
PRODUTOS BIOLÓGICOS EMPREGADOS NA AGRICULTURA

FERNANDO DINI ANDREOTE

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Universidade de São Paulo

Departamento de Ciência do Solo



O Mercado de Produtos Biológicos na Agricultura

Legislação

**O Mercado de Produtos
Biológicos na Agricultura**

Biofertilizantes

Inoculantes

Biopesticidas

Legislação

O Mercado de Produtos Biológicos na Agricultura

Biofertilizantes

Inoculantes

Biopesticidas

Organominerais

Condicionadores

**Fertilizantes
Orgânicos**

Funções?

Efeitos?

Mensurações?

Consistência?

O Mercado de Produtos Biológicos na Agricultura

Posicionamento?

Inoculantes



Biodefensivos



**O Mercado de Produtos
Biológicos na Agricultura**

Ativadores



Repositores



Inoculantes

Biodefensivos

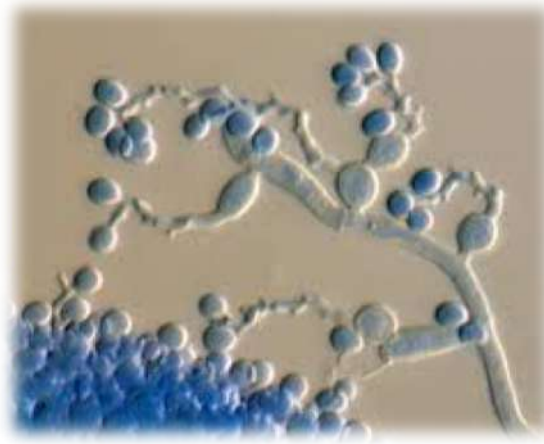
**Suprimento nutricional
das plantas**

**Defesa das plantas
contra pragas e
patógenos**

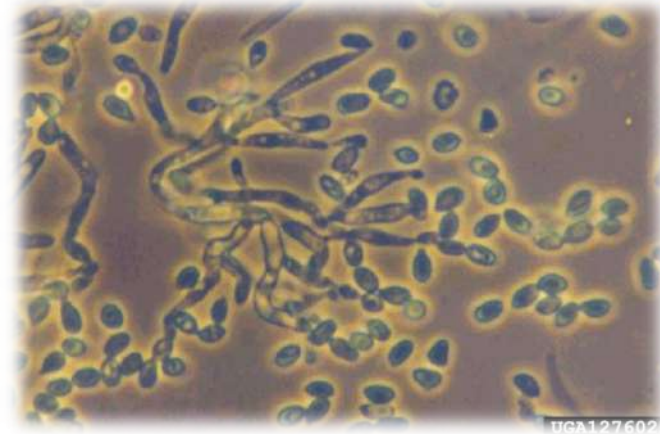
Uso de recursos microbianos específicos



Trichoderma spp.



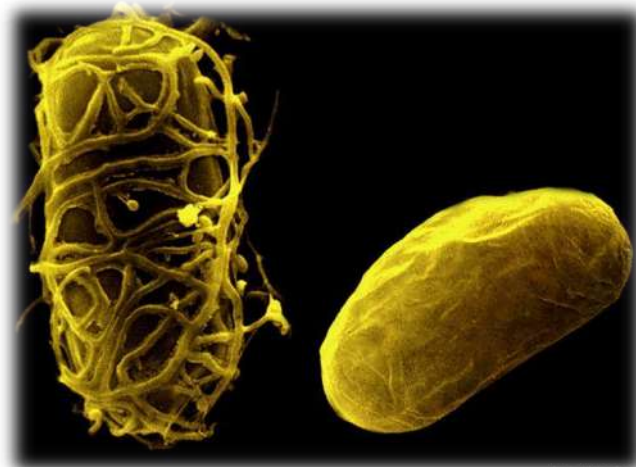
*Beauveria
bassiana*



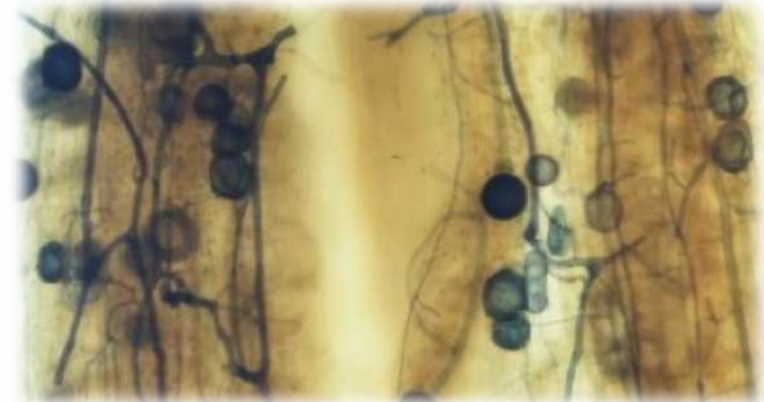
*Metarhizium
anisopliae*



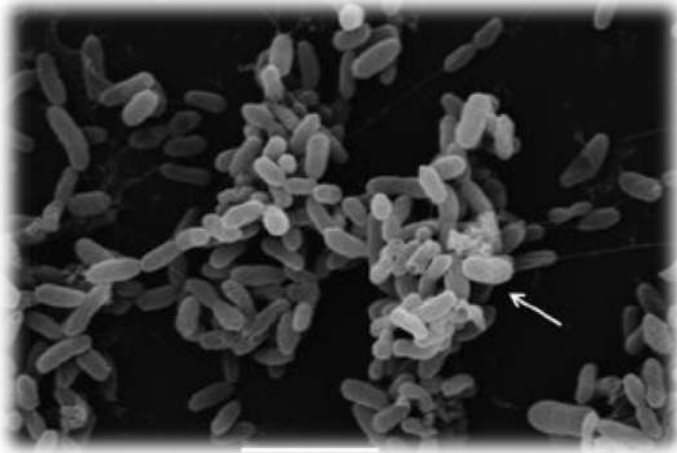
*Pochonia
chlamydosporia*



*Purpureocillium
lilacinum*



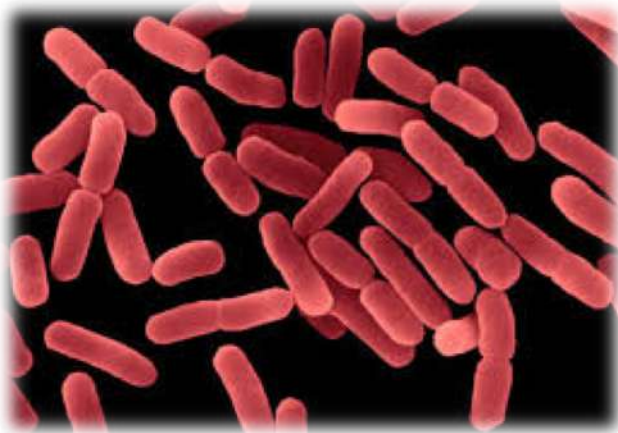
Rhizophagus intraradices



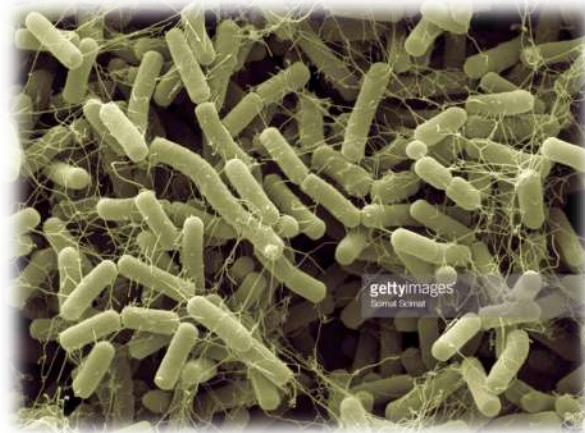
Azospirillum brasilense
Nitrospirillum amazonense



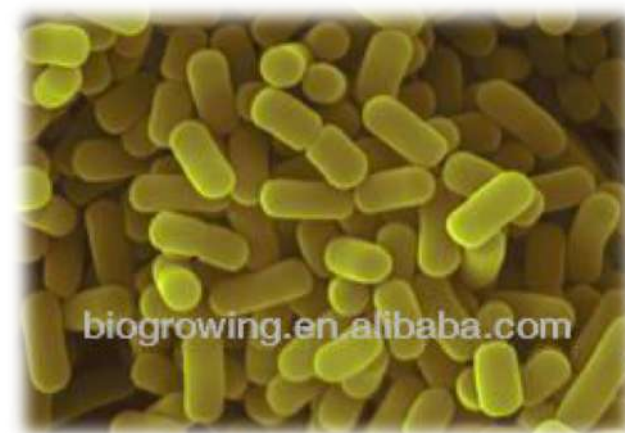
Bradyrhizobium japonicum
Rhizobium spp.



Bacillus subtilis



Bacillus amyloliquefaciens

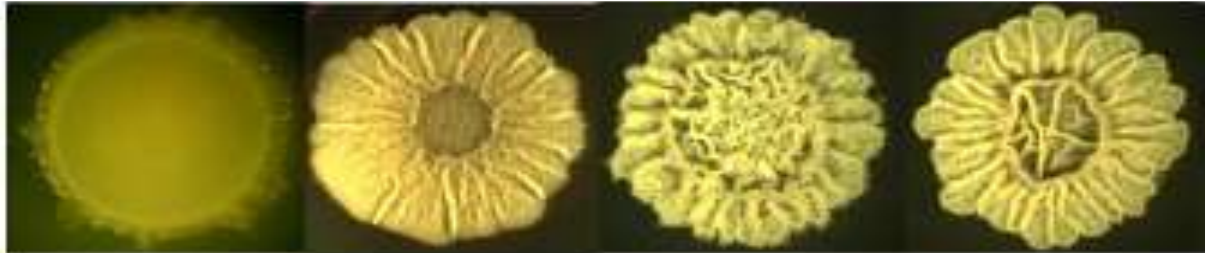


Bacillus licheniformis
Bacillus methylotrophicus
Bacillus firmus
etc...

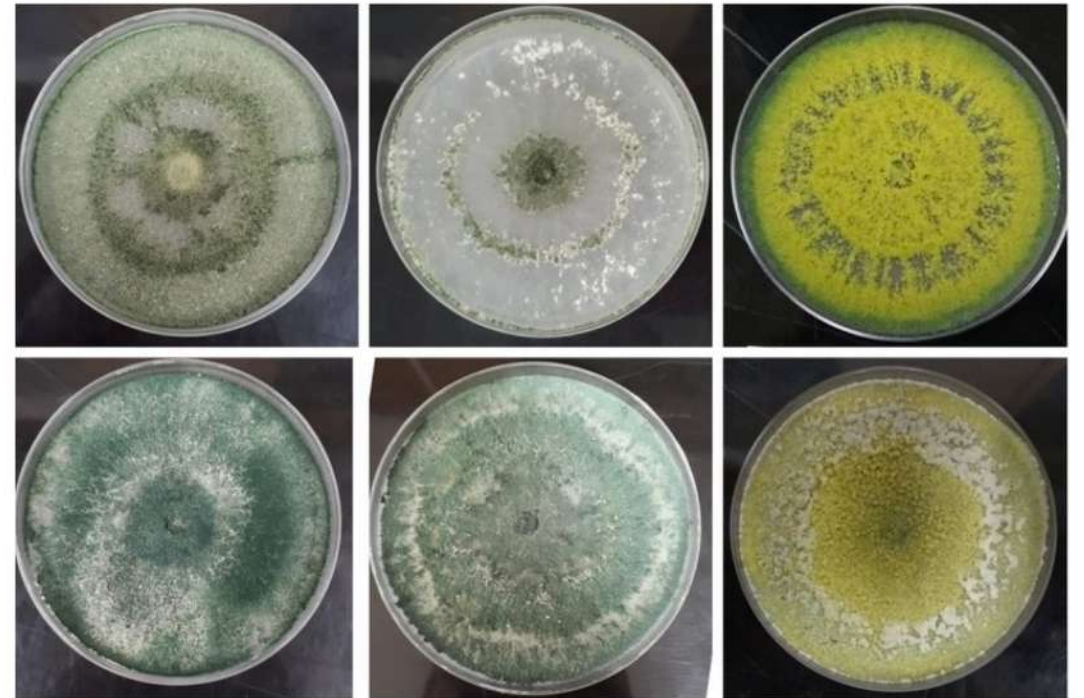
Importância da linhagem/cepa

Diversidade intra-específica: potencial e características

Bacillus subtilis



Trichoderma harzianum

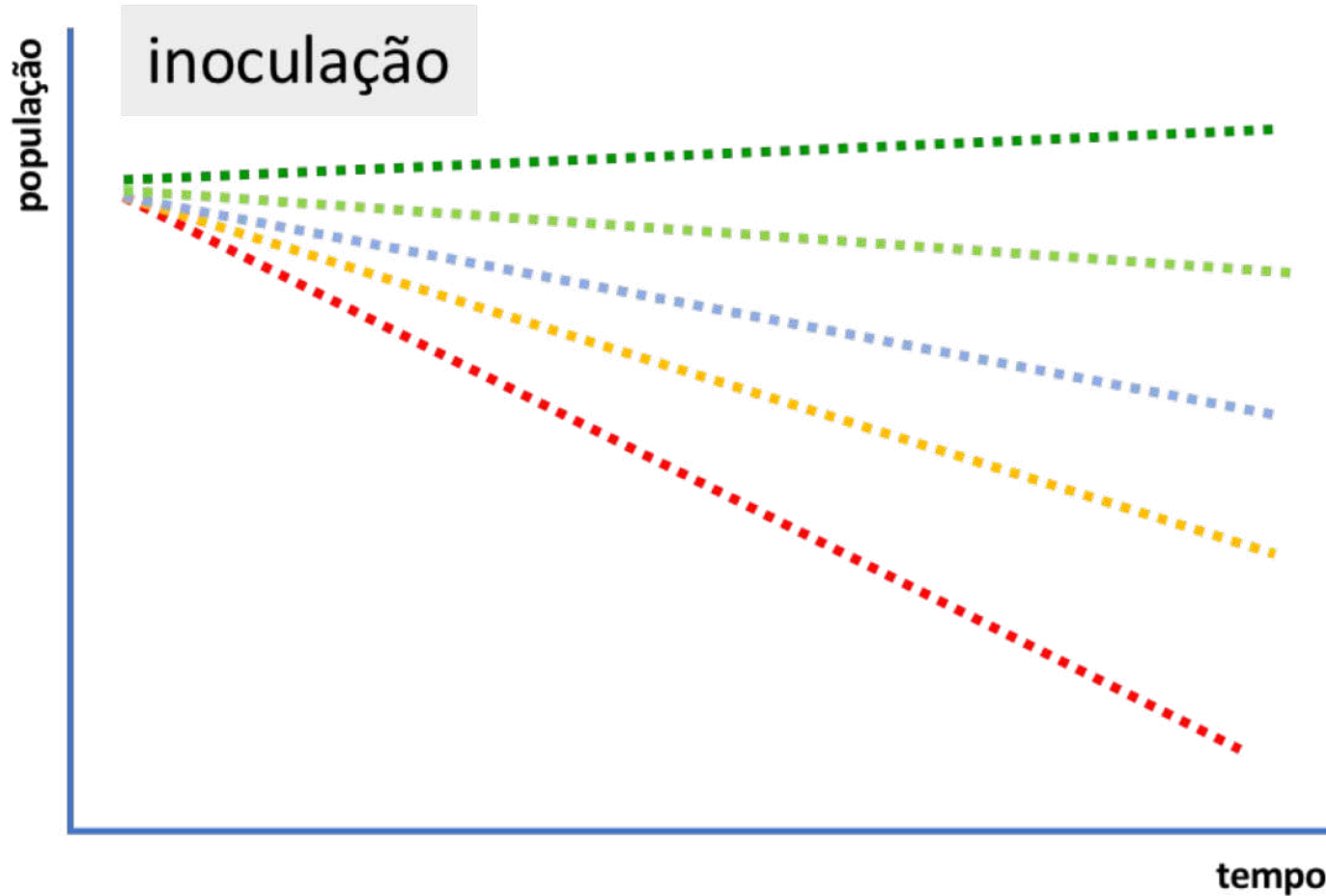


Quanto aplicamos nas áreas?

- ✓ Concentrações de produtos (10^7 a 10^{11} UFC/mL ou g)
- ✓ Dosagens de 0,1 a 2L/ha ou kg/ha
- ✓ Média de 10^9 células/mL e dosagem de 1L/ha
 - ✓ *Considere 1ha e profundidade de 10cm*
 - ✓ *10^3 células/g de solo*

Compare com a comunidade nativa do solo!

O que ocorre com os grupos inoculados?



✓ Ambiente

✓ *pH*

✓ *Temperatura*

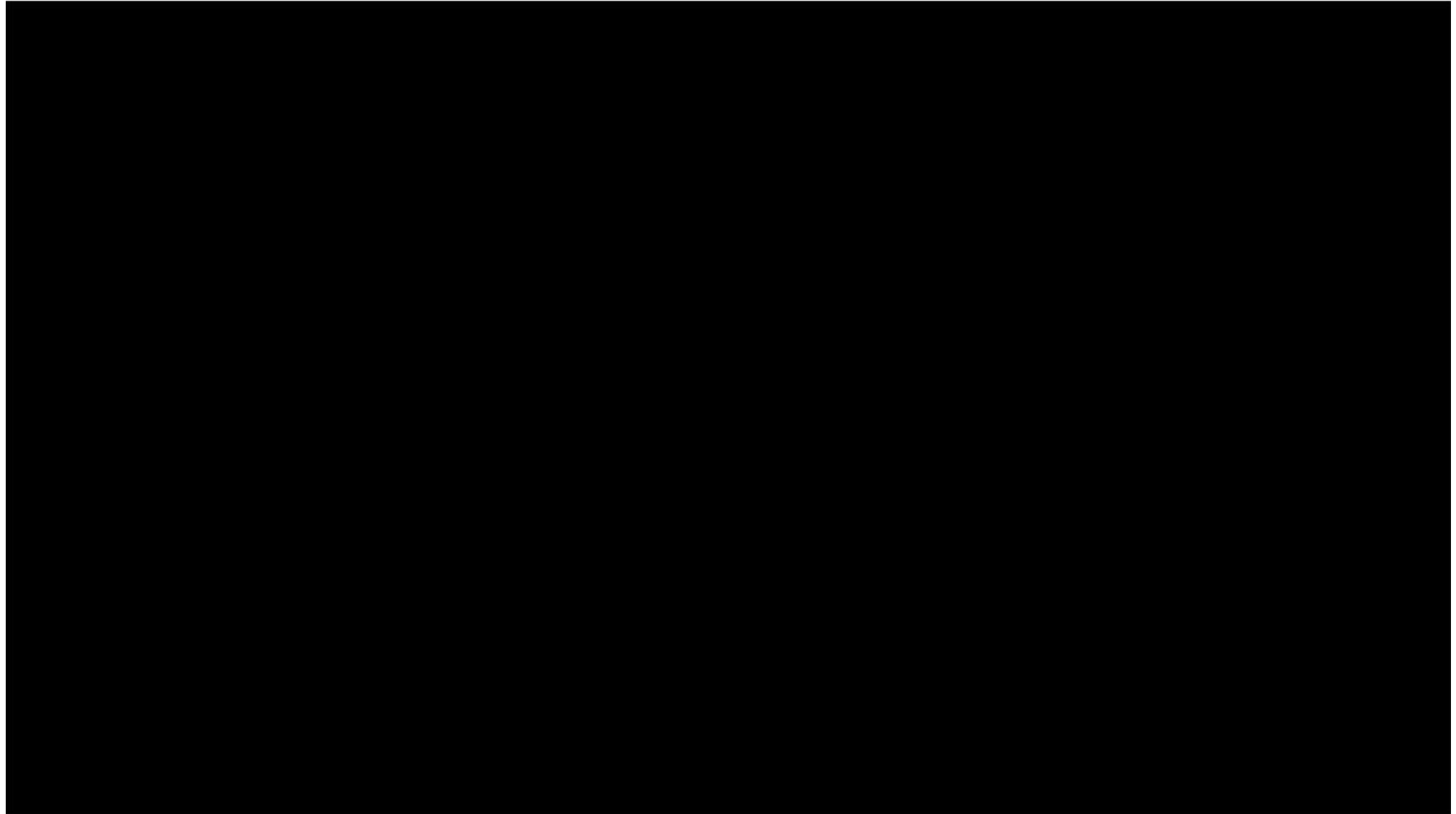
✓ *Oxigênio*

✓ Interações

✓ *Simbioses*

✓ *Conectividade*

Estabilidad genética microbiana



Ativadores

**Estímulo aos
organismos presentes
no solo**

Repositores

**Inoculação/reposição
da biodiversidade do
solo**

Reorganização e funcionalidade do microbioma do solo

Como funciona um ativador?

- ✓ **Indução de atividade inespecífica**

- ✓ *Ativadores diretos*
- ✓ *Ativadores indiretos*

- ✓ **Ativadores diretos**

- ✓ *Suplementação nutricional (comumente carbono)*
- ✓ *Complexos enzimáticos*

- ✓ **Ativadores indiretos**

- ✓ *Condicionadores ambientais*
- ✓ *Relacionados a fisiologia das plantas*
- ✓ *Enraizadores (AH, AF, etc)*

Como funciona um repositor?

- ✓ Reposição de biodiversidade

- ✓ Eficiência por probabilidade

- ✓ Solo como agente seletivo

- ✓ Produção comum por processos fermentativos

- ✓ Vários princípios

- ✓ Podem ter papel ativador

- ✓ Diversidade de moléculas

- ✓ Compostos secundários

Inoculantes



Biodefensivos



**O Mercado de Produtos
Biológicos na Agricultura**

Ativadores



Repositores



AVALIAÇÃO DA QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO

FERNANDO DINI ANDREOTE

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Universidade de São Paulo

Departamento de Ciência do Solo



Como sabemos que está funcionando?



Indicadores práticos de melhoria da biologia do solo

**Melhor produtividade
(quantidade e qualidade)**

**Melhor enraizamento das plantas
(sanidade e exuberância)**

**Melhor degradação de
defensivos**

**Melhor estruturação
dos solos**

Melhor ciclagem de nutrientes

**Menor incidência de doenças e
pragas em solos**

Análises microbianas

- ✓ **Análises tradicionais de cultivo, gerais e seletivos**
- ✓ **Quantificações no solo**
 - ✓ *Biomassa, respiração, enzimas*
- ✓ **Análises na planta**
 - ✓ *Micorrização*
 - ✓ *Nodulação*
- ✓ **Análises moleculares (quantificação, sequenciamento)**



Métodos de cultivo microbiano

Meios de cultivo não seletivos

- ✓ *Fungos*
- ✓ *Bactérias*

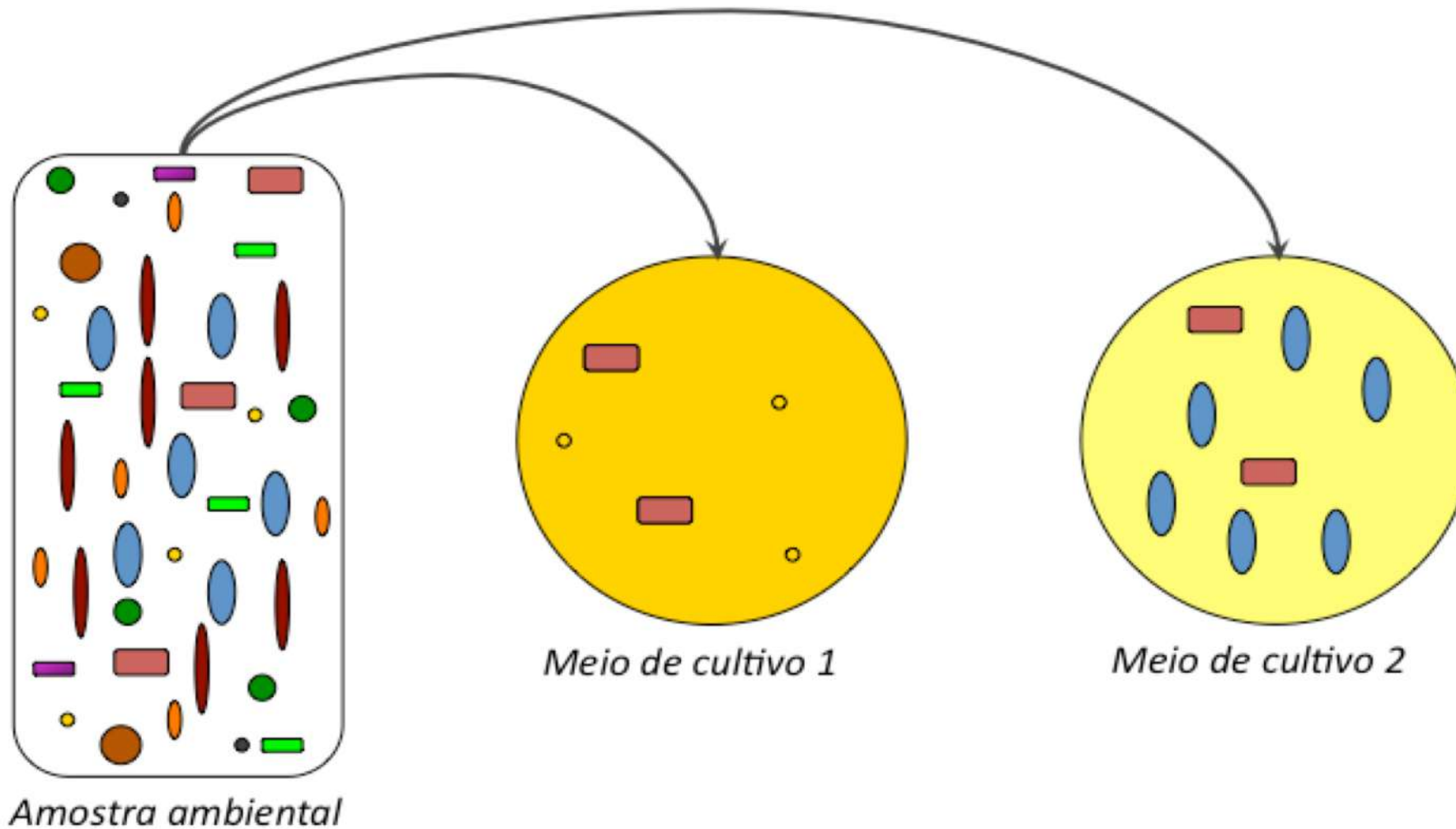
Meios de cultivo específicos

- ✓ *Bactérias específicas*
- ✓ *Fungos específicos*
- ✓ *Amplo uso clínico e fitopatológico*

Meios de cultivo seletivos

- ✓ *Fixadores de N*
- ✓ *Solubilizadores de P*
- ✓ *Produtores de enzimas*

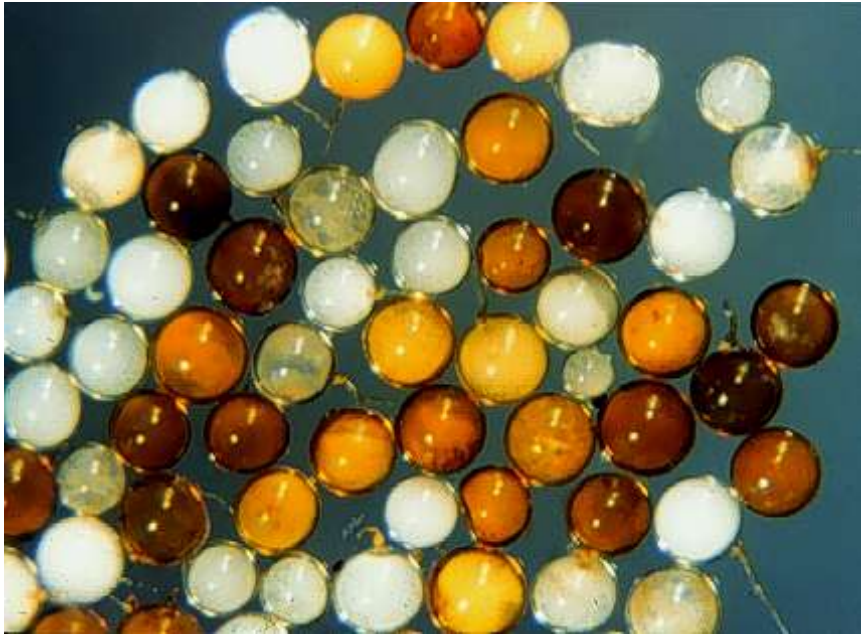




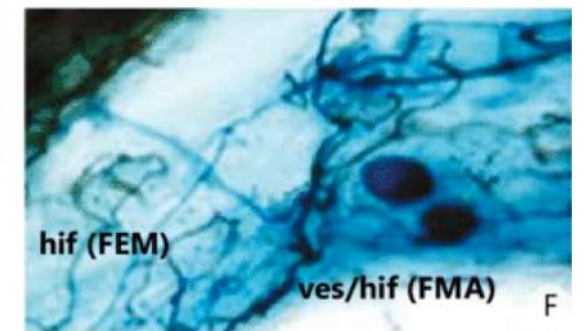
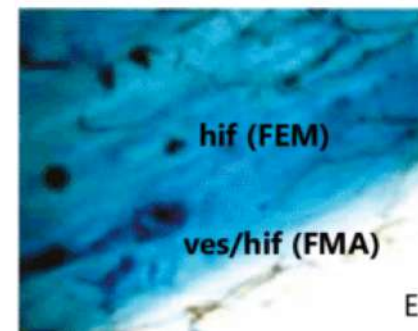
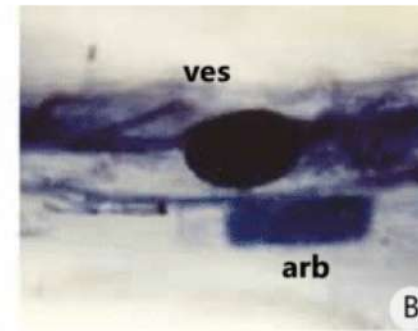
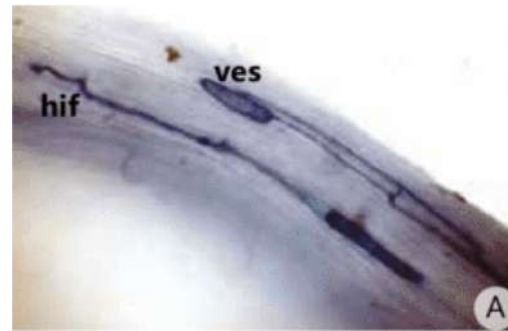
- ✓ **A grande maioria (>99%) dos organismos do solo não são cultivados**
- ✓ Importância dos métodos independentes de cultivo
- ✓ Conhecimento mais amplo da biodiversidade microbiana

Análise de micorrização

Quantificação e diversidade de esporos



Colonização de raízes

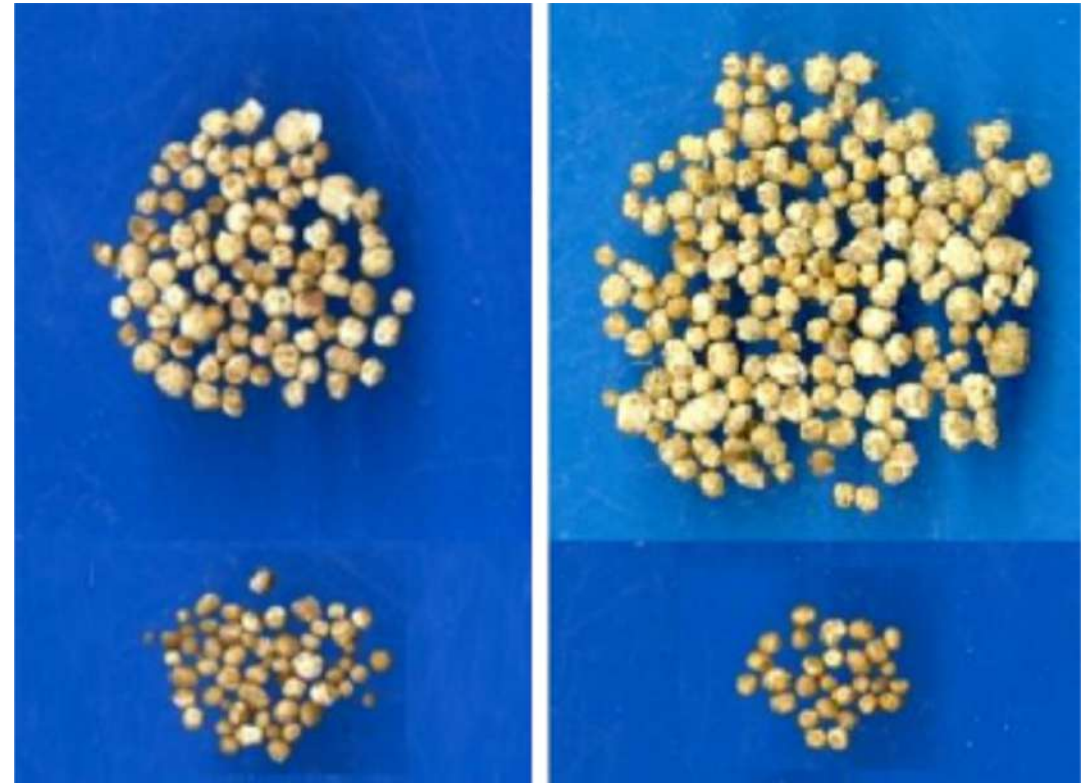


Análise de nodulação

Número de nódulos



Biomassa de nódulos



Quantificações no solo – biomassa (C, N, P)

- ✓ **Quantificação de biomassa**
- ✓ **Componente do complexo da MOS**
- ✓ **Determinação dos principais constituintes**
 - ✓ *Carbono*
 - ✓ *Nitrogênio*
 - ✓ *Fósforo*



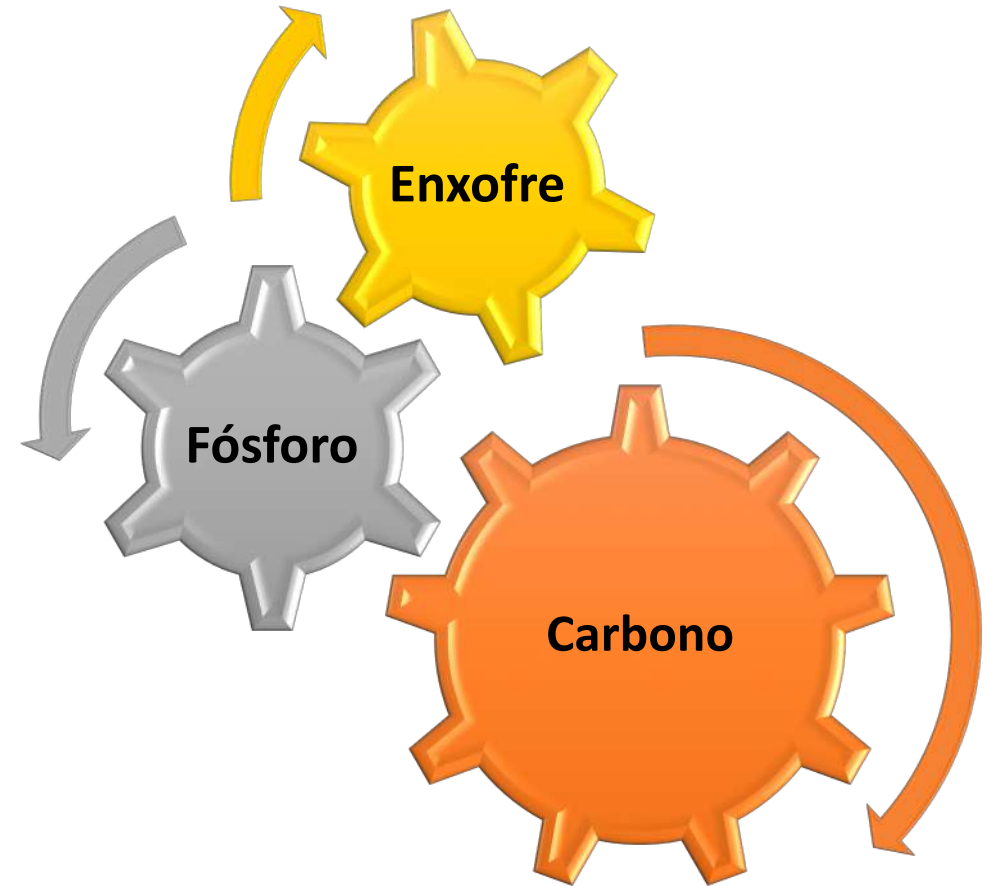
Quantificações no solo – respirometria

- ✓ Indicador de atividade metabólica
- ✓ Foco nos aeróbios
- ✓ Indicadora de atividade/toxicidade/estresse
 - ✓ *Respiração basal*
 - ✓ *Respiração induzida*
 - ✓ *Quociente metabólico*



Quantificações no solo – enzimas

- ✓ Enzimas com atividade extracelular
- ✓ Atividade sobre ciclagem de nutrientes
- ✓ Atuantes na decomposição de resíduos
 - ✓ *Celulases*
 - ✓ *Fosfatases*
 - ✓ *Sulfatases*
 - ✓ *Urease*



Estas enzimas não estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento vegetal

Quantificações no solo – enzimas



Estas enzimas não estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento vegetal

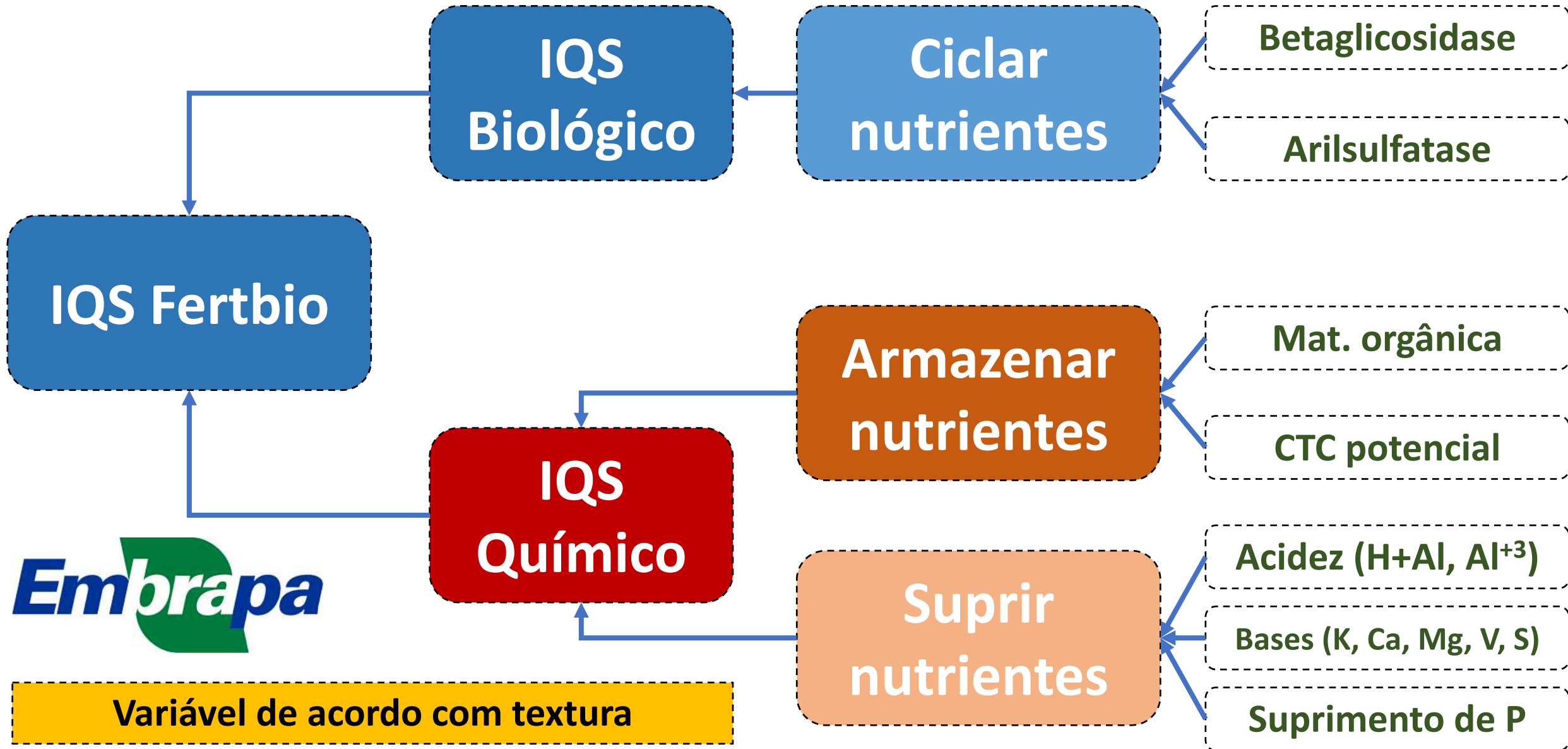
Quantificações de enzimas – BioAs Embrapa

Table 5. Interpretative classes for microbial indicators in a clayey Red Latosol of the Cerrado region (0- to 10-cm depth) as a function of the soil organic C (SOC) content.

Microbial indicator	Interpretative classes as a function of SOC†		
	Low	Moderate	Adequate
Microbial biomass C, mg C kg ⁻¹ soil	≤205	206–405	>405
Basal respiration, mg C kg ⁻¹ soil	≤40	41–100	>100
Cellulase, mg glucose kg ⁻¹ soil d ⁻¹	≤70	71–115	>115
β-Glucosidase, mg <i>p</i> -nitrophenol kg ⁻¹ soil h ⁻¹	≤60	61–140	>140
Acid phosphatase, mg <i>p</i> -nitrophenol kg ⁻¹ soil h ⁻¹	≤640	641–1150	>1150
Arylsulfatase, mg <i>p</i> -nitrophenol kg ⁻¹ soil h ⁻¹	<35	36–90	>90

† Interpretative classes for SOC are: ≤15.2 g kg⁻¹: low; 15.3–18.2 g kg⁻¹: moderate; and >18.2 g kg⁻¹: adequate.

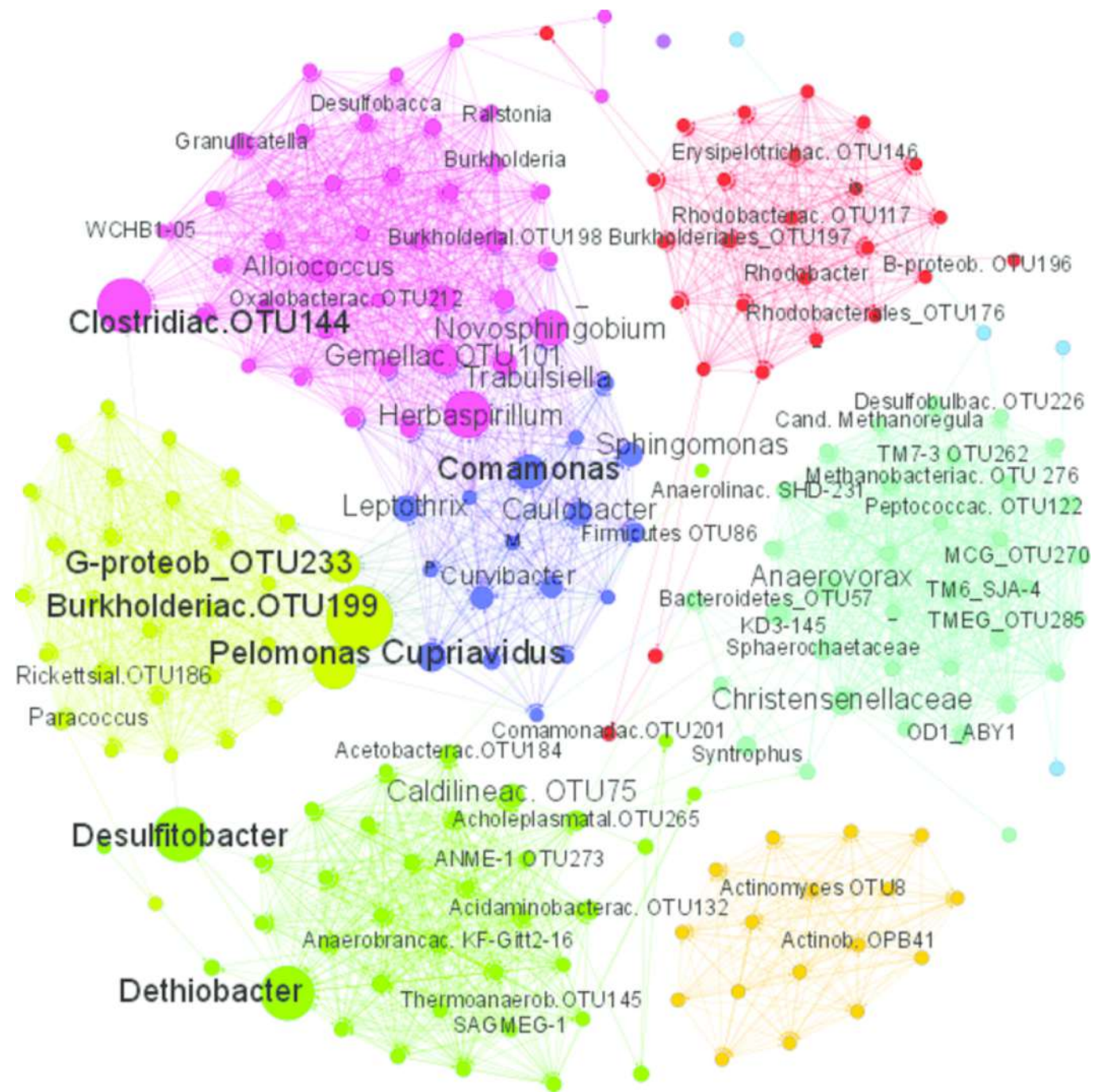
Quantificações de enzimas – BioAs Embrapa



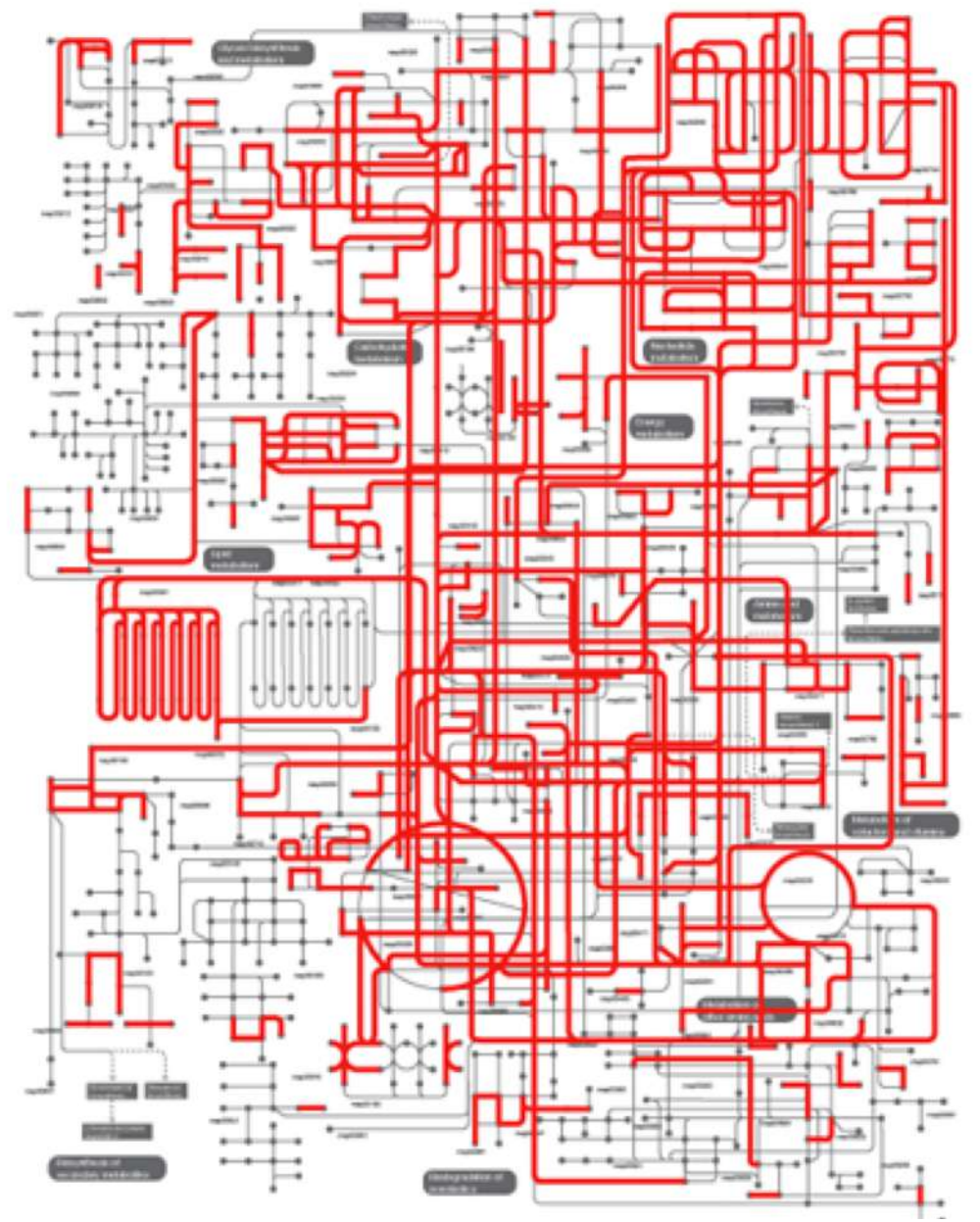
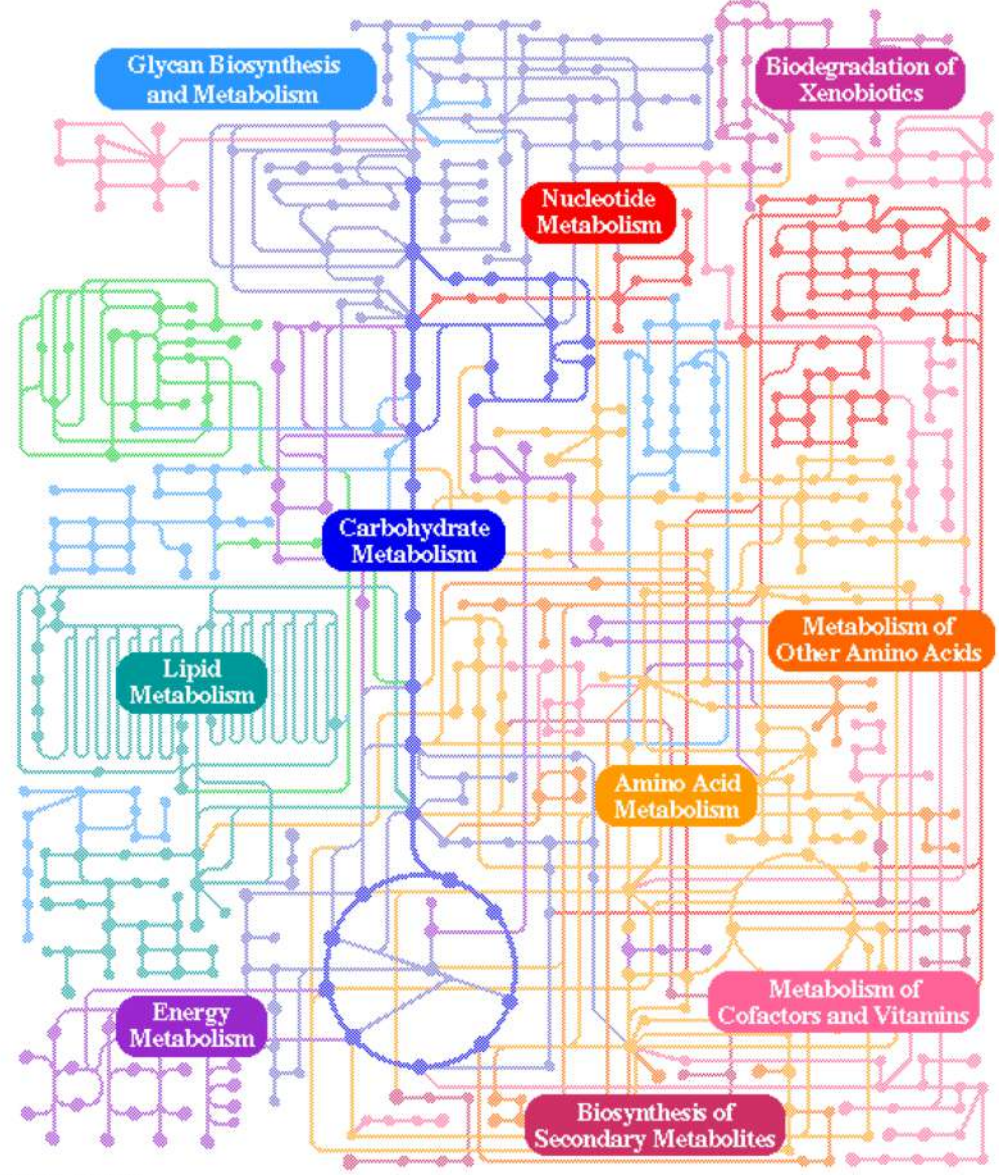
Quantificações no solo – análises moleculares

- ✓ **Quantificação microbiana (geral e específica) - qPCR**
- ✓ **Sequenciamento de genes marcadores**
 - ✓ *Identificação*
 - ✓ *Estrutura de comunidades*
 - ✓ *Correlações*
- ✓ **Metagenomas**
 - ✓ *Identificação*
 - ✓ *Determinação de rotas metabólicas*

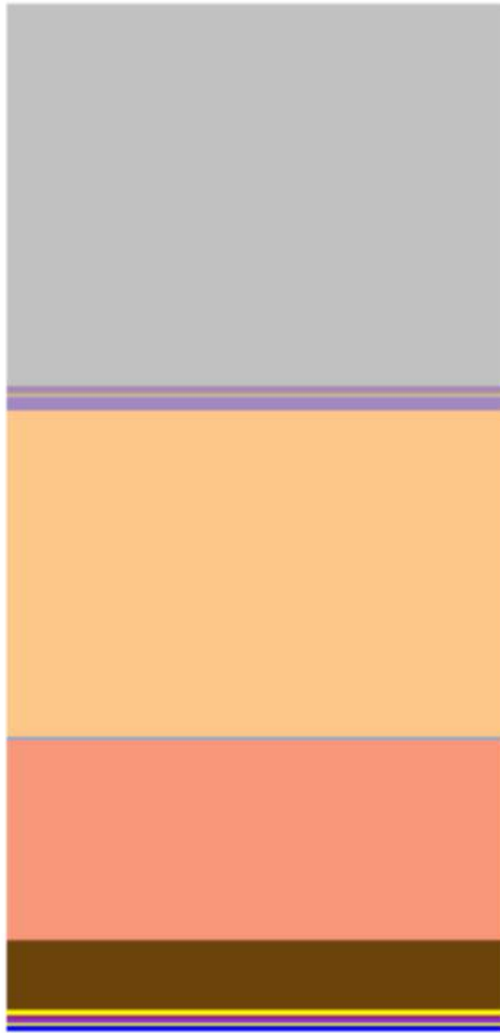




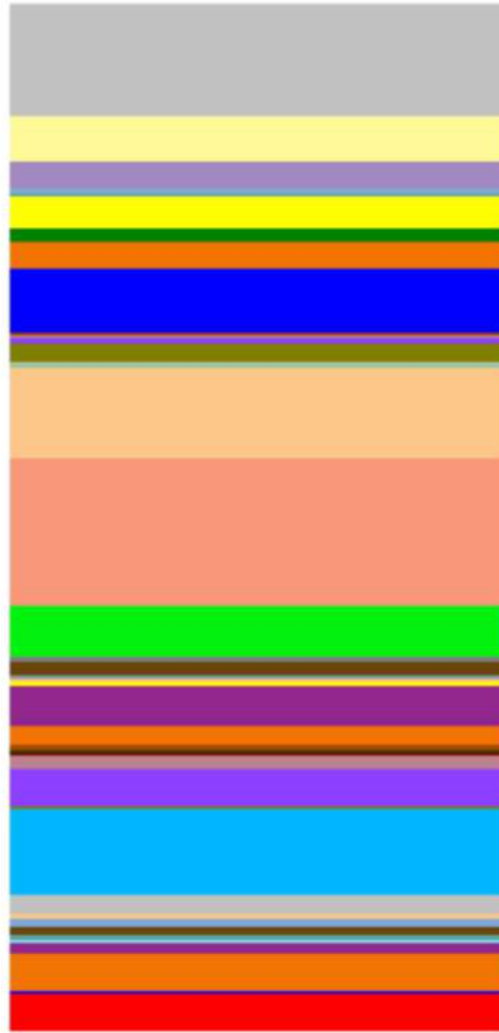
METABOLIC PATHWAYS



Exemplo prático 1 – fungos do solo



Área 1



Área 2



Área 3

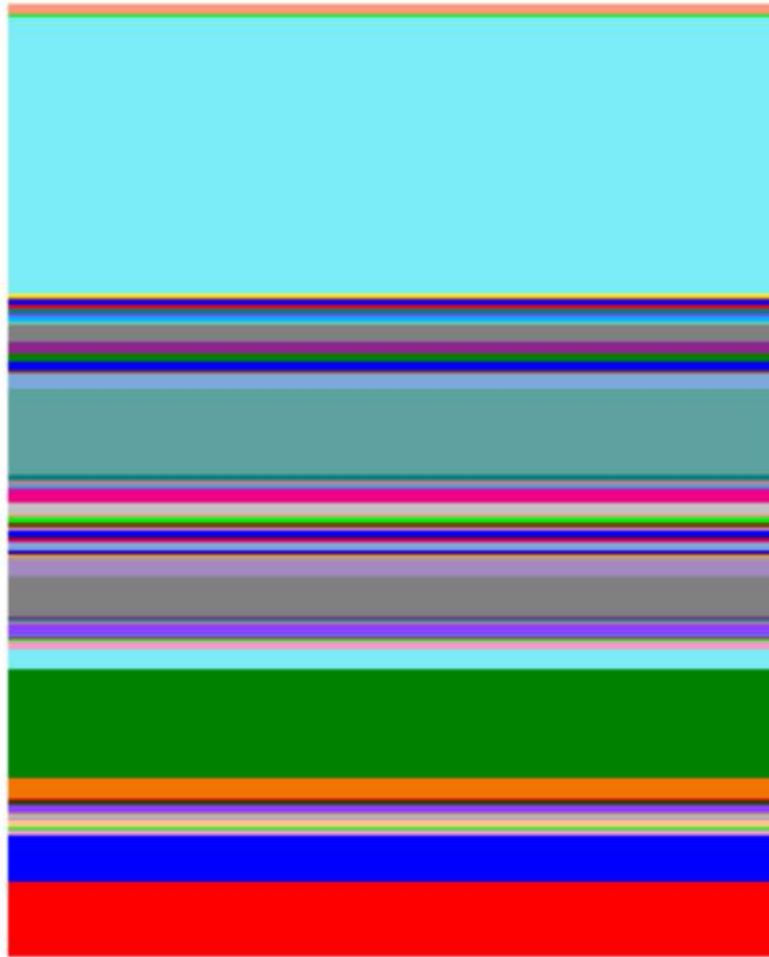
Exemplo prático 2 – nematóides

Amostras	Arilsulfatase <i>μg PNS. g⁻¹ solo. hora⁻¹</i>	Fosfatase ácida <i>μg PNF. g⁻¹ solo. hora⁻¹</i>	Beta-glicosidase <i>μg PNG. g⁻¹ solo. hora⁻¹</i>
Milho	84,5	272,7	85,7
Milho reboleira	60,0	260,6	59,2
Feijão	113,5	449,6	73,2
Feijão reboleira	56,8	270,3	53,1

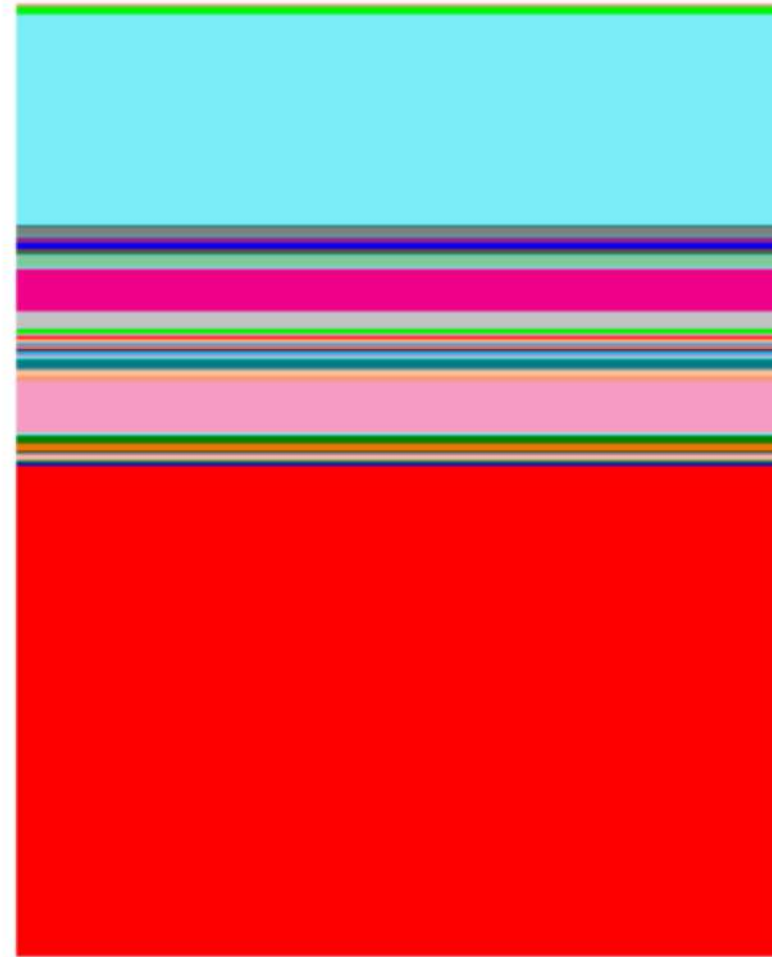
Exemplo prático 2 – nematóides

Amostras	Bactérias		Fungos	
	<i>Nº Espécies</i>	<i>Diversidade</i>	<i>Nº Espécies</i>	<i>Diversidade</i>
<i>Feijão</i>	1.834	8,27	628	6,05
<i>Feijão reboleira</i>	1.463	7,96	489	3,85

Exemplo prático 2 – nematóides



Feijão



Feijão Reboleira



Obrigado!!!

Fernando D. Andreote
fdandreo@gmail.com

... Plantar, criar e conservar, a ESALQ existe pra ensinar ...