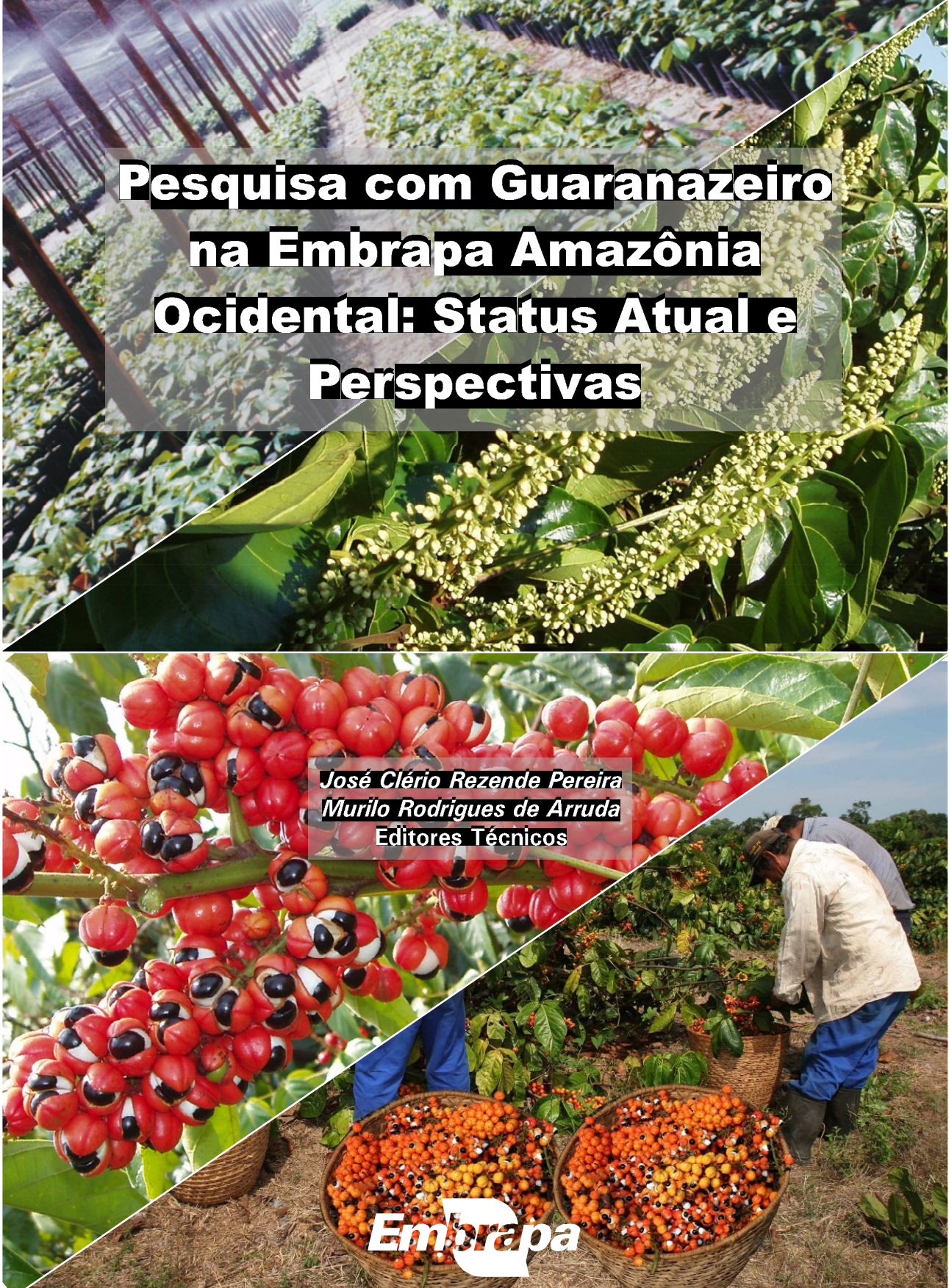


The background of the cover is a collage of three photographs. The top photo shows rows of guaraná plants in a field with a wooden trellis system. The bottom-left photo is a close-up of a branch with clusters of bright red, fleshy guaraná berries, each containing a black seed. The bottom-right photo shows two people harvesting the berries from the plants into large woven baskets filled with the red fruit.

Pesquisa com Guaranazeiro na Embrapa Amazônia Occidental: Status Atual e Perspectivas

*José Clério Rezende Pereira
Murilo Rodrigues de Arruda
Editores Técnicos*

Embrapa

**Pesquisa com Guaranazeiro
na Embrapa Amazônia
Occidental: Status Atual e
Perspectivas**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Pesquisa com Guaranazeiro na Embrapa Amazônia Occidental: Status Atual e Perspectivas

*José Clério Rezende Pereira
Murilo Rodrigues de Arruda
Editores Técnicos*

*Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2007*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental

Rodovia AM-010, km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319, CEP 69010-970 - Manaus-AM
Fone: (92) 3621-0300
Fax: (92) 3621-0320
www.cpaa.embrapa.br/sac/

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Celso Paulo e Azevedo*
Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Membros: *Cintia Rodrigues de Souza*
João Ferdinando Barreto
Luadir Gasparotto
Marcos Vinícius Bastos Garcia
Maria Augusta Abtibol Brito
Maria Perpétua Beleza Pereira
Nelcimar Reis Sousa
Paula Cristina da Silva Ângelo
Roger Crescêncio
Rogério Perin

Revisor de texto: *Síglia Regina dos Santos Souza*
Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*
Diagramação e arte: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Animação: *Doralice Campos Castro*
Fotos da Capa: *Murilo Rodrigues de Arruda*
1ª edição

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Cip-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Amazônia Ocidental.**

Pereira, José Clério Rezende

Pesquisa com guaranazeiro na Embrapa Amazônia Ocidental: status
atual e perspectivas [recurso eletrônico] / editado por José Clério
Rezende Pereira e Murilo Rodrigues de Arruda. Manaus: Embrapa
Amazônia Ocidental, 2007, 246 p.

1 CD-Book : color. ; 4 ¾ pol.

ISBN 978-85-89111-08-9

1. Guaraná. 2. Pesquisa. I. Arruda, Murilo Rodrigues de. II. Título.

CDD 633.7

Avaliação da Estabilidade Fenotípica e da Previsibilidade da Resistência em Clones de Guaranazeiro a *Colletotrichum guaranicola*

J. C. R. Pereira¹; J. C. A. Araújo¹; F. J. Nascimento Filho¹; A. L. Atroch¹;
L. Gasparotto¹; M. R. Arruda¹; L. P. Santos¹

Introdução

A resistência estável é um importante objetivo do melhoramento genético para estabilizar a produtividade de diferentes culturas, quando submetidas a diferentes ambientes e níveis variáveis de populações de patógeno. Em ecossistemas naturais a diversidade genética e a homeostase mantêm um equilíbrio balanceado entre hospedeiro e patógeno (Prabhu & Moraes, 1993), porém, quando este sistema é perturbado a doença se torna preocupante e pode atingir níveis de severidade que determinam o insucesso do cultivo.

Entre os métodos de controle de doenças de plantas, a utilização de resistência por meio do melhoramento genético, é o mais viável do ponto de vista econômico e socioambiental. Independente da natureza da resistência, a ênfase deve ser dada para a obtenção de genótipos possuidores de resistência estável.

Segundo Prabhu & Moraes, 1993, independentemente de ser classificada como vertical ou horizontal, a resistência estável é duradoura em razão da seleção estabilizadora, a qual seleciona os indivíduos médios ou normais, eliminando os variantes extremos. Por outro lado, as interações genótipo-ambiente são de grande importância pois determinam as variações no comportamento dos genótipos em função das alterações ou mudanças no ambiente (Eberhart & Russel, 1966). Entretanto, como assegurado por Finlay & Wilkinson (1963) a habilidade de certos genótipos de se manterem estáveis, mesmo quando submetidos às variações no ambiente, proporciona redução significativa no tempo para obtenção de genótipos com resistência estável e por conseguinte duradoura.

Diante da falta de estudos visando avaliar a estabilidade fenotípica em clones de guaranazeiro, desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de selecionar clones que possam ser utilizados em programa de melhoramento genético, como fonte de resistência redutora de taxa de progresso de doença

¹Pesquisador da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus-AM, murilo.arruda@cpaa.embrapa.br

e principalmente serem utilizados como estratégia de controle da antracnose que é a doença mais severa do guaranazeiro.

Material é Métodos

Foram avaliados 32 clones do programa de melhoramento genético do guaranazeiro da Embrapa Amazônia Ocidental. O experimento foi instalado em 1996, na Estação Experimental de Maués, onde a antracnose prevalece em níveis de severidade alta. Os clones foram submetidos a seis ambientes constituídos por ensaios instalados em ecossistema de capoeira e ecossistema de mata e três avaliações em três anos não-consecutivos - 2000, 2002 e 2004.

Na avaliação da severidade foi utilizada uma escala diagramática com notas variando de um a quatro em função da porcentagem de copa atacada. Os dados de severidade da doença foram submetidos a análise de variância. As avaliações da estabilidade fenotípica e previsibilidade do comportamento dos clones dentro de cada série clonal, em relação à severidade da antracnose, foram baseados nos métodos propostos por Finlay & Wilkinson (1963) e Eberhart & Russel (1966) com o objetivo de caracterizar a resistência à antracnose.

Foi definido como índice de ambiente a média da severidade da doença em cada clone em cada ambiente. Adotou-se o seguinte modelo estatístico: $Y_{jk} = U_j + B_i I_j + s_{ij} + E_{jk}$, onde: Y_{jk} = média do clone i no ambiente K ; U_j = média geral do clone; B_{ij} = coeficiente de regressão linear; I_j = índice ambiental; s_{jk} = desvio da regressão do clone j no ambiente K . Assim cada clone foi caracterizado utilizando-se cinco parâmetros: a) média da severidade; b) severidade média em porcentagem em relação a severidade média da série clonal; c) coeficiente de regressão linear ($\hat{b}_i$) relativo aos índices de ambiente; d) desvio do modelo linear (s_i) e d) coeficiente de determinação da regressão linear (R^2).

Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando-se o programa computacional GENES, conforme Cruz (2001). Os valores de $\hat{b}_i$ medem a inclinação da reta e são um indicativo da estabilidade, quanto mais próximo de zero possível maior será a horizontalidade da resistência redutora da taxa de progresso da doença. Valores de σ_i constituem-se em indicativo da variação nos valores observados em relação aos valores esperados tomados em relação à média do genótipo em diferentes ambientes, e, portanto, quanto menores, menor será a variação em torno da média e mais estável será o genótipo. Os valores de R^2 expressam ou medem a inter-relação genótipo

fenótipo ou quanto do genótipo é expresso em função da diversificação ou estratificação dos ambientes. Quanto mais próximos de 100 possível os valores de R^2 , maior será a inter-relação genótipo-fenótipo e, portanto, maior será a previsibilidade do carácter em avaliação.

Desta forma, considera-se λ como possuidor de resistência estável e previsível, os clones cujo valor de b_i seja o menor possível, não diferente de zero; valores de b_i reduzidos e não significativos bem como, valores de R^2 elevados ou mais próximo de 100, possível.

Resultados e Discussão

Os resultados são apresentados nas Tabelas 1 e 2, por série clonal, de forma independente, tendo em comum a variável média da severidade expressa em porcentagem de copa atacada pela antracnose. O nível de resistência redutora de taxa de progresso de antracnose neste caso, mediria as mudanças ou variações no comportamento dos clones em função de possíveis variações no ambiente. Desta forma, o clone ideal será aquele que apresentar comportamento estável e altamente previsível.

Tabela 1. Valores de severidade de antracnose em 32 clones de guaranazeiro em Maués, Amazonas.

Clones ¹	2000*		2002		2004	
	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II
871	12,50	6,25	14,62	12,50	2,25	8,37
882	31,25	25,00	35,50	28,25	27,37	28,25
862	0,00	25,00	35,50	54,00	20,00	50,25
861	32,25	32,37	34,50	42,75	46,87	34,55
601	6,25	47,75	34,75	46,00	20,87	50,00
605	12,50	20,87	38,75	50,00	24,12	50,00
607	25,25	58,50	54,25	51,00	67,00	75,25
609	18,75	67,00	51,00	54,25	31,32	54,25
610	52,25	35,37	39,00	46,00	39,50	50,25
611	9,50	12,50	18,75	25,00	8,50	24,12
612	0,00	12,50	20,87	46,00	15,87	38,87
613	51,25	47,00	75,25	67,00	79,50	66,75
619	35,50	88,00	42,75	54,00	43,75	62,50
624	2,12	2,00	8,37	4,25	0,00	4,25
626	10,50	8,37	4,25	14,62	4,25	6,37
631	8,37	62,50	46,00	62,50	31,37	83,75

*Ensaio1- ambiente de capoeira; Ensaio 2- ambiente de mata.

Tabela 1. Continuação.

Clones ¹	2000*		2002		2004	
	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II	Ensaio I	Ensaio II
648	6,25	32,25	12,50	32,25	8,50	32,25
300	0,00	24,12	18,75	32,00	12,62	20,87
388	21,87	25,00	35,00	22,00	6,37	12,62
375	51,00	59,75	72,75	54,00	50,00	58,25
381	46,00	67,00	50,00	58,25	46,87	66,75
385	36,00	47,00	35,50	51,00	25,00	75,25
389	36,62	47,00	54,50	54,00	31,50	54,25
217	71,00	55,25	58,50	50,00	88,25	79,50
222	51,25	55,25	58,50	71,00	47,00	88,00
223	67,00	79,50	71,50	62,25	55,25	88,00
224	72,25	67,00	58,25	58,25	58,25	75,25
225	59,50	75,25	55,25	24,00	43,75	75,25
227	71,00	59,50	59,50	58,25	51,00	79,50
228	59,75	66,75	66,75	71,00	58,25	71,00
274	79,50	83,75	75,25	66,75	79,50	79,50
276	63,00	54,25	58,25	54,25	58,25	71,00

¹Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental

Na Tabela 2 são apresentados os valores estimados para os efeitos lineares representados pelos coeficientes de regressão ($\hat{b}_i$) sendo que, a inclinação para os índices de ambiente é igual a 1, porque utilizou-se da média da severidade média em todos os clones, em cada ambiente como índice ambiental.

Valores de $\hat{b}_i$ maior que 1 significa que a resposta do clone a índices de ambientes crescente foi maior que a média. Dentre os 32 clones avaliados os clones 871 ou BRS-Maués, 624, 626, 611 ou BRS-CG-611, 648 ou BRS-CG-648, 612 ou BRS-CG-612 e 300 ou BRS Amazonas são altamente resistentes; sendo que o clone CMU 624 apresenta resistência estável e altamente previsível; os clones BRS Maués e CMU 626 resistência estável e previsível os clones BRS CG-611 e BRS Amazonas resistência estável e moderadamente previsível, ao passo que os clones BRS-CG-648 e BRS-CG 612 apresentam resistência não estável e moderadamente previsível.

Em adição aos clones BRS-CG 882, CMU 605, CMU 601 e CMU 388, comportam-se como resistentes, sendo a resistência estável altamente previsível no clone CMU 601, moderadamente previsível no clone CMU 388 e não previsível nos clones BRS-CG 882 e CMU 388.

Tabela 2. Valores dos parâmetros indicadores da estabilidade e previsibilidade da resistência à antracnose em clones de guaranazeiro.

Clone ¹	Média (severidade)	Média relativa (%)	$\hat{b}_i$	δ^2_{di}	$R^2_{(%)}$	Classificação da resistência
624	2,78	6,63	0,47ns	19,58ns	98,23	A/E/P
626	4,60	10,71	0,53ns	60,33ns	81,07	A/E/MP
611	6,03	14,04	0,14ns	23,56*	72,04	A/E/MP
300	6,94	16,16	1,10ns	24,01ns	69,52	A/E/MP
871	8,05	18,75	0,25ns	24,86ns	86,94	A/E/P
648	8,59	20,01	1,17*	38,42ns	81,39	A/E/MP
612	8,59	20,01	1,47**	102,92*	72,04	A/NE/MP
882	12,09	28,16	0,76ns	16,35ns	14,45	A/E/NP
605	16,16	37,65	0,81ns	150,28*	34,96	A/E/NP
388	16,53	38,51	0,34ns	118,22ns	73,20	A/E/MP
601	19,52	45,48	1,70ns	5,33ns	98,49	A/E/P
862	28,75	60,20	3,29**	57,65	88,66	M/NE/P
861	34,33	66,97	0,37ns	40,05ns	12,78	M/E/NP
610	43,83	102,12	0,14ns	54,08ns	45,60	M/E/NP
385	45,05	104,96	1,88**	104,89**	72,39	M/NE/MP
609	46,13	107,47	1,59**	79,91ns	79,45	M/E/MP
389	46,31	107,89	1,12**	27,90*	78,43	M/NE/MP
631	49,10	114,39	2,62**	51,10**	94,23	M/NE/P
375	52,65	122,70	0,43ns	32,13*	31,23	B/E/NP
619	54,43	126,81	1,23**	263,41*	41,42	B/NE/NP
607	55,23	128,68	1,21*	189,04*	48,42	B/NE/NP
381	55,83	130,07	1,09*	22,45**	80,50	B/NE/MP
276	59,83	139,39	0,67*	18,23**	63,82	B/NE/NP
225	59,83	139,39	1,57ns	68,83*	70,49	B/E/MP
222	62,37	145,31	1,55**	118,41*	57,74	B/NE/NP
227	63,12	147,06	1,28*	20,84**	84,15	B/NE/MP
217	63,20	149,58	0,84ns	112,24*	20,90	B/E/NP
613	64,48	150,23	0,17ns	204,45ns	11,88	B/E/NP
224	64,87	151,14	0,92ns	17,55ns	76,39	B/E/MP
228	65,66	152,74	0,34ns	27,37*	22,21	B/E/NP
223	70,58	164,44	1,47**	29,17*	83,22	B/NE/MP
274	77,37	180,26	0,29ns	37,44	13,06	B/E/NP

*Significativo ao nível de 5%, ** Significativo ao nível de 1 %, A = Alta, M = Moderada, B = Baixa, E = Estável, NE = Não Estável, P = Previsível, MP = Moderadamente Previsível, NP = Não previsível

¹Numeração dos clones segundo o programa de melhoramento genético do guaranazeiro. Embrapa Amazônia Ocidental.

Os demais clones independentemente da estabilidade e/ou do nível de previsibilidade, não apresentaram nível de resistência desejável e, portanto, não são passíveis de maiores discussões.

Em resumo, os resultados deste trabalho mostram que os clones BRS Maués (871), CMU 624, CMU 626, BRS-CG 611, BRS Amazonas, BRS-CG 882, CMU 605, CMU 601 e CMU 388 (para os quais os valores estimados $\hat{b}_i$ foram iguais ou menores que a média e não significativos) apresentam resistência ou seja, comportamento estável indiferente do estímulo do ambiente, como seria o caso do surgimento de patótipos de *Colletotrichum guaranicola*. Estes clones apresentam também valores médios de severidade de doença que os classificam como resistentes a altamente resistentes e os credenciam para recomendação como fontes de resistência, bem como, para serem utilizados como estratégia de controle de antracnose do guaranazeiro.

Em adição os clones CMU 624 e CMU 601 podem, devido a alta previsibilidade da resistência, ser considerados importantes fontes de genes para resistência redutora de taxa de progresso da antracnose, especialmente em programas de seleção recorrente.

Literatura Consultada

BROWNING, J. A.; SIMONS, M.D.; TORRES, E. Managing host genes: Epidemiology and Generic Concepts. In: HORSFALL, J.G.; COWLING, E.B. (Eds), **Plant disease an** advance treatise. New York Academic Press, 1977, v. 1, p. 191-212.

CRUZ, C. D. Programa GENES: Versão Windows Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Viçosa: Editora UFV, 2001, 648p.

EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parmeters for comparing varieties. **Crop Science**, Madson, v. 6, p. 36-40, 1966.

FINLAY, K. W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Resource**, Collingwood, v. 14, p. 742-754, 1963.

PRABHU, A.S.; MORAIS, O. D. Resistência estável e doenças de plantas. In: LUZ, W. C. **Revisão Annual da Patologia de Plantas**, Passo Fundo: RAPP, v 1, p. 237-273, 1993.