



# Departamento de Ciência do Solo

## Biologia do Solo

## Fungos Micorrízicos

Prof. Rafael Vasconcellos

Email: [rlfvasc@usp.br](mailto:rlfvasc@usp.br)

# Plano de Aula

1. Definição de micorriza
2. Classificação, Biodiversidade e Ecologia
  - a) Fungos Micorrízicos Arbusculares
  - b) Ectomicorrizas
  - c) Orquidóides
  - d) Ericóides
3. Estruturas da Interação – FMA, Ecto e Orquidóides
4. Fatores Ambientais que afetam os FM
5. FM como ferramentas de Manejo Ambiental e Agrícola
6. Estudo de Caso

# Competências e Habilidades

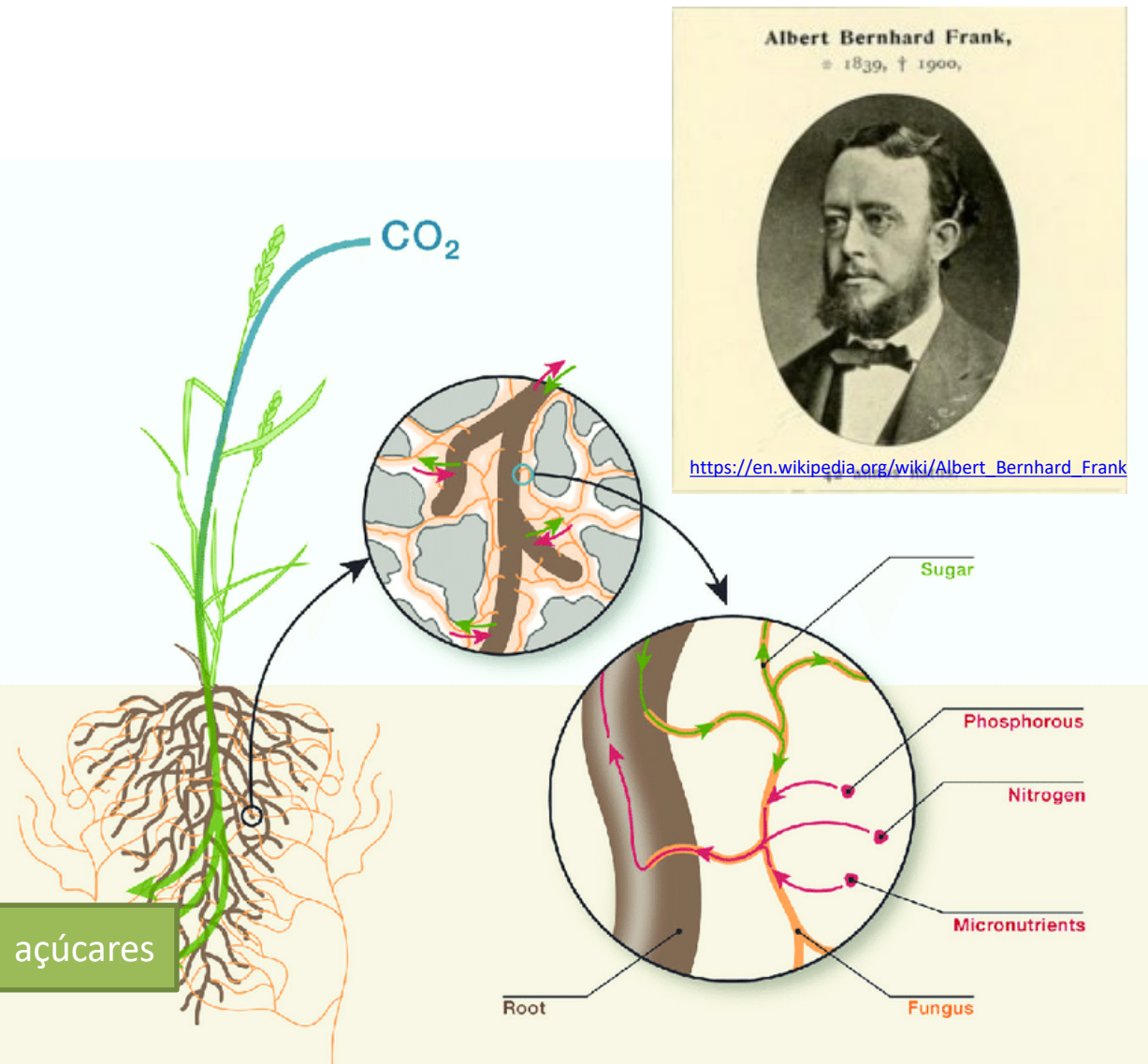
- Definir micorriza
- Conhecer os diferentes grupos de micorrizas e suas estruturas
- Conhecer o papel ecológico, ambiental e agrícola das micorrizas
- Reconhecer o impacto antrópico sobre as micorrizas
- Reconhecer a importância das micorrizas como ferramenta ambiental e agrícola



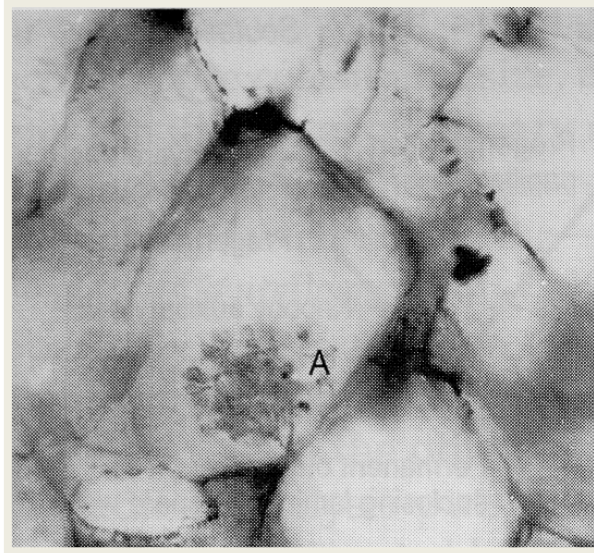
# Definição de Micorriza

Definição:

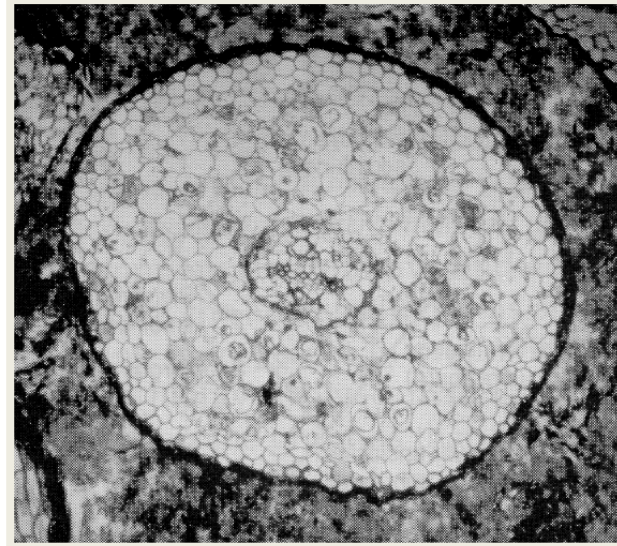
“Associações simbióticas mutualísticas entre raízes de plantas e fungos do solo”



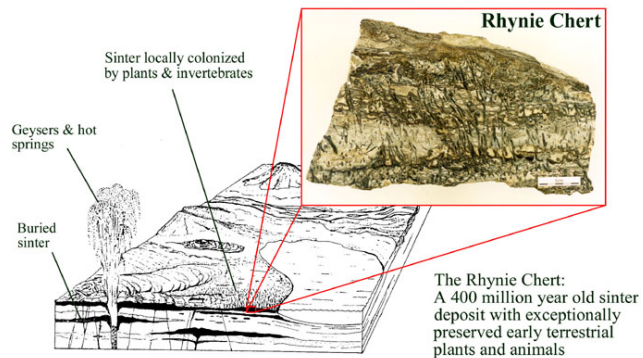
# Evidência da existência da interação quando as plantas “conquistaram” o ambiente terrestre.



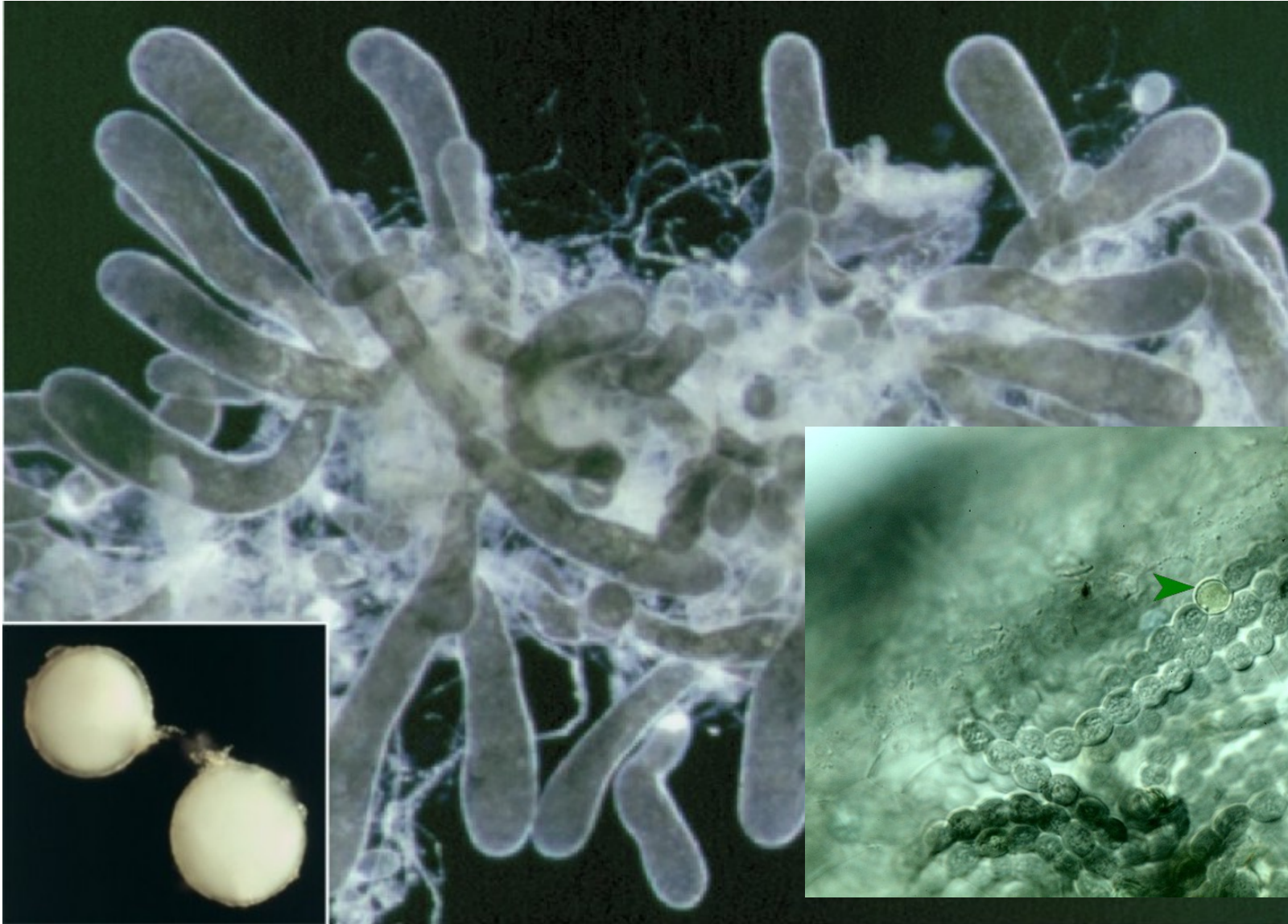
Aglaeophyton (Devoniano)



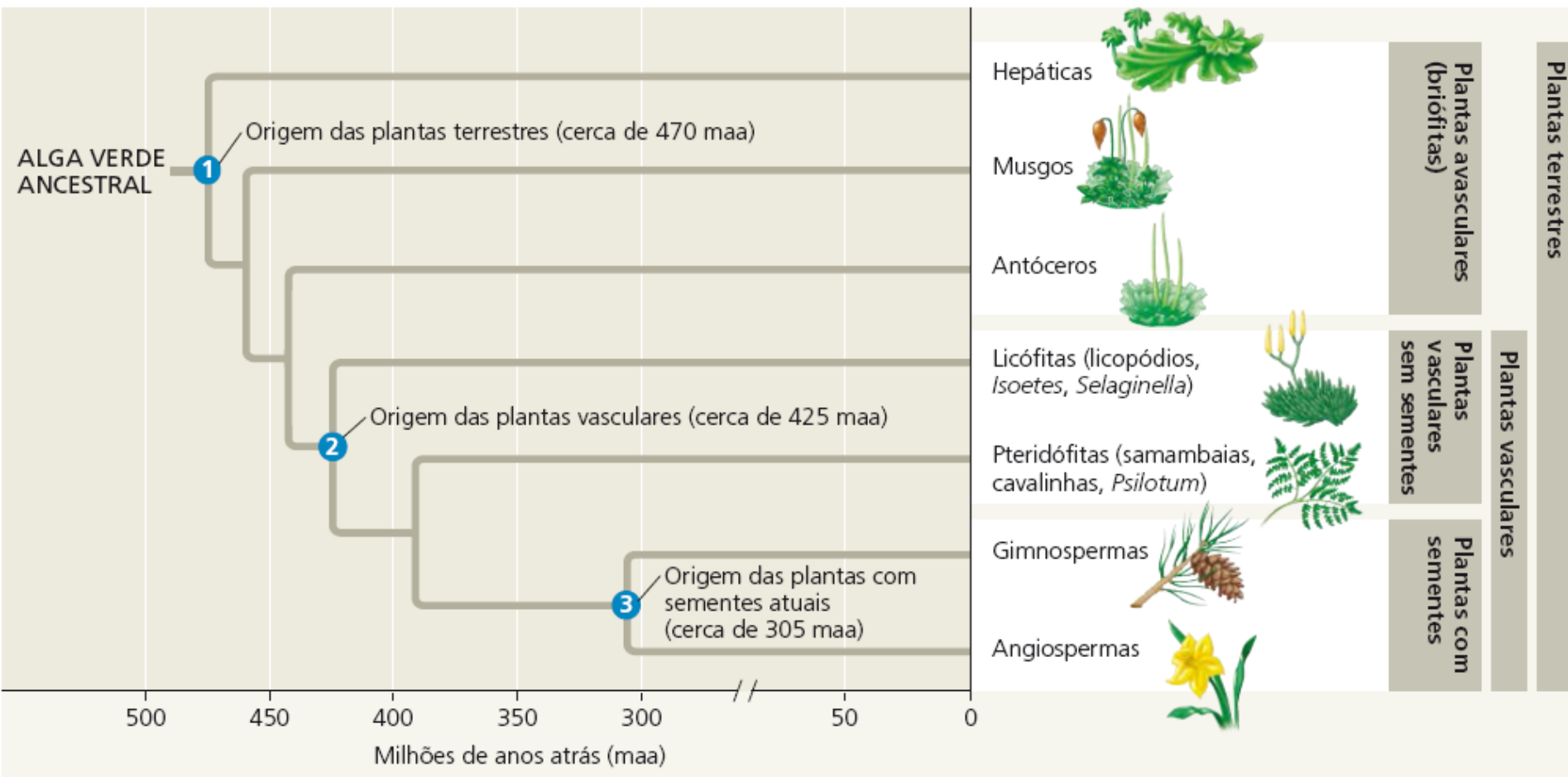
Antarcticycas (Triássico)



*Geosiphon pyriformis* (Kütz.) v.  
Wettstein e Nostoc



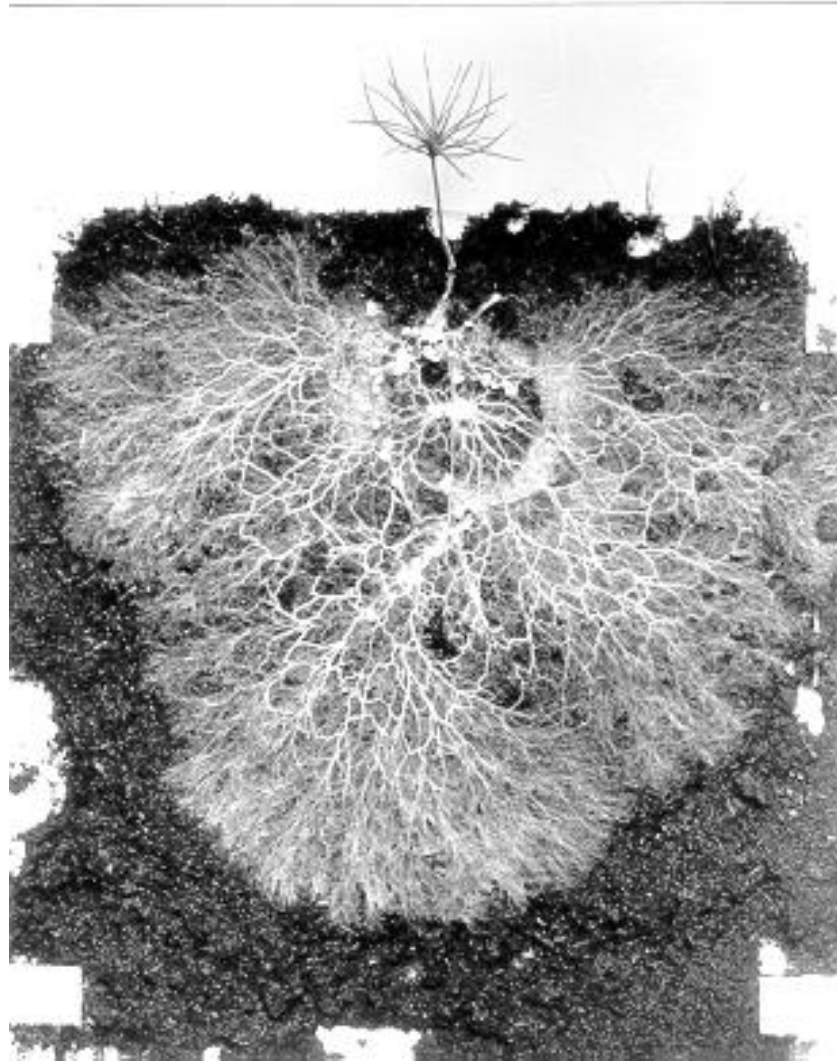
# Origem da Simbiose e Evolução



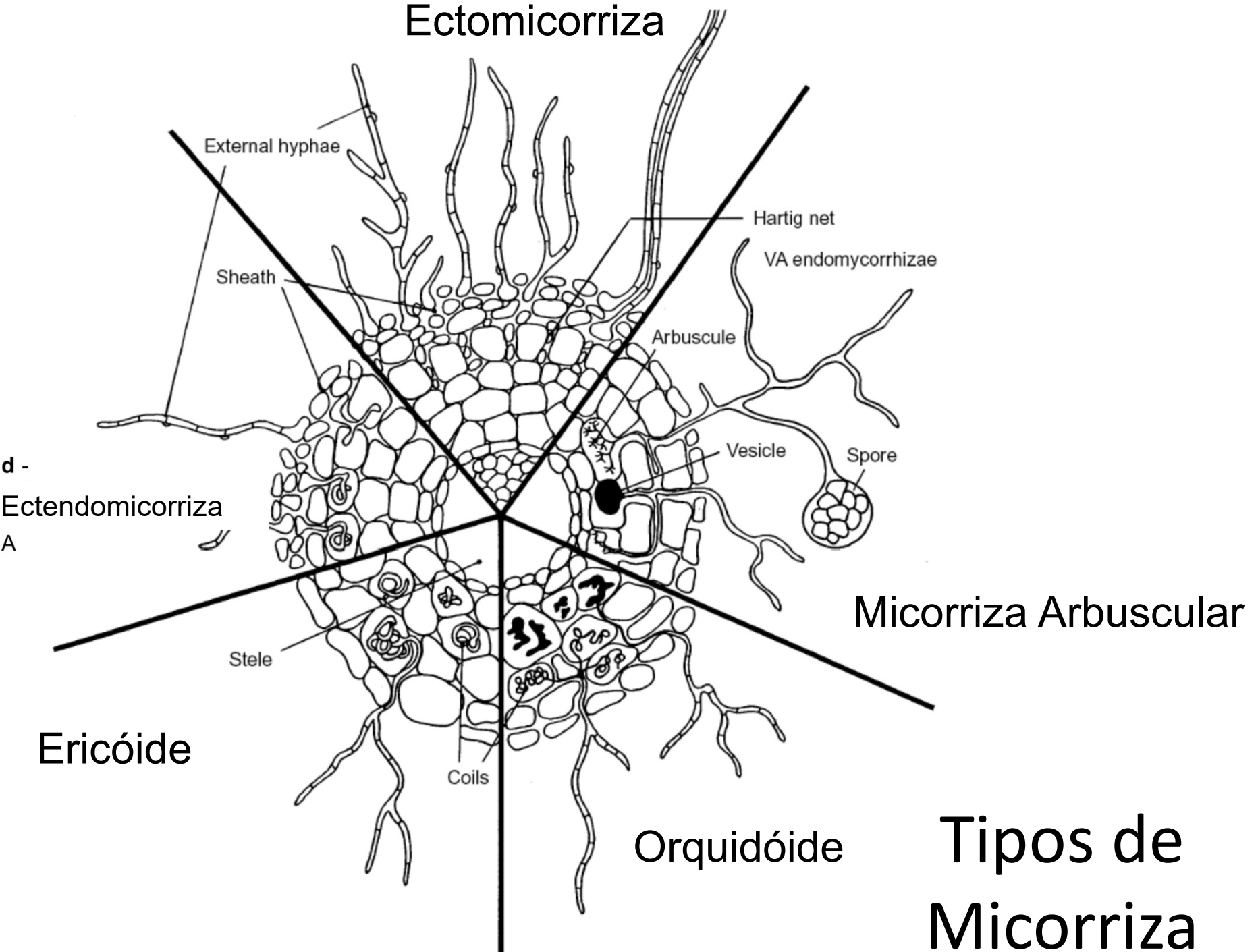


# Efeitos da Interação Simbiótica

---



# Ectomicorriza



# Tipos de Micorriza

# Ericóides

- Espécies de fungos estimadas:  
150 sp

**Charneca (Heathland)– habitat  
vegetação xerófila**



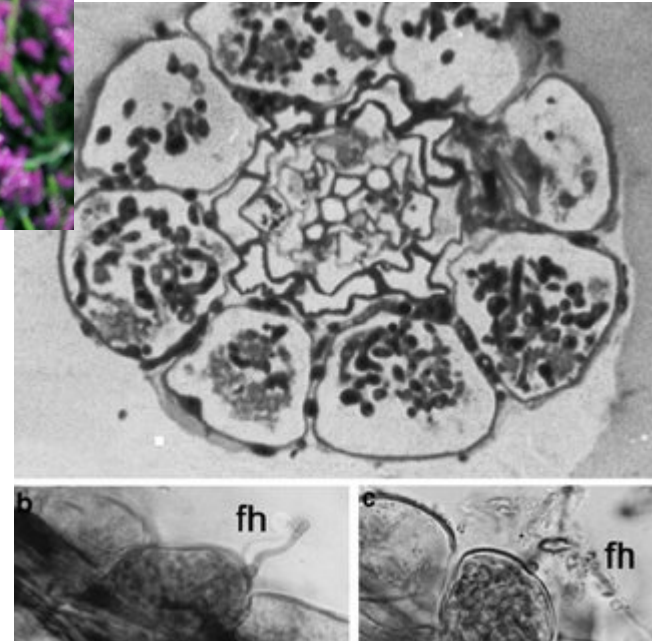
Rhododendron



*Epacridaceae*

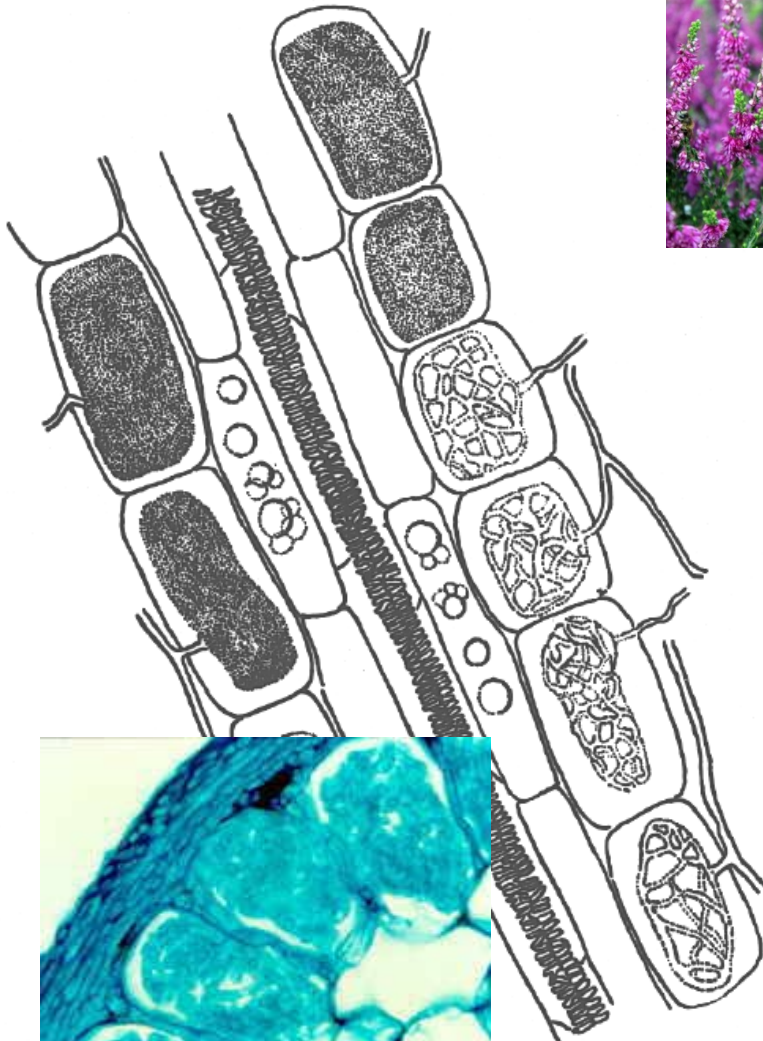


# Estruturas da Interação



Colonização de *Calluna vulgaris* por micorriza ericoide

- Suprimento de N - proteases



Coiled hyphae inside epidermal cells. From Kendrick (1999) [The Fifth Kingdom](#). © Mycologue Publications with permission.

# Micorrizas Orquidóides



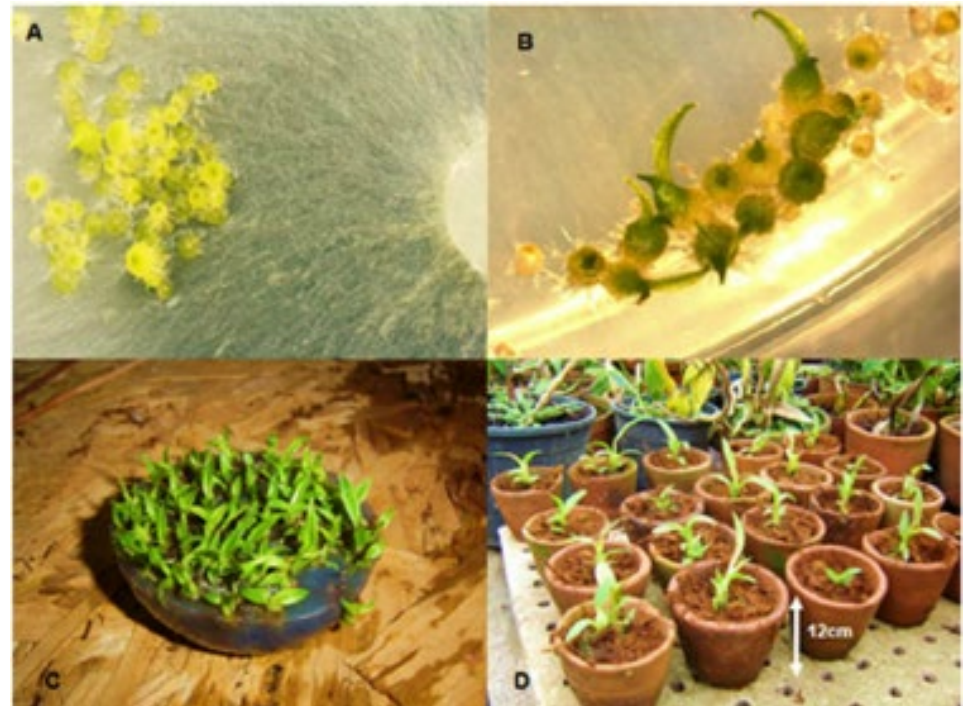
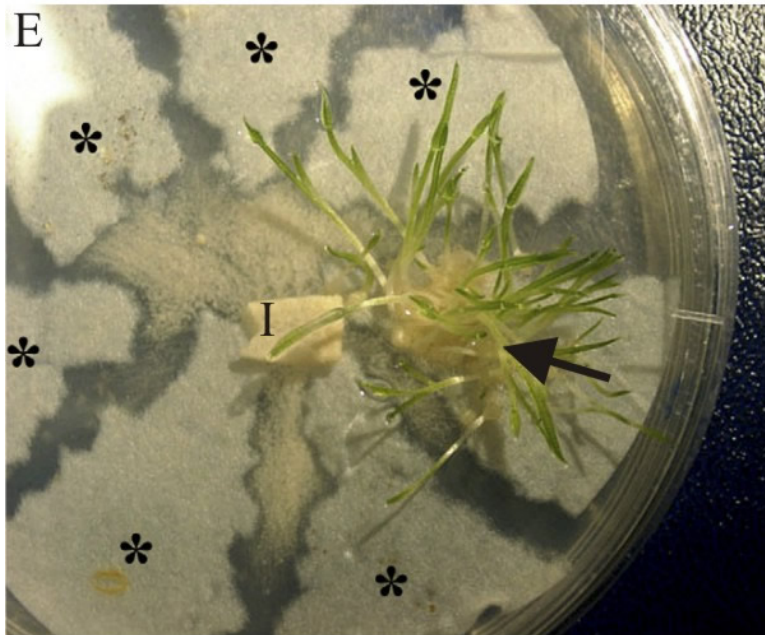
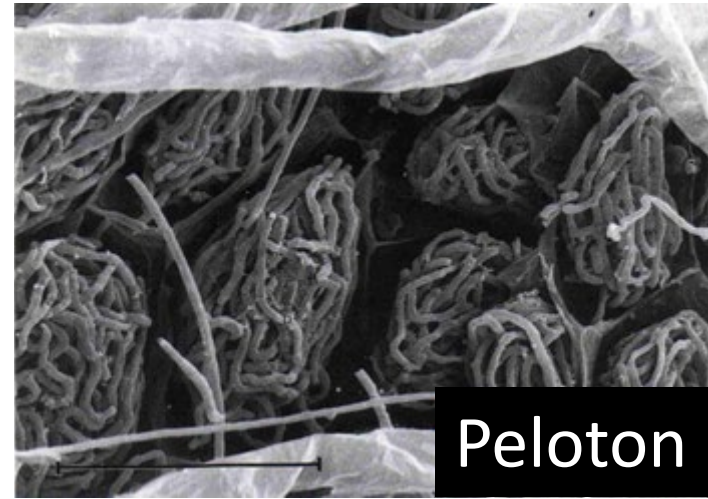
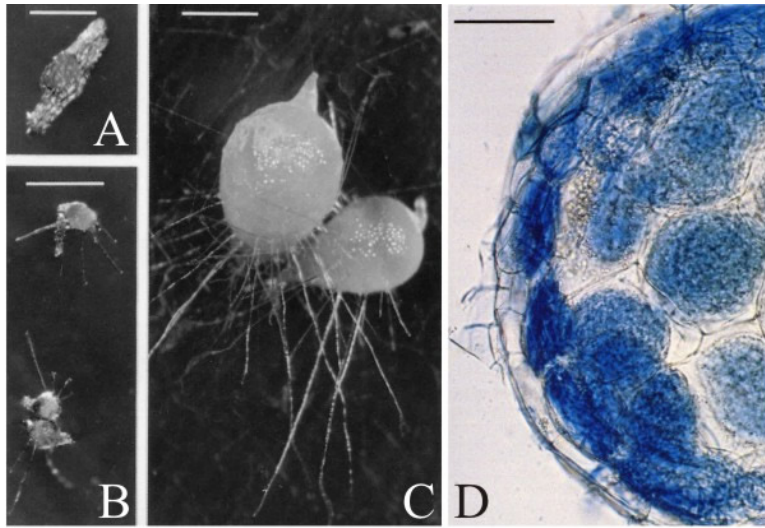
- Espécies de fungos estimadas: 150 sp.



Espécies de Orquídeas aclorofiladas – 200 sp.  
→ **Mico-heterotróficas obrigatórias**

Ex: *Galeola*, *Gastrodia*, *Corallorhiza*,  
and *Rhizanthella*.

# Estruturas da Interação



# Ectomicorrizas



**Figure 1** – Ectomycorrhizal association with fungi of epigeous and hypogeous habit. A; B) hypogeous basidioma, *Hysterangium* sp.; C) epigeous basidioma, *Scleroderma albidum*, *Ramaria* sp.; Photograph: Gilberto Coelho, 2013.

- 6 mil → Número de espécies de plantas hospedeiras
- 300 espécies caracterizadas

Coníferas

Angiospermas – maioria clima temperado ?



*Pisolithus tinctorius*



"Puff Ball" – *Ganoderma* sp.

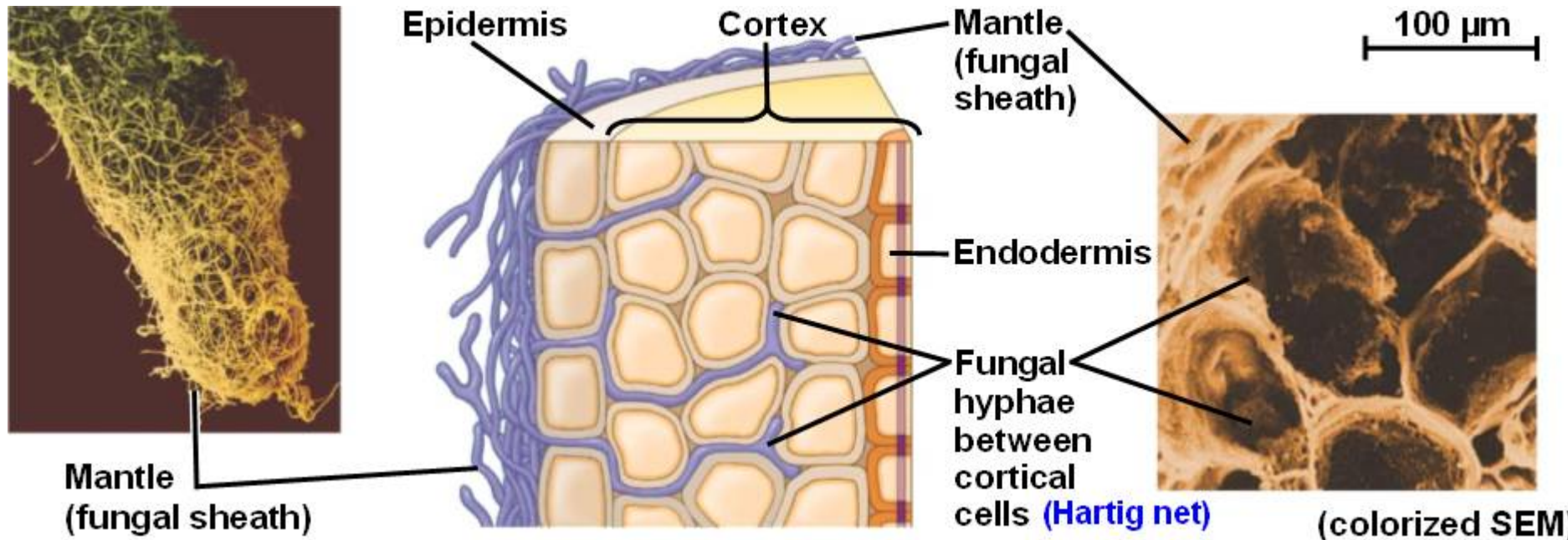
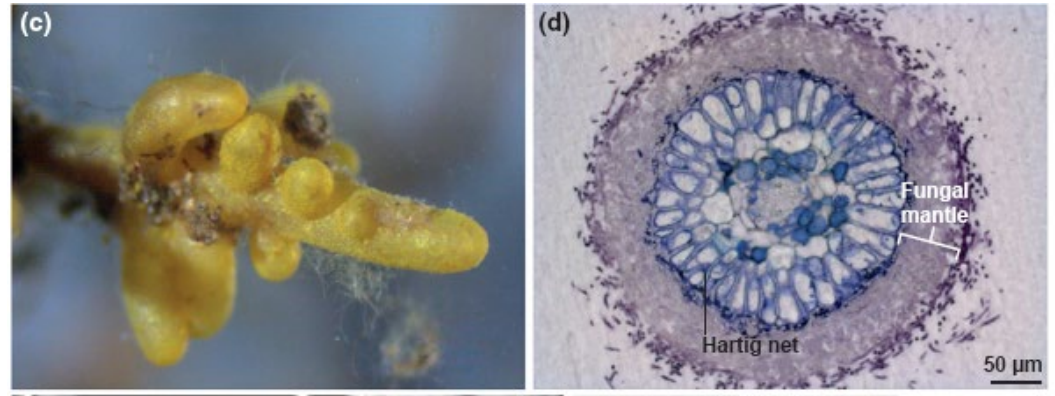


*Suillus granulatus*



# Estruturas da Interação das Ectomicorrizas

- Rede de Hartig
- Manto Fúngico





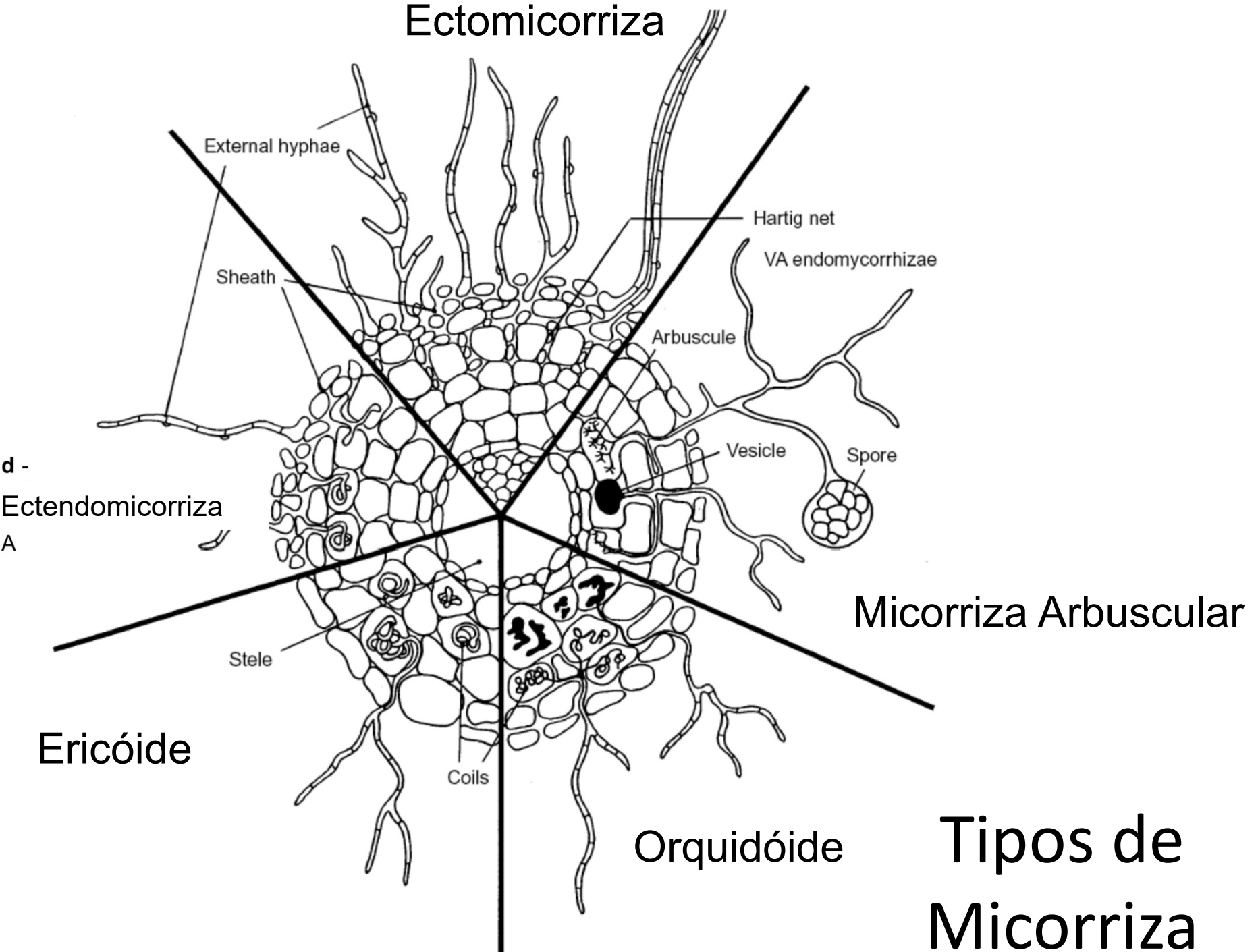
# Estruturas da Interação das Ectomicorrizas

Modificações  
morfológicas das  
raízes



Figura 1. Morfotipos de ectomicorrizas de *Pinus montezumae* con hongos del banco de esporas de la Faja Volcánica Transmexicana 1. A, ectomicorriza con *C. finlandica*. B, ectomicorriza con *Geopora* sp. C, ectomicorriza con *H. albocolosum*. D, punta micorrizada con *H. albocolosum*. E, ectomicorriza con *H. helodes*. F, ectomicorriza con *H. leucosarx*. G, ectomicorriza con *H. mesophaeum*. H, punta micorrizada con *H. mesophaeum*. I, ectomicorriza con *Peziza* sp. 1. J, ectomicorriza con *Peziza* aff. *ostracoderma*. K, ectomicorriza con *Pezizaceae* sp. 1. L, punta micorrizada con *Pezizaceae* sp. 2. M, ectomicorriza con *Pezizaceae* sp. 2.

# Ectomicorriza



Micorriza Arbuscular

Ericóide

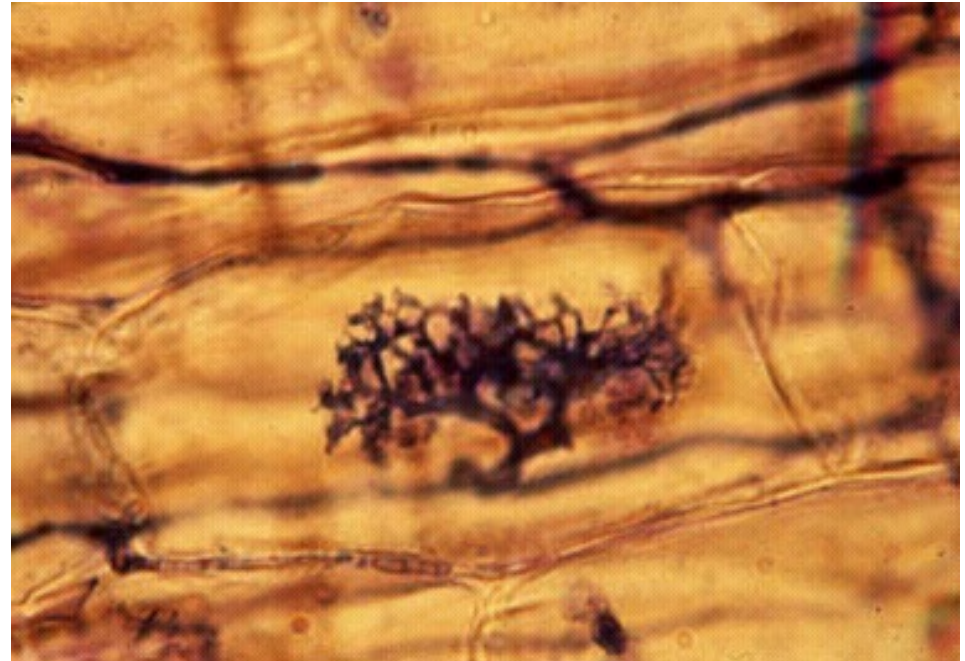
Orquidóide

# Tipos de Micorriza

# Fungos Micorrízicos Arbusculares

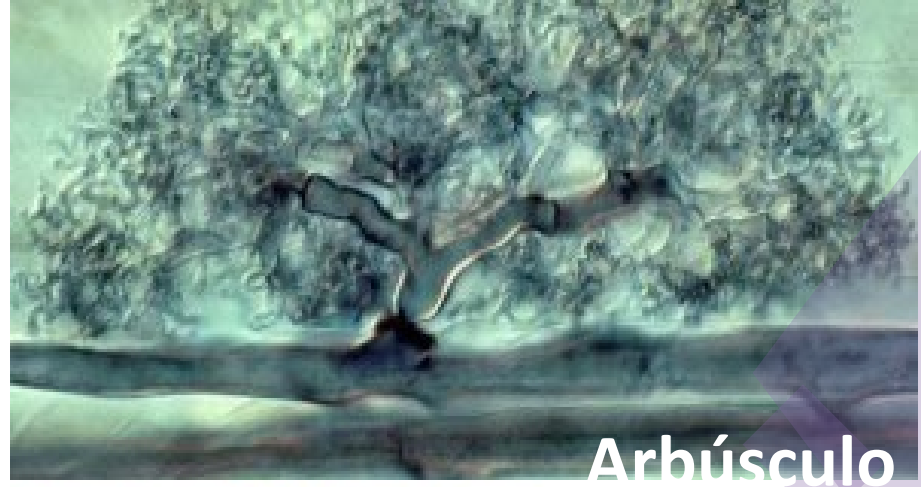
- 74 % de todas as espécies vegetais
- 244 espécies de fungos descritas

## Diversidade

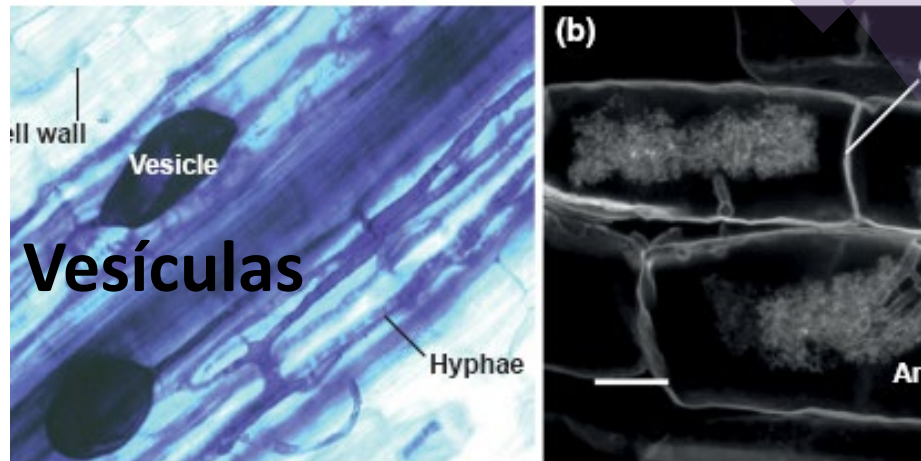


Ordens: Glomerales, Diversisporales, Paraglomerales e Archaeosporales

# Estruturas da Interação - FMA



Arbúsculo



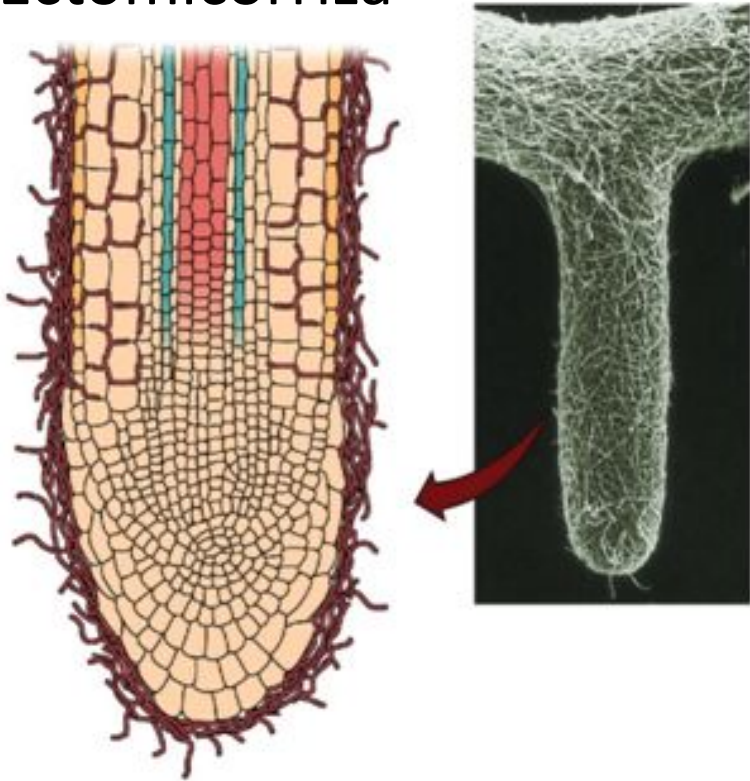
Vesículas



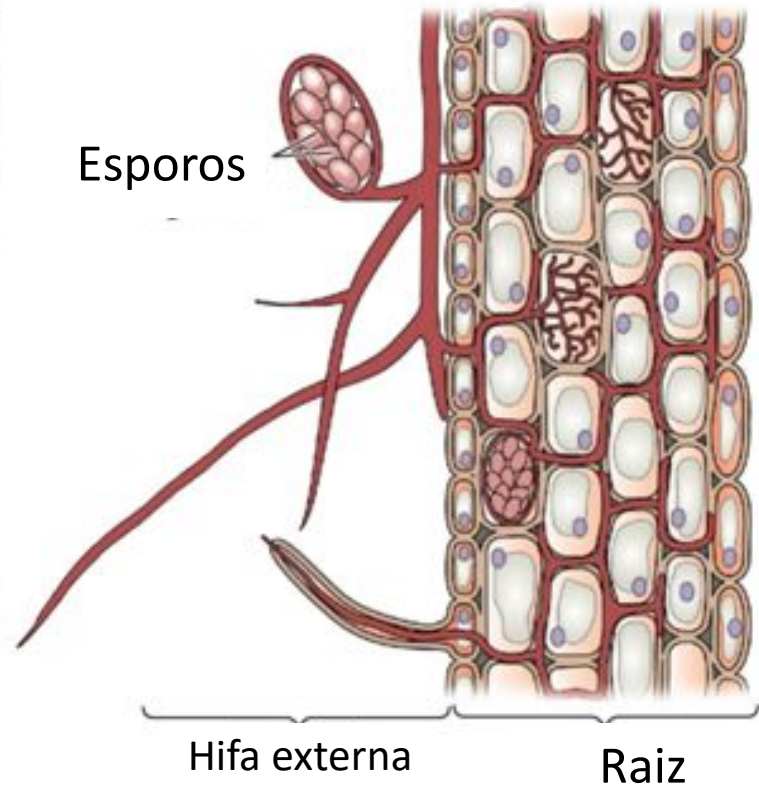
Esporos

# Diferenças

- Ectomicorriza



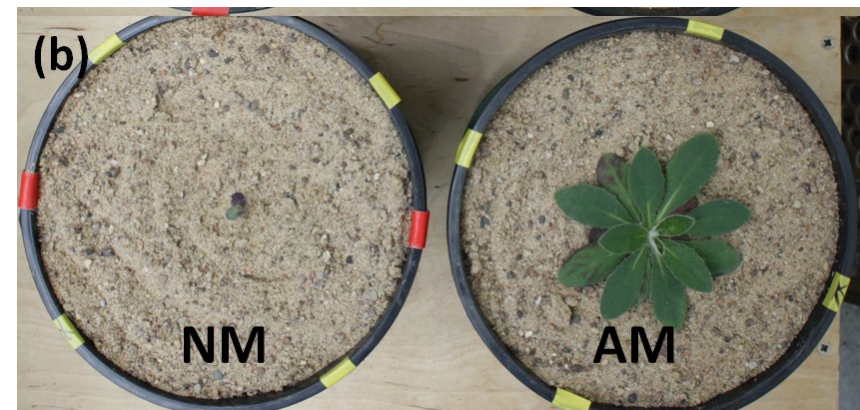
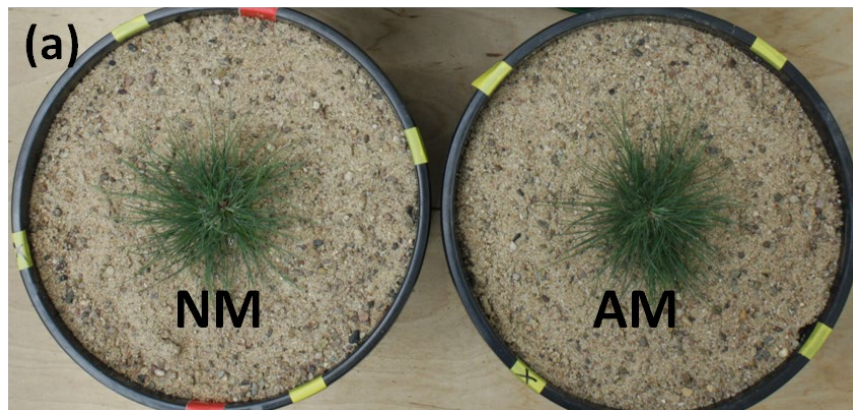
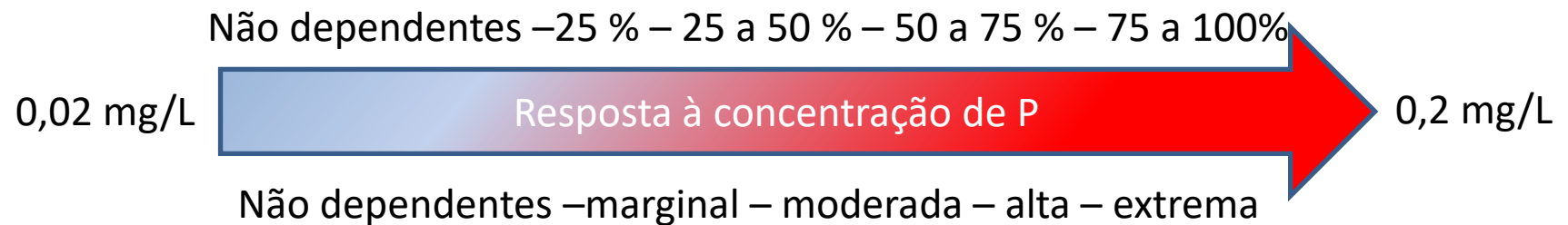
- FMA



# Dependência Micorrizica

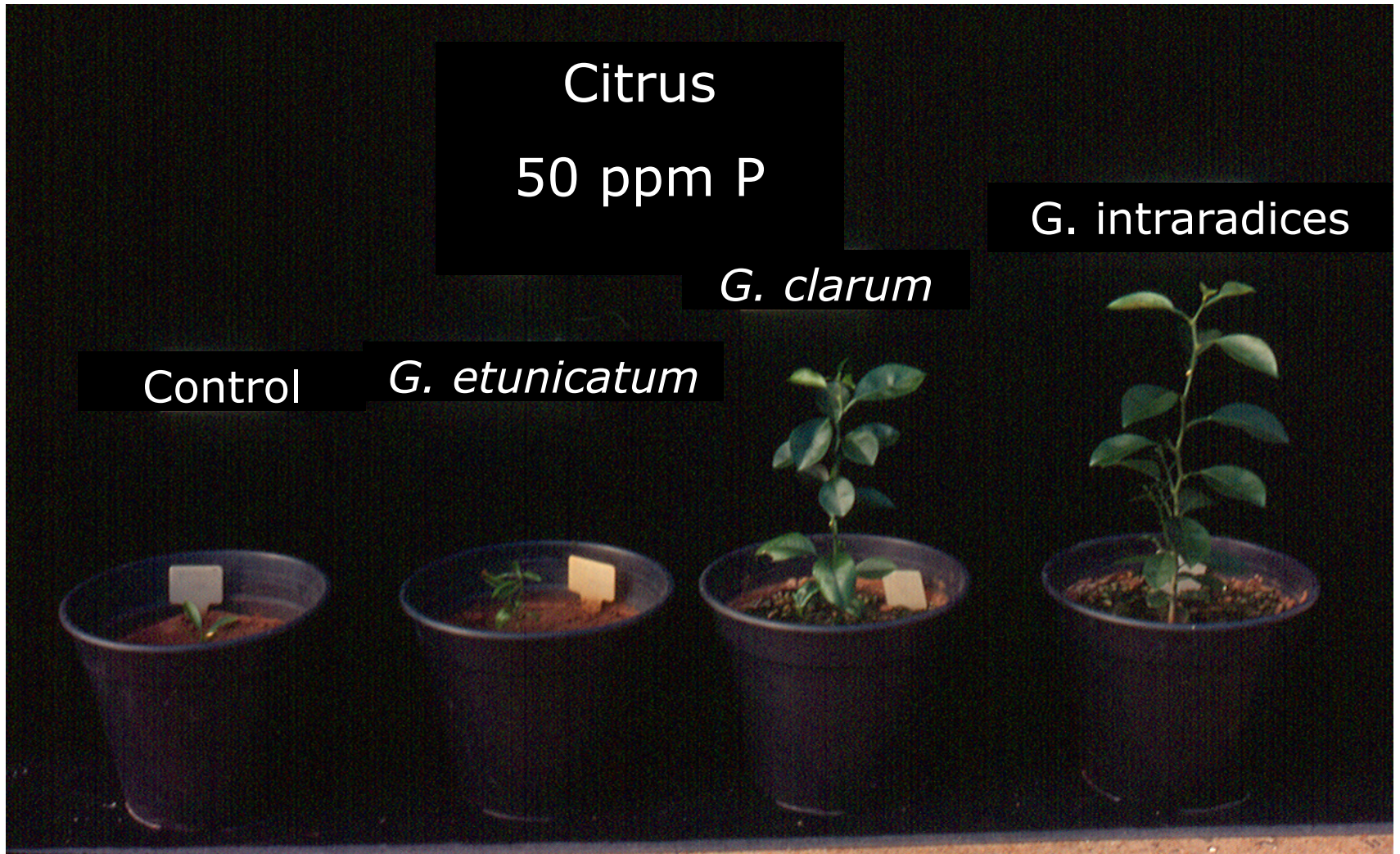
Incapacidade das plantas crescerem na ausência de FMA em um determinado nível de fertilidade

- Níveis de Fósforo no solo (0,02 a 0,2 mg/L)



# Especificidade/Eficiência

- Associação x Benefícios



# Interações Ecológicas



# Processo de Sucessão

- A comunidade de FMA se altera com a sucessão
- Plantas em diferentes estadios sucessionais – impacto na micorrização



# Fatores Ambientais que afetam as micorrizas

- Solo
  - Nutrientes
  - pH
  - Metais Pesados
- Manejo
- Biota
- Planta



# Nutrientes

- Fósforo

Micorrizas Arbusculares: Perspectivas para Aumento da Eficiência de Aquisição de Fósforo (P) em Poaceae - Gramíneas

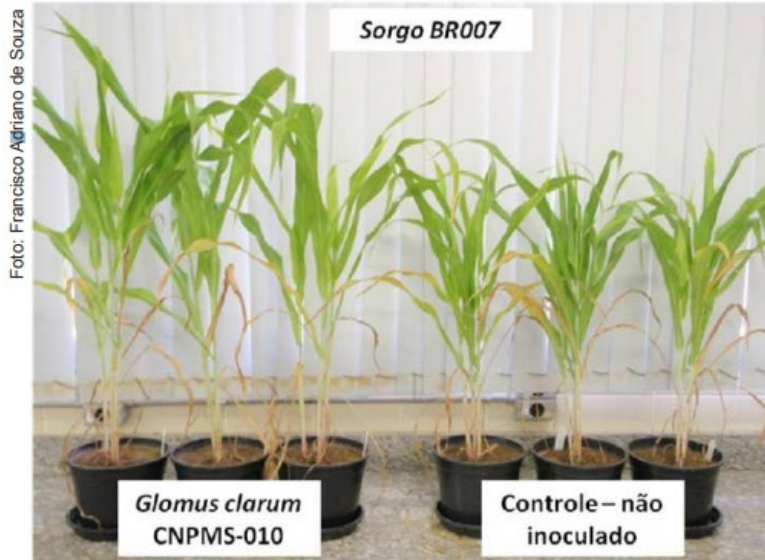


Figura 1. Plantas de sorgo inoculadas com *Glomus clarum* (CNPMS010) em relação a plantas controle não inoculadas, aos 60 dias após plantio.

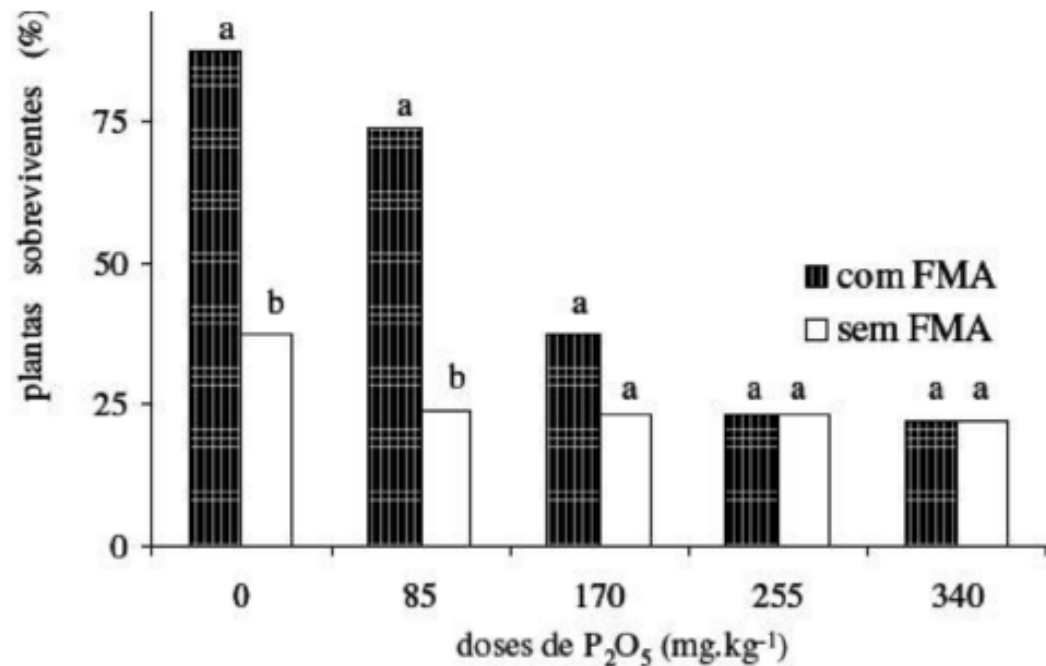


Figura 3. Efeito da inoculação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e de doses de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya*) em campo (Lavras-MG, 1999). Colunas identificadas com a mesma letra indicam médias de tratamentos não diferindo significativamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

# pH

**Elevada Acidez:** *Glomus diaphanum*, *Gigaspora margarita*, *Acaulospora laevis*

**Ácidos a neutros:** *Glomus mosseae*, *Glomus clarum*, *Glomus etunicatum*

**Indiferentes:** *Acaulospora scrobiculata*, *Glomus agregatum*

# Metais Pesados

- Fungo - Protege a planta
- Pode reduzir esporos e colonização em algumas espécies de FM

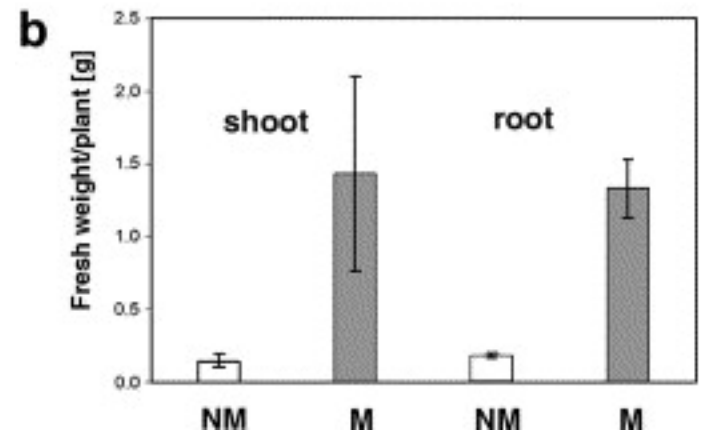
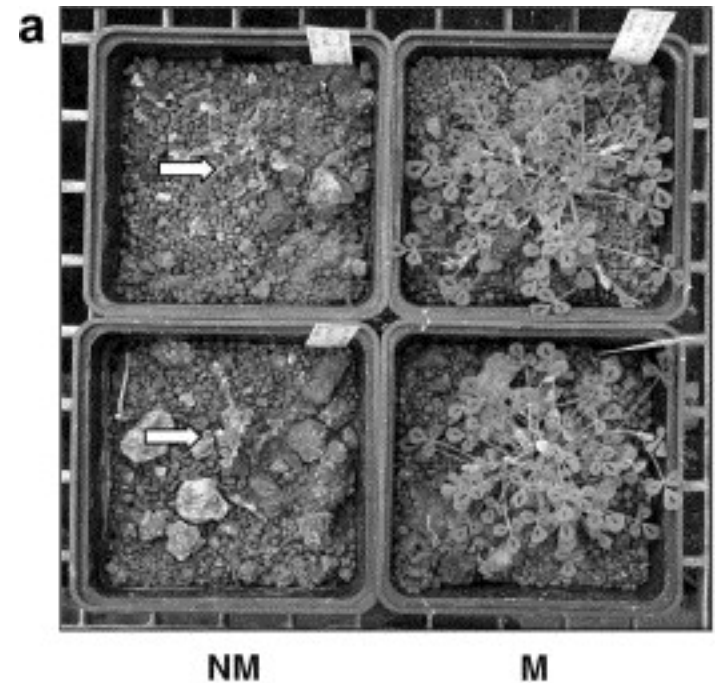


Fig. 1. (a) *Medicago truncatula* after growth for 12 weeks in the Breinigerberg heavy metal soil. M: steam sterilized soil inoculated with *Glomus intraradices*, NM: steam sterilized soil. White arrows indicate the position of the non-mycorrhizal plants in the respective pots. (b) *M. truncatula* root and shoot fresh weights of *G. intraradices* inoculated (M) and non-inoculated (NM) plants after twelve weeks of growth (standard deviations of mean values,  $n = 6$ ).

# Fatores Ambientais que afetam as micorrizas

- Solo
  - Nutrientes
  - pH
  - Metais Pesados
- Manejo
- Biota
- Planta



# Manejo

- Desmatamento
- Perda da camada arável
- Cultivo (intensivo)
- Sistemas de produção (monocultura, rotação)
- Melhoramento vegetal
- Uso de fertilizantes
- Uso de biocidas
- Inundação

# Biota



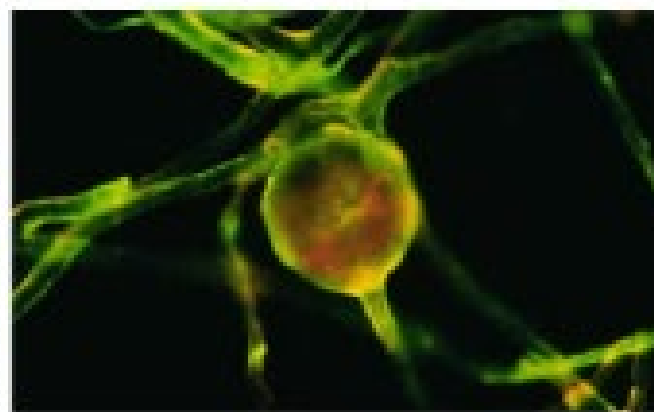
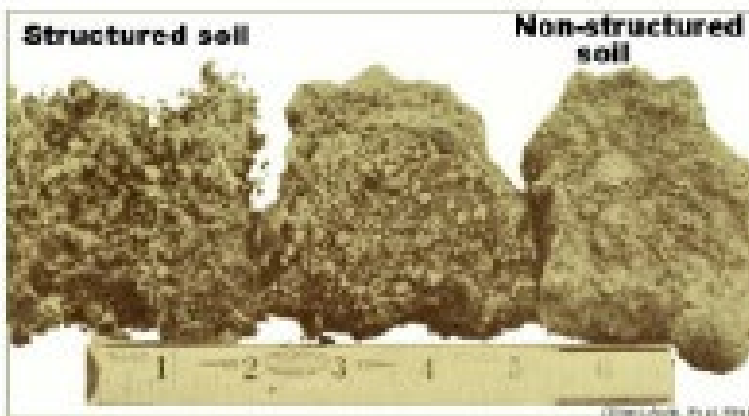
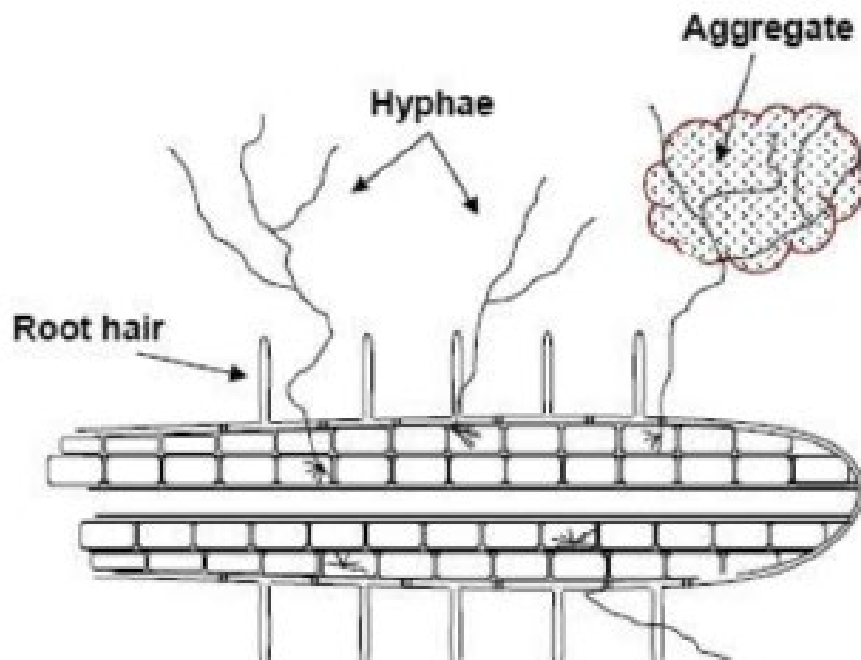
- Predadores  
Fauna edáfica e  
Fungos



# Fungos Micorrízicos como Ferramentas Agrícola e Ambiental

- Melhoria das condições edáficas
- Redução do uso de fertilizantes
- Recuperação de áreas
- Fitorremediação

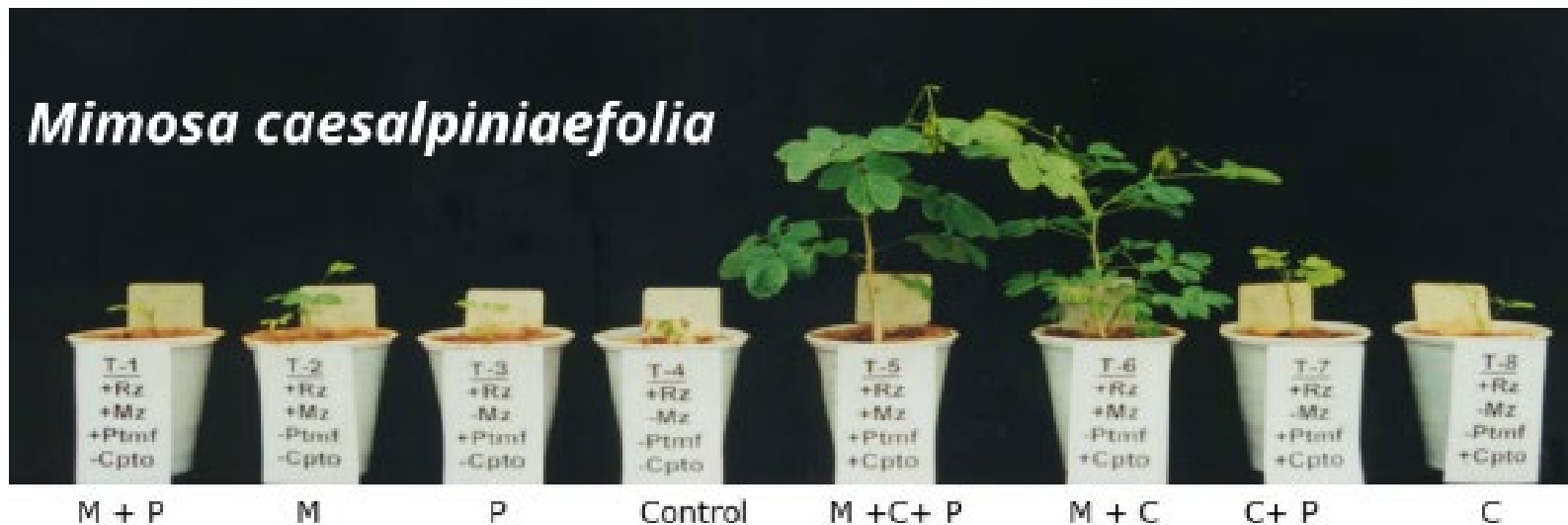
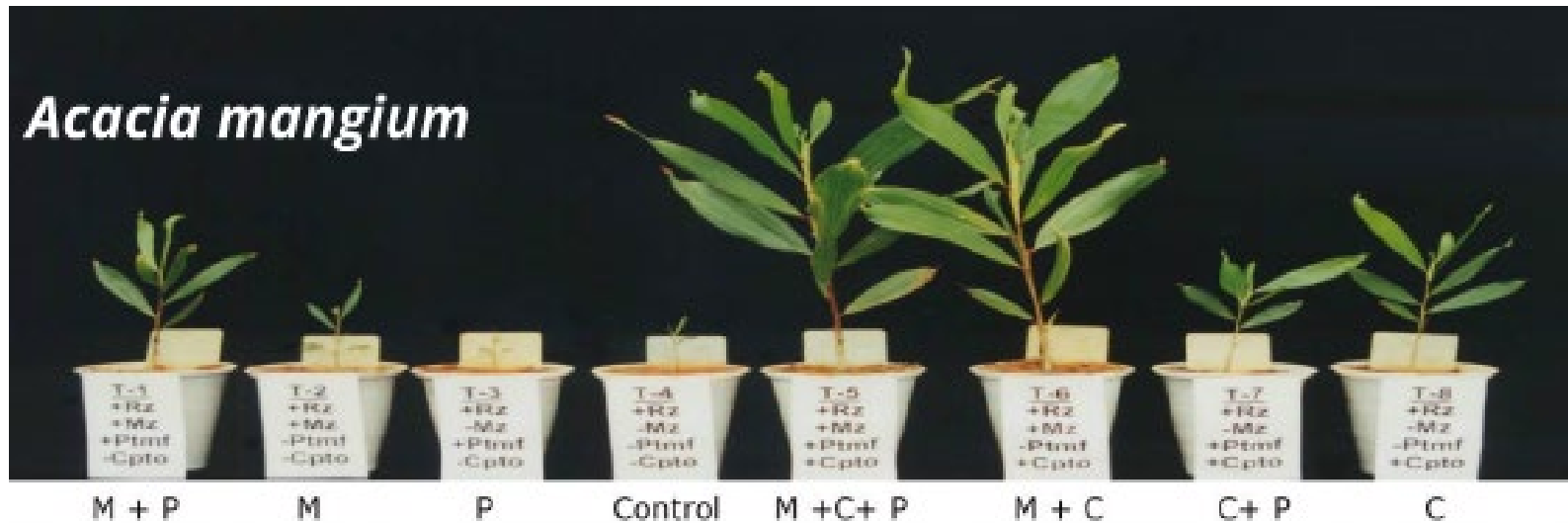
# Melhoria das condições edáficas



# Redução do uso de fertilizantes



# Recuperação de áreas



# Estudo de Caso

Um vendedor ofereceu ao seu cliente um fungo micorrizico para ser utilizado no cultivo de milho. De acordo com o vendedor o fungo era capaz de ajudar no desenvolvimento da planta, produtividade e na redução de adubação de fósforo.

Quais informações/perguntas técnicas são necessárias para decisão de compra ou não do produto?

# Reino Fungi

## Classificação

