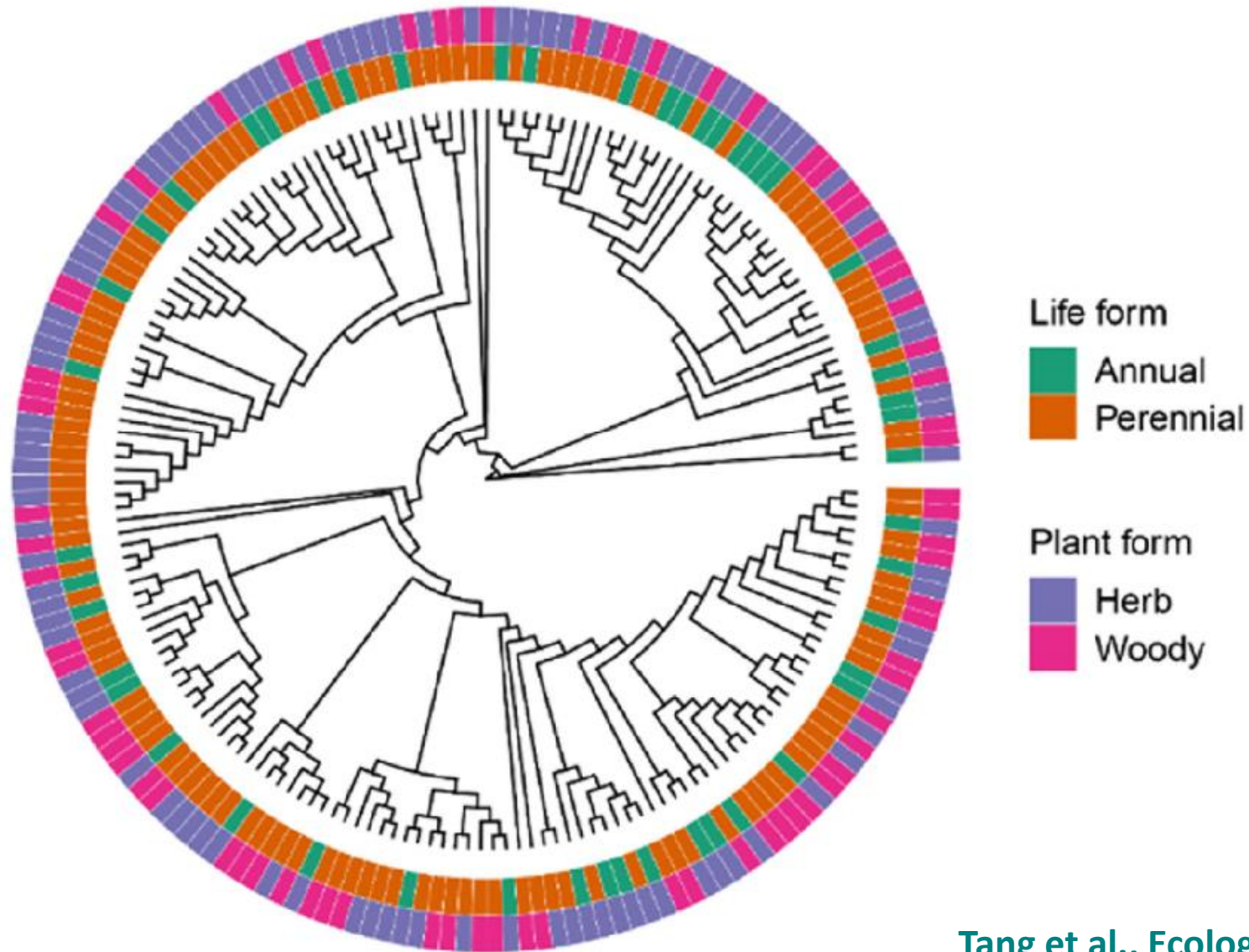
Salt stress

- Ion imbalance
- Osmotic stress
- Na toxicity
- Inhibition of K⁺ uptake
- Stomatal closure
- Oxidative stress
- Decrease of development

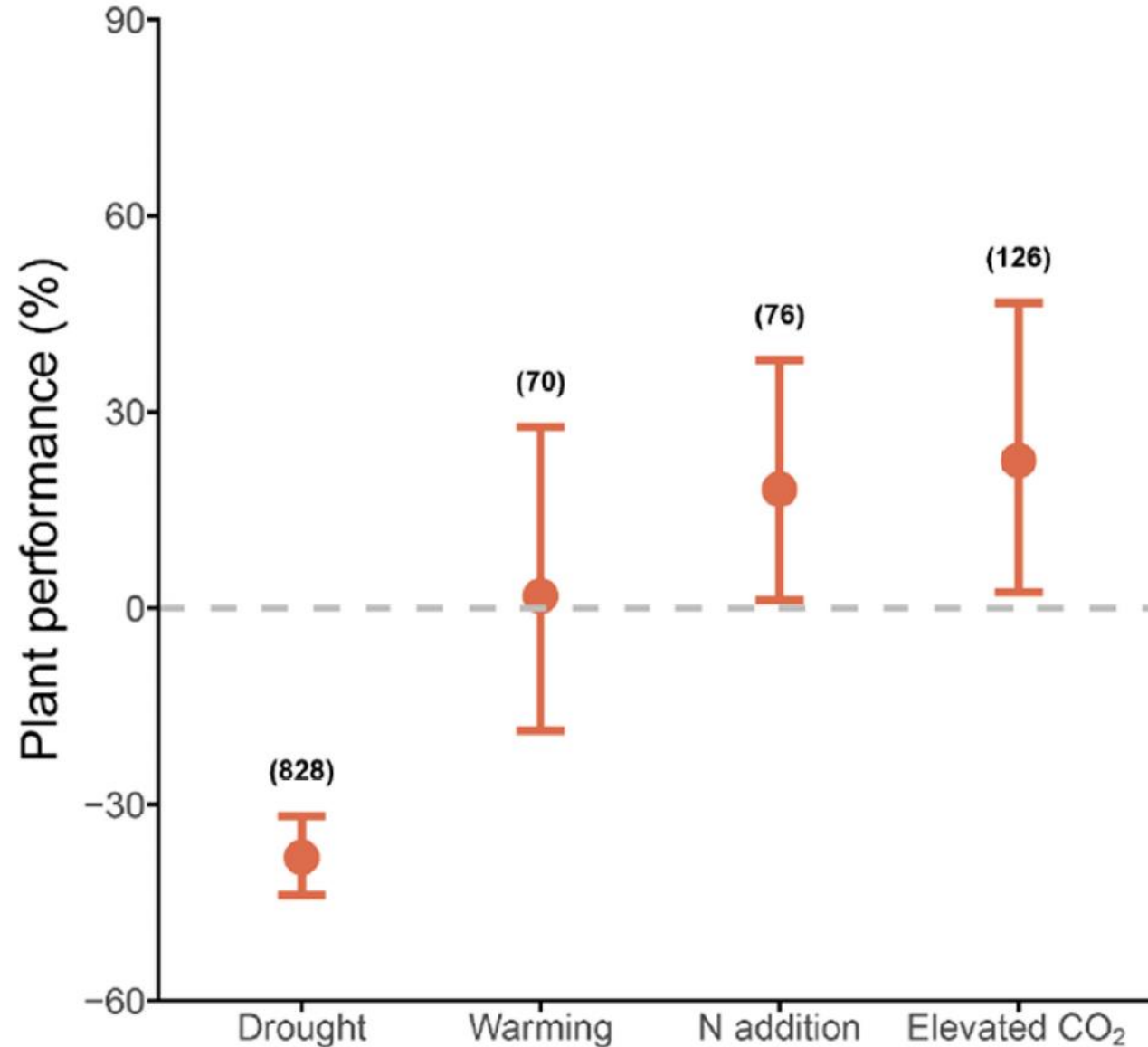
Ubicación de los lugares de estudio del efecto de las micorrizas ligados a factores de cambio global



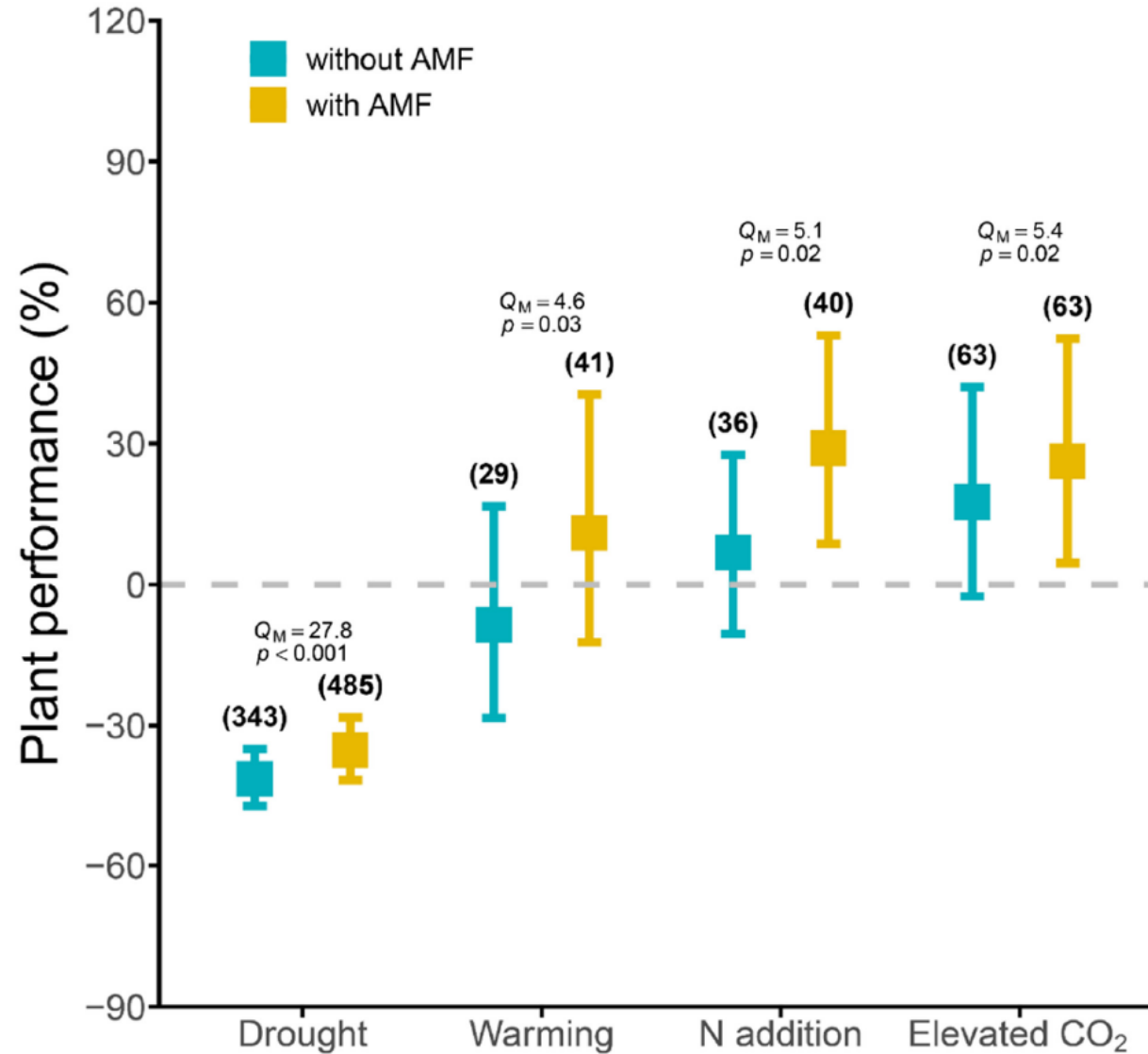
Árbol filogenético de las especies estudiadas



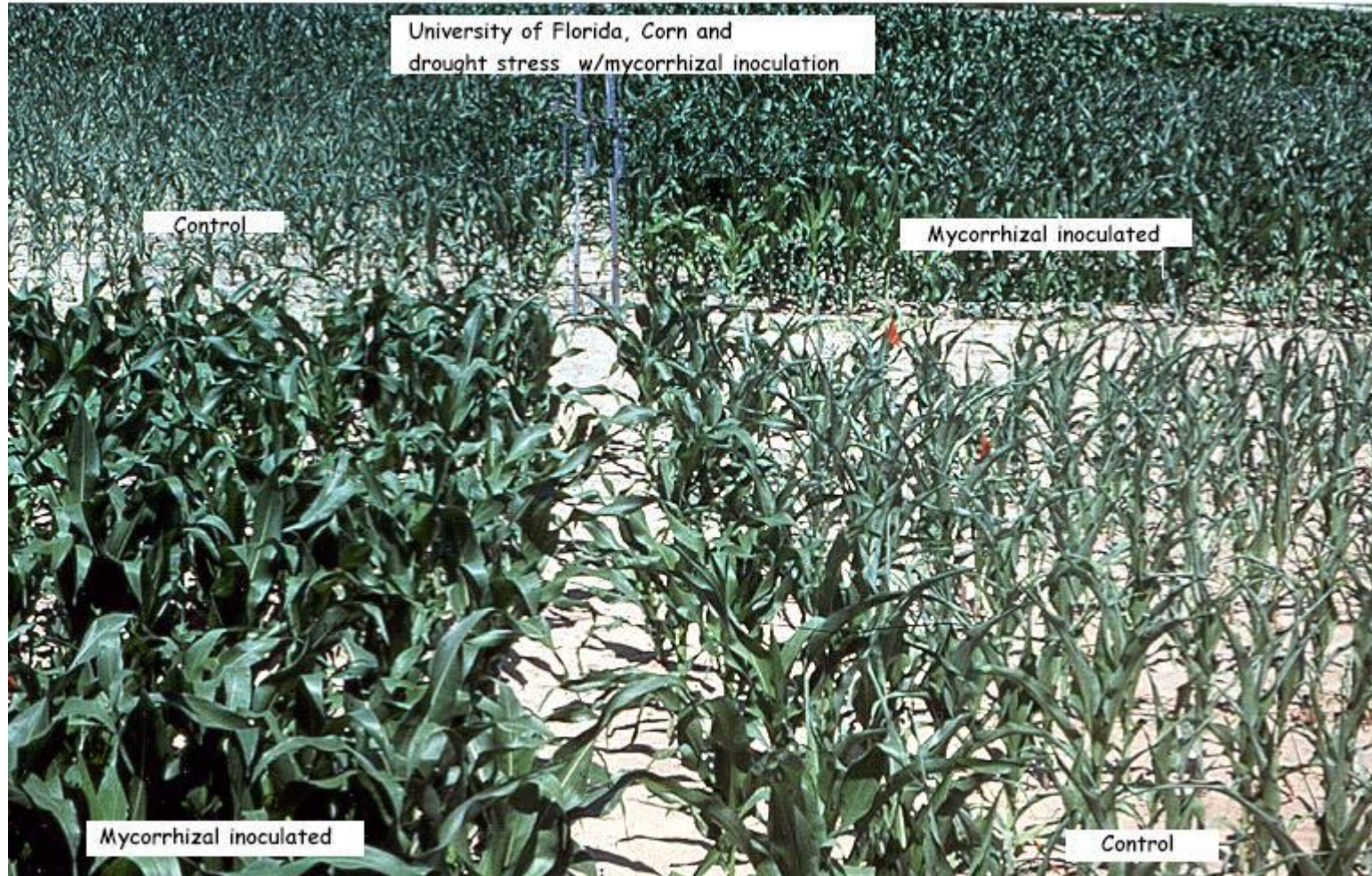
Desarrollo de las plantas en respuesta a sequía, calentamiento, adición de N y CO₂ elevado



Metaanálisis de los efectos de los factores de cambio global sobre el rendimiento de plantas micorrizadas *versus* plantas no micorrizadas



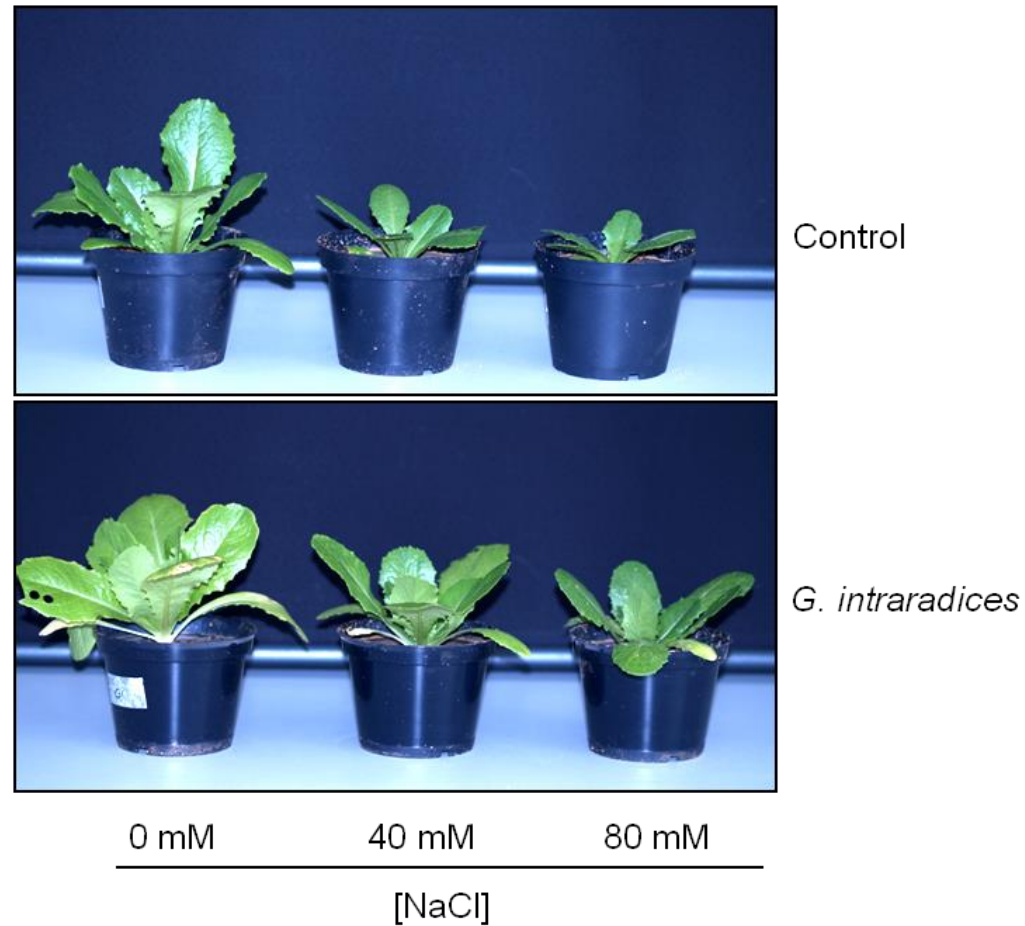
Respuesta de plantas de maíz micorrizadas o no inoculadas al estrés hídrico (experimento de la Universidad de Florida)



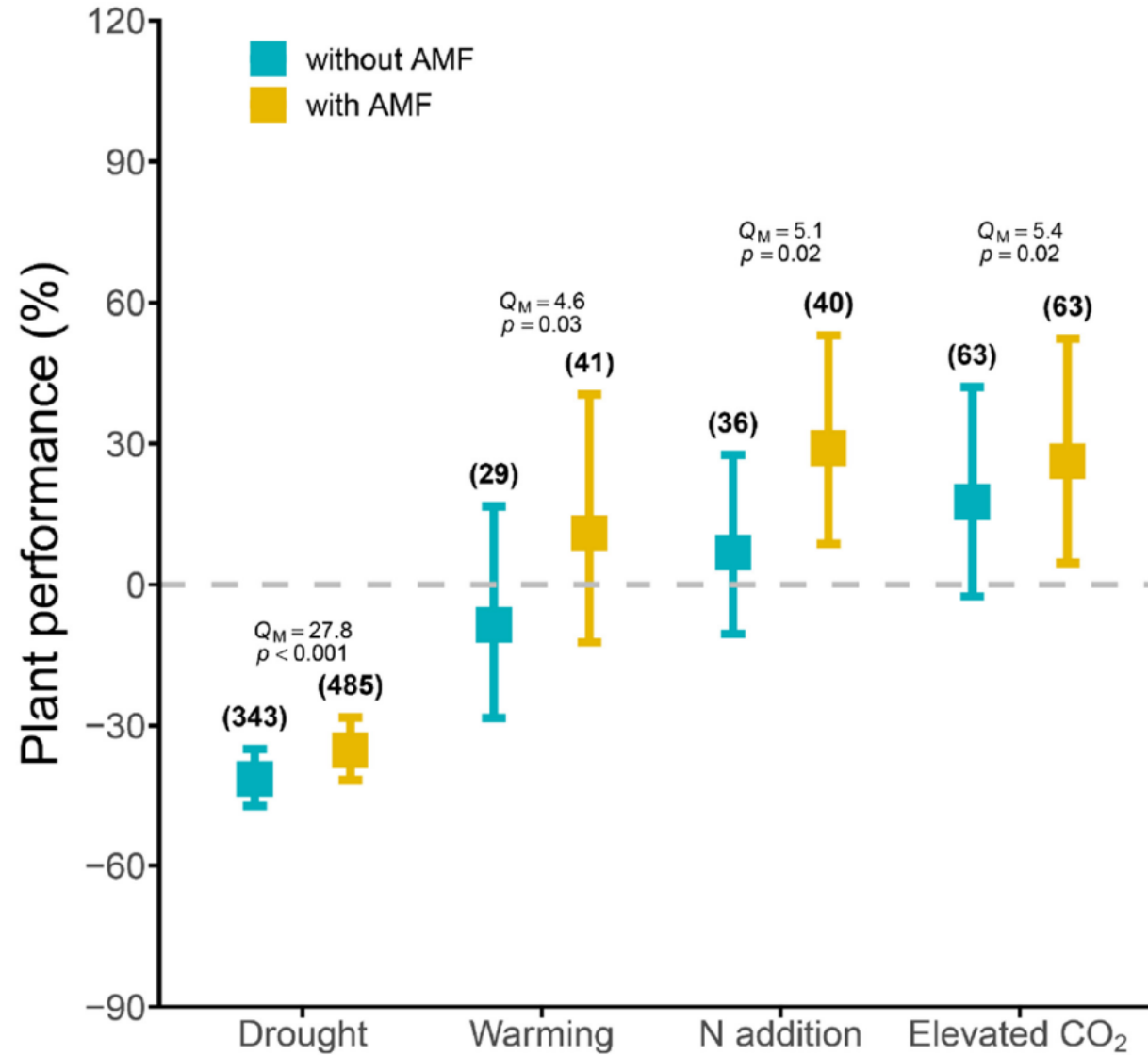
Respuesta de plantas de maíz al estrés hídrico (experimento del Instituto Rodale, en USA)



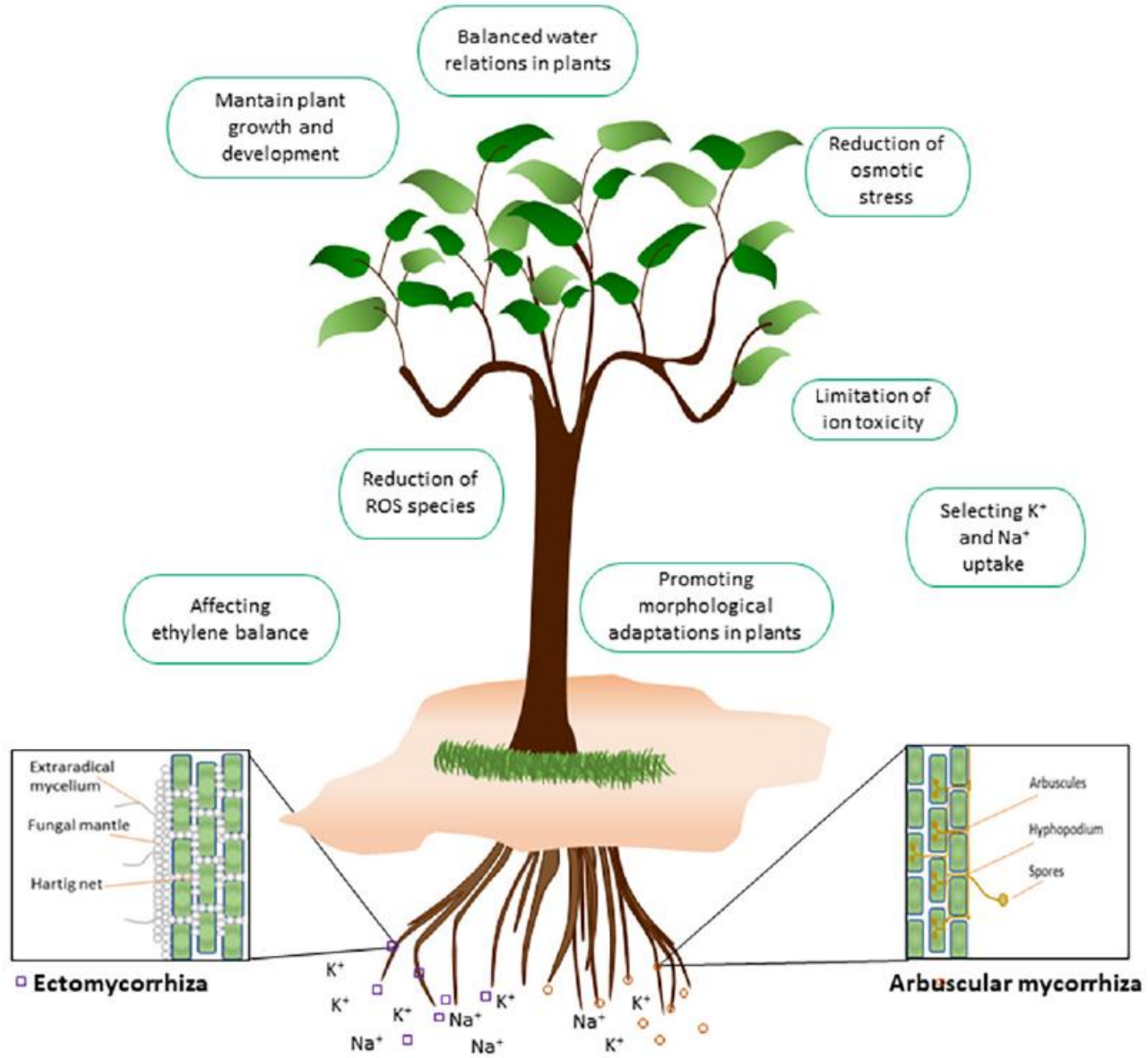
Efecto de *G. intraradices* sobre plantas de lechuga crecidas con distintos niveles de NaCl



Metaanálisis de los efectos de los factores de cambio global sobre el rendimiento de plantas micorrizadas *versus* plantas no micorrizadas



B Role of mycorrhizal symbiosis in these abiotic stress tolerance





AM = LIFE INSURANCE



**¡Gracias por
su atención!**

Ready for the battle!!!

AM: REPROGRAMING FOR STRESS ANTICIPATION