

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ E FEIJÃO - CNPAF

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA - CNPSO

MICROORGANISMOS E PROCESSOS BIOLÓGICOS DO SOLO

PERSPECTIVA AMBIENTAL

José Oswaldo Siqueira
Fátima Maria de S. Moreira
Breno M. Grisi
Mariangela Hungria
Ricardo S. Araujo

EMBRAPA - SPI
Brasília, DF
1994

Capa:

À esquerda, no alto: Soja com inóculo em plantio direto.
(Cortesia do Dr. Eleno Torres, EMBRAPA-CNPSO)

No centro: Basidiocarpo.

À esquerda, abaixo: *Azolla* em sistema natural.

Comitê de Publicações

Pedro A. Arraes Pereira (CNPAF/Presidente)

Carlos Caio Machado (CNPSO/Presidente)

Editoração e Programação Visual

Antônio Carlos Naves (CNPAF/Consultoria)

Daniilo Estevão (CNPSO/Desenhos)

Hélvio B. Zemuner (CNPSO/Fotografias)

Lauro Pereira da Mota (CNPAF/Fotografias)

Lígia M. de O. Chueire (CNPSO/Revisão)

Moisés de Aquino (CNPSO/Revisão)

Reinaldo Paulino da Silva (CNPAF/Desenhos)

Sebastião José de Araújo (CNPAF/Capa-Desenhos)

Sinábio de Sena Ferreira (CNPAF/Digitação)

Normatização Bibliográfica

Ademir Benedito A. de Lima (CNPSO/Coordenação)

Ana Lúcia D. de Faria (CNPAF/Catálogo na Fonte)

Tiragem: 1.000 exemplares.

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Microrganismos e processos biológicos do solo : perspectiva ambiental / José Oswaldo Siqueira... [et al.] ; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária , Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão ; Centro Nacional de Pesquisa de Soja . - Brasília : EMBRAPA - SPI, 1994.

142p. - (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 45).

ISSN 0101-9716.

1. Microrganismo - Meio ambiente. 2. Solo - Microbiologia.
I. Siqueira, José Oswaldo. II. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (Goiânia, GO). III. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). IV. Série.

SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO □ 7
- 2. ORGANISMOS E PROCESSOS BIOLÓGICOS DO SOLO □ 10
 - 2.1. Microbiomassa do solo □ 10
 - 2.2. O solo como hábitat □ 11
 - 2.3. Fatores ambientais e microrganismos □ 13
 - Mineralogia do solo □ 14
 - Umidade e aeração do solo □ 14
 - Temperatura □ 16
 - Acidez do solo e toxicidade do Al □ 17
 - Nutrição microbiana □ 19
 - Sucessão microbiana □ 21
 - Cobertura vegetal e uso da terra □ 23
 - Considerações gerais □ 26
 - 2.4. Atividade biológica e massa microbiana □ 28
 - Matéria orgânica e heterotrofia no solo □ 32
 - Microbiomassa □ 40
- 3. CICLAGEM DOS ELEMENTOS NO SOLO □ 43
 - 3.1. Carbono □ 45

3.2. Nitrogênio	□	47
3.3. Fósforo	□	50
3.4. Enxofre	□	52
3.5. Elementos metálicos	□	53
3.6. Considerações gerais	□	54
4. ASPECTOS BIOLÓGICOS DA DEGRADAÇÃO DO SOLO E POLUIÇÃO AMBIENTAL	□	57
4.1. Contaminação do solo e decomposição de xenobióticos	□	57
Aspectos gerais	□	57
Pesticidas	□	61
Metais pesados	□	66
4.2. Processos biológicos do solo e poluição ambiental	□	73
4.3. Degradação do solo	□	77
5. REABILITAÇÃO DE SOLOS DEGRADADOS	□	81
5.1. Aspectos gerais	□	81
5.2. Fixação biológica de N ₂ atmosférico	□	83
Considerações gerais	□	83
Microrganismos e sistemas fixadores de N ₂	□	85
5.3. Micorrizas	□	95
Aspectos gerais	□	95
Principais tipos e características	□	98
Simbiose e seus efeitos	□	101
Uso dos fungos micorrízicos	□	105
5.4. Agregação do solo	□	110
5.5. Biorremediação	□	112
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	□	116
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	□	117

1. INTRODUÇÃO

A EXPANSÃO populacional, com o conseqüente aumento na demanda de alimentos e matérias-primas, tem causado a exploração extrativista descontrolada dos recursos naturais do planeta com sérios prejuízos ambientais, atualmente bastante conhecidos por todos os segmentos da sociedade. O solo, a água e a biota (vida animal e vegetal de uma região) terrestre são recursos naturais essenciais para as várias formas de vida, e vêm sendo muito afetados pela exploração agrícola, atividade industrial e urbanização. A conscientização mundial da necessidade de conservação ambiental e preservação da biodiversidade tem forçado os cientistas, empresários e cidadãos a buscar sistemas de desenvolvimento sustentado e com menor impacto ambiental.

O efeito das atividades agrícolas na degradação dos recursos naturais, como aqueles causados pelo desmatamento, erosão do solo e uso de agroquímicos, é bastante evidente em várias regiões do mundo, devendo ser evitado ou, pelo menos, controlado e combatido. A produtividade agrícola, a qualidade dos produtos e a sustentabilidade do ecossistema, bem como o impacto ambiental causado pela agricultura, dependem do manejo dos componentes do sistema produtivo (Figura 1). Desse modo, qualquer sistema de produção oferece riscos para o meio ambiente, mas existem práticas que podem ser adotadas para minimizar seu impacto. Neste livro, não serão abordados aspectos ligados à pecuária, mas convém mencionar que o manejo inadequado dos animais também afeta a sustentabilidade do sistema.

Os organismos desempenham papel importante na gênese do hábitat onde vivem (Quadro 1). Em ecossistemas em climax, a biota e o solo encontram-se em equilíbrio dinâmico, para garantir sua sustentabilidade e a biodiversidade; esse equilíbrio, porém, pode ser facilmente perturbado pelo homem ou mesmo por fenômenos naturais.

Em seu estado natural, o solo encontra-se coberto pela vegetação, que o protege da erosão e contribui para manter o equilíbrio entre os fatores de sua formação e aqueles que provocam sua degradação. O rompimento dessa relação provoca alterações físicas, químicas e biológicas, as quais, se não forem adequadamente monitoradas e controladas, levam à queda de produtividade e à degradação do ecossistema. Estimativas indicam que a taxa de formação do solo dificilmente ultrapassa 10 t/ha/ano, enquanto as perdas por erosão podem atingir de 120 a 150 t/ha/ano, dependendo do tipo de solo e uso da terra. As regiões tropicais, onde estão as áreas consideradas como as de maior potencial agrícola do mundo, devido à abundância de calor, luz e água, que são essenciais ao desenvolvimento das plantas, estão mais sujeitas à degradação dos solos, devido às precipitações elevadas, estrutura fraca do solo, baixo teor de matéria orgânica e manejo inadequado pelo homem. Dados compilados por Lal (1993) mostram 474,1.10⁶ ha pelo vento, 212,6.10⁶ e 49,9.10⁶ ha por degradações químicas e físicas, respectivamente; essas taxas são muito mais elevadas do que em regiões temperadas.