

Variabilidade Patogênica de *Phaeoisariopsis griseola* na Costa Rica

Steffany Orozco C. & Carlos Manuel Araya F.

Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Ap. 86-3000, Heredia, Costa Rica, e-mail: caraya@una.ac.cr

(Aceito para publicação em 12/11/2004)

Autor para correspondência: Carlos Manuel Araya Fernández

OROZCO, S. & ARAYA, C.M. Variabilidade patogênica de *Phaeoisariopsis griseola* na Costa Rica. Fitopatologia Brasileira 30:589-593. 2005.

RESUMO

Devido ao consistente aumento na incidência e severidade da mancha angular do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), causada por *Phaeoisariopsis griseola*, na América Latina nos últimos anos, esta doença vem sendo considerada como uma das que provocam maiores perdas na cultura do feijoeiro comum. Normalmente, a infecção ocorre depois da quarta semana de cultivo, causando lesões necróticas nas folhas, cloroses e desfolhação precoce, pelo qual o rendimento é diminuído significativamente. As populações deste fungo mostram grande variabilidade patogênica, a qual apresenta patótipos com alto grau de adaptação ao acervo genético do hospedeiro, como resultado de um processo de co-evolução. O presente trabalho teve como objetivo estudar a variabilidade patogênica do fungo *P. griseola* a partir de isolamentos monospóricos provenientes das zonas produtoras de feijão na Costa Rica. Uma população de 61 isolamentos foi inoculada no grupo de diferenciadoras de *P. griseola*, o qual é composto de genótipos andinos e mesoamericanos. Com base na reação das diferenciadoras aos isolados inoculados, confirmou-se a variabilidade do fungo na Costa Rica; foram identificados 21 patótipos, dos quais o 0-0 e o 0-53 foram os mais frequentes e de ampla distribuição geográfica. Os patótipos 20-21, 8-0, 42-57 e 52-57 foram os menos frequentes. As diferenciadoras mesoamericanas foram mais suscetíveis ao patógeno; no entanto, não foi detectada especificidade dos isolamentos, já que várias das diferenciadoras andinas também foram suscetíveis à doença. Os resultados sugerem a importância de se conhecer a variabilidade do fungo *P. griseola*, e de se incorporar genes de resistência em novos genótipos desenvolvidos através de programas de melhoramento.

Palavras-chave adicionais: *Phaseolus vulgaris*, doença do feijoeiro, melhoramento, co-evolução.

ABSTRACT

Pathogenic variability of *Phaeoisariopsis griseola* in Costa Rica

Bean angular leaf spot caused by *Phaeoisariopsis griseola* is one of the diseases that cause the highest yield losses in common beans (*Phaseolus vulgaris*) in Latin America, because of its consistent increase in incidence and severity. Normally, infection occurs after the fourth week of the crop, causing leaf necrotic lesions, chlorosis and early defoliation, all of which reduce yield significantly. The populations of this fungus have shown large pathogenic variability, presenting pathotypes with a high degree of adaptation to the genetic pool of the host as a result of the process of coevolution. The present study had the objective of studying the pathogenic variability of the fungus *P. griseola* based on monosporic isolates from bean growing regions in Costa Rica. A population of 61 isolates was inoculated over the group of angular leaf spot differentials, which is formed by Andean and Mesoamerican bean landraces or varieties. A total of 21 pathotypes was identified based on the phenotypic reaction of differentials out of those races 0-0 and 0-53 were the most frequent and geographically widespread. Races 20-21, 8-0, 42-57, and 52-57 were the less frequent races. The Mesoamerican differentials were more susceptible to the fungus, however, no specificity was detected in the isolates because several of the Andean differentials were also susceptible to the pathogen. The results suggest the importance of knowing the variability of *P. griseola* in the establishment of breeding programs and incorporating durable resistance through either gene pyramiding or deployment.

Additional keywords: *Phaseolus vulgaris*, bean disease, plant breeding, coevolution.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é hospedeiro de vários patógenos. A mancha angular, cujo agente causal é o fungo *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris, é uma doença de ampla distribuição geográfica (Saettler, 1991; Correa-Victoria *et al.*, 1994), que, nos últimos anos, incrementou sua incidência e severidade na Costa Rica (Araya & Hernández, 2001) e, em geral, na América Latina (Correa-Victoria *et al.*, 1994). As perdas no rendimento

podem alcançar até 80% (Rava *et al.*, 1985; Jesus Júnior *et al.*, 2001), devidas a desfolhação precoce, ataque inicial às vagens e redução do tamanho do grão (Correa-Victoria *et al.*, 1994).

Através dos anos, foram recomendados diferentes programas de combate químico da mancha angular (Rocha *et al.*, 1998; Sartorato & Rava, 1999); no entanto, na América Latina, a maior parte da produção do feijão está nas mãos de pequenos e médios agricultores, que não possuem condições econômicas de sustentar um programa de combate químico.

Por isso, a melhor opção de controle da enfermidade, nessas condições, é o uso de cultivares resistentes ao patógeno. Com esse propósito, desde a metade da década de 90, foi intensificada a avaliação de diferentes fontes de resistência e a identificação de potenciais doadoras de genes (Pastor-Corrales *et al.*, 1998; Araya & Araya, 2000).

No entanto, a eficiência no uso de resistência à mancha angular depende do conhecimento sobre a variabilidade patogênica do agente causal e sua distribuição geográfica. A diversidade genética de *P. griseola* tem sido determinada mediante a reação de um grupo padrão de variedades diferenciadoras que contêm genótipos dos dois acervos genéticos do feijão (Sartorato, 2002). Esses estudos demonstraram que as populações do patógeno nos países mesoamericanos apresentam ampla variabilidade e observa-se uma alta associação entre a origem do patógeno e o acervo genético do hospedeiro: andino ou mesoamericano (Pastor-Corrales & Jara, 1995; Araya & Orozco, 2001; Sartorato, 2002).

O estabelecimento de um processo de co-evolução sugere a possibilidade de incorporar genes de resistência de um acervo genético em outro; no entanto, para a implementação desta estratégia no desenvolvimento de novas cultivares resistentes, é necessário conhecer em profundidade a estrutura genética das populações do patógeno em cada região de interesse.

O objetivo deste estudo foi identificar os patótipos de *P. griseola* presentes nas regiões agrícolas produtoras de feijão da Costa Rica, para orientar os programas de melhoramento genético que visam ao desenvolvimento de variedades comerciais resistentes à mancha angular.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de tecido foliar ou vagens infetadas pelo fungo foram coletadas em diferentes localidades nas regiões agrícolas produtoras de feijão da Costa Rica (Figura 1). A relação dos isolados encontra-se na Tabela 1. O isolado PC 102 foi coletado na província panamenha de David, limite fronteiro sul do país. Todo o material com sintomas foi processado no laboratório de Fitopatologia da Escola de Ciências Agrárias da Universidade Nacional, na província de Heredia.

As amostras foram mantidas por 48 h em câmara úmida para promover a esporulação. O isolamento foi realizado colocando-se uma pequena porção de ágar na extremidade de um alfinete estéril, com o qual se roçou ligeiramente os corêmios esporulados; o fragmento do ágar foi depois depositado em água destilada estéril com cloranfenicol (0,2%). Este processo foi repetido várias vezes com a finalidade de garantir uma alta concentração de conídios nesta suspensão.

Quatro gotas da suspensão de conídios foram distribuídas sobre meio de cultivo ágar-ágar contido em placas petri, que foram incubadas durante 24 h à temperatura ambiente, em ausência de luz.

Depois da incubação, os conídios que emitiram tubo

germinativo foram transferidos individualmente ao meio de cultivo V-8 com clorafenicol, onde foram mantidos na ausência de luz durante oito dias, para dar origem aos cultivos monospóricos. Foram obtidos 61 isolamentos (Tabela 1).

A cada colônia monospórica foram agregados 0,6 ml de água destilada estéril. As colônias foram então raspadas com uma espátula para realizar a suspensão dos conídios. Um mililitro dessa suspensão foi transferido para placas de Petri contendo o meio de cultivo V-8. Essas placas foram incubadas a temperatura ambiente, na ausência de luz, durante 12 dias. A partir das colônias esporuladas foi preparado o inóculo para avaliar a reação das cultivares diferenciadoras.

As cultivares diferenciadoras (Pastor-Corrales & Jara, 1995) foram semeadas em quatro bandejas de aço inoxidável de 44 x 44 x 8 cm, contendo uma mescla do solo e casca de arroz (1:1 volume), esterilizada a 110 C e 15 libras de pressão. Em cada bandeja foram semeadas seis diferenciadoras. O ensaio teve dez repetições de cada diferenciadora.

Uma suspensão de 2×10^4 conídios/ml de cada isolado monospórico foi pulverizada sobre as dez plantas de cada diferenciadora com 20 dias de idade, até molhar completamente a folhagem. Essas plantas foram depois incubadas durante quatro dias em câmara úmida, sob condições de 98-100% de umidade relativa e temperatura de 23-26 °C. Posteriormente, foram transferidas para casa de vegetação até o momento da avaliação, o que ocorreu 15 dias após a inoculação.

Os sintomas desenvolvidos nas cultivares diferenciadoras foram avaliados segundo a escala de severidade de 1 a 9 proposta por Schoonhoven & Pastor-Corrales (1987). A reação de 1 a 3 foi considerada de resistência e de 4 até 9, de suscetibilidade.



FIG. 1 - Regiões agrícolas em Costa Rica, definidas com base nas condições agro-climatológicas.

TABELA 1 - Procedência geográfica de 61 isolados de *Phaeoisariopsis griseola* avaliados na Costa Rica e seus respectivos patótipos

Código	Região Agrícola	Patótipo de <i>P. griseola</i>	Código	Região Agrícola	Patótipo de <i>P. griseola</i>
CRA 096	Central	0 - 0	CRA 009	Huetar Norte	9 - 7
CRS 104	Central	0 - 0	CRA 010	Huetar Norte	9 - 7
CRA 108	Central	0 - 0	CRA 160	Huetar Norte	9 - 7
CRA 110	Central	0 - 0	CRH 101	Central	13 - 13
CRA 116	Huetar Norte	0 - 0	CRS 132	Brunca	13 - 23
CRA 125	Central	0 - 0	CRS 136	Brunca	20 - 21
CRS 128	Central	0 - 0	CRA 003	Central	31 - 19
CRA 097	Central	0 - 7	CRA 006	Central	31 - 19
CRS 098	Central	0 - 7	CRA 007	Central	31 - 19
CRS 099	Central	0 - 7	CRA 005	Central	31 - 47
CRS 103	Central	0 - 7	CRA 115	Huetar Norte	31 - 47
CRA 118	Huetar Norte	0 - 7	CRS 122	Central	31 - 47
CRA 106	Central	0 - 53	CRS 123	Central	31 - 47
CRA 114	Huetar Norte	0 - 53	CRS 129	Central	31 - 47
CRA 120	Huetar Norte	0 - 53	CRS 133	Brunca	31 - 57
CRA 124	Central	0 - 53	CRS 138	Brunca	31 - 57
CRA 144	Huetar Norte	0 - 53	CRS 137	Brunca	31 - 63
CRA 156	Huetar Norte	0 - 53	CRA 117	Huetar Norte	34 - 63
CRA 158	Huetar Norte	0 - 53	CRA 155	Huetar Norte	34 - 63
CRA 008	Huetar Norte	1 - 1	CRA 146	Huetar Norte	34 - 63
CRA 011	Huetar Norte	1 - 1	CRA 107	Central	38 - 55
CRA 161	Huetar Norte	1 - 1	CRA 109	Central	38 - 55
CRL 001	Huetar Atl á n	1 - 3	CRA 126	Central	38 - 55
CRL 002	Huetar Atl á n	1 - 3	CRA 127	Central	38 - 55
CRA 147	Huetar Norte	2 - 46	CRS 134	Brunca	38 - 55
CRA 159	Huetar Norte	2 - 46	CRA 105	Central	42 - 57
PC 102	Panamá	8 - 0	CRA 015	Huetar Norte	49 - 55
CRS 130	Brunca	8 - 30	CRA 119	Huetar Norte	49 - 55
CRS 131	Brunca	8 - 30	CRA 121	Huetar Norte	49 - 55
CRS 135	Brunca	8 - 30	CRA 157	Huetar Norte	49 - 55
			CRS 100	Central	52 - 57

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na reação do grupo de diferenciadoras de *P. griseola* (Tabela 2), nos 61 isolamentos de *P. griseola* avaliados (Tabela 1) foram determinados 21 patótipos, dos quais 19 suscitarão doença nas diferenciadoras mesoamericanas e 17 o fizeram em ambos os grupos de diferenciadoras. Os resultados demonstram a diversidade, a virulência e a não especificidade dos isolamentos mesoamericanos, como observado previamente em pesquisas realizadas com isolamentos da região (Pastor-Corrales & Jara, 1995; Mahuku *et al.*, 2002).

A identificação do patótipo 8-0, que correspondeu ao isolamento coletado no Panamá, onde é cultivado feijão do tipo andino, demonstra o efeito do hospedeiro na especificidade do patógeno (Pastor-Corrales & Jara, 1995).

A variabilidade e a virulência das populações mesoamericanas do patógeno têm sido documentadas em vários países. Em 1984, Sartorato & Rava (1984) observaram a especialização fisiológica do fungo *P. griseola* no Brasil. Mais

recentemente, Carbonell *et al.* (1997) e Sartorato (2002), utilizando o atual grupo de diferenciadoras, confirmaram a ampla distribuição e a predominância de sete patótipos de *P. griseola* em cinco estados brasileiros. Pastor-Corrales & Jara (1995) determinaram 27 patótipos em diferentes países da América Latina. Mahuku *et al.* (2002) identificaram 50 patótipos a partir de 112 isolamentos coletados na América Central, e apenas 18 deles foram encontrados em um ou mais países. Pesquisas preliminares realizadas na Costa Rica (Araya & Orozco, 2001) demonstraram a importância da variabilidade patogênica na seleção de fontes de resistência à enfermidade.

Alguns patógenos do feijoeiro comum também têm mostrado grande diversidade, tanto fenotípica como genotípica. Entre eles, *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger (Araya, 1996, Sandlin *et al.*, 1999), agente causal da ferrugem, e *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Scrib. (Araya *et al.*, 2001), agente causal da antracnose, refletem a variabilidade própria das populações do hospedeiro

TABELA 2 - Reação das variedades diferenciadoras para os patótipos de *Phaeosariopsis griseola* identificados na Costa Rica

Patótipo de <i>P. griseola</i>	Difer. andinas*					Difer. mesoamericanas**					Frequência		
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4		5	6
0 0	-	-	-	-	-	***	-	-	-	-	-	-	7
0 7	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	5
0 53	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	7
1 1	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	3
1 3	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	2
2 46	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	2
8 0	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1
8 30	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	3
9 7	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-	3
13 13	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	1
13 23	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	1
20 21	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	1
31 19	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	3
31 47	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	5
31 57	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	2
31 63	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	1
34 63	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	3
38 55	-	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+	5
42 57	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	1
49 55	+	-	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	4
52 57	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	1

* Diferenciadoras andinas: 1- Don Timoteo, 2- G11796, 3- Bolón Bayo, 4- Montcalm, 5- Amendoim e 6- G 5686.

**Diferenciadoras mesoamericanas: 1. PAN 72, 2. G2858, 3. Flor de mayo, 4. Mex 54, 5. BAT 332 e 6. Cornell 49242.

*** - = Reação resistente; + = Reação suscetível

e seus patógenos. Conseqüentemente, a diversidade patogênica encontrada nos isolamentos de *P. griseola*, na Costa Rica, é produto da diversidade intrínseca das populações do hospedeiro. Tanto as regiões andinas como as mesoamericanas são postuladas como centros de domesticação independentes de populações silvestres de feijoeiro comum (Gepts & Debouck, 1991). O grupo de diferenciadoras de *P. griseola* contém genótipos andinos e mesoamericanos, os quais por suas reações podem evidenciar a especificidade dos patótipos e da co-evolução do patossistema.

A virulência específica e não-específica de alguns patógenos do feijoeiro comum foi mencionada por vários autores (Sandling *et al.*, 1999; Araya *et al.*, 2001). Os resultados obtidos no presente estudo (Tabela 1) demonstraram que os isolamentos da Costa Rica infetam diferenciadoras tanto andinas como mesoamericanas.

Na Costa Rica, são cultivadas exclusivamente cultivares de feijoeiro tipo mesoamericano, o que exerce pressão de seleção sobre as populações de *P. griseola* prevalecentes,

e conduz ao incremento de patótipos correspondentes ao acervo genético do hospedeiro. Por isso, apesar da falta de especificidade observada no presente estudo, os diferenciais mesoamericanos foram mais suscetíveis que os andinos, confirmando a presença de patótipos somente mesoamericanos. Resultados similares foram obtidos por Mahuku *et al.* (2002), que utilizaram isolamentos provenientes de países centro-americanos. Outro aspecto importante é que a variabilidade e a virulência das populações de patógenos na América Central são maiores que as encontradas em outras latitudes (Araya *et al.*, 2001)

O patótipo mais virulento foi o 31-63, que infetou 11 diferenciadoras, enquanto o patótipo 0-0 não causou infecção alguma nestas cultivares. Os patótipos 0-0, 0-7, 0-53, 31-47 e 38-55, tipicamente mesoamericanos, foram os de maior frequência (Tabela 2). As duas primeiras constituíram 11%, enquanto as duas segundas 8% da população avaliada.

A diversidade fenotípica da população, calculada de acordo com o índice de Gleason (Groth & Roelfs, 1987) foi de 4,88. Este dado é alto, se comparado com o índice encontrado por Sicard *et al.* (1997), em populações de *C. lindemuthianum* na Argentina (Hg=3,68) e por González *et al.* (1998) no México (Hg=2,21). O que significa que o fungo *P. griseola* possui a maior variabilidade patogênica dentre os dois patógenos mais comuns do feijoeiro na América Latina.

Partindo da premissa da co-evolução, este estudo proporciona informação valiosa sobre as populações de *P. griseola* na Costa Rica. As fontes de resistência à mancha angular devem ser selecionadas com a utilização dos patótipos mais frequentes e os mais virulentos em germoplasma mesoamericano, para incorporar genes ou fatores de resistência com maior durabilidade. As diferenças encontradas na estrutura populacional do fungo, nos diferentes países, tornam necessária a avaliação de germoplasma em cada região e sob diferentes condições ambientais.

A presença dos patótipos 0-0 e 0-7 sugere que é possível detectar genes de resistência em materiais mesoamericanos, que podem ser incorporados em novas cultivares através de programas de melhoramento no país. O germoplasma andino sempre será uma fonte importante de genes de resistência à mancha angular desde que sejam superadas as limitações de esterilidade e compatibilidade que frequentemente ocorrem quando se cruzam indivíduos de diferentes acervos genéticos.

Dado que as populações de *P. griseola* são mitóticas, a piramidação de genes em variedades comerciais bem adaptadas pode ser uma estratégia para o uso de genes específicos, com o propósito de alcançar uma resistência durável.

AGRADECIMENTOS

A presente investigação foi realizada graças ao apoio financeiro do "Programa Cooperativo Regional de Frijol para América Central, México y el Caribe" (PROFRIJOL).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAYA, C.M. Distribución agroecológica de enfermedades del frijol en Costa Rica. Memorias V Taller Anual de Resultados y Transferencia de Tecnología. PITTA frijol, Costa Rica. 2001. pp.111-117.
- ARAYA, C.M. Pathogenic and molecular variability and telia production of *Uromyces appendiculatus* isolates from the Andean and Middle American centers of domestication of common bean. (Ph.D. dissertation). University of Nebraska-Lincoln. 1996. 159p.
- ARAYA, C.M. & ARAYA, R. Avances en la selección de fuentes de resistencia a las principales enfermedades del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana* 11:25-29. 2000.
- ARAYA, C.M., CÁRDENAS, C., PALACIOS, N., ARAUZ, W. & DOOHAN, F. Pathogenic and molecular diversity of *Colletotrichum lindemuthianum* in the domestication centers of common bean. *Phytopathology* 91:S3. 2001. (Abstract)
- ARAYA, C.M. & HERNÁNDEZ, J.C. Distribución agroecológica de enfermedades del frijol en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* 68:26-33. 2003.
- ARAYA, C.M. & OROZCO, S. Variabilidad patogênica y evaluación de fuentes deresistencia a *Phaeoisariopsis griseola* en Costa Rica. Memorias, XLVII Reunión Anual PCCMCA. Costa Rica. 2001.
- CARBONELL, S.A.M., ITO, M.F., POMPEU, A.S., FRANCISCO, F.J. & ALMEIDA, A.L.L. Variabilidade de *Phaeoisariopsis griseola* e fontes de resistência em feijoeiro no estado de São Paulo. *Fitopatologia Brasileira* 22:253. 1997. (Resumo).
- CORREA-VICTORIA, F.J., PASTOR-CORRALES, M.A. & SAETTLER, A.W. Mancha angular de la hoja. In: Pastor-Corrales, M.A. & Schwartz, H.F. (Eds.) *Problemas de producción de frijol en los trópicos*. Cali. CIAT. 1994. pp.67-86.
- GEPTS, P. & DEBOUCK, D. Origin, domestication and evolution of the common bean. In: van Schoonhoven, A. & Voysest, O. *Common bean; Research for Crop Improvement*. CIAT. Cali, Colombia. 1991. pp.7-54.
- GONZÁLEZ, M., RODRÍGUEZ, R., ZAVALA, M.E., JACOBO, J.L., HERNÁNDEZ, F., COSTA, J., MARTÍNEZ, O. & SIMPSON, J. Characterization of Mexican isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* by using differential cultivars and molecular markers. *Phytopathology* 88:292-299. 1998.
- GROTH, J.V. & ROELFS, A.P. The concept and measurement of phenotypic diversity in *Puccinia graminis* on wheat. *Phytopathology* 77:1395-1399.1987.
- JESUS JÚNIOR, W.C., DO VALE, F.X.R., COELHO, R.R., HAU, B., ZAMBOLIN, L., COSTA, L.C. & BERGAMIN FILHO, A. Effects of angular leaf spot and rust on yield losses of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 91:1045-1053. 2001.
- MAHUKU, G.S., JARA, C., CUASQUER, J.B. & CASTELLANOS, G. Genetic Variability within *Phaeoisariopsis griseola* from Central America and its Implications for Resistance Breeding of Common Bean. *Plant Pathology* 51:594-604. 2002.
- PASTOR-CORRALES, M.A. & JARA C.E. La evolución de *Phaeoisariopsis griseola* con el frijol común en América Latina. *Fitopatología Colombiana* 19:15-24. 1995.
- PASTOR-CORRALES, M.A., JARA C.E. & SINGH, S.P. Pathogenic Variation in, Sourcess of, and Breeding for Resistance to *Phaeoisariopsis griseola* Causing the Angular Leaf Spot in Common Beans. *Euphytica* 103:161-171. 1998.
- RAVA, C., SARTORATO, A. & DE CARVALHO, J.R. Yield Losses in Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Caused by Angular Leaf Spot (*Isariopsis griseola* Sacc.). *Annual Report Bean Improvement Cooperative* 25:5-6. 1985.
- ROCHA, C.L., SANTOS, J.M.D.F. & BEGLIOMINI, E. Avaliação do fungicida Epoxiconazol o controle da mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*). *Fitopatologia Brasileira* 23:276. 1998. (Resumo)
- SAETTLER, A.W. Angular leaf spot. In: Hall, R. (Ed.) *Compendium of Bean Diseases*. The American Phytopathological Society. Saint Paul, MN. 1991. pp.15-16.
- SANDLIN, C.M., STEADMAN, J.R., ARAYA, C.M., & COYNE, D.P. Isolates of *Uromyces appendiculatus* with Specific Virulence to Landraces of *Phaseolus vulgaris* of Andean Origin. *Plant Disease* 83:108-113. 1999.
- SARTORATO, A. Identification of *Phaeoisariopsis griseola* pathotypes from Five States in Brazil. *Fitopatologia Brasileira* 27:78-81. 2002.
- SARTORATO, A. & RAVA, CA. Controle da mancha angular do feijoeiro comum pelo método de aplicação convencional de fungicidas. *Fitopatologia Brasileira* 24:70-72. 1999.
- SARTORATO, A. & RAVA, C.A. Especialização fisiológica de *Isariopsis griseola* Sacc. em *Phaseolus vulgaris* L. *Summa Phytopatologica* 10:58-59. 1984.
- SICARD, D., MICHALAKIS, Y., DRON, M. & NEEMA, C. Genetic diversity and pathogenic variation of *Colletotrichum lindemuthianum* in the three centers of diversity of its host, *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 87:807-813. 1997.
- SCHOONHOVEN, A. & PASTOR-CORRALES, M.A. Sistema estándar para la evaluación del germoplasma de frijol. Cali, Colombia. CIAT. 1987.