

O Sistema de Plantio Direto e as Doenças de Plantas

Alexandre Roese

Dourados, MS
junho, 2009

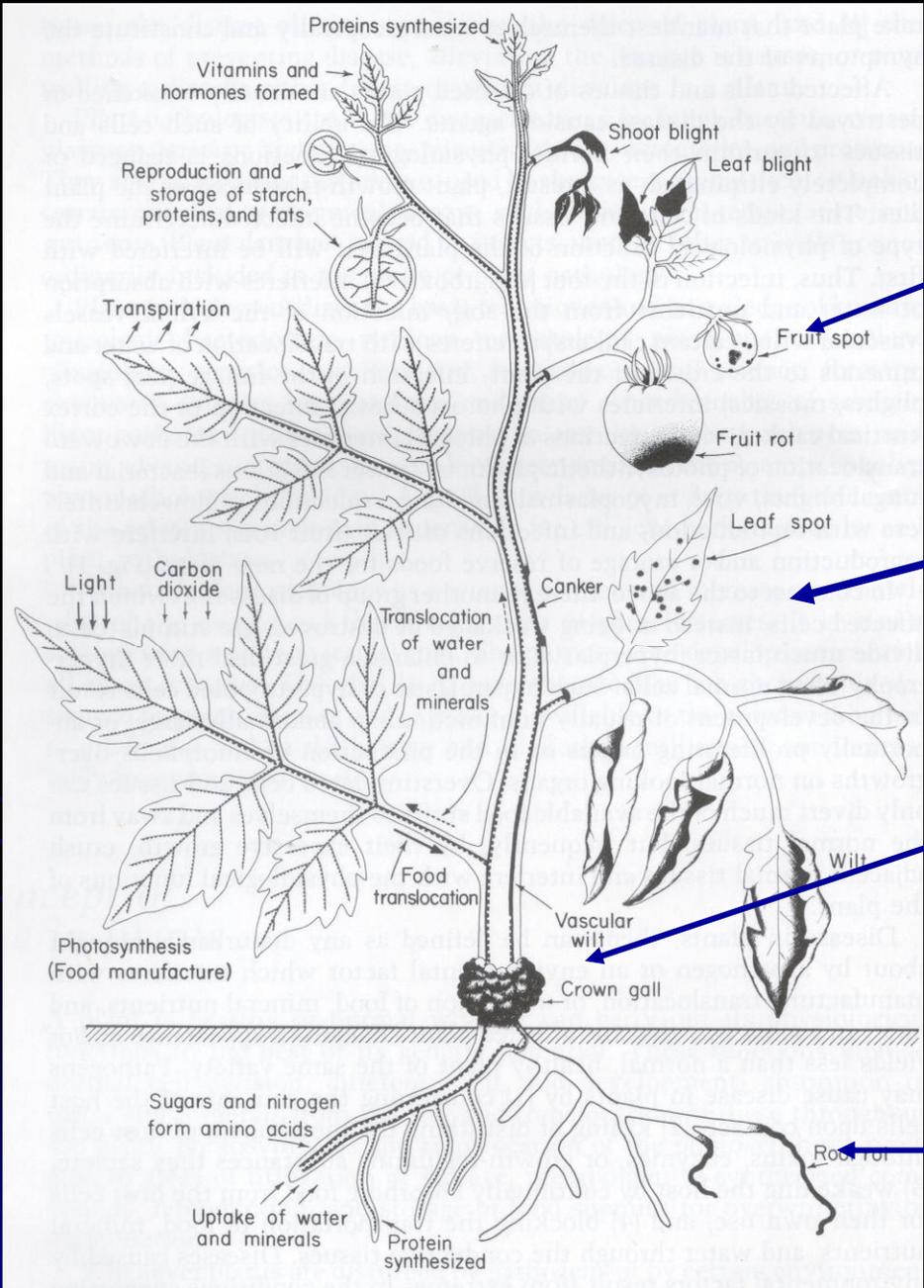
Embrapa

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

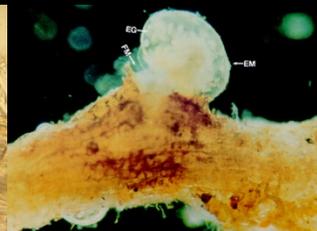
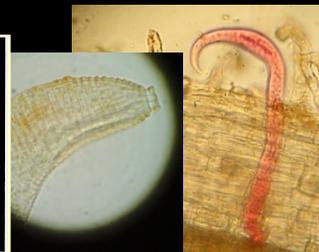
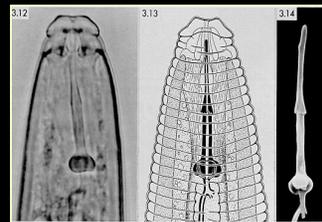
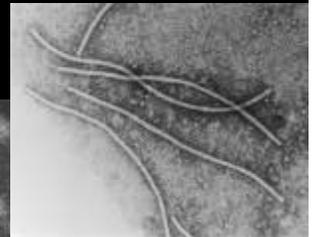
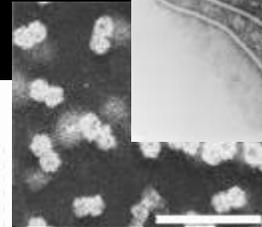
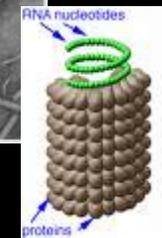
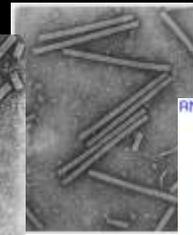
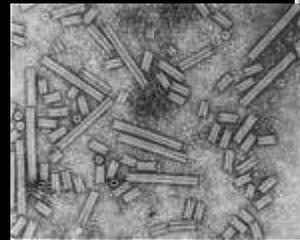
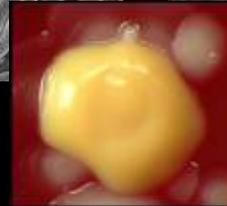
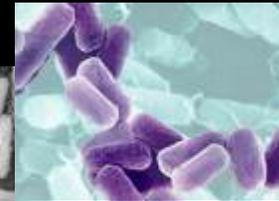
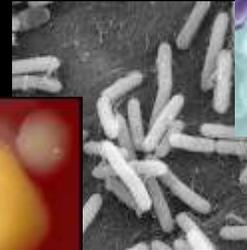
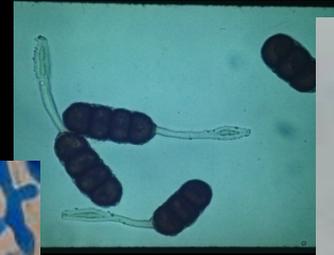
Fotossíntese

Translocação para a parte aérea

Absorção de água e nutrientes

Infecciosas:

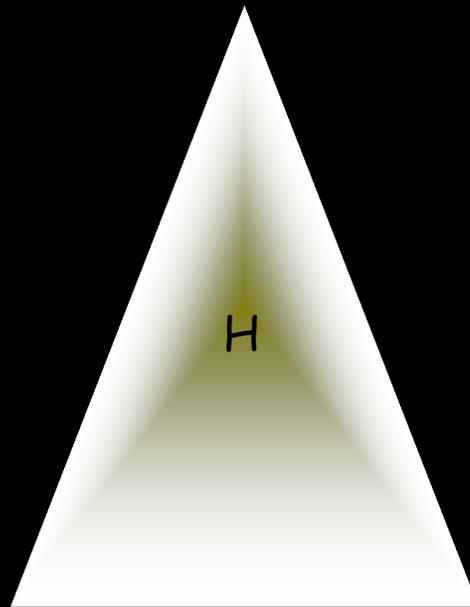
- Fungos
- Bactérias
- Vírus e viróides
- Nematóides
- Micoplasmas
- Protozoários
- Plantas superiores



Doença infecciosa:



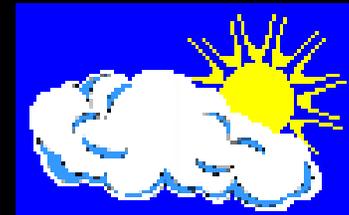
Hospedeiro



Patógeno



Ambiente



Ciclo da doença:

Infecção

penetração
germinação - ótimo 18° a 26°C



disseminação: vento

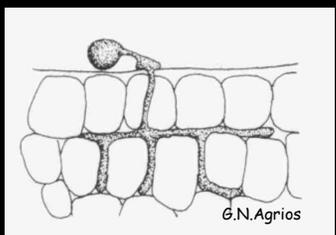
Colonização

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



M. Iamauti

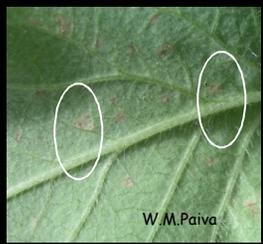
penetração direta e por estômatos



Ó.N.Agrios

Reprodução

5 dias após aparecem os sintomas



W.M.Paiva

Monociclo

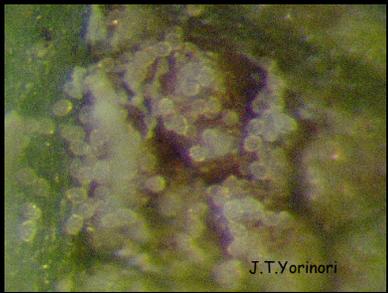
6-7 dias começa a liberação de esporos



J.T.Yorinori

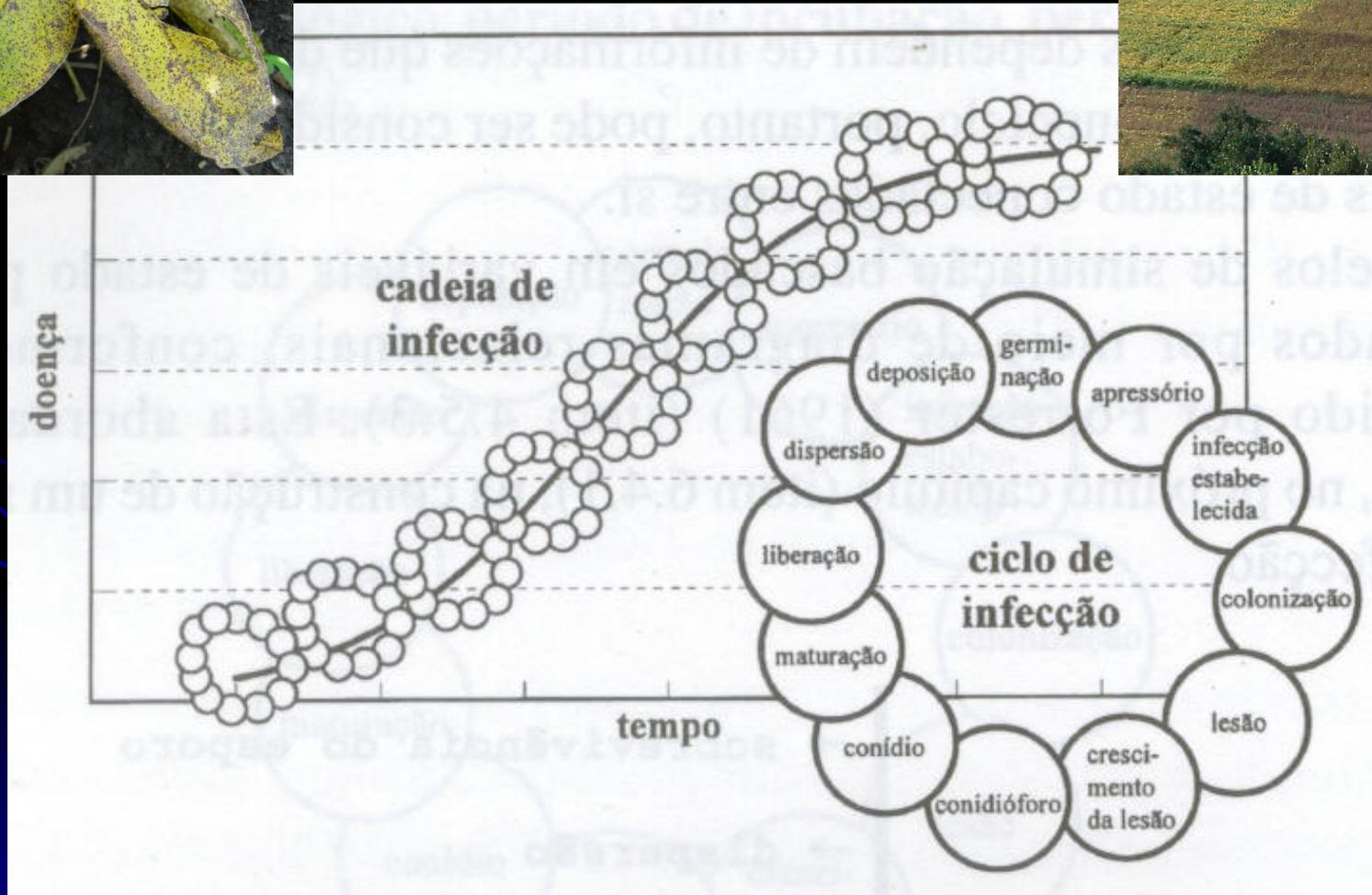
Uma única pústula produz uredósporos por 3 semanas

Disseminação

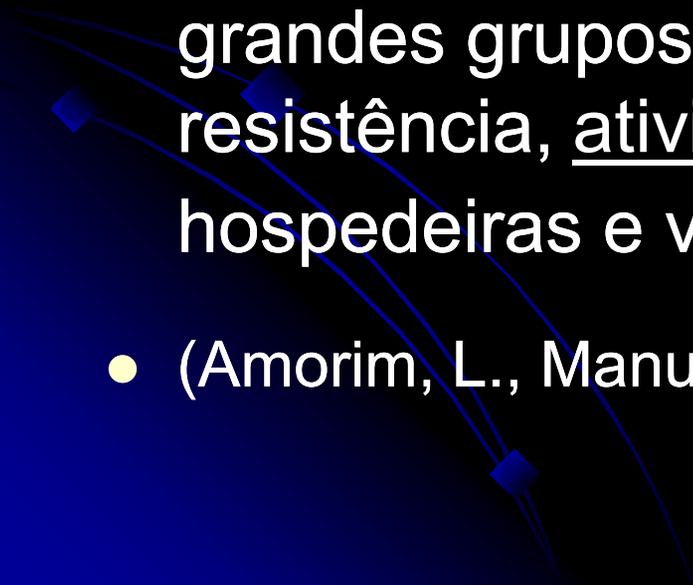


J.T.Yorinori

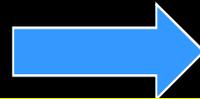
Monociclo (doença) x Policiclo (epidemia)



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?



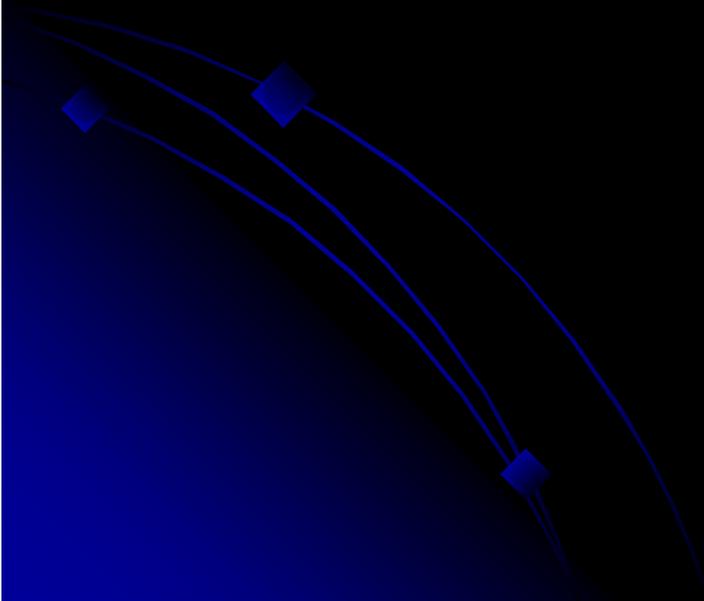
Sobrevivência:

- 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?**



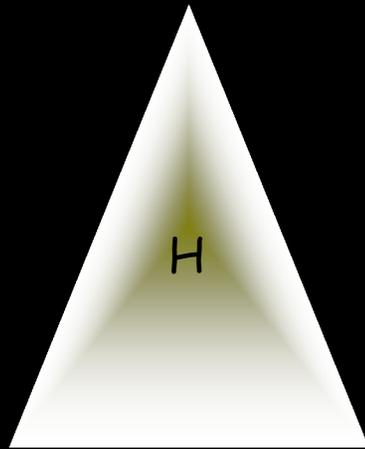
Doença infecciosa:

Qual a interferência do SPD?



Hospedeiro

Rotação



Patógeno

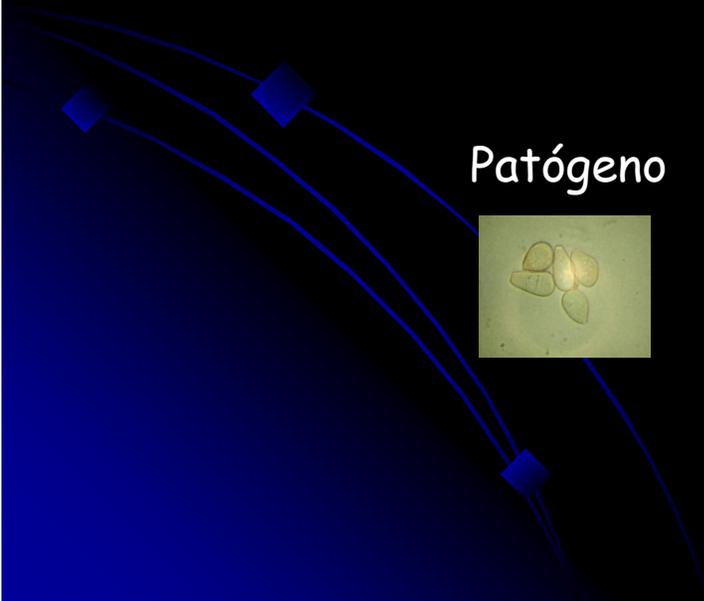


Ambiente



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)
- 

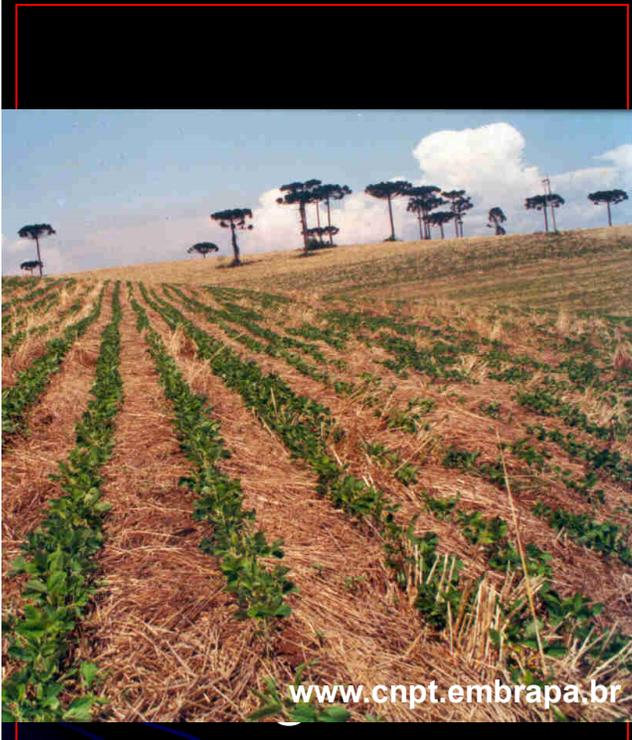
Como fazer

○ 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

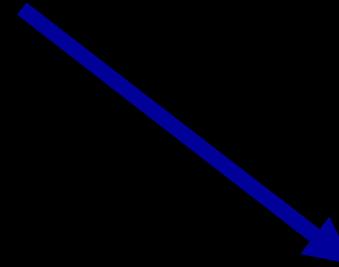
= mais doenças

Positivo

Dependente

Resultado

Rotação de culturas



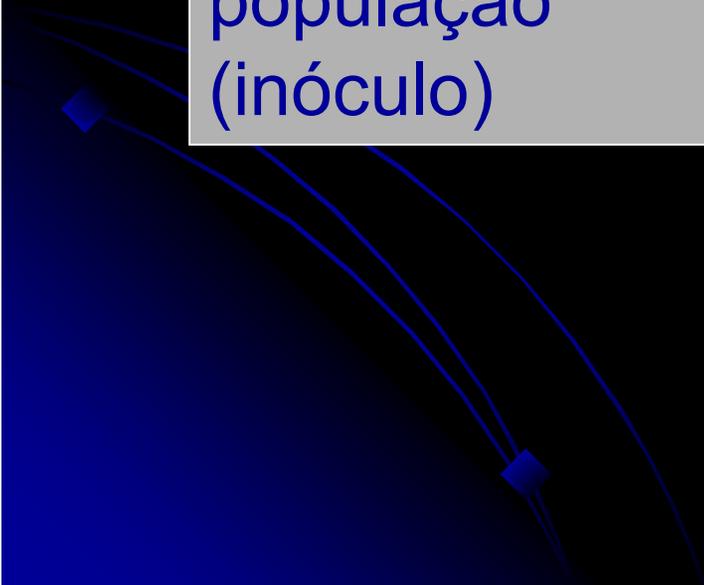
Quebra de ciclo do patógeno



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 (n ^o 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 $\arcsin(x/100)^{0,5}$, ⁽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).

Seguy et al., 1999

Exemplos

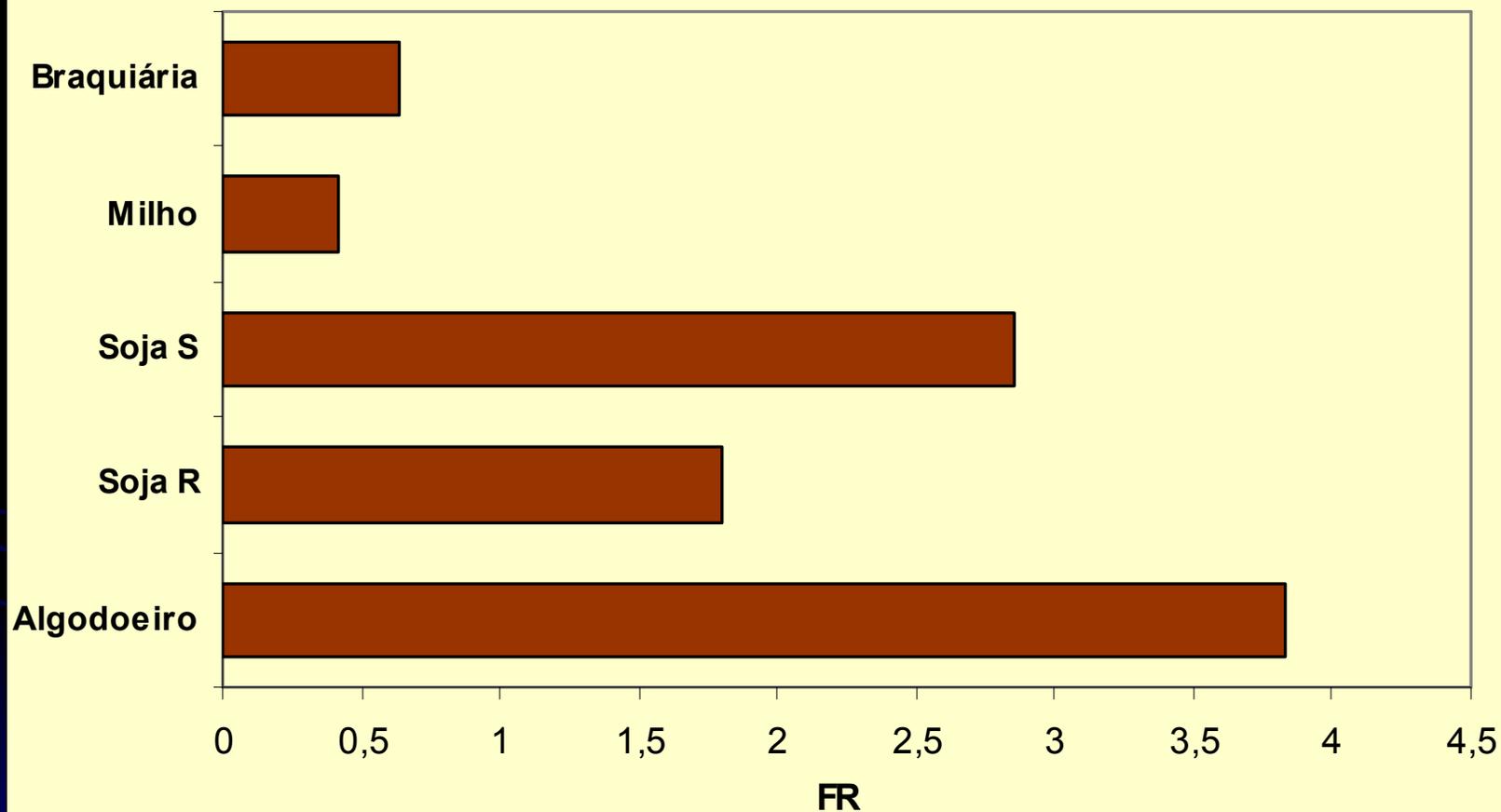
TABELA 1. Efeito de *Brachiaria plantaginea* na população de fungos do solo patógenos do feijoeiro, em Silvânia, GO, 1998.

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

