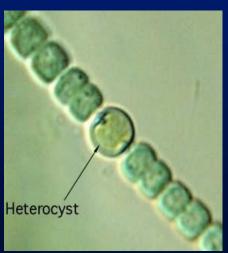


O ecossistema solo

Prof. Fatima M. S.Moreira Departamento de Ciência do Solo



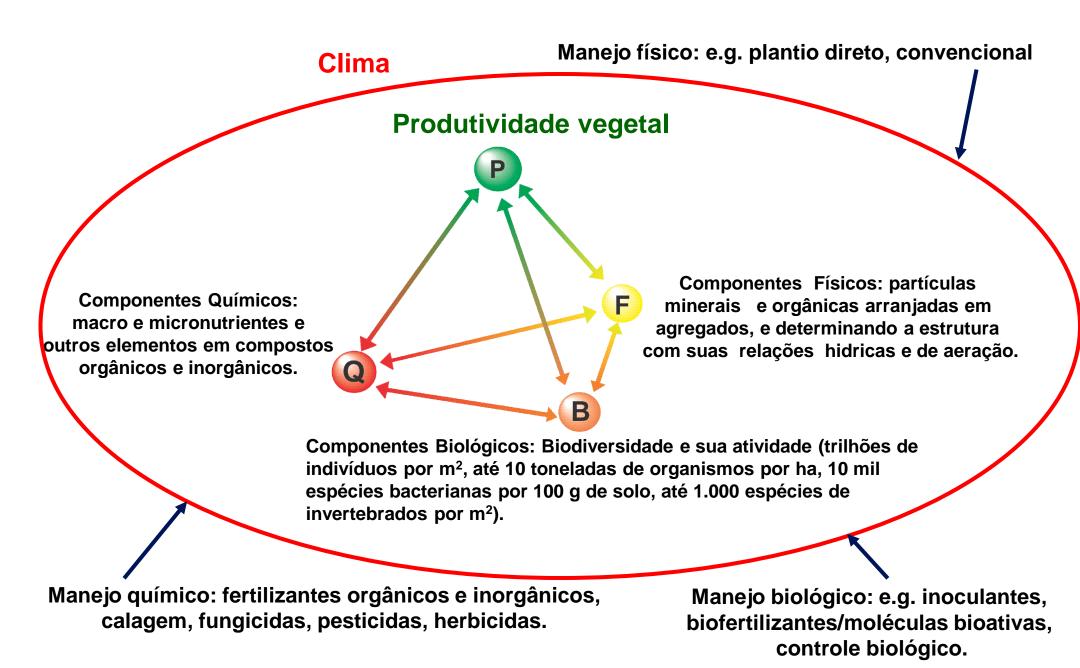




Ecossistema (grego *oykos*, casa + $\sigma \dot{v} \sigma \tau \eta \mu \alpha$) designa o conjunto formado por todos os fatores <u>bióticos</u> e <u>abióticos</u> que atuam simultaneamente sobre determinada região. Considerando como fatores bióticos as diversas populações de <u>animais</u>, <u>plantas</u> e <u>bactérias</u> e os abióticos os fatores externos como a <u>água</u>, o sol, o <u>solo</u>, o <u>gelo</u>, o <u>vento</u>. São chamados <u>agroecossistemas</u> quando além destes fatores, atua ao menos uma população agrícola. A alteração de um único elemento costuma causar modificações em todo o sistema, podendo ocorrer a perda do equilíbrio existente. Todos os ecossistemas do mundo formam a <u>Biosfera</u>.

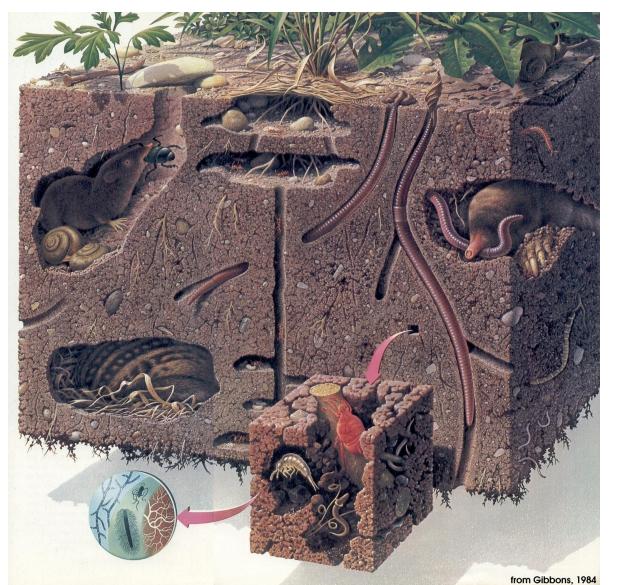
Segundo a definição mais abrangente de Odum (1977):

Ecossistema é qualquer unidade que inclua a totalidade dos organismos (comunidades) de uma área determinada, que atuam em reciprocidade com o meio físico de modo que uma corrente de energia conduza a uma estrutura trófica, a uma diversidade biótica e a ciclos biogeoquímicos.



Os Organismos do Solo

A enorme biodiversidade escondidade debaixo de nossos pés

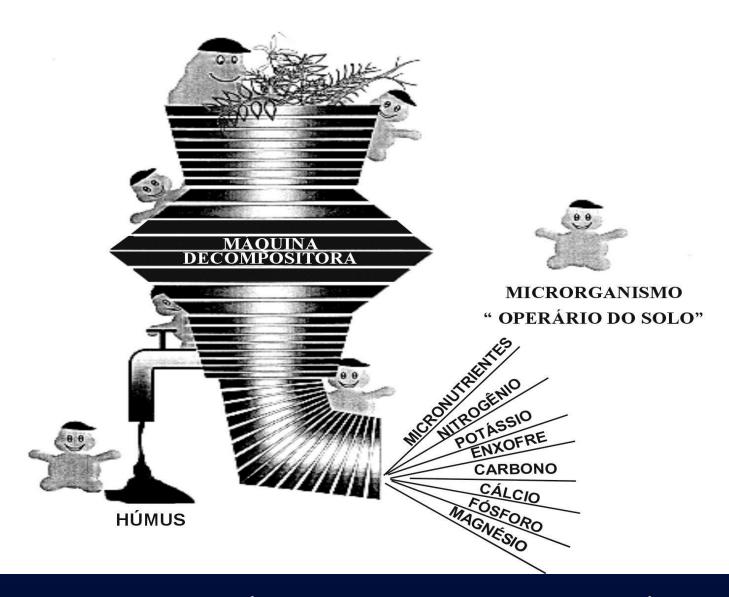


Tamanho*, densidade e biomassa dos principais grupos de organismos do solo por m2 (modificado de Metting-Jr, 1992 e Decaens et al., 1994).

Стро	Biomassa	Densidade	
Grupo	g	número**	
Microrganismos			
Bactérias***	50	10^{14}	
Fungos	100	10^{11}	
Algas	1	10^{10}	
Microfauna (<0,2 mm)			
Protozoários	9	10^{10}	
Rotíferos	0,01	10^{5}	
Nematóides	10	10^7	
Mesofauna $(0,2-2 \text{ mm})$			
Ácaros	1	10^{5}	
Colêmbolas	0,6	10^4	
Enquitríqueos	2	10^4	
Macrofauna (> 2 mm)			
Minhocas	50	10^2	
Cupins	4,0	10^3	
Formigas	0,5	10^{3}	
Coleópteros	2,5	10^2	
Arachnida	0,5	10	
*Baseado na largura do corpo			
Ordem de grandeza *Inclui actnomicetos e cianobactéria	s 2,5		

Funções dos Microrganismos

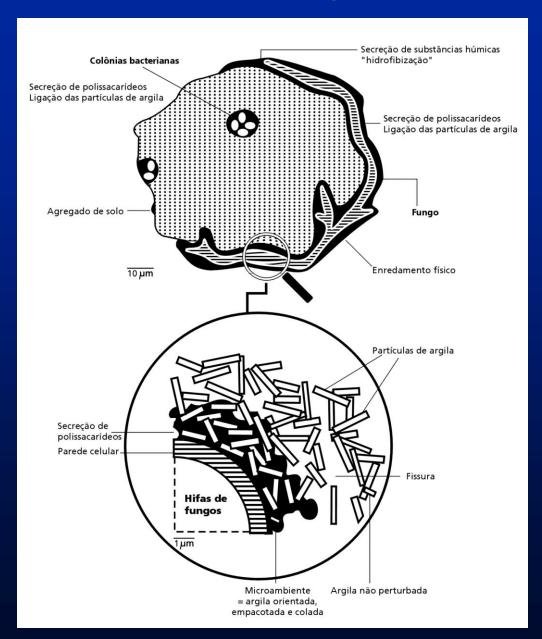
- -(Constanza et al. Nature, 1997: Valor dos serviços dos ecossistemas terrestres e capital natural: U\$34 trilhões, Ciclagem de nutrientes global anual U\$17 trilhões (Inclui a FBN)
- -- Decomposição da matéria orgânica e produção de húmus
- -Controle biológico de patógenos
- -Alteração das caracteristicas físicas do solo (e.g. agregação)
- -Produção de metabólitos diversos: antibióticos, ácidos orgâ-
- -nicos, hormônios, alelopáticos
- -Decomposição de xenobióticos
- -Nutrição vegetal. Fixação biológica de N2 soja-Brasil: U\$ bilhões anuais



Decomposição da MO -

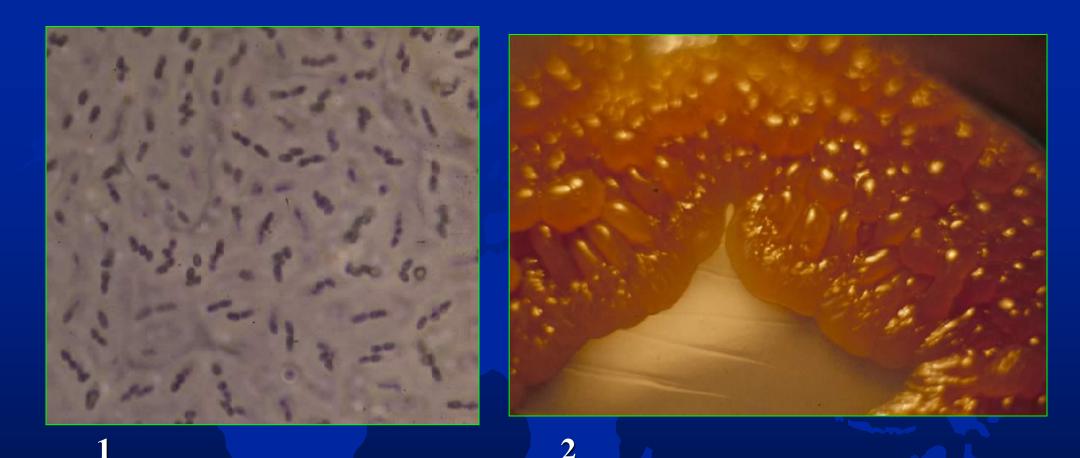
Visão esquemática do solo como uma máquina decompositora.

Microrganismos e agregação do solo.



Fungos filamentosos

Polissacarídeos e hifas de fungos como agentes agregantes de partículas do solo (Robert & Chenu, 1992)



Derxia gumosa - isolada de raízes de Oryza perenne em solo de várzea da região Amazônica. 1- Células em microscópio com contraste de fase,

notar goma em volta das células. 2 - Aspecto da colônia em placas.

Diversidade

Diversidade biológica" significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas.

(Artigo 2 da Convenção sobre Diversidade Biológica)

Diversidade

- ·Diversidade Biológica: variabilidade entre organismos vivos
- ·Organismos do solo Diversidade funcional elevada
 - Gênero Bacillus Fixadores de N₂ (B. polymyxa)
 - Controle biológico (B. thurigiensis)
 - Patógenos animais (B. anthracis e B. cereus)

Alta diversidade metabólica -versáteis - diversos nichos

Tabela 2.2. Tipos de metabolismo dos organismos do solo.

Fonte de elétrons	Fonte de Carbono	Fonte de energia				
		Luz	Química			
Inorgânica	CO ₂	Fotolitotróficos	Quimiolitotróficos			
		e.g. bactérias púrpuras	e.g. bactérias			
		metabolizantes do S	nitrificadoras			
Orgânica	Substâncias	Fotoorganotróficos Quimiorganotróficos				
	Orgânicas	e.g. bactérias púrpuras,	e.g. decompositores (a			
		exceto metabolizantes do	maioria das bactérias,			
		S	fungos), animais			
Água	CO ₂	Fotoaquatróficos				
		e.g. plantas superiores,				
		algas verdes,				
		cianobactérias				

Quanto a nutrição, os organismos do solo podem ser:

- ·Biófagos alimentam-se de seres vivos;
- ·Saprófagos matéria orgânica morta;
- ·Onívoros saprófagos e biófagos (alimentam-se de tudo);
- ·Simbiotróficos nutrem-se de produtos oriundos da simbiose (mutualística ou parasítica).

PROCARIOTOS & EUCARIOTOS

Algumas características diferenciais entre procariotos e eucaritotos.

Características	Procarioto	Eucarioto
 Material genético separado do citoplasma por membrana 	não	Sim
 Largura da célula ou diâmetro 	$0.2 - 2.0 \ \mu m$	>2,0 µm
 Mitocôndrias 	ausente	presente
 Cloroplastos (em espécies fotossintéticas) 	ausente	presente
 Retículo endoplasmático e complexo de Golgi 	ausente	presente
 Divisão da células ocorre por mitose 	não	sim
 Cromossomos 	circular e geralmente 1	linear $e > 1$
• Ribossomos	dispersos no citoplasma, tipo 70S	ligados ao retículo endoplasmático, tipo 80S
 Habilidade de fixar nitrogênio atmosférico 	algumas espécies	ausente

Reinos (Margulis e Schwartz, 2001)

Plantae
Animalia
Fungi
Protoctista
Eubacteria e Archaebacteria

Representantes do todos os reinos ocorrem no solo !!!

Outras classificações: Protoctistas- Chromista, Protozoa

Woese: 3 Dominios: Archaea, Bacteria e Eucarya

Número de espécies descritas nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos do solo, considerando, de modo geral, as categorias com maior número de espécies e todas que ocorrem

Domínio Eucarya	
Reino Plantae (12 Filos)	255.000
Filo Bryophyta (musgos)	10.000
Filo Hepatophyta (hepáticas)	6.000
Filo Filicinophyta (fetos, pteridófitas)	12,000
Gimnospermas	
Filo Cycadophyta (cicadáceas)	185
ilo Ginkgophyta (ginco biloba)	1
ilo Coniferophyta (coníferas)	550
ilo Gnetophyta (gnetófitas)	70
Filo Anthophyta (angiospermas)	235.000
Monocotiledoneas	65.000
Dicotiledôneas	130.000

Número de espécies descritas nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos do solo, considerando, de modo geral, as categorias com maior número de espécies e todas que ocorrem

Reino Animalia (37 Filos)	>10 milhões		
Filo Tardigrada** (tardigrados)	750	Ordem Isopoda (tatuzinhos de jardim)	>11.000
Filo Mollusca**	99.000	***************************************	
Classe Gastropoda**(lesmas, caramujos e caracóis) (maior			
classe dos Moluscos)		Sub-Filo Hexapoda (Insecta)	>900.000
Filo Annelida** (minhocas,	>18.000	Ordem Archaeognatha	
enquitreídeos,		Ordem Thysanura (traças)	700
sanguessugas)		Ordem Blattoptera (baratas)	4.000
Classe Polychaeta	9.000	Ordem Dermaptera (lacrainhas,	1.800
Classe Oligochaeta (minhocas, enquitreídeos)	8.800	tesourinhas)	1.000
Classe Hirudínea (sanguessugas)	500	Ordem Hemiptera (percevejos, cigarras, cigarrinhas,	>80.000
Filo Crustácea** (>6Classes)	45.000	colchonilha, pulgões, piolho	
		verde, afídeos)	
Classe Malacostraca**. (inclui	25.000		
Ordem Decapoda- camarão,			
lagosta, caranguejo, Krill)			

Número de espécies descritas nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos do solo, considerando, de modo geral, as categorias com maior número de espécies e todas que ocorrem

Reino Animalia continuação

Sub-ordem Homóptera	55.000	Ordem Homoptera (cigarras,	32.800
Sub-ordem Heteroptera	25.000	pulgões, afídeos, cochonilha)	
Ordem Isoptera (cupins)	2.800	Ordem Collembola(colêmbolos)	7.500
Ordem Orthoptera (gafanhotos,	23.000	Ordem Diplura (japigídeos)	659
grilos, cigarras)		Ordem Protura	500
Ordem Thysanoptera (tripes)	6.000	Sub-Filo Myriapoda	15.162
Ordem Coleoptera (besouros)	>350.000	Classe Diplopoda (milipodas,	10.000
Ordem Diptera (moscas,	>125.000	piolhos de cobra)	
mosquitos)		Classe Chilopoda (centopéias)	2.500
Ordem Hymenoptera (formigas,	115.000	Classe Symphylla	200
vespas, marimbondos, abelhas		Classe Pauropoda	700
mamangavas)		Sub-Filo Chelicerata** (3 Classes)	>100.000
Família Formicidae (formigas)	11.826	Classe Arachnida (11 Ordens)	93.455
Ordem Lepidoptera (borboletas,	180.000	Ordem Palpigradi	80
mariposas, traças)		(microescorpiões)	
Ordem Trichoptera**	12.000	Ordem Acari (carrapatos, ácaros)	45.000

Número de espécies descritas nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos do solo, considerando, de modo geral, as categorias com maior número de espécies e todas que ocorrem

Reino Animalia continuação

Ordem Pseudoscorpionida (Pseudo-scorpiões)	3.235
Ordem Araneae (aranhas)	40.000
Ordem Scorpionida (escorpiões)	2.000
Filo Gastrotricha**	400
(gastrotriqueos)	
Filo Acanthocephalla** (vermes)	1.000
Filo Rotifera** (rotíferos)	2.000
Filo Nemertina** (vermes)	900
Filo Nematoda (nematóides)	15.000
Filo Plathyheminthes** (vermes, planárias)(Inclui Turbellaria)	25.000

Número de espécies descritas nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos do solo, considerando, de modo geral, as categorias com maior número de espécies e todas que ocorrem

Reino Protoctista (30 Filos)**	Número não determinado			
Filo Rhizopoda (protozoário- amebas e bolores)	Número não determinado			
Filo Dinomastigota** (dinoflagelados)	4,000			
Filo Ciliophora (protozoários ciliados)	10.000			
Filo Discomitochondria (protozoários flagelados e zooflagelados)	800			
Filo Diatomacea** (diatomáceas)	10.000			
Filo Oomycota (oomicetos)	Centenas de espécies			
Filo Rhodophyta (algas vermelhas) 4.100				
Filo Chlorophyta (algas verdes)	16,000			

Número de espécies descritas nas principais categorias taxonômicas de plantas e de organismos do solo, considerando, de modo geral, as categorias com maior número de espécies e todas que ocorrem

Reino Fungi (10 Filos)	>70.000
Filo Microsporidia	1.500
Filo Chytridiomycota	1.000
Filo Zygomycota	1.100
Filo Glomeromycota	204
Filo Basidiomycota	>22.250
Filo Ascomycota	>30,000
Dominio Archaea *** (4 Filos)	>344****
Dominio Bacteria ***(52	>8.398****
Filos)****	

^{*}Categorias taxonômicas do mais alto até o mais baixo nível: *Domínio* Reino Filo Classe, Ordem, Família, Gênero, espécie

Estima-se que hajam 1,5 milhões de espécies no reino Fungi.

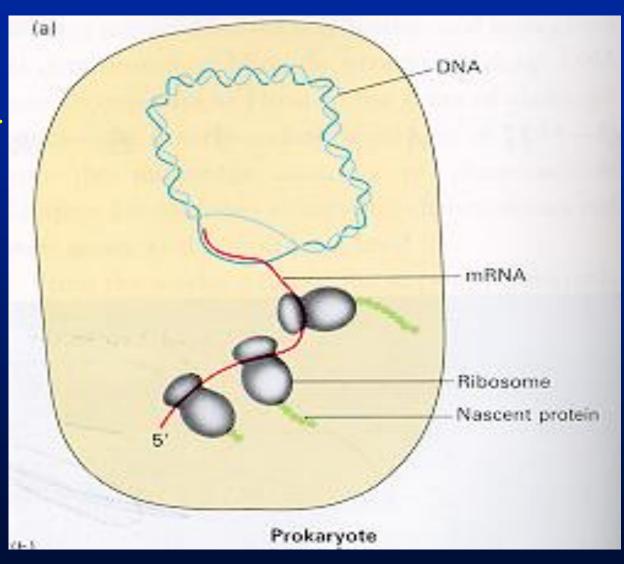
Classificação dos Procariotos (*Domínios Archaea e Bacteria*) de acordo com Woese et al. (1990). Reinos do *Domínio Eucarya* classificados de acordo com Margulis and Schwartz, 1998

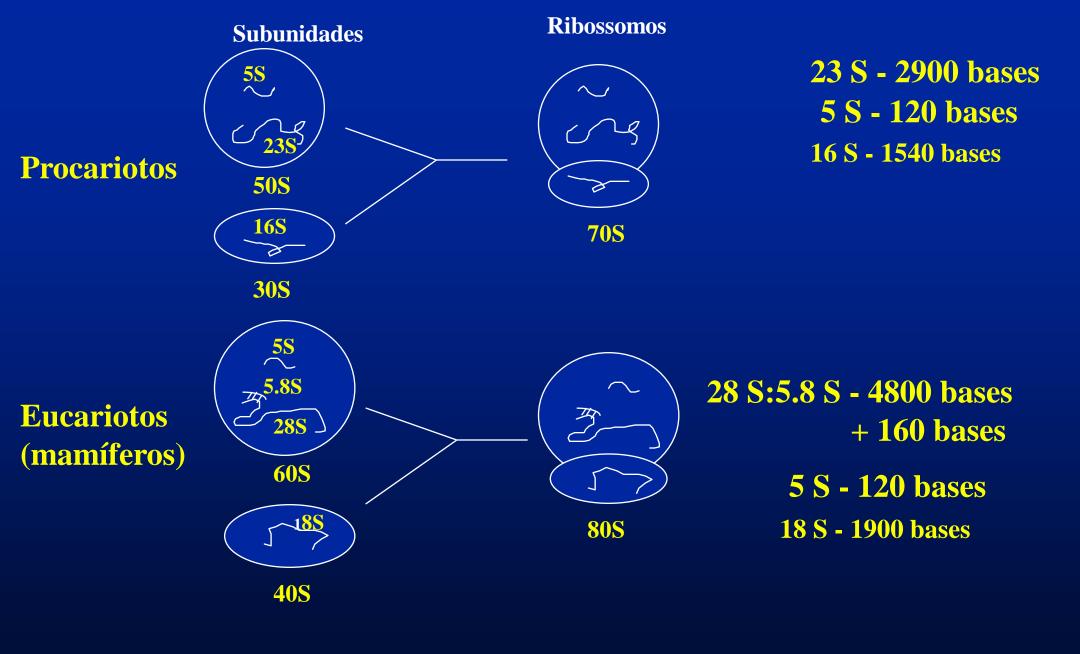
^{**}Inclui organismos aquáticos e terrestres.

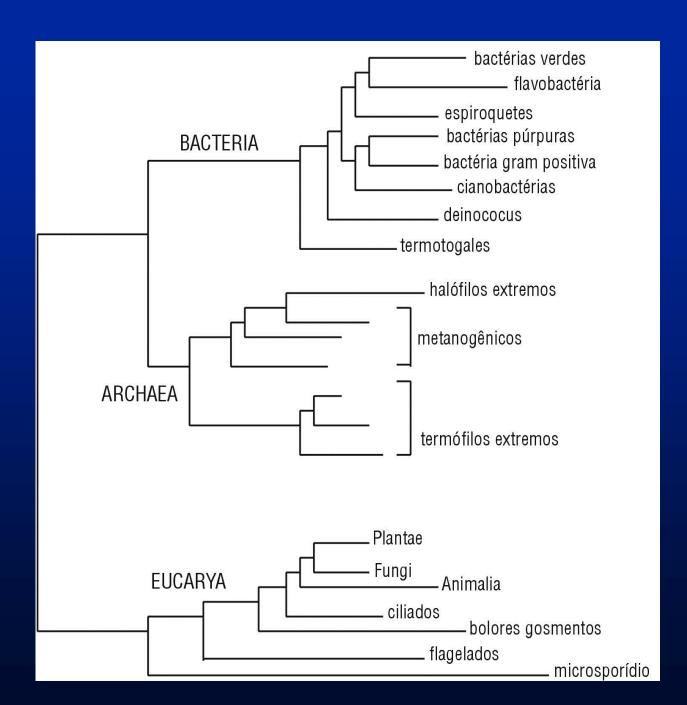
Classificação baseada em características filogenéticas, já usada em procariotos e mais recentemente em fungos, está se expandindo para grupos de organismos macroscópicos comumente classificados com base em caracteres morfológicos

Kimura (1983) - "Relógios evolucionários" - Estabele-cimento de relações filogenéticas entre microorganismos

Carl Woese - Catalogação e seqüenciamento de ácidos ribonucleicos (RNA) (relógio evolucionário). Revolução na taxonomia de Procariotos.





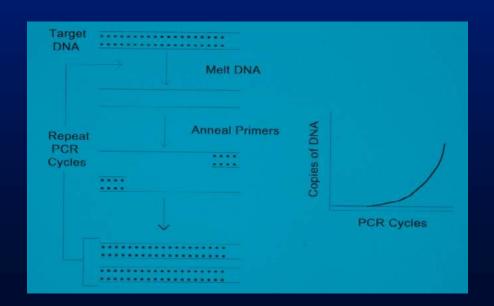


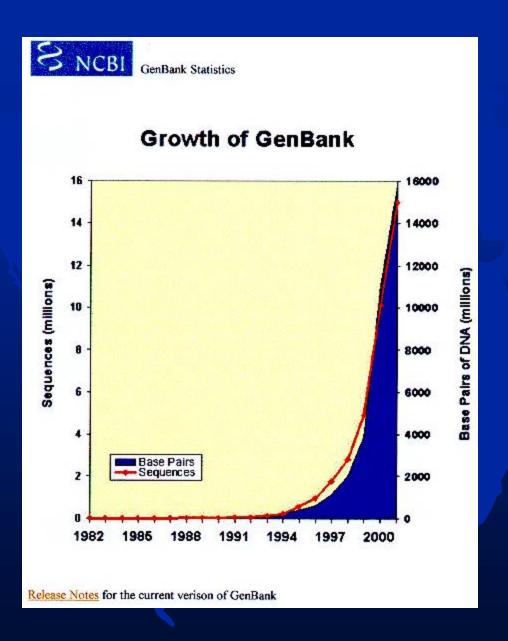
Árvore filogenética universal baseada em sequências de rRNA, respectivamente: 165 em procariotos e 185 em eucariotos.

(Woese, 1991)

Sistemática de microrganismos: grandes transformações após duas descobertas: Reação em cadeia da polimerase e cronômetros moleculares

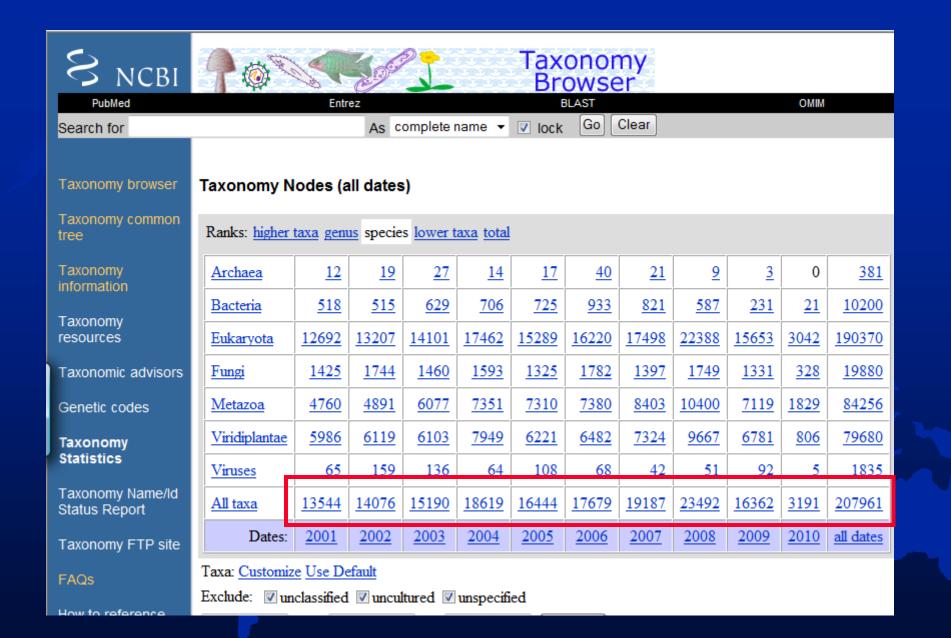
Mullins & colaboradores(1985) - Reação em cadeia da polimerase: Amplificação do DNA "in vitro"/ revolução na genética molecular (Prêmio Nobel 1992).





Year	Base Pairs	Sequences	
1982	680338	606	
1983	2274029	2427	
1984	3368765	4175	
1985	5204420	5700	
1986	9615371	9978	
1987	15514776	14584	
1988	23800000	20579	
1989	34762585	28791	
1990	0 49179285 39533		
1991	71947426	55627	
1992	101008486	78608	
1993	157152442	143492	
1994	217102462	215273	
1995	384939485	555694	
1996 651972984		1021211	
1997 1160300687		1765847	
1998	2008761784	2837897	
1999	3841163011	4864570	
2000	11101066288	10106023	
2001	15849921438	14976310	

Revised March 12, 2002





As complete name ▼ Iock

Clear

Taxonomy Nodes (all dates)

Ranks:	higher taxa	genus	species	lower taxa	total
Archaea	<u>60</u>	<u>101</u>	<u>381</u>	<u>130</u>	<u>672</u>
Bacteria	<u>621</u>	1802	10200	<u>7078</u>	<u>19701</u>
Eukaryota	<u>14940</u>	<u>49156</u>	190370	<u>15308</u>	269774
Fungi	989	<u>3542</u>	19880	<u>1312</u>	25723
Metazoa	<u>11054</u>	30477	84256	<u>7628</u>	133415
Viridiplantae	<u>1832</u>	13080	79680	<u>6047</u>	100639
Viruses	175	336	1835	45691	48037
All taxa	<u>15812</u>	<u>51403</u>	207961	<u>68240</u>	<u>343416</u>

Dates: 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 all dates

Taxa: Customize Use Default

Exclude: unclassified uncultured unspecified

▼ From: Interval

To:

Update









As complete name ▼

Go

▼ lock

Clear

Taxonomy Nodes (all dates)

Ranks:	higher taxa	genus		species	lower taxa	total
Archaea	210	113		4397	<u>144</u>	4864
Bacteria	<u>2799</u>	<u>1971</u>		144028	7222	156020
Eukaryota	<u>16937</u>	<u>49565</u>		267528	<u>16015</u>	350042
Fungi	<u>1425</u>	<u>3557</u>		<u>49750</u>	<u>1317</u>	<u>56046</u>
<u>Metazoa</u>	12079	30745	Ī	113729	<u>7649</u>	164202
Viridiplantae	<u>1975</u>	<u>13110</u>	Ī	<u>86645</u>	<u>6049</u>	107779
Viruses	<u>504</u>	<u>342</u>		<u>6475</u>	<u>47004</u>	<u>54325</u>
All taxa	20478	51999		427902	70420	<u>570796</u>

Dates: 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 all dates

Taxa: Customize Use Default

Exclude: unclassified uncultured unspecified



As complete name ▼ ▼ lock Go Clear

Taxonomy Nodes (all dates)

Ranks:	higher taxa	genus	species	lower taxa	<u>total</u>
Archaea	<u>60</u>	<u>101</u>	<u>381</u>	<u>130</u>	<u>672</u>
Bacteria	<u>621</u>	1802	10200	<u>7078</u>	<u>19701</u>
Eukaryota	<u>14940</u>	<u>49156</u>	190370	<u>15308</u>	269774
Fungi	989	<u>3542</u>	<u>19880</u>	<u>1312</u>	25723
Metazoa	<u>11054</u>	30477	84256	<u>7628</u>	133415
Viridiplantae	<u>1832</u>	13080	<u>79680</u>	<u>6047</u>	100639
Viruses	<u>175</u>	336	<u>1835</u>	<u>45691</u>	48037
All taxa	<u>15812</u>	<u>51403</u>	207961	68240	343416

Dates: 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 all dates

Taxa: Customize Use Default

🥞 Entrada - Thunderbi...

Exclude: Unclassified Uncultured Unspecified

Interval ▼ From: To: Update



As complete name ▼ V lock Go Clear

Taxonomy Nodes (all dates)

Ranks:	higher taxa	genus	species	lower taxa	<u>total</u>
Archaea	<u>96</u>	112	<u>2137</u>	<u>142</u>	2487
Bacteria	<u>1100</u>	<u>1971</u>	126900	<u>7173</u>	137144
Eukaryota	<u>16202</u>	<u>49561</u>	<u>265175</u>	<u>16008</u>	346943
Fungi	<u>1175</u>	<u>3557</u>	48694	<u>1315</u>	54738
Metazoa	11892	30745	113517	<u>7649</u>	163803
Viridiplantae	<u>1900</u>	13110	86491	6049	107550
Viruses	<u>492</u>	342	6302	<u>47004</u>	54140
All taxa	<u>17915</u>	<u>51994</u>	405749	70362	546017

Dates: 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 all dates

Taxa: Customize Use Default

Exclude: unclassified uncultured unspecified

Ecologia do Solo

"Mais de 4 000 espécies bacterianas diferentes em 100 g de solo" Torsvik et al. 1994 (Técnicas de reassociação de DNA extraído solo).

Menos de 1% das espécies microbianas conhecidas (não cultiváveis -não crescem em meio de cultura, e.g. fungos micorrízicos

arbusculares)



Solo

Heterogêneo, dinâmico e complexo - Grande parte dos recursos genéticos desconhecida

Função destes microorganismos???

REDUNDÂNCIA FUNCIONAL:

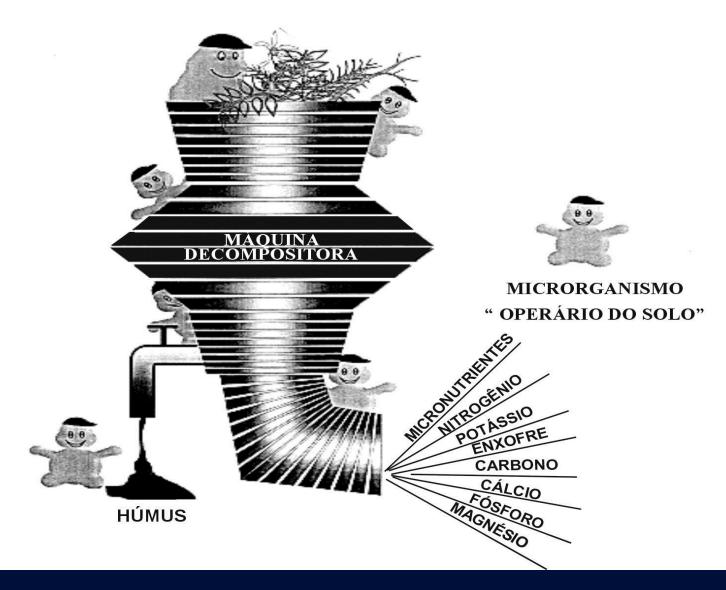
Várias espécies de microrganismos realizam o mesmo processo, i.e., têm a mesma função.

- Garante RESILIÊNCIA (recuperação) dos processos no solo- Cada espécie microbiana realiza várias funções.

E. g.

Azospirillum brasilense, Bradyrhizobium japonicum - fixadores de N2 e desnitrificadores.

Outros fixadores de N2 participam dos Ciclos do C, P, S, etc.



Decomposição da MO alta redundância funcional

Visão esquemática do solo como uma máquina decompositora.

O Solo como Habitat

3 fases:

- ·Líquida
- ·Gasosa
- ·Sólida

Mo - ocupam 0,5% do espaço poroso.

Tabela 3.1. Dimensões aproximadas de componentes representativos do solo (modificado de Metting Jr., 1992).

Componente	Diâmetro	Comprimento	Volume	Observações
Macroagregados	$> 250 \mu m$	μm a mm	10-100 mm ³	Por definição
Macroporos	>50 μm	μm a mm	Altamente	Por definição
			variável	
Grãos de areia	1 – 2mm		$0,5 \text{ mm}^3$	Por definição
Microagregados	< 250 μm		10 ⁶ -10 ⁹ μm ³	Por definição
Clamidósporo de <i>Glomus</i>	200 μm		$4x10^{6} \mu m^{3}$	Fungo MA
Esporos de fungos	40-600 μm			
micorrízicos				
Pêlo radicular de trigo	10 μm	100 μm	3x10 ⁵ μm ³	
Pelet fecal de invertebrado	100 μm		$0.5x10^6 \ \mu m^3$	Altamente
				variável
Ditylenchus	50 μm	1-2 mm	350x10 ⁶ μm ³	Nematóide
Protozoários	5-100 μm		10³-10 ⁶ μm³	
Tricoma de <i>Nostoc</i>	3-5 μm	10-100 μm		Cianobactéria
				filamentosa
Hifa de <i>Pisolithus</i>	2,5 μm	10-50 μm		Fungo
			2.00	ectomicorrízico
Vazios do solo	0,01 a vários μm	μm a mm	Altamente	Por definição
5 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1			variável	
Partículas de silte	0,05 a 0,002mm		60-65x10 ³ μm ³	Por definição
Célula de <i>Saccharomyces</i>	5-10 μm		200 μm³	Levedura
Hifa de <i>Actinomyces</i>	0,2-2,0 μm	1-20 μm		Actinomiceto/
B .//	000 40		. 2	Actinobacteria
Bactérias unicelulares	300nm-10 μm		$1 \mu m^3$	Altamente
D - 1/ - 1 1 1	0.000		3	variável
Partículas de argila	<0,002 mm		$1 \mu m^3$	Por definição
Bacteriófago	65 x 95nm			All
Partículas húmicas	0,01-1 μm			Altamente
Missatibullas da salulara		4.5		variável
Microfibrilas de celulose	10.000	1-5 μm		
Vírus	10-200 μm			
Camada dupla difusa	até 100 nm			
Enzimas do solo	100-1000 Aº			

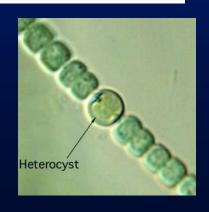
Distribuição de microrganismos em vários horizontes do perfil (Starc, 1942 apud Alexander, 1977)

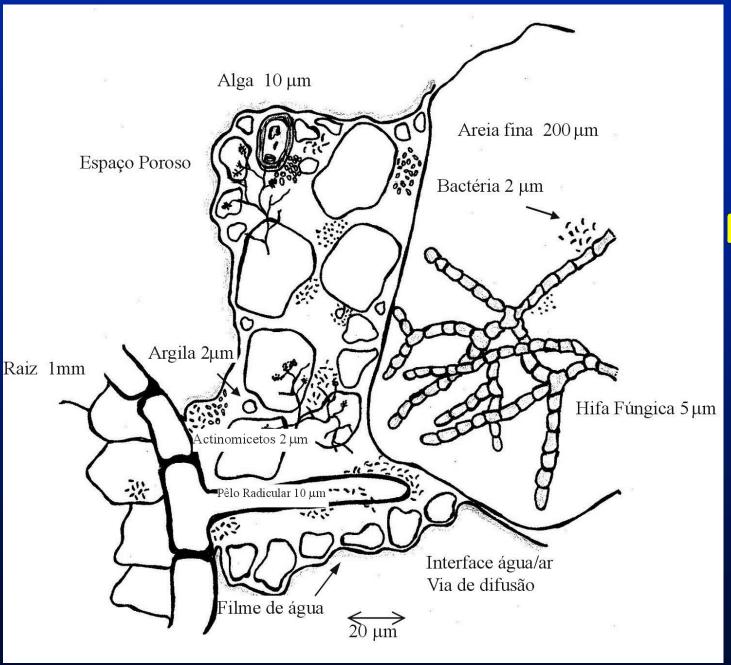
Profundidade — (cm)		Organismos/g de solo x10 ³				
	Bactérias aeróbicas	Bactérias anaeróbicas	Actinomicetos	Fungos	Algas*	
3 - 8	7800	1950	2080	119	25	
20 - 25	1800	379	245	50	5	
35 - 45	472	98	49	14	0,5	
65 - 75	10	01	05	06	0,1	
135 - 145	01	0,4	-	03	-	
*Inclui cianobactéri	as					











Componentes bióticos e abióticos dos agregados e filmes de água no solo.

Interações entre organismos do solo

- ·Positiva
- ·Negativa
- ·Neutra

Tabela 3.20. Interações entre espécies que influenciam a atividade, ecologia e dinâmica de populações de microrganismos no solo (extraído de Stotzky, 1972 baseado em Odum, 1959).

	Efeitos sobre as populações A e B ⁽¹⁾				
Interação	Quando não interagem		Quando	interagem	
	Α	В	Α	В	
Neutralismo	0	0	0	0	
Positivas					
Comensalismo	:-	0	+	0	
Protocoperação	0	0	+	+	
Mutualismo	=	<u> </u>	+	+	
Negativas					
Competição	0	0	Called	-	
Amensalismo	0	0	. 	0	
Parasitismo ⁽²⁾	0	300	300	+	
Predação (2)	0	100	100	+	

^{(1) 0 =} nenhum efeito; + = efeito positivo; - = efeito negativo

⁽²⁾ Espécie A é o hospedeiro e espécie B é o parasita ou predador

Simbiose

Definição:

Associação permanente ou prolongada entre organismos dissimilares que é caracterizada por contato físico, troca de metabólitos e de nutrientes, integração morfológica e fisiológica e regulação funcional entre os parceiros (De Bary, 1887).

- ·Organismos em simbiose podem ser patógenos, parasitas ou mutualistas.
- ·Simbiose pode começar com parasitismo e evoluir para mutualismo e vice-versa.

Efeitos antropogênicos

Atividade humana



Fatores físicos e químicos do solo



A comunidade biológica do solo

Tabela 3.24. Biomassa microbiana C e densidade de organismos do solo em cinco sistemas de uso da terra na Amazônia (Moreira et al., 1999).

	Sistemas de uso da terra ⁶				
Parâmetro biológico	Floresta perturbada	Sistema agroflorestal ⁷	Capoeira	Pastagem	Cultura anual ⁸
Biomassa microbianaC¹ µgC/g solo	646 a⁵	213d	530b	385c	464c
Nematóides nº de indivíduos² X 10 ⁶ /m³ de solo	1,7145ab	1,2985b	1,59 66 ab	2,4012a	1,225b
Biomassa de minhocas³ g/m² solo	6,4b	5,1b	0,8b	52,9a	3,7b
Densidade de termitas ³ Indivíduos/m²solo Densidade de	370ab	726a	816b	30a	1286b
formigas³ Indivíduos/m²solo	254ab	653a	562ª	202b	198b
Esporos de fungos endomicorrízicos² Nº/100 g solo Rizóbio⁴	138bc	6 3d	125cd	213a	191ab
Log nº de células/g solo	2,70ab	1,79b	3,25ab	3,51a	2,72ab

¹ Método da fumigação-extração; ² Método da extração (flotação e peneiramento), ³ Método da captura, ⁴ Método das diluições sucessivas e inoculação em siratro, ⁵ Médias com letras diferentes na mesma linha diferem a 5% pelo teste de Tukey, com exceção de rizóbio 5% Duncan, ⁶ Médias de 3 locais, ⁷Cafeeiro e seringueira, cafeeiro e *Schizolobium amazonicum*, cacaueiro e pupunheira e castanheira, ⁸arroz, feijão e mandioca.

Tabela 3.22. Microartrópodes, biomassa microbiana C e N e respiração basal em plantio direto e convencional (extraído de Crossley et al., 1992 e Balota et al., 1998).

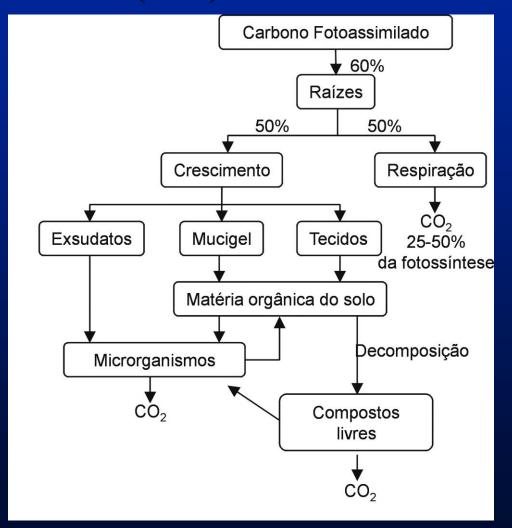
Parâmetro biológico	Plantio convencional	Plantio direto	Aumento relativo(%)
Microartrópodes	28,9	83,1	+188
$(n^{\circ}/m^{2} \times 10^{3})^{1}$			
Biomassa C ²	149,33	319,06	+114
μg/g solo seco			
Biomassa N ³	29,71	56,60	+91
μg/g solo seco			
Respiração basal	2,76	4,79	+74
μg/g/dia de C-CO ²			

¹ Collembola, Oribatídeos, Mesostigmata, Prostigmata, Astigmata e outros

² Fumigação incubação; ³ Método de Brookes et al. (1985)

RIZOSFERA

Hiltner (1904) – zona de influência das raízes- 1 a 3 mm da superfície



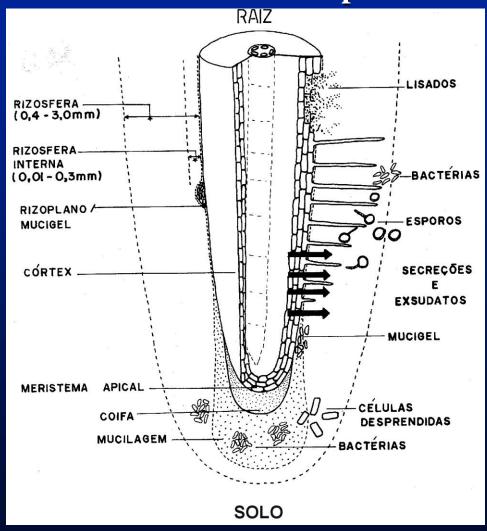


Tabela 8.2. Compostos excretados por plantas crescidas sob condições axênicas (modificado de Alexander, 1977 e Curl & Truelove, 1986).

Aminoácidos: Todos os aminoácidos que ocorrem naturalmente.

Ácidos orgânicos: Acético, butírico, fumárico, glicólico, láctico, málico, oxálico,

tartárico, valérico, propiônico, cítrico, succínico.

Carboidratos: Arabinose, desoxiribose, frutose, galactose, glicose, maltose,

manose, oligossacarídeos, rafinose, ramnosa, ribose,

sacarose, xilose.

Derivados de ácidos nucléicos: Adenina, citosina, guanina, uridina.

Fatores de crescimento: p-aminobenzoico, biotina, niacina, colina, inositol, ácido metil

nicotínico, pantotenato, piridoxina, tiamina, calisteginas.

Enzimas: Amilase, invertase, fosfatase, protease, poligalacturonase.

Outros compostos: Auxinas, glutamina, glicosídeos, HCN, p-hidroxibenzoato,

peptídeos, saponinas, esopolitina, flavonóides, aleloquímicos,

substâncias fluorescentes.

Tabela 8.11. Densidade de vários grupos de microrganismos na rizosfera de trigo e lupinos (modificado de Gray & Willians, 1975; Papavizas & Davey, 1961).

Organismos	Nº de propág	Relação R:S			
Organismos —	Rizosfera	Solo	aproximada		
Trigo					
Bactérias	1200	53	23:1		
Actinomicetos	46	7	7:1		
Fungos	1,2	0,1	12:1		
Protozoários	0,0024	0,001	2:1		
Algas	0,005	0,027	0,2:1		
Amonificadores	500	0,04	12500:1		
Anaeróbias produtoras de gás	0,39	0,03	13:1		
Anaeróbias	12	6	2:1		
Desnitrificadores	126	0,1	1260:1		
Aeróbias celulolíticas	0,7	0,1	7:1		
Anaeróbias celulolíticas	0,009	0,003	3:1		
Produtoras de esporos	0,930	0,575	2:1		
Tipo "Radiobacter"	17	0,01	1700:1		
Lupinos					
Bactérias	159000	27300	6:1		
Actinomicetos	46700	9100	5:1		
Fungos	0,3	0,09	3:1		
Aspergillus ustus	0,006	0,001	6:1		

Tabela 8.17. Sinais moleculares de plantas para microrganismos (modificado de Halverson & Stacey, 1986).

Resposta fisiológica		
Indutor de hifa em Uromyces		
Incistamento e hifa em Phytophthora		
Síntese de fitoalexinas		
Indução Vir promoter Agrobacterium		
Conjugação Ti plasmídeo Agrobacterium		
Aderência e virulência em Agrobacterium		
Reconhecimento em rizóbio		
Quimiotaxia e indução de genes Nod em rizóbio		
Aumenta infecção do pêlo radicular em rizóbio		
Enrolamento do pêlo radicular em leguminosas		
Divisão celular e iniciação do nódulo em		
leguminosas		
Estimula crescimento assimbiótico de fungo		
micorrízico e micorrização		