

O Sistema de Plantio Direto e as Doenças de Plantas

Alexandre Roesse

Dourados, MS
junho, 2009

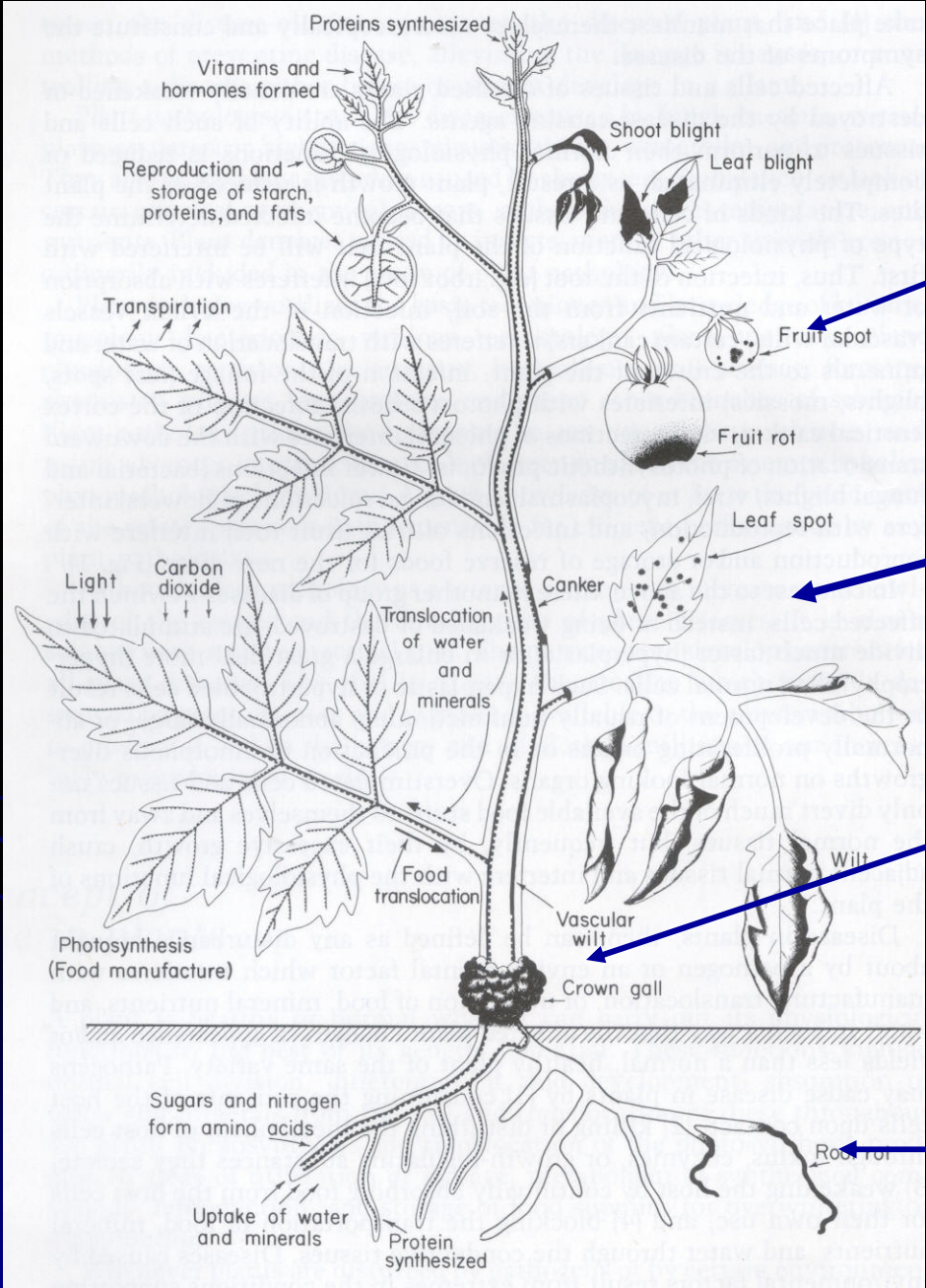
Embrapa

Doença:

Qualquer distúrbio causado por patógenos ou fatores ambientais que interferem na produção, translocação ou utilização de alimentos, nutrientes minerais e água de tal forma que as plantas afetadas alteram a aparência e/ou a produção em relação a plantas normais.

(Agrios, 1978)





Reprodução e reserva

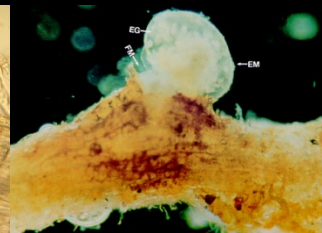
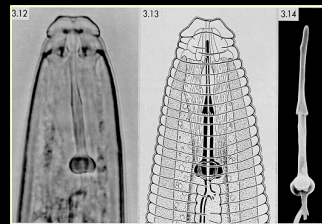
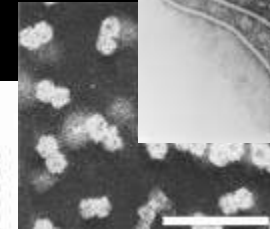
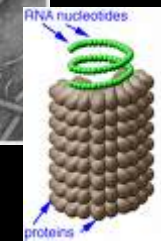
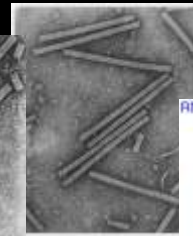
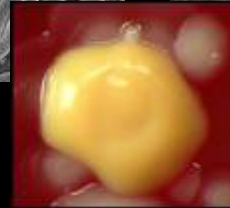
Fotossíntese

Translocação para a parte aérea

Absorção de água e nutrientes

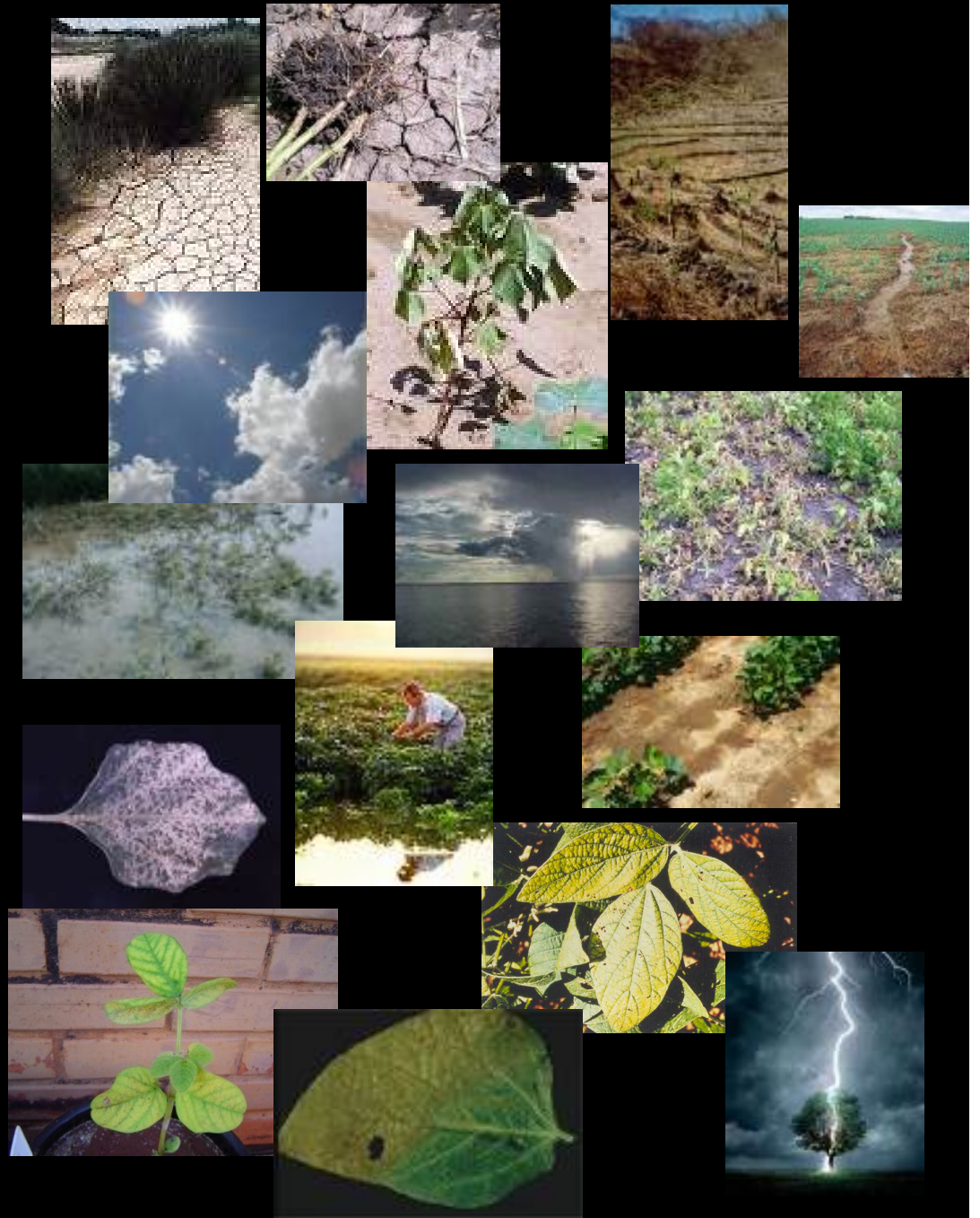
Infecciosas:

- Fungos
- Bactérias
- Vírus e viróides
- Nematóides
- Micoplasmas
- Protozoários
- Plantas superiores



Não infecciosas:

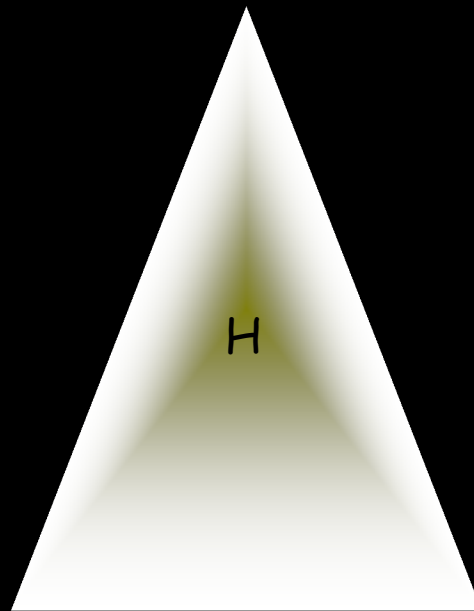
- Temperatura
- Umidade
- Luz
- Oxigênio
- Poluição
- Nutrientes
- pH
- Toxicidade



Doença infecciosa:



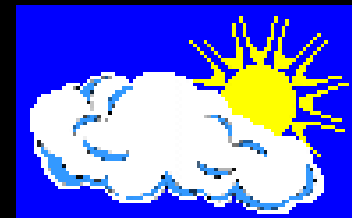
Hospedeiro



Patógeno



Ambiente



Ciclo da doença:

Infecção

penetração

germinação - ótimo 18° a 26°C



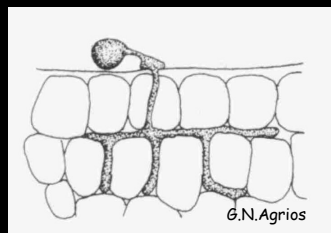
disseminação: vento

Colonização

água livre na folha
mínimo 6 horas
ótimo - 12 a 14 horas



penetração direta e por estômatos



5 dias após aparecem os sintomas

Reprodução



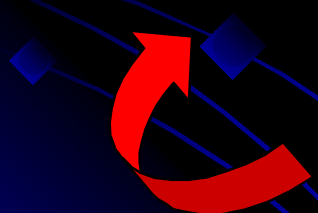
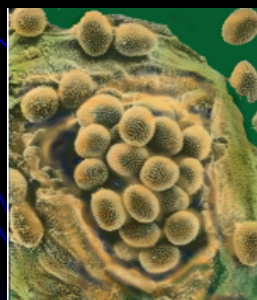
6-7 dias começa a liberação de esporos



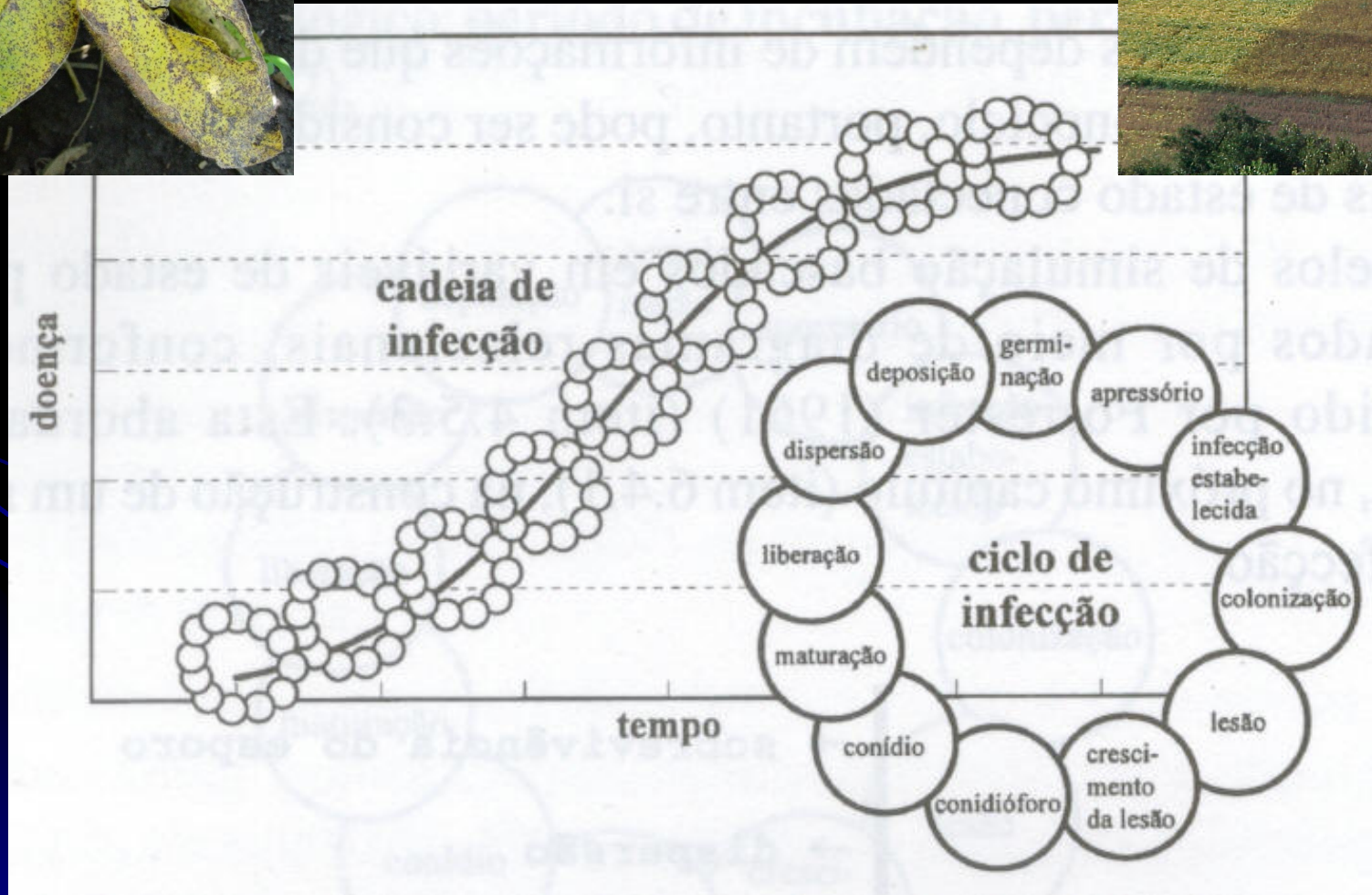
Uma única pústula produz uredósporos por 3 semanas

Monociclo

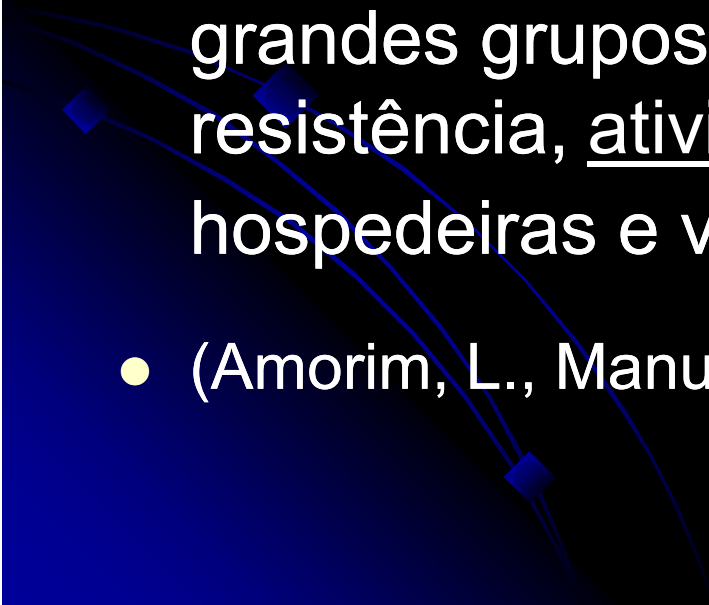
Disseminação



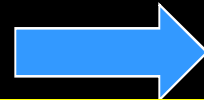
Monociclo (doença) x Policiclo (epidemia)



Após a fase parasitária:

- Sobrevivência dos patógenos:
 - “Cada agente patogênico desenvolveu, em seu ciclo evolutivo, uma ou mais estratégias de sobrevivência do inóculo. Estas diferentes estratégias podem ser agrupadas em quatro grandes grupos: estruturas especializadas de resistência, atividades saprofíticas, plantas hospedeiras e vetores.”
 - (Amorim, L., Manual de fitopatologia, 1995)
- 

Sobrevivência dos patógenos



Fase parasitária:

- Biotrófico
- Necrotrófico



Qual a interferência do SPD?



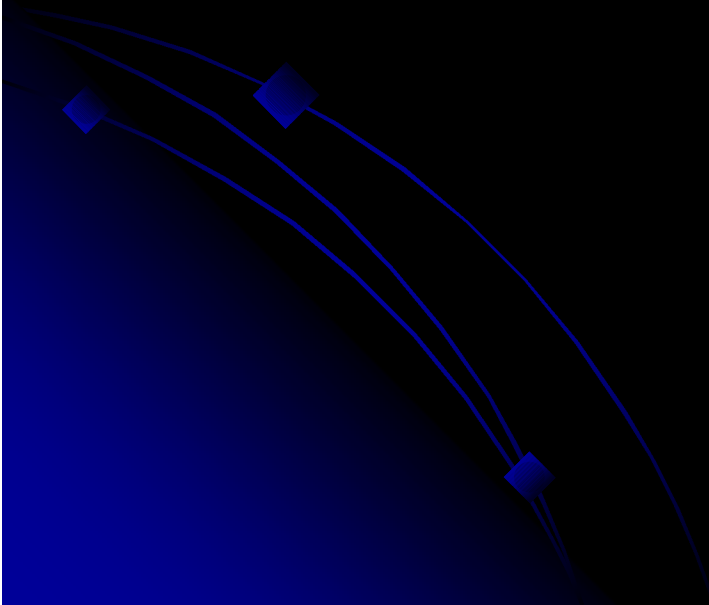
Sobrevivência:

- Estruturas de resistência
- Saprologênese
- Hospedeiros alternativos
- Vetores



Fungos Necrotróficos

- Desenvolvem atividade saprofítica, ou seja, sobrevivem sobre a matéria orgânica em decomposição.





O que é o Sistema de Plantio Direto?

Não revolvimento do solo

+ Rotação de culturas

+ Palha

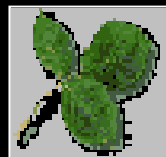


**O SPD favorece ou dificulta a ocorrência e a intensidade das doenças?
Por que?**



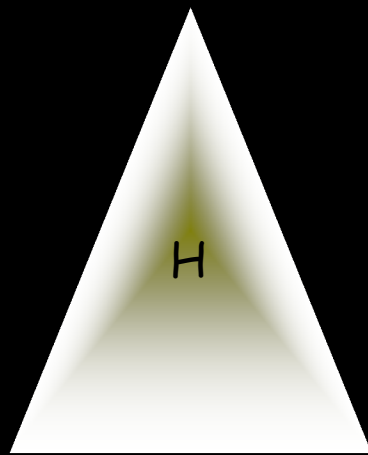
Doença infecciosa:

Qual a interferência do SPD?



Hospedeiro

Rotação



Patógeno

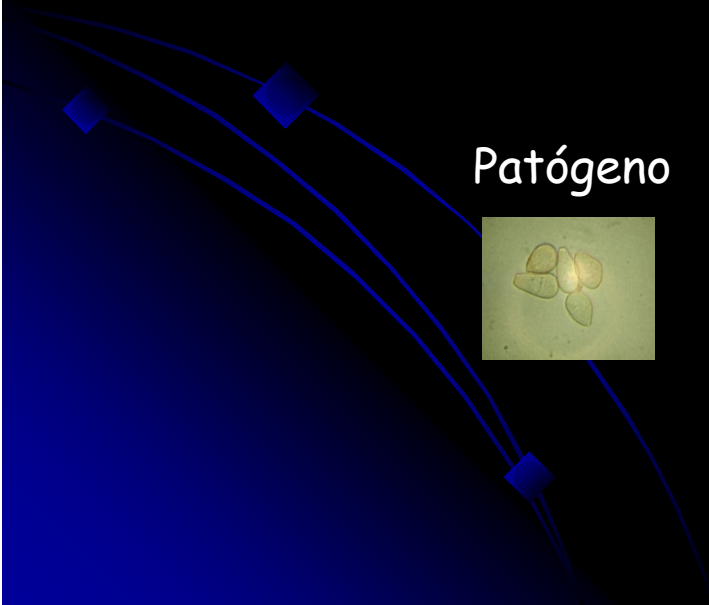


Ambiente



Palha

Solo



SPD – Vantagens e desvantagens para o controle das doenças de plantas:

Prós:

- Favorece o desenvolvimento das plantas
- Favorece o desenvolvimento de microrganismos antagonistas (equilíbrio da microbiota do solo)
- Insere novas espécies vegetais no sistema

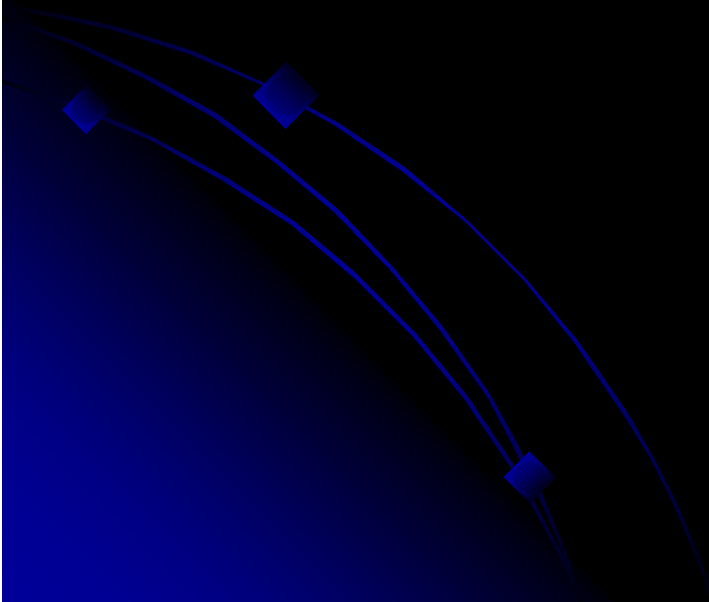
Contras:

- Não revolve o solo
- Mantem os restos culturais do hospedeiro por mais tempo

SPD – Vantagens e desvantagens para o controle das doenças de plantas:

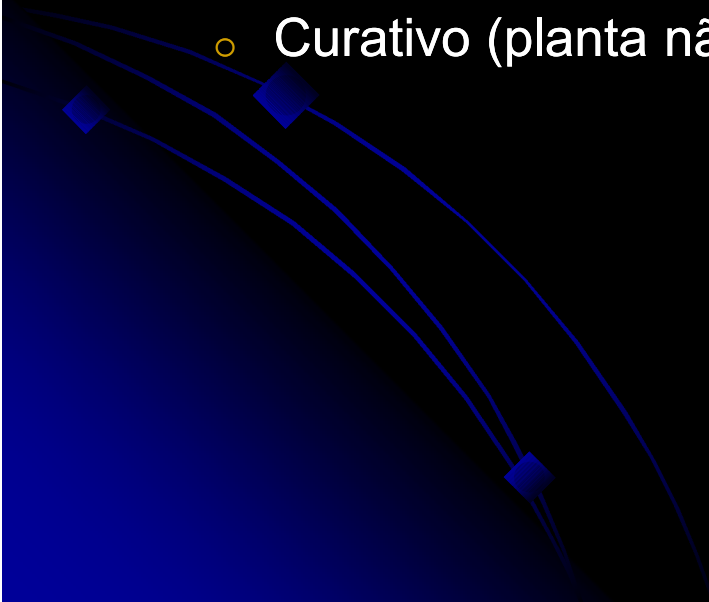
Pergunta: O balanço é positivo ou negativo?

Resposta: Depende de como você faz o PD.



Como fazer

- 1. Revolver o solo o mínimo possível
- 2. Rotação de culturas
 - É diferente de sucessão
 - Preventivo (planta não hospedeira da maioria ou das principais doenças)
 - Curativo (planta não hospedeira da doença principal)



Como fazer

○ 3. Formar palha

- Espécies de interesse econômico ou para adubação verde, que sejam boas formadoras de palha,
 - Gramíneas (alta relação C/N) de verão (produzem mais massa)
- Importação de palha.

○ Evitar o trânsito de máquinas sobre solo úmido

- “O sistema plantio direto apresenta solos mais adensados...” (Toledo-Souza et al., 2008)



+ Rotação

+ Palha

= menos doenças

- Rotação

+ - Palha

= mais doenças

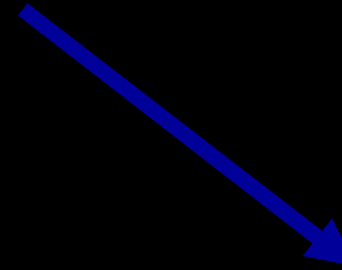
Positivo

Dependente

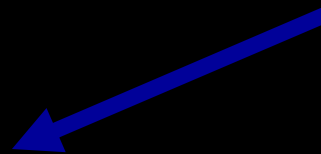
Resultado

www.cnpt.embrapa.br

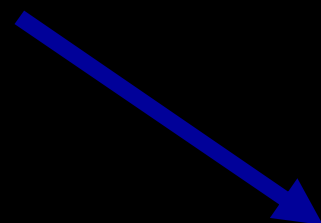
Rotação de culturas



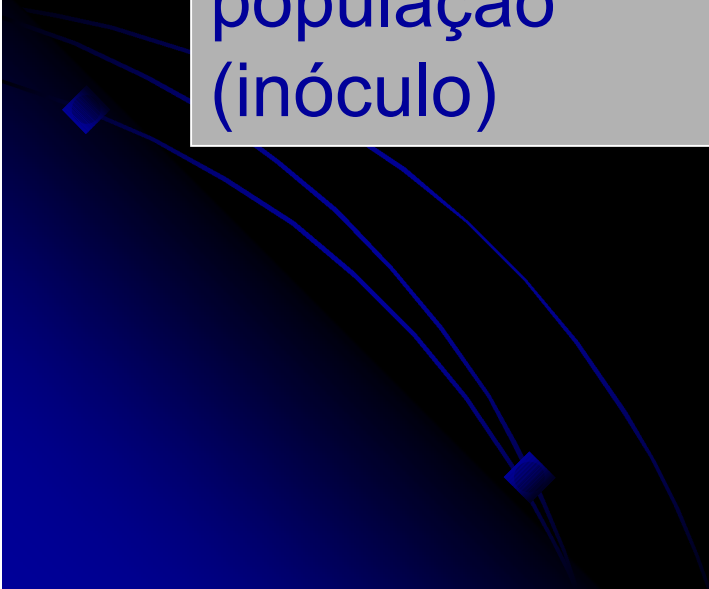
Quebra de ciclo do patógeno



Redução da população (inóculo)



Sistema equilibrado



Doenças da soja (principais)

- **Ferrugem**
- **Oídio**
- **Doenças de Final de Ciclo**
- **Mancha Olho-de-rã**
- **Mela da soja**
- **Cancro da haste**
- **Antracnose**
- **Seca da haste e da vagem**
- **Mancha alvo e podridão de raiz**
- **Podridão parda da haste**
- **Podridão radicular de fitóftora**
- **Podridão branca da haste ou mofo branco**
- **Podridão vermelha da raiz**
- **Podridão de carvão**
- **Podridão da raiz e da base da haste**

Doenças da soja (principais)

- Ferrugem
- Oídio
- Doenças de Final de Ciclo
- Mancha Olho-de-rã
- Mela da soja
- Cancro da haste
- Antracnose
- Seca da haste e da vagem
- Mancha alvo e podridão de raiz
- Podridão parda da haste
- Podridão radicular de fitóftora
- Podridão branca da haste ou mofo branco
- Podridão vermelha da raiz
- Podridão de carvão
- Podridão da raiz e da base da haste

Fungos biotróficos

Fungos necrotróficos

Exemplos

Principais patógenos encontrados em restos de cultura de soja em área com 16 anos de PD, em Londrina (Almeida et al., 2001):

- *Colletotrichum truncatum*,
- *Phomopsis sojae*,
- *Cercospora kikuchii*,
- *Fusarium spp.*
- *Macrophomina phaseolina*,
- *Rhizoctonia solani*.

Exemplos

Table 1. Percent survival of pathogens isolated in soybean residues, on the soil surface or buried in the soil, immediately after harvesting and six months later⁽¹⁾.

| Residue | Position in relation to soil | Date | Pathogens ⁽²⁾ | | | | | |
|---------|------------------------------|------|--------------------------|--------|-------|--------|--------|------|
| | | | Ct | F | Ck | Mp | Ph | Rs |
| 1998 | | | | | | | | |
| Pod | On | 3/17 | 16.22a | 13.33a | 2.55a | 4.22b | 12.48a | 0.00 |
| | On | 9/26 | 7.11b | 5.38b | 0.00b | 2.22c | 8.11b | 0.00 |
| | In | 9/26 | 4.88c | 11.87a | 0.00b | 7.55a | 5.00b | 0.00 |
| Stem | On | 3/17 | 13.61a | 11.11a | 0.00 | 4.77a | 19.44a | 0.00 |
| | On | 9/26 | 8.05b | 8.97b | 0.00 | 3.33b | 8.11b | 0.00 |
| | In | 9/26 | 4.72c | 9.78b | 0.00 | 7.44a | 6.50c | 1.11 |
| Root | On | 3/17 | 0.17a | 9.76a | 0.00 | 52.17b | 6.70a | 0.00 |
| | On | 9/26 | 0.00a | 5.56b | 0.00 | 51.33b | 3.83b | 0.67 |
| | In | 9/26 | 0.00a | 8.11a | 0.00 | 58.00a | 2.78b | 0.00 |

Exemplos

Tabela 5. Desenvolvimento dos microrganismos do solo nas áreas submetidas ao plantio direto (PD) e à aração profunda (AP).

| Manejo | <i>S. sclerotiorum</i> | Propágulos/g solo | | População fúngica | População bacteriana |
|--------|------------------------|-------------------|------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | <i>R. solani</i> | <i>F. solani</i> | | |
| PD | 0,0 | 88,70a | 5 205,00 a | 35 147 x 10 ² a | 45 070 x 10 ² a |
| AP | 0,0 | 45,00b | 2 235,00 b | 22 218 x 10 ² b | 36 197 x 10 ² b |
| DMS | - | 11,84 | 2 003,40 b | 9 240 x 10 ² | 58 237 x 10 ² |
| CV (%) | - | 17,60 | 53,51 | 32,01 | 142,41 |

Kluthcouski et al., 1999



Exemplos

TABLE 1 - Area under the disease progress curves (AUDPC) for four epidemics of *Macrophomina phaseolina* in a no-tillage system, in four different years and the total rain in each season (mm)

- Menor multiplicação do fungo
- Manutenção da umidade do solo

| Year | Tillage system | | Rain (mm) |
|-----------|----------------|------------|-----------|
| | Conventional | No-tillage | |
| 1997/1998 | 935.94 a | 940.63 a | 876.3 |
| 1998/1999 | 1118.75 a | 850.00 b | 689.9 |
| 1999/2000 | 2189.06 a | 1764.06 b | 474.3 |
| 2000/2001 | 1637.50 a | 1518.75 a | 846.9 |

*Values within a row followed by different letters differ significantly ($P < 0.05$) according to Tukey's test.

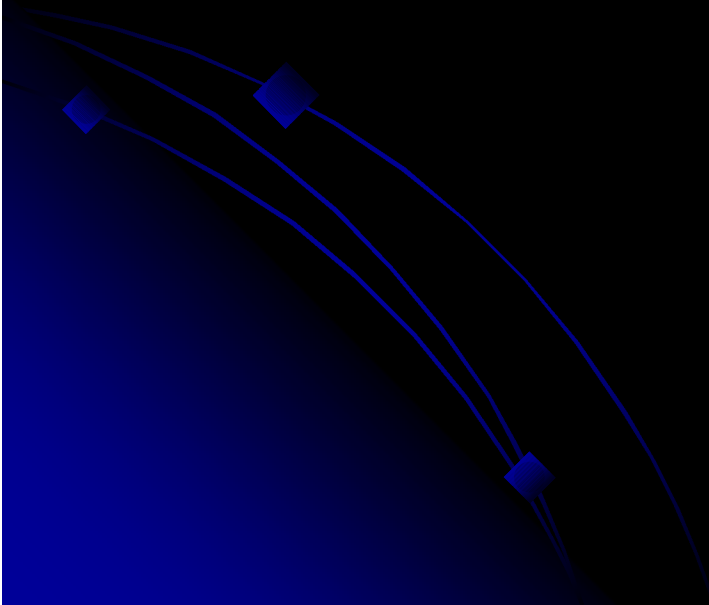
Exemplos

Mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) no cerrado.

| | | | |
|----------|----------------|------------|----------------|
| Soja (D) | Arroz Seq. (D) | Feijão (C) | > Mofo branco |
| Soja (D) | Arroz Seq. (D) | Feijão (D) | < Mofo branco* |

Nasser e Sutton, 1993

*Barreira protetora formada pela palha do arroz (3 cm de palha)



Exemplos

TABELA 2 - Severidade (%) de oídio (estádio R6) e DFC (estádio R7.1) em seis cultivares de soja (*Glycine max*) sobre diferentes sistemas de cultivo (rotação e monocultura) e submetidos à aplicação de fungicidas (C/F e S/F). Pontão, RS safra 1998/99

| Cultivar de soja | Sistema de Cultivo ¹ | | | | Média ^{1,2} | | | | |
|---|---------------------------------|-------------|-----------------------------|-------------|-----------------------|---------------|-----------------------------|--------------|------------|
| | Rotação | | Monocultura ¹ | | C/F | S/F | Rotação | Monocultura | Cultivar |
| | C/F | S/F | C/F | S/F | | | | | |
| Severidade (%) de oídio (estádio R6) | | | | | | | | | |
| BRS 137 | 0,2 n.s. ³ | 0,8 | 0,2 n.s. ³ | 1,1 | 0,2 a B | 1,9 d A | 0,5 n.s. ³ | 0,7 | 0,6 c |
| M-Soy 7201 | 1,6 | 30,8 | 1,6 | 31,8 | 1,6 a B | 31,3 a A | 16,2 | 16,7 | 16,5 a |
| BRS 66 | 0,7 | 1,5 | 0,8 | 1,3 | 0,8 a B | 1,4 d A | 1,1 | 1,1 | 1,1 c |
| BR 16 | 1,9 | 26,2 | 1,9 | 25,7 | 1,9 a B | 25,9 b A | 14,0 | 13,8 | 13,9 b |
| Cobb | 0,3 | 0,6 | 0,4 | 1,1 | 0,4 a B | 0,9 d A | 0,5 | 0,8 | 0,7 c |
| M-Soy 7501 | 0,3 | 3,3 | 0,9 | 2,7 | 0,6 a B | 3,0 c A | 1,8 | 1,8 | 1,8 c |
| Média geral⁴ | 0,7 n.s.³ | 10,5 | 1,0 n.s.³ | 10,6 | B 0,9 | A 10,7 | 5,7 n.s.³ | 5,8 | 5,8 |
| Severidade (%) de DFC (estádio R7.1) | | | | | | | | | |
| BRS 137 | 0,2 n.s. ³ | 1,8 | 0,9 n.s. ³ | 2,1 | 0,5 n.s. ³ | 1,9 | 0,9 n.s. ³ | 1,5 | 1,2 n.s. |
| M-Soy 7201 | 1,3 | 1,7 | 0,5 | 1,3 | 0,9 | 1,5 | 1,5 | 0,9 | 1,2 |
| BRS 66 | 0,7 | 1,8 | 1,2 | 2,4 | 0,9 | 2,1 | 1,3 | 1,8 | 1,5 |
| BR 16 | 0,4 | 1,1 | 0,5 | 2,5 | 0,5 | 1,8 | 0,8 | 1,5 | 1,1 |
| Cobb | 1,3 | 1,7 | 1,6 | 1,9 | 1,4 | 1,8 | 1,5 | 1,7 | 1,6 |
| M-Soy 7501 | 0,5 | 1,1 | 0,9 | 1,9 | 0,7 | 1,5 | 0,8 | 1,4 | 1,1 |
| Média geral⁴ | 0,7 n.s. | 1,5 | 0,9 n.s. | 2,0 | 0,8 B | 1,8 A | 1,1 B | 1,5 A | 1,3 |

Exemplos

TABLE 1. Effects of tillage and cropping system on incidence and severity of southern stem canker of soybean^u

| Treatment | Diseased ^v (%) | | Severely diseased ^w (%) | | Dead (%) | | Visual disease rating ^x |
|---------------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|--|
| | 1983 | 1984 | 1983 | 1984 | 1983 | 1984 | 1984 |
| Tillage | | | | | | | |
| None | 2.2 ^a | 84.8 ^a | 1.1 ^a | 74.4 ^a | 0.8 ^a | 39.6 ^a | 4.2 ^a |
| Conventional ^y | 0.9 ^b | 63.6 ^b | 0.6 ^a | 44.7 ^b | 0.3 ^a | 10.5 ^b | 3.0 ^b |
| Cropping system | | | | | | | |
| Soybean/wheat | 2.3 ^a | 80.4 ^a | 1.2 ^a | 68.4 ^a | 0.8 ^a | 35.3 ^a | 4.2 ^a |
| Soybean/fallow | 0.9 ^b | 68.1 ^a | 0.5 ^b | 50.7 ^b | 0.3 ^b | 14.9 ^b | 2.9 ^b |

^u Data from unfumigated plots.

^v Plants with symptoms of stem canker.

^w Plants dead or with major lesions (involving more than one node).

^x Plots rated on a linear scale of 1–5, in which 1 = no disease and 5 = 100% dead or dying plants.

^y Moldboard plowing and disking, see text for details.

^z Means followed by the same letter within a treatment and column are not significantly different ($P = 0.05$).

Exemplos

TABELA 3 - Efeito da rotação de culturas e do manejo de solo na severidade de manchas foliares de trigo (*Triticum aestivum*)¹, cultivar BR-23, no estágio de alongamento

| Sistema de rotação de culturas | Sistema de manejo de solo | | | | Média ² |
|--------------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|--------------------|
| | PD | CM | AD | AA | |
| 1. Monocultura | 7,0 aA | 3,1 aB | 0,8 aC | 1,0 aC | 3,0 a |
| 2. Rotação | | | | | |
| Um inverno sem trigo | 0,6 bA | 0,4 bA | 0,6 aA | 0,3 aA | 0,5 b |
| 3. Rotação | | | | | |
| Dois invernos sem trigo | 0,8 bA | 0,4 bA | 0,6 aA | 0,6 aA | 0,6 b |
| Média ² | 2,8 A | 1,3 B | 0,7 B | 0,6 B | |

C.V. (%) = 30,8

Fonte: Reis *et al.* (1997).

¹ *Drechslera tritici-repentis* (65%); *Bipolaris sorokiniana* (6%); *Septoria nodorum* (16%)

² PD = plantio direto; CM = cultivo mínimo; AD = preparo convencional com arado de discos; AA = preparo convencional com arado de aiveca.

³ Médias seguidas pela mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo Teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Exemplos

Tabela 1. Incidência, severidade e área sob curva de progresso (ASCPD) da brusone nas folhas em resposta ao plantio direto e convencional de arroz, cultivares, doses de nitrogênio e tratamento de sementes (1998/1999). Embrapa-CNPAF, Santo Antônio de Goiás, GO, 1999.

| Variáveis | Incidência (%) ⁽¹⁾ | | | Severidade (nº de lesões por folha) ⁽²⁾ | | | ASCPD ⁽³⁾ |
|---|-------------------------------|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|----------------------|
| | 55 DAP ⁽⁴⁾ | 64 DAP | 85 DAP | 55 DAP | 64 DAP | 85 DAP | |
| Sistema de plantio | | | | | | | |
| Direto | 9,16 | 37,30 | 47,36 | 0,24 | 1,95 | 2,54 | 58,80 |
| Convencional | 6,97 | 41,11 | 53,04 | 0,20 | 2,78 | 4,28 | 89,09 |
| Teste F | 2,35 ^{ns} | 1,41 ^{ns} | 4,31* | 0,29 ^{ns} | 1,12 ^{ns} | 30,95** | 3,34 ^{ns} |
| Cultivares | | | | | | | |
| Carajás | 2,18 | 10,41 | 25,40 | 0,03 | 0,18 | 0,72 | 10,56 |
| Primavera | 13,95 | 68,00 | 75,00 | 0,42 | 4,55 | 6,10 | 137,34 |
| Teste F | 59,00** | 273,34** | 248,42** | 42,47** | 115,94** | 489,37** | 274,92** |
| Doses de nitrogênio (kg ha⁻¹)⁽⁵⁾ | | | | | | | |
| 30 | 6,40 | 36,53 | 42,57 | 0,13 | 2,19 | 2,70 | 68,49 |
| 60 | 9,73 | 41,89 | 42,74 | 0,31 | 2,54 | 2,74 | 79,40 |
| Teste F | 2,74 ^{ns} | 2,62 ^{ns} | 1,72 ^{ns} | 2,88 ^{ns} | 1,20 ^{ns} | 2,08 ^{ns} | 3,40 ^{ns} |
| Tratamento de sementes (g kg⁻¹ de i.a.)⁽⁶⁾ | | | | | | | |
| 0 | 10,67 | 43,78 | 52,16 | 0,35 | 2,73 | 3,66 | 83,49 |
| 4 | 5,62 | 34,63 | 48,23 | 0,09 | 2,00 | 3,17 | 64,40 |
| Teste F | 10,03** | 11,40** | 2,36 ^{ns} | 11,43** | 4,40* | 4,95** | 10,88** |
| CV (%) | 44,29 | 22,67 | 15,13 | 65,54 | 45,19 | 16,04 | 16,90 |

⁽¹⁾Dados transformados em arco seno (x/100)^{0,5}, ⁽²⁾Dados transformados em x^{0,5}, ⁽³⁾Dados transformados em log x, ⁽⁴⁾DAP = dias após o plantio, ⁽⁵⁾Sulfato de amônio, ⁽⁶⁾Com fungicida pyroquilon. ^{ns}Não-significativo. * e ** Significativo a 5% e a 1% de probabilidade de pelo teste F, respectivamente.

Exemplos

Tabela 1. Nível de resistência¹ de três cultivares de arroz AGRONORTE em dois modos de gestão do solo: plantio direto (PD) e aração (A).
AGRONORTE, Sinop-MT, 1997/99.

| Cultivares | 1997/98 | | | | | | 1998/99 | | | | | |
|--|--|-------|------------|-------|-----------|-------|--|-------|------------|-------|-----------|-------|
| | BSL 47-12 | | 8 FA 281-2 | | Best 2000 | | BSL 47-12 | | 8 FA 281-2 | | Best 2000 | |
| | PD | A | PD | A | PD | A | PD | A | PD | A | PD | A |
| Doenças | | | | | | | | | | | | |
| Brusone foliar | 1-2 | 2-3 | 0-1 | 2-3 | 1-2 | 2-3 | 1-2 | 2-3 | 0-1 | 2 | 1-2 | 3-4 |
| Escaldadura | 1 | 2-3 | 0-1 | 1-2 | 0-1 | 2-3 | 1-2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2-3 |
| Brusone do pescoço | 1-2 | 2-3 | 1-2 | 3-4 | 1-2 | 2-3 | 1-2 | 2-3 | 0-1 | 2 | 1-2 | 6-7 |
| Complexo fúngico das manchas dos grãos | 0-1 | 1-2 | 0-1 | 1-2 | 2 | 3-4 | 0-1 | 1-2 | 0-1 | 2-3 | 2-3 | 5-6 |
| Produtividade (kg/ha) | 4.740 | 3.440 | 5.846 | 4.204 | 5.685 | 4.836 | 4.857 | 4.070 | 5.112 | 3.362 | 5.105 | 1.223 |
| | Média plantio direto: \bar{X} PD = 5.423 kg/ha (100) | | | | | | Média plantio direto: \bar{X} PD = 5.025 kg/ha (100) | | | | | |
| | Média aração: \bar{X} A = 4.260 kg/ha (77) | | | | | | Média aração: \bar{X} A = 2.885 kg/ha (57) | | | | | |

¹ Escala IRAT/CIRAD: de 0 (imune) a 9 (destruição total).

Exemplos

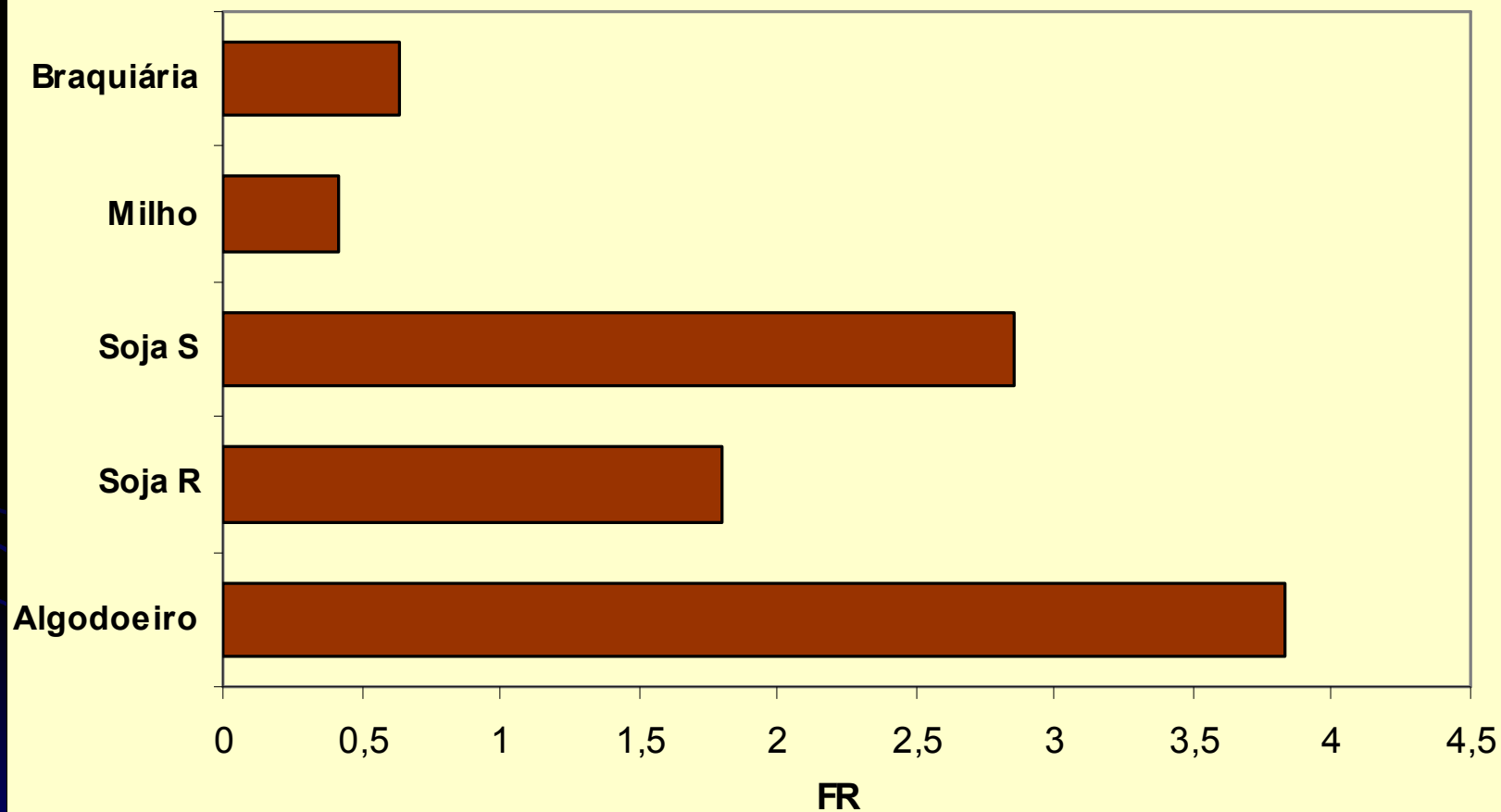
TABELA 1. Efeito de *Brachiaria plantaginea* na população de fungos do solo patógenos do feijoeiro, em Silvânia, GO, 1998.

| Tratamento | Atividade biológica no solo (μ fda/min/g) | População de <i>F. solani</i> f.sp. <i>phaseoli</i> (ppg) | <i>Rhizoctonia solani</i> (% de m.o. colonizada) |
|-----------------------|--|---|--|
| Controle | 0,35 | 20.000 | 16 |
| <i>B. plantaginea</i> | 0,50 | 6.000 | 4 |

Fonte: Costa (2002)

Exemplos

Fator de reprodução de *Rotylenchulus reniformis* em um ano de rotação de culturas. Aral Moreira, MS.



Fonte: Guilherme L. Asmus,
Embrapa Agropecuária Oeste.

Alexandre Roesse

alex@cpao.embrapa.br

(67) 3416-9779

Foto: Embrapa Trigo

