

A biodiversidade do solo

proteger e usar

Isabel Brito - Mário de Carvalho

World Soil Day

Keep soil alive,
protect soil biodiversity





Os desafios da gestão do solo

Perdas por erosão



Aumento do teor de MO



Estrutura equilibrada e contínua





Os desafios da gestão do solo

Proteger a biodiversidade

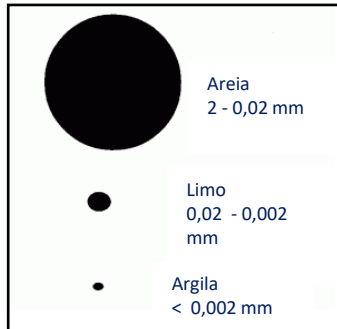




Composição do solo

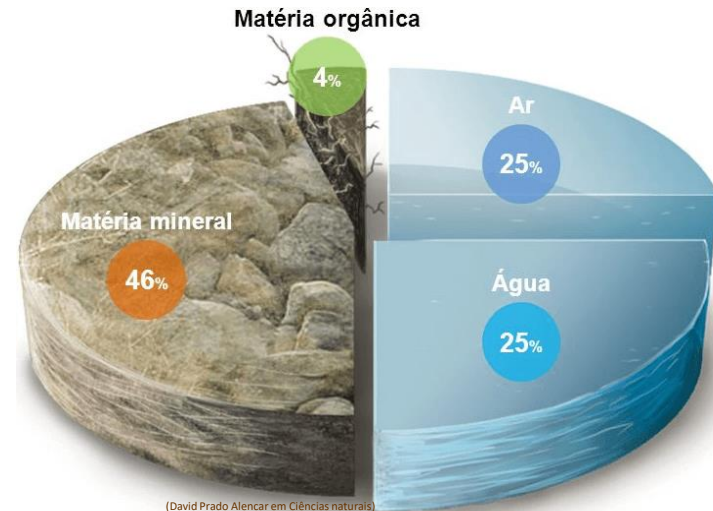
Partículas elementares

Textura



Agregados

Estrutura

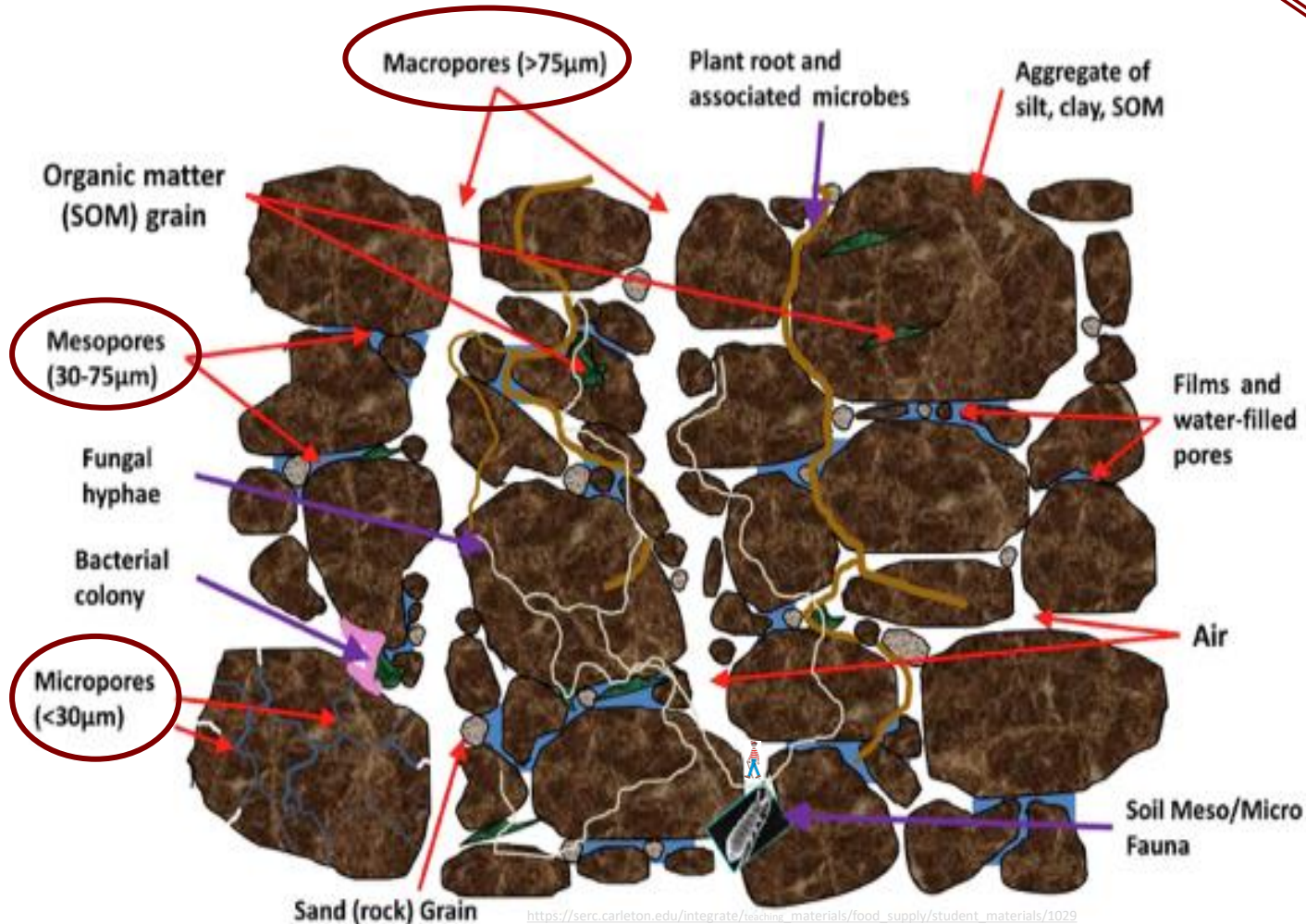


(David Prado Alencar em [Ciências naturais](#))



Onde está a vida no solo?

Dia Mundial
do Solo

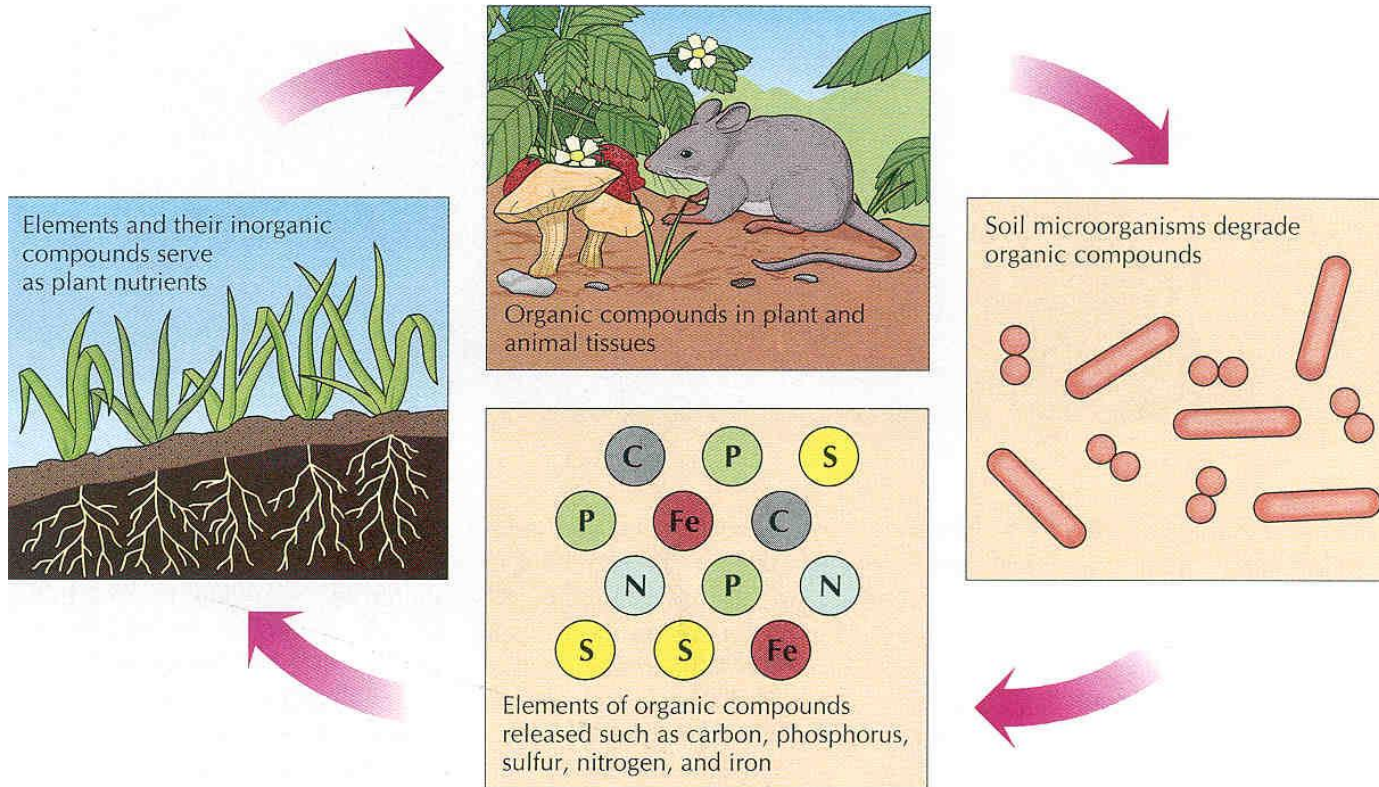


1µm = 0.001 mm



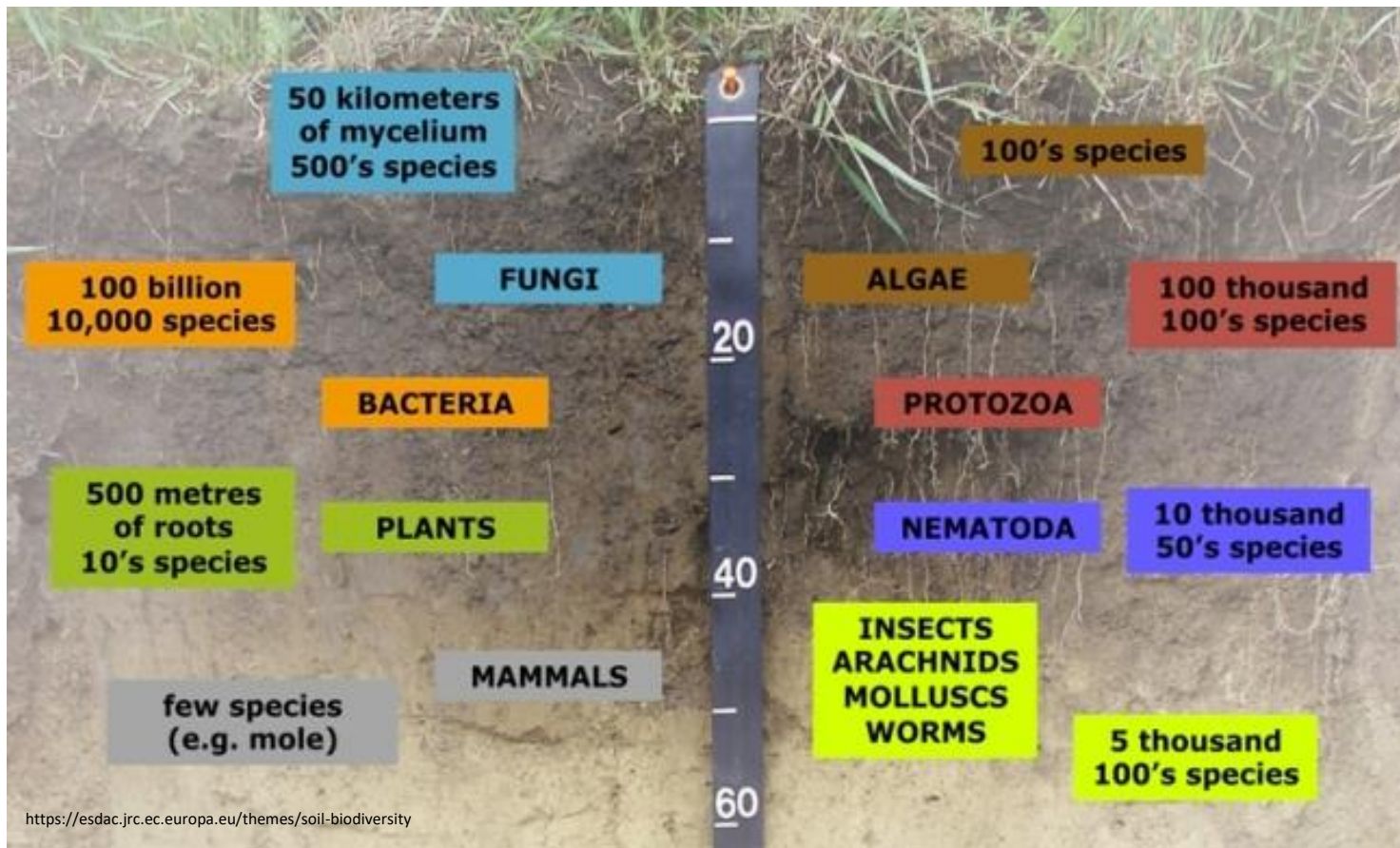
Importância ecológica da actividade microbiana

Transformação de matéria orgânica em matéria inorgânica





A biodiversidade do solo em números





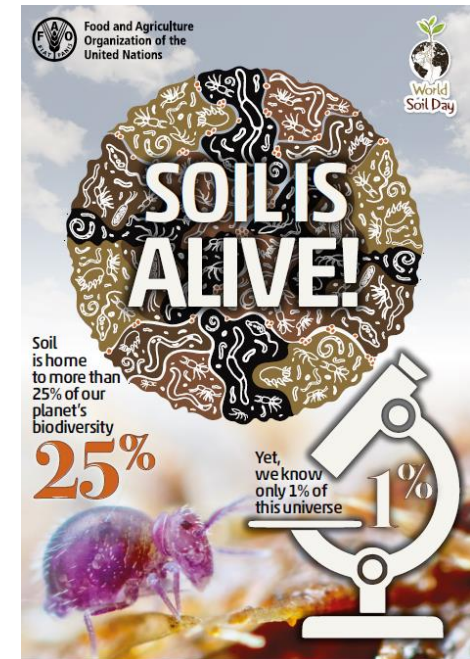
A biodiversidade do solo em números

Encerra mais de 25% da biodiversidade do planeta

Gestão sustentável do solo poder produzir até mais 58% de alimentos

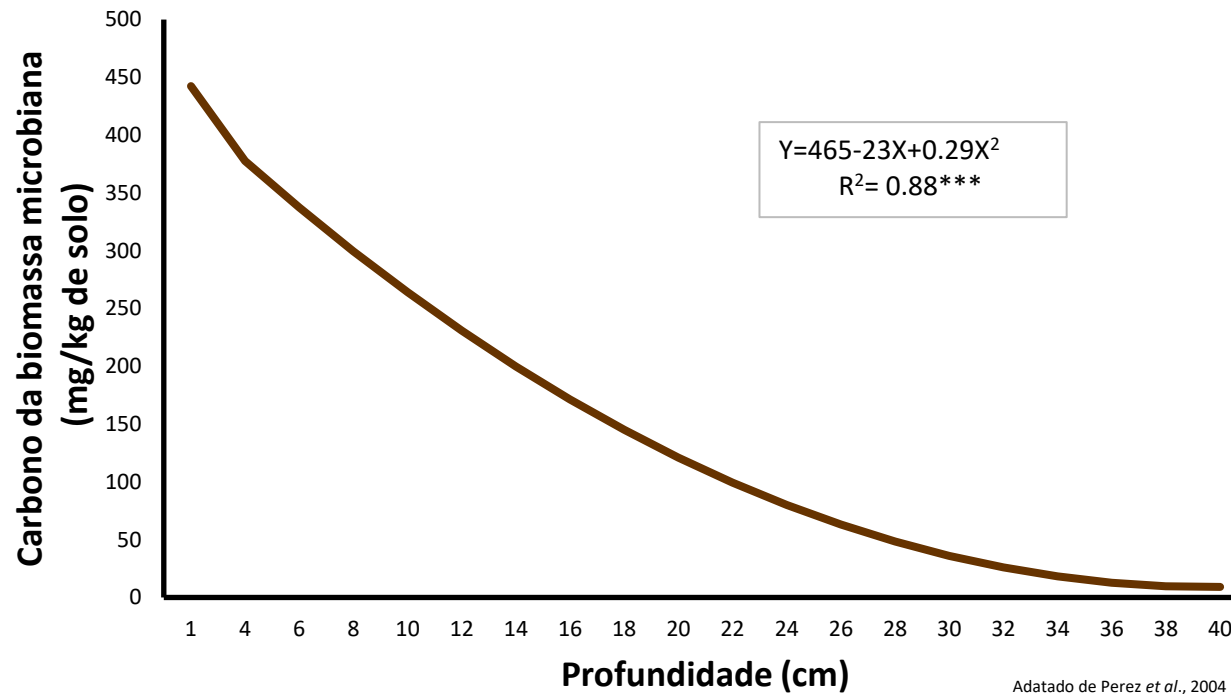
Trabalham 24h por dia, 7 dias por semana, 365 dias por ano!

Peso das bactérias num ha é equivalente ao de 2 vacas





Biomassa microbiana do solo diminui com a profundidade



15 cm superficiais os mais importantes



Distribuição dos micróbios no solo

Depth (CMS)	Organisms per gram of soil			
	Aerobic-Bateria	Anaerobic-Bacteria	Actinomyces	Fungi
3-8	7,800,000	1,950,000	2,080,000	119,000
20-25	1,800,000	379,000	245,000	50,000
35-40	472,000	98,000	49,000	14,000
65-75	10,000	1,000	5,000	3,000
135-	100	400		3,000

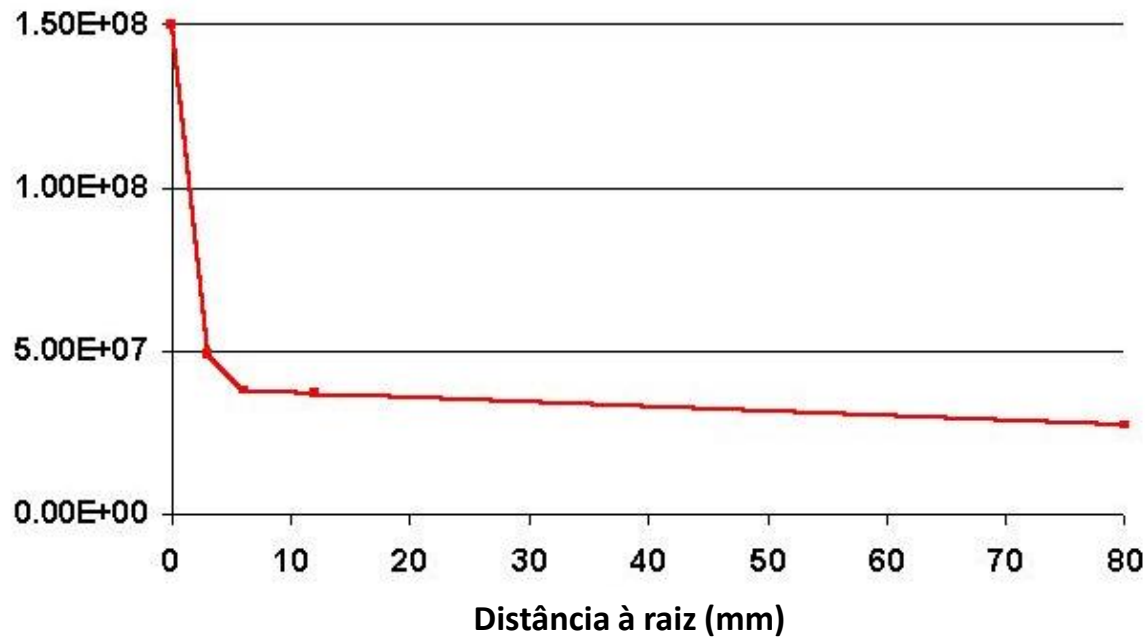
*From Martin Alexander-Introduction to soil microbiology (2nd Edition), 1977.

1 colher de chá de solo pode conter 10^9 micróbios

1000 000 000!!



Distribuição dos micróbios na rizosfera



População microbiana diminui com a distância às raízes

289 metabolitos secundários diferentes presentes nas secreções de *A. thaliana*

(Walker *et al.*, 2003; Narasimhan *et al.* 2003)



Distribuição de micróbios na rizosfera

Número de bactérias (CFUx10⁶. g⁻¹ solo ou peso seco de raiz) no rizoplane e na rizosfera de diferentes plantas e no bulk soil (S) e o seu rácio R/S

Plant species	Rhizoplane	Rhizosphere	Bulk soil	R/S ratio
Red clover (<i>Trifolium pratense</i>)	3844	3255	134	24
Oats (<i>Avena sativa</i>)	3588	1090	184	6
Flax (<i>Linum usitatissimum</i>)	2450	1015	184	5
Wheat (<i>Triticum aestivum</i>)	4119	710	120	6
Maize (<i>Zea mays</i>)	4500	614	184	3
Barley (<i>Hordeum vulgare</i>)	3216	505	140	3

(Rouat and Katznelson 1961).



Distribuição de micróbios na rizosfera



Imagem de microscopia de fluorescência, a vermelho fungos filamentosos e bactérias na rizosfera de trigo de primavera. (The original image was at 100X and is a part of the ASM Biofilm Collection).



Heterogeneidade do ecossistema solo

BIODIVERSIDADE

A defining signature of a soil-
microbial processes may
this heterogeneity

(Young and Ritz, 2000)

(à escala das interações e da variabilidade estrutural)



Soil & Tillage Research 53 (2000) 201–210

Tillage, habitat space and function of soil microbial communities

I.M. Young*, K. Ritz

Soil-Plant Dynamics Unit, Scottish Crop Research Institute, Cellular and Environmental Physiology,
Dundee, Scotland DD9 5DA, UK

Accepted 16 July 1999

Abstract

This review examines the effect of tillage on microbial habitat space, and the roles of microbes in influencing N-transformation processes within a heterogeneous soil environment. Literature relating tillage to microbial processes is assessed critically focusing on (a) degrees of physical disruption and N-processes, (b) interactions between organisms and the soil pore network, and (c) the role of soil structure in mediating oxygen movement to sites of microbial activity in soil. Spatial heterogeneity is shown to be a key characteristic of soil structure and N-transformation processes, impacting on predator-prey relations, microbial habitable pore space, and the modelling of the soil system with respect to denitrification. The latter area is discussed with respect to the notion of how a functional appraisal of soil structure may be approached theoretically, at the aggregate and soil profile scale. © 2000 Elsevier Science B.V. All rights reserved.

Keywords: Soil structure; Soil pore network; Spatial heterogeneity; Microbial activity; Nitrogen transformations; Tillage

1. Introduction

A large body of literature exists relating tillage practices to microbial activity and microbially mediated processes (e.g., Haban, 1986; Bowman et al., 1990; Shaina and Kirov, 1992; Franzluebbers et al., 1994, 1995; McGarty et al., 1995). Manipulation of soil structure is one of the principal means by which microbial dynamics can be controlled both at the small- and field-scale (Elliot and Coleman, 1988).

This control arises through alterations in habitat space, water and substrate distribution, and the spatial arrangement of pore pathways. The primary effect of tillage is to physically disturb the soil profile. Microbial inhabitants of the soil will react differently to such disturbance. The specific effect will depend largely on the disturbance that occurs, or is 'sensed', at the spatial scale to which the organisms are sensitive. For instance, an extensive network of fungal hyphae ramifying through the soil profile may be affected dramatically by a plough tearing apart hyphal connections, and disrupting flow paths within the mycelium. Bacterial colonies living in the centre of aggregates may, on the other hand, remain initially unaffected, as long as the zone of soil in which they inhabit remains largely intact. These intuitive consid-

*Corresponding author. Present address: Statistical and Informatics Modelling of Biological Systems, Aberystwyth University, Kytal Building, Bell Street, Dardar, DD1 1HG. Tel.: +44-1382-308646; fax: +44-1382-562426.
E-mail address: i.m.young@tuy.ac.uk (I.M. Young).



Funções do microbioma do solo

- Decomposição e ciclo dos nutrientes
- Agregação do solo
- Estabilidade da estrutura do solo e retenção e drenagem água
- Libertação de nutrientes naturalmente adsorvidos ao solo e fertilizantes
- Fixação de N atmosférico
- Produção de vitaminas, aminoácidos e reguladores de crescimento
- Bioprotecção das culturas.....e resistência a doenças
- Degradação de herbicidas e pesticidas (organofosforados)
- Produção de substâncias interessantes medicinais (antibióticos) e não só
- Sequestro de C

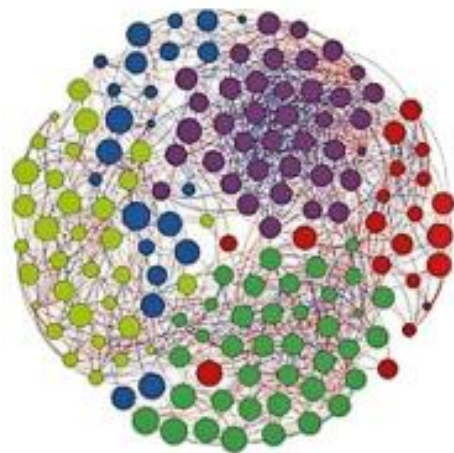
BIODIVERSIDADE



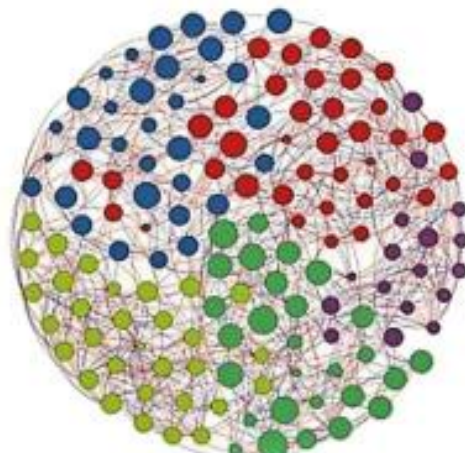
Ameaças à biodiversidade

✓ Monoculturas e intensificação do uso do solo

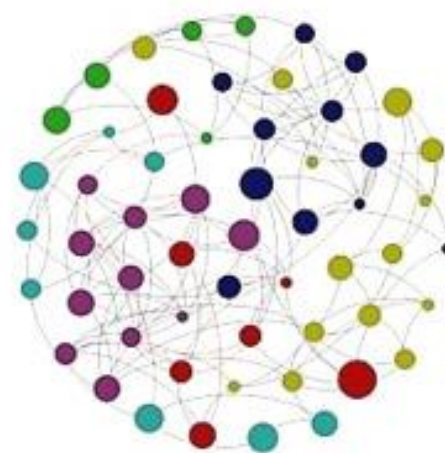
Análise da network bacteriana em amostras de solo ao longo do gradiente de intensidade de utilização, no Brasil



Native Forest



Native Grassland



Soybean field

In Mujtar et al., (2019). Global Food Security, 20:132-144. Modified from Lupatini et al. (2014)

- Cada cor representa grupos de taxa com capacidades metabólicas chave.
- Cada ponto representa um género bacteriano
- Tamanho do ponto é proporcional ao valor da centralidade de proximidade
- Linhas entre pontos representam as interações tróficas.

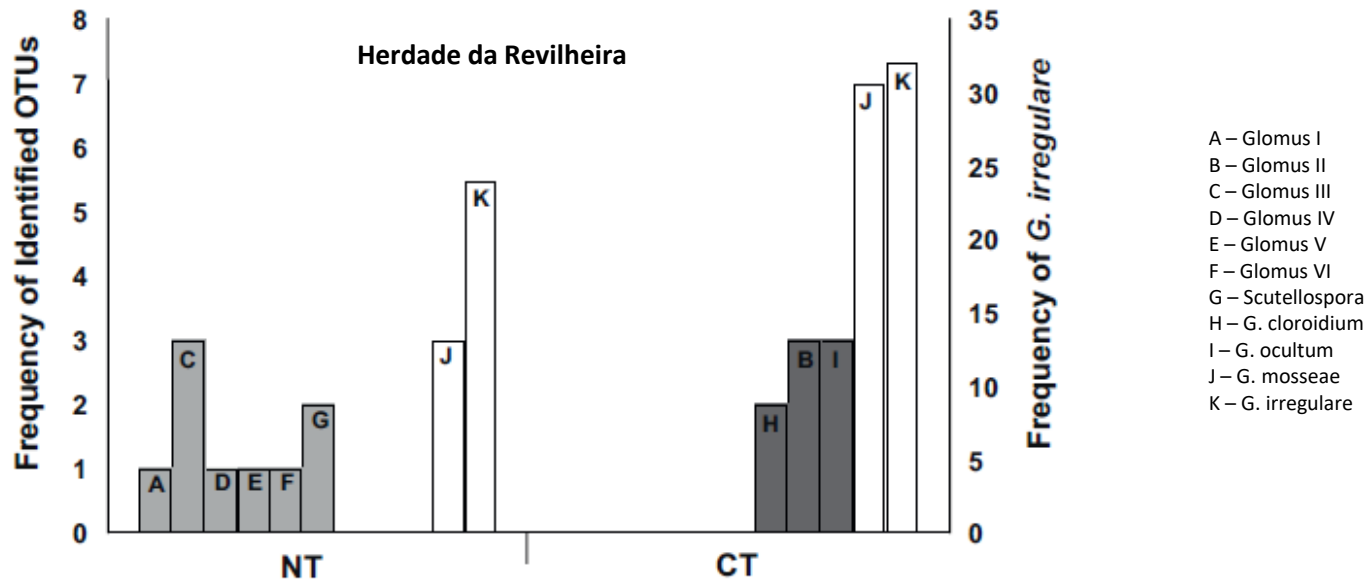
A centralidade de proximidade ilustra a proximidade de um género bacteriano a todos os outros na rede e considera-se que um género bacteriano com elevado valor de CP tem certamente um efeito pronunciado na comunidade microbiana porque pode rapidamente afectar outras espécies na comunidade



Ameaças à biodiversidade

✓ Práticas de mobilização do solo

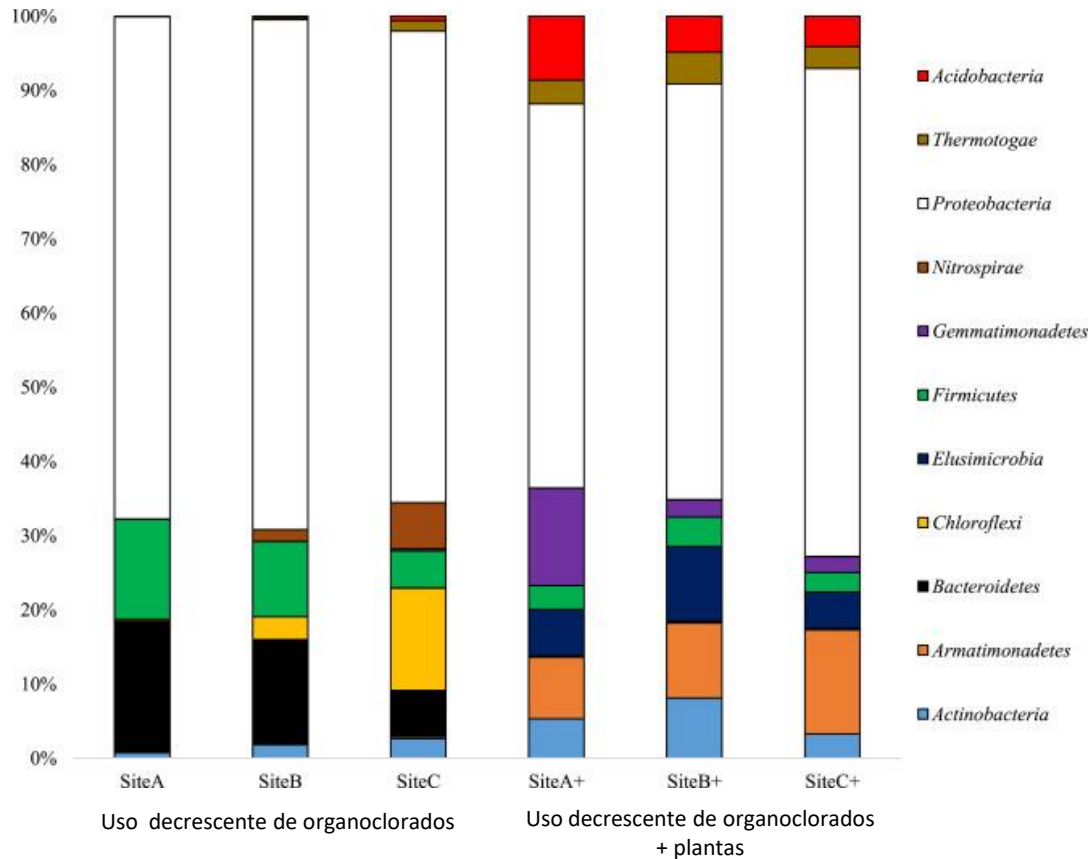
Impacto do sistema de mobilização do solo na diversidade de AMF





Ameaças à biodiversidade

✓ Uso de pesticidas





Ameaças à biodiversidade

✓ Erosão do solo

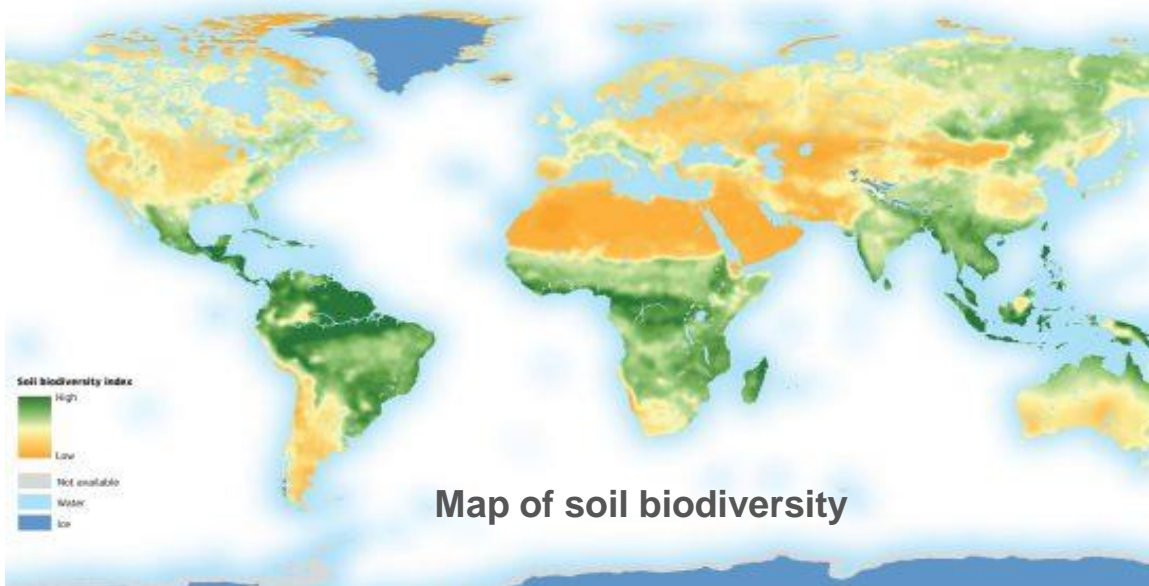
	Abundance (approximate)	
	Estimated in untouched soil (Bardgett & van der Putten, 2014)	Estimated to be displaced by runoff of 1 tonne of soil
Prokaryotes (cells)	4-20 × 10 ⁹ /cm ³	2.7-13.3 × 10 ¹⁵
Fungi (metres of hyphae)	100/g	100 × 10 ⁶
Arbuscular mycorrhizal fungi (metres of hyphae)	81-111/cm ³	5.4-7.4 × 10 ⁷
Protists (individuals)	10 ⁴ -10 ⁷ /m ²	6.7 × 10 ⁹ -10 ¹²
Nematodes (individuals)	2-90 × 10 ⁵ /m ²	1.3-60 × 10 ¹¹
Enchytraeids (individuals)	12-31.1 × 10 ³ /m ²	8-20.7 × 10 ⁵
Collembola (individuals)	1-5 × 10 ⁴ /m ²	6.7-33.3 × 10 ⁵
Mites (Oribatida - individuals)	1-10 × 10 ⁴ /m ²	6.7-66.7 × 10 ⁵
Isopoda (individuals)	10/m ²	667
Diplopoda (individuals)	110/m ²	7,330
Earthworms (Oligochaeta - individuals)	300/m ²	20,000



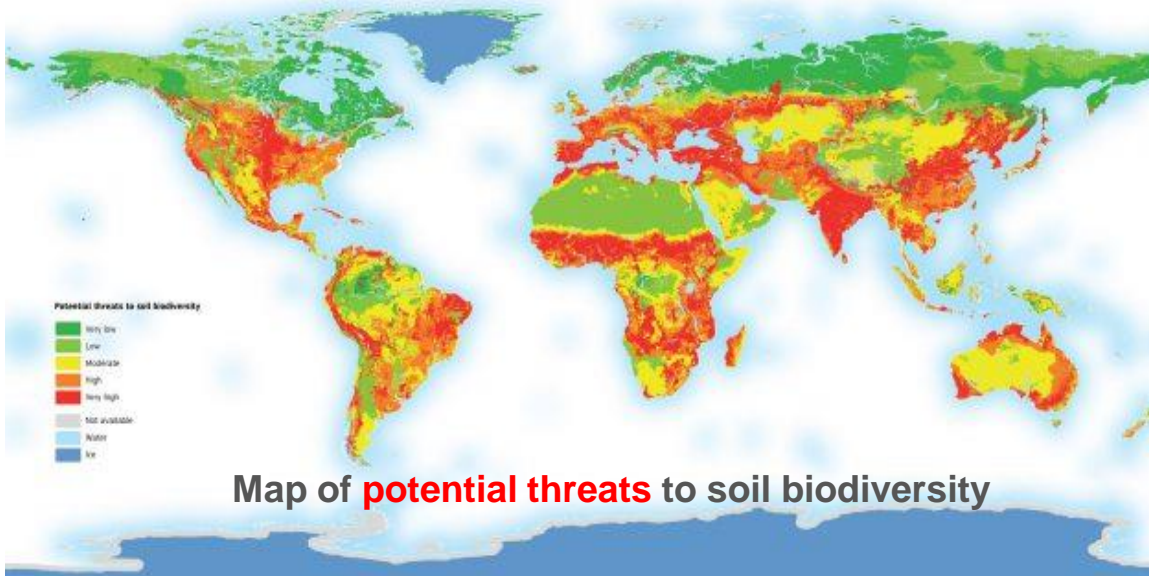
UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA



Dia Mundial
do Solo



Map of soil biodiversity



Map of **potential threats** to soil biodiversity

Published in the Global Soil
Biodiversity Atlas by the
European Commission's
Joint Research Centre, as
part of the Global Soil
Diversity initiative - 2016

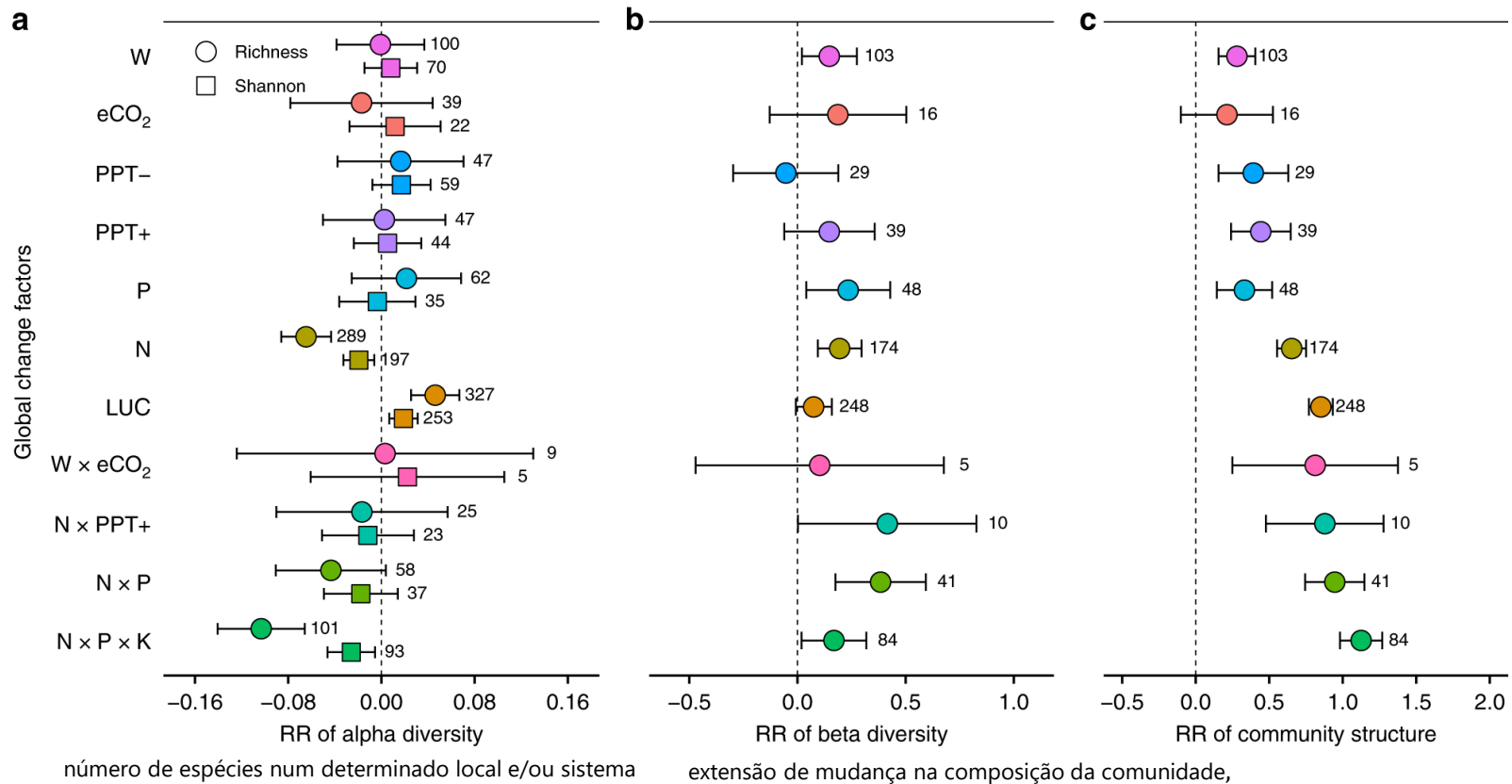
<https://www.spatialsource.com.au/gis-data/global-soil-diversity-map-reveals-threats>



Ameaças à biodiversidade

Meta-análise baseada em 1235 estudos sobre global change factors (GCF) na biodiversidade do solo

GCF – Factores geradores de mudanças à escala macro





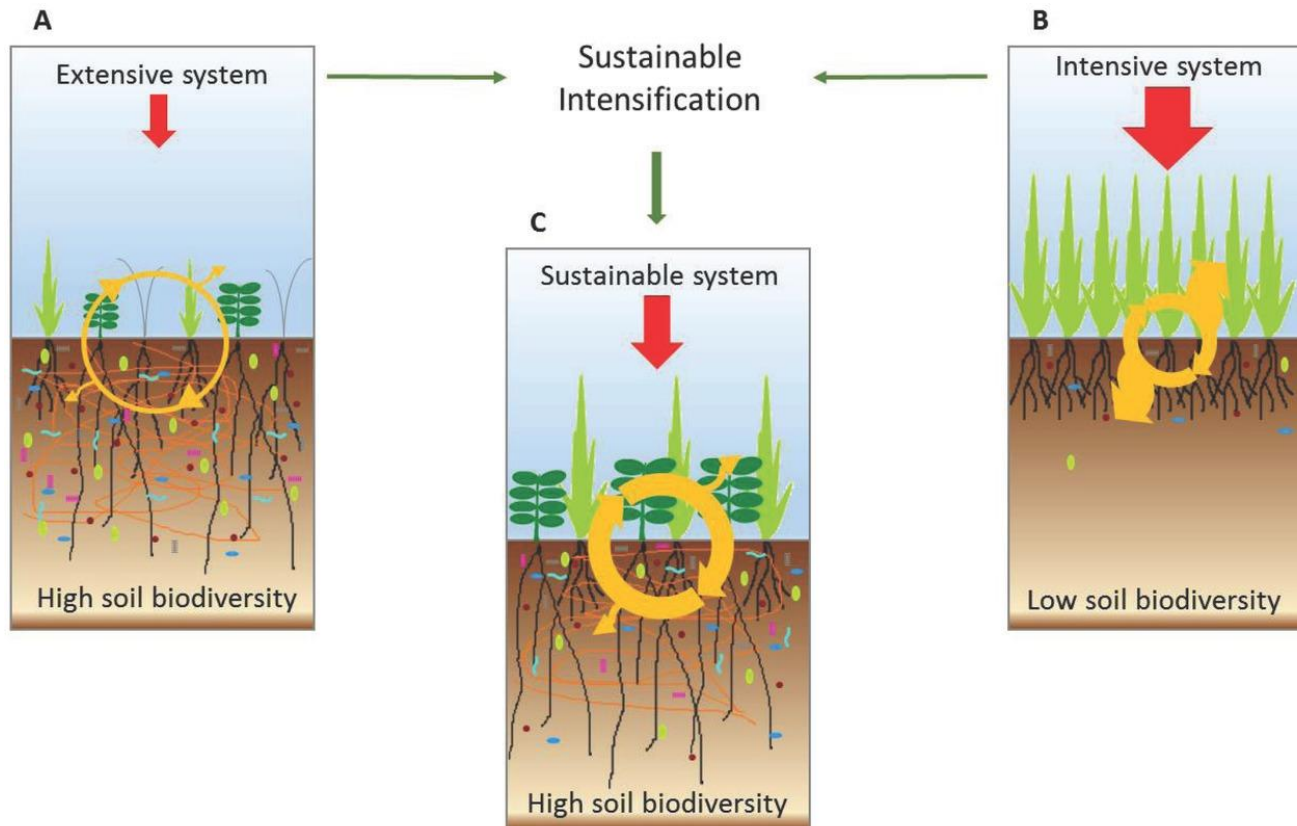
Perigos da perda de biodiversidade

- Diminuição das interações
- Perda de redundância de acção
- Prevalência de indesejáveis
- Perda de funções

Perda de Resiliência do sistema



Necessidade de manter a lógica ecológica na produção agrícola





Estratégia para uso da diversidade funcional dos AMF nativos na bio-protecção de culturas

Serradela



Ornithopus compressus (Myc⁺)



Plantas **Developers** de ERM

Azevém



Lolium rigidum (Myc⁺)



Eliminação do Developer
corte ou herbicida



ERM intacto

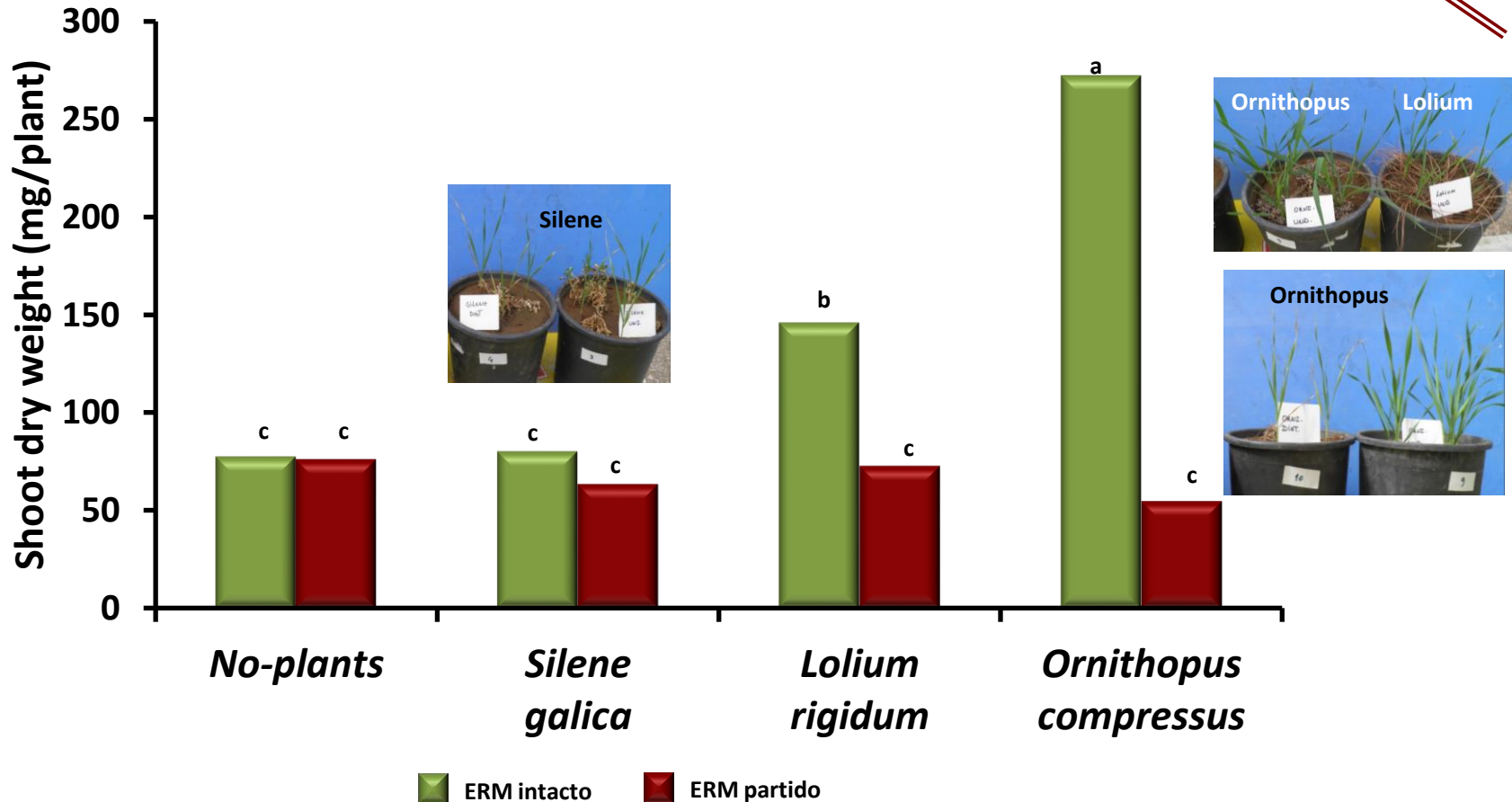


Colonização AM precoce da cultura a instalar



Trigo em solo com toxicidade Mn

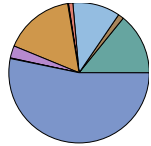
21 DAP



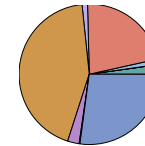


Gestão da diversidade funcional dos AMF

Ornithopus



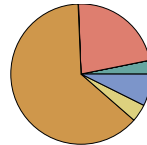
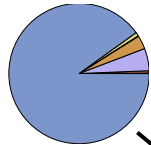
Lolium



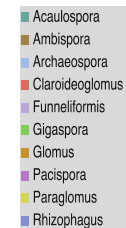
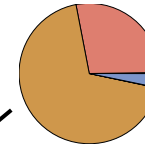
Diversidade

Trigo

ERM intacto



ERM intacto





Esta estratégia foi usada para proteger:

- Trigo e trevo subterrâneo contra toxicidade de Mn
- Tomate contra Fusariose (*F. oxysporum*)
- Milho contra *Cephalosporium maydis*
- Vinha- Stresses Múltiplos
- Milho - Sistema intensivo – High P



Protecção de tomateiro contra fusário em condições de campo

F. oxysporum foi problema grave no ano anterior – 6 ha



- Antecipação de preparação do terreno (logo após colheita do tomate) e sementeira de cover crop (cevada)



- Cevada em Fevereiro

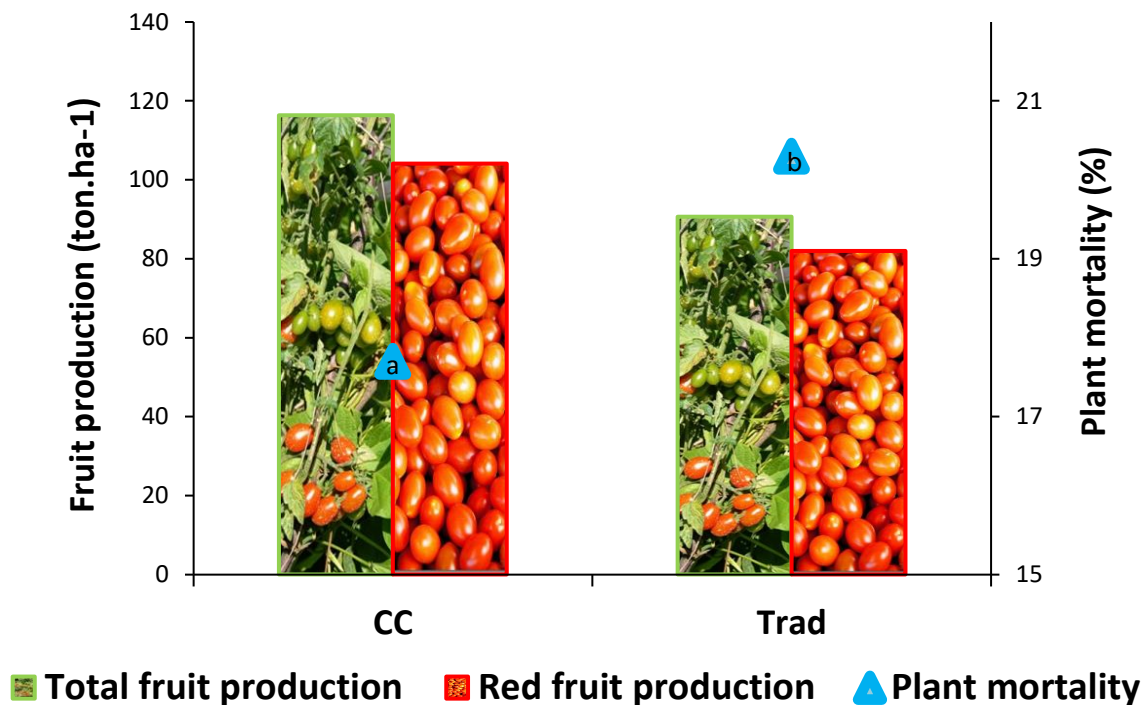


- Cevada eliminada com herbicida sistémico (esquerda)
- Preparação tradicional do solo na Primavera, antes da plantação do tomate (direita)



Protecção de tomateiro contra fusário em condições de campo

Cover crop de Inverno e ERM intacto



Benefício mesmo com aplicação liberal de nutrientes!



UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA



Dia Mundial
do Solo

Projecto a decorrer actualmente

ALT20-03-0246-FEDER-000056

BIOPROTOMATE

Bio-protecção de Tomateiro contra a fusariose Impacto das práticas agronómicas





UNIVERSIDADE DE ÉVORA
ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA



Dia Mundial
do Solo

Como controlar a perda de biodiversidade

- **Sensibilização dos agricultores e população em geral**
- **Investimento na investigação aplicada e inovação**
- **Fazer uma gestão sustentável dos recursos (global!)**



Consider **“Soils as being
the central organizing centers
for terrestrial ecosystems”**

Coleman, Hendrix and Odum, 1998

