



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



FREDERICO MONTEIRO FEIJÓ

**ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA
ANTRACNOSE DAS VAGENS DE FEIJÃO-FAVA: DESENVOLVIMENTO E
VALIDAÇÃO**

**RIO LARGO - AL
2012**

FREDERICO MONTEIRO FEIJÓ

**ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA
ANTRACNOSE DAS VAGENS DE FEIJÃO-FAVA: DESENVOLVIMENTO E
VALIDAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Proteção de Plantas), do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Iraíldes Pereira Assunção

Co-orientador: Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima

RIO LARGO - AL

2012

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Fabiana Camargo dos Santos

F297e Feijó, Frederico Monteiro.
Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de Feijão-Fava : desenvolvimento e validação / Frederico Monteiro Feijó. – 2013. 37 f. : il.

Orientadora: Iraíldes Pereira Assunção.
Co-orientador: Gaus Silvestre de Andrade Lima.
Dissertação (Mestrado em Agronomia : Proteção de plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2013.

Bibliografia: f. 32-37.

1. *Phaseolus lunatus*. 2. Antracnose. 3. *Colletrichum truncatum*.
4. Patometria. I. Título.

CDU: 632.4:633.35

TERMO DE APROVAÇÃO

FREDERICO MONTEIRO FEIJÓ

ESCALA DIAGRAMÁTICA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA ANTRACNOSE DAS VAGENS DE FEIJÃO-FAVA: DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO

Dissertação defendida e aprovada como requisito para obtenção do grau de Mestre do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção de Plantas, da Universidade Federal de Alagoas, pela seguinte Banca Examinadora:

Orientadora:

.....
Profa. Dra. Iraíldes Pereira Assunção
(CECA/UFAL)

Examinadores:

.....
Prof. Dr. Gaus Silvestre de Andrade Lima
(CECA/UFAL)

.....
Prof. Dr. Ricardo Brainer Martins
(*CAMPUS* ARAPIRACA/UFAL)

.....
Prof. Dr. Marcelo de Menezes Cruz
(CECA/UFAL)

Rio Largo, AL, 31 de Maio de 2012.

À Deus criador da beleza humana. Por ter arquitetado a força em nossos corações para romper barreiras e a sabedoria para construirmos a felicidade com justiça e retidão.

DEDICO

A minha mãe, Alda Lúcia Monteiro Feijó, pelo carinho, dedicação e amor, expressados durante toda minha existência. A minha esposa, Juliana Ferreira de Lima, pelo companheirismo e amor dedicados a mim, a minha filha linda Bianca Ferreira Feijó. E aos meus irmãos, pela fraternidade durante os momentos de dificuldades.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas pela oportunidade de me iniciar na vida acadêmica.

Ao Mestrado em Agronomia do CECA/UFAL que tanto me permitiu desafiar situações adversas e colher os frutos saborosos pelos ensinamentos adquiridos.

Aos Professores Drs. Gaus Silvestre de Andrade Lima e Iraídes Pereira Assunção, pelas orientações, ensinamentos, amizade e dedicação durante minha permanência no programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFAL.

As agências de fomento FAPEAL e CAPES pela concessão da bolsa. Sem a qual, acredito que não haveria possibilidade para conclusão deste feito.

A minha mãe Alda Lucia Monteiro Feijó, que com muito sacrifício criou sozinha cinco filhos, soube ser mãe e pai quando foi necessário. Aos meus irmãos por todo apoio e amizade.

A minha esposa Juliana Ferreira de Lima, pelo amor, companheirismo e dedicação, e a razão da minha vida Bianca Ferreira Feijó, minha filhotinha.

A todos os meus amigos de laboratório e especialmente a Wellington Costa da Silva, Antônio Duarte do Nascimento e Ademar da Silva Paulino por compartilhar o ambiente de trabalho tornando-o prazeroso e também pela amizade durante todo o período de desenvolvimento dos trabalhos.

RESUMO

A antracnose é uma das doenças mais séria do Feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum* (Schwein), responsável por perdas expressivas de produção. Os sintomas ocorrem no hipocótilo, nervuras das folhas, haste, pecíolos e vagens. Nas vagens o sintoma da antracnose é mais fácil de ser observado, apresentando lesões deprimidas, grande e avermelhadas. No entanto para se adotar estratégias de controle para essa doença é necessário padronizar a quantificação da doença no campo. Até então para avaliar a severidade da antracnose em vagem de Feijão-Fava, utiliza-se uma escala desenvolvida para vagens de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), entretanto essa escala não se mostra eficiente na quantificação da antracnose nessa cultura, pois os níveis de severidade, 1,5; 6; 11; 21 e 34% estão muito abaixo dos níveis observados nas vagens de Feijão-Fava, sendo necessário o desenvolvimento de uma escala específica. Diante disso o trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de Feijão-Fava. De acordo com distribuição morfológica das lesões observados nas vagens fotografadas, uma escala diagramática apresentando oito níveis de severidade da antracnose 3; 6; 12; 24; 48; 68; 84 e 96% foi criada. Os níveis de repetibilidade e reprodutibilidade das mensurações da severidade da antracnose em vagens de Feijão-Fava utilizando a escala desenvolvida melhoraram significativamente em relação à escala do feijão-comum, justificando seu uso em estudos epidemiológicos e propiciando informações mais precisas sobre a quantificação dessa doença.

Palavras-chave: *Phaseolus lunatus*. Antracnose. *Colletotrichum truncatum*. patometria.

ABSTRACT

Anthracnose is an more important disease of Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.), caused by the fungus *Colletotrichum truncatum* (Schwein), responsible that significant yield losses. The symptom occurs in the hypocotyl, ribbed leaf, stem, petioles and pods. The pods symptom of anthracnose in Lima bean is easier to be observed, with depressed lesions, large and red. However, is necessary to standardize the quantification of disease to adopt a control strategy. Up until then the anthracnose severity in Lima bean is evaluated using a scale developed for common bean pods (*Phaseolus vulgaris* L.), however this scale is inefficient in the quantification of anthracnose in this culture, because levels severity, 1.5, 6, 11, 21 and 34% has been well below the levels observed in Lima Bean Pods, necessitating the development of a specific scale. Therefore this study aimed at the development and validation of diagrammatic scale to assess the severity of anthracnose of Lima Bean Pods. According to morphological distribution of the lesions observed in the pods photographed, was established a diagrammatic featuring eight levels of severity, 3, 6, 12, 24, 48, 68, 84 and 96%. The levels of repeatability and reproducibility of measurements of the severity of anthracnose in Lima Bean Pods using the scale developed improved significantly relative to the scale of the common bean, justifying its use in epidemiological studies and providing more accurate information about the assessment of this disease.

Keywords: *Phaseolus lunatus*. Anthracnose. *Colletotrichum truncatum*. patometria.

LISTAS DE TABELAS

- Tabela 1** Acurácia e precisão das estimativas da severidade de lesões de antracnose em vagens de Feijão-Fava, representados pelo intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas visuais da severidade da doença efetuada por 10 avaliadores, sem e com o auxílio de duas escalas diagramáticas distintas, à severidade real estimada eletronicamente.....**27**
- Tabela 2** Repetibilidade das estimativas da severidade de lesões de antracnose em vagens de Feijão-Fava, representada pelo intercepto (a), coeficiente angular da reta (b) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas da severidade da doença efetuadas por um mesmo avaliador, com o auxílio da escala diagramática, em duas avaliações separadas por 07 dias.....**29**
- Tabela 3** Reprodutibilidade das estimativas da severidade da antracnose em vagens de Feijão-Fava, representada pela frequência dos coeficientes de correlação de Pearson (r) relacionando as estimativas entre avaliadores, sem o auxílio da escala diagramática e com o auxílio da escala diagramática.....**30**

LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1** Escala diagramática para avaliação de lesões de antracnose em vagens de feijão comum, adaptada de CASTAÑO-ZAPATA (1989).....**23**
- Figura 2** Escala diagramática para avaliação de lesões de antracnose em vagens de Feijão-Fava.....**24**
- Figura 3** Resíduos (severidade estimada - severidade real) das estimativas da severidade da antracnose em vagens de Feijão-Fava realizadas sem o auxílio de escala diagramática (A), com o uso de escala desenvolvida para avaliação em vagens de feijoeiro (adaptada de CASTAÑO-ZAPATA, 1989) (B) e com o uso de escala desenvolvida para avaliação em vagens de Feijão-Fava (C).....**28**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Aspectos Botânicos da Cultura do Feijão-Fava (<i>Phaseolus lunatus L.</i>)	14
2.2 Importância Econômica-Social	15
2.3 Doenças da cultura do feijão-fava	16
2.3.1 Antracnose	16
2.4 Patometria	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Elaboração da escala diagramática	21
3.2 Validação da escala diagramática	21
3.3 Análise dos Dados	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de Feijão-Fava	23
4.2 Validação da escala diagramática	24
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Feijão-Fava (*P. lunatus L.*) se constitui no Nordeste do Brasil em uma cultura relevante no contexto da agricultura familiar, sendo cultivada geralmente durante a estação chuvosa, e consorciada com outras culturas (GUIMARÃES et al, 2006; SANTOS et al. 2002). De acordo com dados do IBGE, no ano de 2010, foram produzidas aproximadamente 7,3 tonelada de grãos secos de Feijão-Fava no país. Apesar do Nordeste apresenta em torno de 90% da produção de grãos do país, Alagoas aparece com apenas 1% da produção da região, com 118 toneladas produzidas, com destaque para os municípios de Palmeira dos Índios e União dos Palmares apresentando as maiores produções do estado (IBGE, 2010).

Embora apresente uma ampla capacidade de adaptação, e um teor de proteína superior a do feijão do tipo carioca (AZEVEDO et al, 2003), a fava continua sendo uma leguminosa alternativa. Este fato pode ser atribuído à tradição de consumo do feijão-comum (*P. vulgaris*) e caupi (*Vigna unguiculata L.*), ao seu paladar amargo em alguns cultivares de Feijão-Fava e pelo tempo de cocção prolongado (GUIMARÃES et al, 2007). De acordo com VIEIRA (1992), a produtividade dessa cultura em condições experimentais, é maior que as observadas em condições de campo, podendo esse fato ser atribuído à parte da produção ser proveniente de pequenos produtores.

A cultura do Feijão-Fava apresenta uma relativa importância econômica-social para a região Nordeste, por se tratar de uma cultura de subsistência e por ser uma importante fonte nutricional para a população. Porém, várias doenças ocorrem nessa cultura, podendo ser causadas por várias espécies de fungos, bactérias, nematóides e vírus (RACHIE et al, 1980). Dentre essas doenças, se destaca a antracnose do Feijão-Fava, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum* (Schwein) (TOZZE JÚNIOR et al. 2006). Essa doença atinge as folhas, os ramos e as vagens, podendo causar redução da produtividade e queda do valor comercial dos grãos (EMBRAPA, 2003). Nas folhas a antracnose causa sintomas como o escurecimento das nervuras, manchas deprimidas com formato elíptico, seguidas de necrose na superfície, tanto nas faces adaxial quanto na abaxial. As vagens apresentam lesões

deprimidas, grandes e avermelhadas, onde se formam acérvulos do patógeno de onde surgem numerosas setas (PAULA JÚNIOR et al., 1995).

Para o controle da antracnose em culturas como o feijão comum e soja tem sido recomendado o emprego de práticas culturais como rotação de cultura com gramíneas, resistência varietal, uso de sementes saudáveis e de produtos químicos (BIANCHINI et al., 2005). Em Feijão-Fava, ainda não existe registro de material resistente para o controle da antracnose, tornando o uso de sementes saudáveis e a aplicação de fungicidas os métodos de controle mais utilizados. Porém o emprego de variedades resistentes seria a melhor opção para o manejo da doença, sendo de fácil acesso aos produtores e economicamente viável, reduzindo, de forma expressiva, os prejuízos com a doença e custos de produção.

Porém, para se adotar estratégias de controle para essa cultura é necessário quantificar a severidade da doença no campo (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011). Em Feijão-Fava (*P. lunatus L.*), para se medir a quantidade de doença causada pela antracnose, faz-se o uso de escalas diagramáticas desenvolvidas para o feijoeiro, tanto para a severidade nas folhas (GODOY et al. 1997), quanto para a severidade nas vagens (CASTAÑO-ZAPATA, 1989), sendo necessário a criação de uma escala específica que expresse a quantidade de doença observada para essa cultura.

Desta forma o trabalho objetiva o desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de feijão-fava.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos Botânicos da Cultura do Feijão-Fava (*Phaseolus lunatus* L.)

A família Fabaceae, possui cerca de 727 gêneros e 19.325 espécies, sendo por tanto considerada a maior família dentro do grupo de dicotiledôneas. Essas espécies se encontram distribuídas por todo o mundo, concentradas principalmente nas regiões tropicais e subtropicais. Essa família é subdividida em três subfamílias, *Mimosoideae*, *Caesalpinioideae* e *Papilionoideae*, onde se concentra o gênero *Phaseolus* (LEWIS et al., 2005). De acordo com algumas revisões, ainda existe uma divergência quanto ao número exato de espécies do gênero *Phaseolus* que pode variar de 31 a 52 espécies, todas originárias do continente americano, dentre as quais, apenas cinco são cultivadas: *P. vulgaris* L. (feijão-comum), *P. lunatus* L. (feijão-fava), *P. coccineus* L. (feijão-ayocote), *P. acutifolius* A. Gray (feijão-topari) e *P. polyanthus* Greeman (feijão de toda uma vida) (DEBOUCK, 1991,1999).

De acordo com VIEIRA (1967), o Feijão-Fava é originário da Guatemala, onde se encontra formas silvestres. Segundo BAUDOIN (1988), as formas silvestres abrangem dois centros antigos da civilização americana, o pré-Maia (Guatemala e sul do México) e o pré-Inca (Peru), de maneira que formas silvestres dessa cultura não se limitam apenas na Guatemala. É cultivada em todo continente Americano, na Europa, no leste e oeste da África e no sudeste da Ásia (BAUDOIN, 1988).

O Feijão-Fava é uma leguminosa com hábito de crescimento do tipo ereto, trepadeiro ou rasteiro, germinação epígea com vagens compridas, achatadas, curvas e coriáceas de coloração bege quando secas, contendo de duas a quatro sementes, com ampla variação de tamanho e cor do tegumento (SANTOS et al., 2002).

Em estudos de caracterização morfo-agronômica de 70 acessos de Feijão-Fava, os resultados mostraram que 95,71% dos 70 acessos de estudados apresentaram hábito de crescimento indeterminado e apenas 4,29% com crescimento determinado. A curvatura de vagens variou de ligeiramente curvas, curvas e eretas e tamanho oscilando entre 5,67 e 8,89 cm. As sementes

apresentaram uma grande variação nos padrões de tamanho (5,60 a 12,88 mm), e na forma dos grãos. Estes podem ser elípticos e esférico. (SILVA NETO, 2010).

2.2 Importância Econômica-Social

O Feijão-Fava, também é conhecido como feijão-lima ou fava, é uma das leguminosas de maior importância do gênero *Phaseolus*, ficando atrás apenas do feijão-comum (*P. vulgaris* L.), onde é comercialmente explorada nas regiões tropicais. É uma cultura que pode superar o consumo do feijão tipo carioca por apresentar elevado potencial proteico (VIEIRA, 1992).

Nos Estados Unidos, que está entre os maiores produtores de Feijão-Fava do mundo, seu consumo se dá preferencialmente na forma de grãos verdes geralmente em conserva, podendo também ser na forma de grãos enlatados, congelados ou empacotados. Essa leguminosa é muito apreciada pelos norte-americanos, superando o consumo de outros grãos secos (VIEIRA, 1992).

No Brasil, o feijão-fava é cultivado nas regiões Sul, Sudeste e no Nordeste. A maior produção se concentra no Nordeste, com exceção da Bahia, que desde 1999 não apresenta registro de produção. Nesta região é considerada como fonte alternativa de alimento e renda para a população, principalmente por se tratar de uma agricultura de subsistência, sendo consumida cozida na forma de grãos maduros ou verdes (AZEVEDO et al, 2003).

Segundo o IBGE, em 2010, foram produzidas 7.349 toneladas de grãos secos de fava no país, numa área plantada de 29.825 ha. O Nordeste apresenta a maior produção do país com 6.667 toneladas, e o estado de Alagoas aparece com apenas 1% da produção, com uma área cultivada de 297 ha, e produção de 118 toneladas, onde os municípios de Palmeira dos Índios e União dos Palmares apresentam as maiores produções do estado (FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010).

Teoricamente, as principais razões para o cultivo relativamente limitado pode ser explicado pela tradição de consumo do feijão-comum e caupi, o paladar amargo em alguns cultivares e seu tempo de cozimento mais longo (GUIMARÃES et al, 2007). De acordo com VIERA, 1992, as condições experimentais a produtividade da cultura tem sido 4 a 5 vezes maiores que aquelas observadas em condições de

campo, podendo isso ser relacionado ao fato de parte da produção ser proveniente de pequenos agricultores.

O Feijão-Fava tem uma relativa importância econômica-social para o Nordeste, por ser uma cultura rústica, geralmente é plantada consorciada com outras culturas (milho, mandioca ou mamona) tomando as plantas dessas culturas como suporte (AZEVEDO et al., 2003). A falta de um programa que incentive a adubação orgânica acarreta em baixos rendimentos com pouco retorno econômico, e dessa forma tornando-a uma cultura de subsistência, sendo geralmente comercializado em feiras livres (FRAZÃO et al., 2004). E a ausência de pesquisas direcionadas, que contribuindo para um alto índice de pragas e doenças observadas no campo (PEREIRA et al. 2004).

2.3 Doenças da cultura do Feijão-Fava

Há relatos de várias doenças que ocorrem em Feijão-Fava, podendo ser causadas por várias espécies de fungos, bactérias, nematóides e vírus (RACHIE et al, 1980).

Entre as doenças fúngicas destaca-se a antracnose (*Colletotrichum truncatum*) (TOZZE JÚNIOR et al. 2006), a rizoctoniose (*Rhizoctonia solani* Kühn), a podridão radicular (*Fusarium solani* (Mart.) f. sp. *Phaseoli* (Burk.)), o míldio (*Phytophthora phaseoli* (Thaxt.)), mela ou murcha da teia micélica (*Thanatephorus cucumeris*) as ferrugens (*Uromyces phaseoli* var. *typica*, *Phakopsora pachyrhizil* e *Phakopsora meibomiae*). Entre as bacterianas, o crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith)), crestamento bacteriano areolado (*Pseudomonas savastanoi* pv. *phaseolicola*). As causadas por nematoides, galhas radiculares causadas por nematóides do gênero *Meloidogyne*, que podem provocar a redução considerável da produção (BRINK e BELAY, 2006). E as causadas por vírus como o mosaico comum, *Bean common mosaic virus* (BCMV) (MELGAREJO et al. 2007) e o mosaico dourado do Feijão-Fava (BGMV) SILVA et al., (2006).

2.3.1 Antracnose

O gênero *Colletotrichum* engloba um dos mais importantes grupos de fungos fitopatogênicos do mundo, contendo espécies que causam doenças de grande expressão econômica em diversas frutíferas, cereais, hortaliças e leguminosas (SERRA et al. 2008), especialmente em regiões tropicais e subtropicais. Espécies deste gênero desenvolvem uma série de estruturas especializadas de infecção, tais como: tubos germinativos, apressórios, haustórios, hifas intracelulares necrotróficas secundárias e acérvulos (SUTTON, 1980). Fungos do gênero *Colletotrichum* são tidos como modelos para processos de infecções, competindo juntamente com *Phytophthora* como o gênero patogênico de plantas mais estudado (BAILEY & JEGGER, 1992).

A antracnose é uma das doenças de grande importância no mundo, podendo causar maiores perdas quando mais precoce for o aparecimento da doença (DALLA PRIA; AMORIM; BERGAMIN FILHO 2003). A doença pode se estender por até 100% da plantação de acordo com o uso de cultivares susceptíveis, sementes de baixa qualidade, bem como sementes infectadas em ambientes que favoreçam o seu desenvolvimento (KIMATI et al. 1997). É uma doença amplamente distribuída no mundo, tendo sido relatada em vários países do continente europeu, africano, asiático e americano (RAVA et al. 1993).

O agente causal da antracnose, *Colletotrichum* já foi relatado causando doenças em várias culturas no Brasil como espécies que causam antracnose em solanáceas, *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*, em feijoeiro, *C. lindemuthianum*, em uma ampla gama de hospedeiros (SILVA et al. 2006).

Na cultura do Feijão-Fava a antracnose é causada pelo fungo *C. truncatum*, sendo que o Nordeste apresenta o maior índice da doença, pois essa região detém cerca de 90% da produção do Brasil. O *C. truncatum* é um fungo mitospórico que apresenta micélio desenvolvido, septado e ramificado (AGRIOS, 2005). O gênero *Glomerella* Spauld. & H. Schrenk (Ascomycota) corresponde à fase sexuada de *C. truncatum* (INDEX FUNGORUM, 2004). A alta umidade, bem como uma película de água sobre a superfície vegetal e temperaturas elevadas (20 – 30°C) são condições que favorecem o desenvolvimento do patógeno (BEDENDO, 1995).

De acordo com CAVALHO et al. 2010, quando o ataque do patógeno ocorre no estágio inicial do desenvolvimento da planta, pode causar grandes danos em

algumas culturas com elevada redução da produção. Em Feijão-Fava, a antracnose ocorre frequentemente nas lavouras de pequenos produtores, em campos experimentais e em localidades como cercas, muros e nas margens de rodovias, porém dados sobre perdas de produção nessa cultura em relação à doença são inexistentes na literatura sendo, portanto necessários estudos direcionados para se estimar essa variável (COSTA, 1986; VIEIRA, 1992; PAULA JÚNIOR et al,1995).

Na cultura do feijão-fava os sintomas da antracnose surgem como manchas avermelhadas, inicialmente observadas ao longo das nervuras, manchas deprimidas e com formato elíptico, seguido de necrose na superfície, tanto nas faces adaxial quanto na abaxial das folhas. No hipocótilo apresenta lesões alongadas, superficiais ou deprimidas. No caule e no pecíolo as lesões têm formato elíptico, deprimidas e escuras. Nas vagens onde a antracnose é mais fácil de serem reconhecidas, as lesões se apresentam de forma arredondada, deprimida, de tamanho variável e com o centro claro, delimitado por um anel negro um pouco saliente cercado por bordas cor de café avermelhada. Nas sementes contaminadas as lesões são pequenas de coloração marrom-escuras deprimidas, de tamanhos variáveis (PAULA JÚNIOR et al., 1995). Na cultura do caupi em condições de umidade e temperatura favoráveis ao desenvolvimento da doença o patógeno pode atacar todas as partes da planta, onde nestas condições forma-se no centro das lesões, uma massa de esporos de coloração rosea (KIMATI et al. 1997; SPONHOLZ et al. 2006; MICHEREFF et al. 2008).

De acordo com BIANCHINI et al., 2005, o controle da antracnose em diversas culturas tem sido realizado por práticas culturais como rotação de cultura, uso de sementes sadias e de produtos químicos, sendo que, o uso de fungicidas e de sementes sadias tem sido os métodos de controle mais utilizados. Porém, para se adotar uma estratégia de controle eficiente para a antracnose em Feijão-Fava principalmente nas vagens é necessário quantificar a severidade dessa doença no campo.

2.4 Patometria

A quantificação de doenças é considerada fundamental para estudos de epidemiologia e para a definição de estratégias de controle, podendo ser medida pela incidência (porcentagem ou frequência de plantas doentes ou partes de plantas doentes em uma amostra ou população) ou pela severidade (porcentagem de área ou volume de tecido coberto por sintomas) (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011). De acordo com CAMPBELL & MADDEN, 1990, erros na hora de se quantificar uma doença, podem interferir em análises posteriores, em maior ou menor grau, nas conclusões obtidas. Para minimizar esses erros, o método empregado para quantificação deve ter a capacidade de gerar resultados acurados (proximidade do valor amostral (média) do valor real da quantidade de doença) e precisos (referente à repetibilidade das estimativas da quantidade de doenças na amostra).

Para a quantificação de doenças de plantas, a variável severidade é a mais apropriada, pois o percentual da área do tecido coberto pelos sintomas demonstra melhor a intensidade da doença que a incidência (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011). Várias técnicas podem ser usadas para avaliar esse parâmetro como as imagens de vídeo, fotografia infravermelha, termógrafo infravermelho, reflectância espectral de copa e imagem de ressonância magnética nuclear, porém são técnicas caras que requerem equipamentos sofisticados (NILSSON, 1995). Dessa forma o uso de escalas diagramáticas, que são representações ilustradas de uma série de plantas ou partes de planta com sintomas em diferentes níveis de severidade, constitui-se atualmente na principal ferramenta de avaliação da severidade de muitas doenças, como por exemplo, as ferrugens, oídios, míldios e manchas (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011).

Na confecção de uma escala diagramática alguns aspectos devem ser levados em consideração como o limite superior da escala que deve corresponder à quantidade máxima de doença observada no campo, a quantidade de doença real determinada no campo e sua representação na escala devem ter alta precisão, e os níveis de severidade da doença devem respeitar os limites da acuidade visual da lei de Weber-Fechner, que diz que “a acuidade visual é proporcional ao logaritmo da intensidade do estímulo” (AMORIM; BERGAMIN FILHO, 2011). De acordo com

HORSFALL & COWLING, 1978, diz que a vista humana é apenas capaz de lê tecido doente para níveis de severidade abaixo de 50%.

Segundo BERGER, 1980, escalas diagramáticas devem ser simples, ter uma ampla aplicabilidade a diferentes condições, produzir resultados reprodutíveis, além de apresentar intervalos suficientes que representem todos os níveis de severidade de uma doença. Apesar de ser uma importante ferramenta na avaliação de muitas doenças, apenas recentemente foi demonstrado que com o uso de escalas diagramáticas melhora a acurácia e precisão dos avaliadores (NUTTER Jr. et al, 2006). O sucesso na sua utilização depende também da experiência e percepção visual de cada indivíduo. A ocorrência de variação quanto à acurácia e precisão são comuns, sendo necessário proceder a análises estatísticas de regressão linear simples para mensurá-las (GODOY et al, 1997).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Elaboração da escala diagramática

Na elaboração da escala, vagens de feijão-fava com sintomas característicos da antracnose foram observadas no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), localizado no município de Rio Largo, situado na latitude Sul ($9^{\circ}28'1,9''$) e longitude ($35^{\circ}49'42,4''$). O campo experimental continha 72 acessos de feijão-fava, provenientes dos bancos de germoplasma da Universidade Federal Rural de Pernambuco e da universidade Federal do Piauí e sementes obtidas em feiras livres e/ou de produtores em vários municípios dos Estados da Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe. Para a criação da escala diagramática foram retiradas diversas fotos apresentando vários níveis de severidade da doença no campo com o auxílio de uma câmera fotográfica digital. A confecção da escala foi feita com base no padrão morfológico de tamanho, forma e distribuição das lesões. Com o auxílio do programa Assess V2.0 (American Phytopathological Society, USA) determinou-se a porcentagem de área lesionada de cada vagem de Feijão-Fava, representando o grau de severidade da doença. E Baseando-se na lei de Weber-Fechner de acuidade visual (HORSFALL & COWLING, 1978), foi definido os níveis de intensidade da doença, 3; 6; 12; 24; 48; 68; e 96, que foram adotados na criação da escala diagramática.

3.2 Validação da escala diagramática

Nos testes de validação da escala diagramática foram selecionadas 50 imagens de vagens de feijão-fava, com níveis diferenciados de severidade da antracnose. A severidade foi estimada por 10 avaliadores sem experiência na quantificação de doenças. Foram realizados cinco avaliações com intervalos de 7 dias entre elas, sendo a primeira avaliação sem escala, a segunda avaliação com o uso da escala desenvolvida por CASTAÑO-ZAPATA, 1989, para vagem de feijão-comum e que é utilizada atualmente para a avaliação da antracnose em Feijão-Fava, na terceira avaliação se repetiu a escala do feijão, a quarta avaliação com a escala criada para vagens de Feijão-Fava e a quinta avaliação realizada com a

escala anterior, de forma a se verificar a repetibilidade das estimativas. A ordem das apresentações das imagens para cada levantamento foi modificada.

3.3 Análise dos Dados

A acurácia e a precisão de cada avaliador foram determinadas por meio de regressão linear simples, onde a variável independente é obtida da severidade real adquirida eletronicamente e a variável dependente é obtida da severidade estimada pelo avaliador. A acurácia das estimativas de cada avaliador e do conjunto de avaliadores foi determinada pelo teste t aplicado ao intercepto da regressão linear (a), para verificar a hipótese $H_0: a=0$, e ao coeficiente angular da reta (b), para testar a hipótese $H_0: b=1$, ao nível de 5% de probabilidade ($P=0,05$). Valores de interceptos significativamente diferentes de zero indicam superestimativa (>0) ou subestimativa (<0) da severidade real a níveis baixos de intensidade da doença, enquanto valores de coeficiente angular da reta que desviam significativamente de 1 (um) indicam superestimativa (>1) ou subestimativa (<1) sistemática da severidade real em todos os níveis de intensidade da doença.

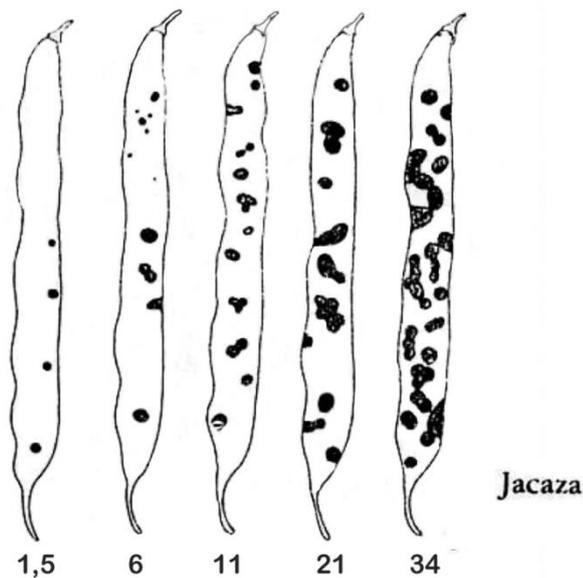
A precisão das estimativas foi determinada pelo coeficiente de determinação da regressão (R^2), pela variância dos erros absolutos (severidade estimada menos a severidade real). A repetibilidade, que indica alta precisão, foi determinada pela comparação entre a primeira e segunda estimativa feita de uma mesma unidade amostral. A reprodutibilidade foi verificada pela comparação entre as estimativas feitas por todos os avaliadores com o uso de uma mesma escala. Todas as análises estatísticas foram efetuadas com o auxílio do programa SAS (version 9.1; SAS Institute; Cary, NC).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose das vagens de Feijão-Fava.

Para avaliação da severidade da antracnose em vagem de Feijão-Fava usa-se atualmente uma escala desenvolvida por CASTAÑO-ZAPATA, (1989) para vagens de feijão-comum, indicada pelos índices 1; 2; 3; 4 e 5, sendo estes índices adaptados para níveis de severidade 1,5; 6; 11; 21 e 34%, de forma a facilitar as avaliações (ESCALA1) (FIGURA1), entretanto essa escala não se mostrou eficiente na quantificação da antracnose para vagens de Feijão-Fava, pois os níveis de severidade se apresentavam muito abaixo dos níveis observados nestas vagens, sendo necessário o desenvolvimento de uma escala específica.

FIGURA 1 - Escala diagramática para avaliação de lesões de antracnose em vagens de feijão.

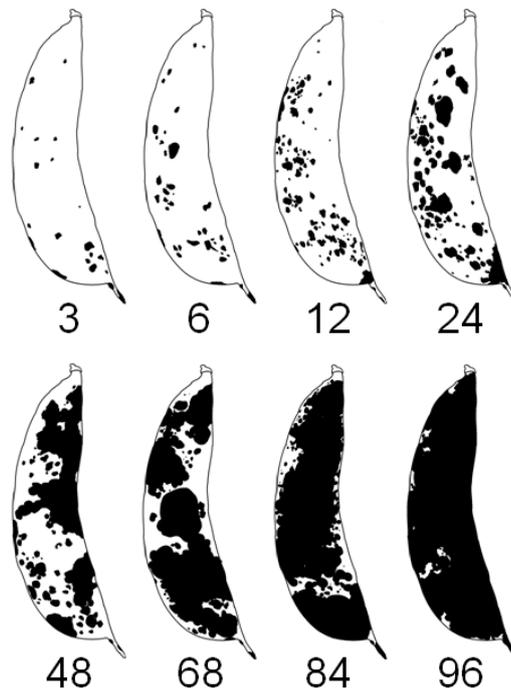


FONTE: Adaptada de CASTAÑO-ZAPATA (1989).

De acordo com distribuição morfológicas dos sintomas da doença, observados nas vagens fotografadas, bem como, nos níveis de severidade estimados pelo programa Assess V2.0 (American Phytopathological Society, USA), e obedecendo a lei de Weber-Fechner de “incrementos logaritmos” (HORSFALL &

BARRAT, 1945), oito níveis de severidade da antracnose em vagens de Feijão-Fava foram utilizados na elaboração da escala diagramática, 3; 6; 12; 24; 48; 68; 84 e 96% (Escala 02) (Figura 2). De acordo com GODOY et al., 1997, incremento logarítmico nos níveis de severidade é uma característica das escalas sendo responsáveis pela fácil interpolação nas estimativas de severidade.

FIGURA 2 - Escala diagramática para avaliação de lesões de antracnose em vagens de fava.



FONTE: Autor, 2012.

4.2 Validação da escala diagramática

Na etapa de validação, quando a severidade da antracnose das vagens de feijão-fava foi estimada sem o auxílio da escala diagramática, 50% dos avaliadores foram pouco acurados, apresentando valores do intercepto significativamente diferente de zero, com valor médio de 3,21 (Tabela 1). Esses avaliadores superestimaram a severidade da doença, indicando a presença de desvios positivos constantes, para a maioria dos avaliadores a baixos níveis da severidade da doença. No coeficiente angular da reta, a média dos avaliadores foi de 1,01, tendo 90% dos

avaliadores não diferindo significativamente de 1, mostrando uma boa acurácia, não indicando desvios sistemáticos em todos os níveis de intensidade da doença nas avaliações, sendo que apenas um avaliador (J) tendeu a subestimativa, tendo seus valores diferindo significativamente de 1 (Tabela 1). Os avaliadores apresentaram boa precisão, com o coeficiente de determinação variando entre 0,77 e 0,88, com a média de 0,84 (Tabela 1). Na avaliação sem o uso de escala a distribuição dos resíduos (severidade estimada – severidade real) apresentou estimativas com erros absolutos variando em média - 5,56 e 3,89 (figura 3A).

Com a utilização da escala 01, houve redução na precisão das estimativas, quando comparado a escala do feijoeiro com a severidade das vagens de feijão-fava, sendo mais acentuada na primeira avaliação. Onde quatro avaliadores (B, C, G e I) tenderam a superestimar a severidade da doença, apresentando os valores dos interceptos diferindo significativamente de zero, de forma a apresentar baixa acurácia nas estimativas, havendo uma melhora nas estimativas da segunda avaliação, onde um avaliador (E) subestimou as estimativas e dois avaliadores (G e I) tenderam a superestimar as avaliações, com valor médio de 7,75 e 1,07, diferindo significativamente de zero e não diferindo significativamente de zero, respectivamente (Tabela 1). Na primeira e segunda avaliação para os coeficientes angulares das retas, 5 (E, G, H, I e J) e 2 (E e I) avaliadores respectivamente subestimaram as estimativas da severidade da doença, diferindo significativamente de 1, e mostrando desvios sistemáticos em todos os níveis de severidade (Tabela 1). Houve redução na precisão da primeira avaliação com o coeficiente de determinação (R^2) médio de 0,73, e melhorando um pouco a precisão na segunda avaliação com o R^2 médio de 0,83 (Tabela 1). A estimativa da distribuição dos resíduos diminuiu em relação à avaliação sem o uso da escala, apresentando erros absolutos variando de - 4,01 e 6,20. Figura 3B.

Para a escala 02, proposta para severidade das vagens de feijão-fava, foram realizadas duas avaliações, na primeira avaliação bem como na segunda avaliação, apenas dois avaliadores (C e H) e (C e I) respectivamente, superestimaram as estimativas para os valores de intercepto, diferindo significativamente de zero, mostrando uma melhora na acurácia em relação à escala 01 (Tabela 1). Alguns estudos de validação de escalas diagramáticas mostraram que existe certa

tendência em superestimar valores mais frequentemente do que subestimar as estimativas (DIAZ et al., 2001; LEITE & AMORIM, 2002; SPÓSITO et al., 2004). O coeficiente angular da reta para a primeira avaliação, quatro avaliadores (E, G, H e J) apresentaram desvios sistemáticos em todos os níveis de intensidade da doença com tendência a subestimativa, tendo os valores diferindo significativamente de zero, onde na segunda avaliação apenas três avaliadores (H, I e J) tenderam a subestimar as estimativas (Tabela 1). Porém as médias observadas para o parâmetro b foram significativas, com 0,92 para a primeira avaliação e 0,93 para a segunda avaliação (Tabela 1). A escala 02 propiciou um relativo aumento na precisão em relação a escala do feijoeiro, com o coeficiente de determinação (R^2) variando entre 0,79 e 0,92 com média de 0,87 (Tabela 1). Houve também uma relativa melhora dos resíduos em relação às avaliações sem a escala e com a escala 01, apresentando erros absolutos variando entre - 4,85 e 3,93.(Figura 3C).

As avaliações sem escala tiveram boa precisão, com R^2 médio de 0,84. Ainda sem escala, para os parâmetros a e b, foram significativos ($P=0,05$), 50% e 10% dos avaliadores respectivamente, diferiram significativamente de 0 e 1, conseqüentemente, não acurados. Com a utilização da escala de CASTAÑO houve redução na precisão, mais acentuada na 1ª avaliação. Já a escala 02 propiciou ligeiro aumento na precisão (R^2), mostrando que as avaliações melhoraram em relação à escala 01.

Alguns trabalhos evidenciaram que existe certa variabilidade entre os avaliadores mesmo usando escalas diagramáticas de maneira que a precisão e a acurácia das avaliações são altamente influenciadas pela habilidade de estimar a severidade, própria de cada pessoa (GODOY et al., 1997; NUTTER Jr. & SCHULTZ, 1995; AMORIM, 1993).

TABELA 1 - Acurácia e precisão das estimativas da severidade de lesões de antracnose em vagens de fava, representadas pelo intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas visuais da severidade da doença efetuadas por 10 avaliadores, sem e com o auxílio de duas escalas diagramáticas distintas, à severidade real determinada eletronicamente.

Avaliadores	Sem escala			Com uso de escala											
				Escala 01 ^a						Escala 02 ^b					
				1 ^a avaliação			2 ^a avaliação			1 ^a avaliação			2 ^a avaliação		
				A	B	R^2									
A	-5,64	1,10	0,80	6,51	0,94	0,80	-0,91	1,04	0,84	3,90	0,94	0,82	1,88	0,92	0,81
B	12,96*	0,99	0,88	9,39*	0,93	0,81	-4,65	1,00	0,79	-0,82	1,00	0,86	-0,10	1,00	0,88
C	6,71*	1,05	0,86	14,83*	0,82	0,56	2,65	1,04	0,90	8,21*	0,94	0,87	5,46*	0,97	0,91
D	0,08	1,09	0,77	1,80	0,92	0,81	-0,10	1,04	0,83	-5,52	1,01	0,81	-1,51	0,98	0,79
E	-6,18	1,03	0,85	-1,31	0,81*	0,79	-6,64*	0,86*	0,80	-0,26	0,88*	0,9	-3,09	0,91	0,87
F	-2,82	1,09	0,87	0,25	0,92	0,77	1,21	0,94	0,77	-1,13	0,96	0,89	4,01	0,93	0,87
G	10,65*	0,97	0,85	22,91*	0,67*	0,53	7,82*	0,98	0,83	3,03	0,89*	0,87	3,12	0,91	0,86
H	8,70*	0,94	0,82	7,85	0,79*	0,69	0,92	1,00	0,88	14,04*	0,75*	0,70	4,07	0,90*	0,89
I	1,10	1,01	0,87	15,52*	0,76*	0,67	10,12*	0,82*	0,88	2,69	0,94	0,92	4,39*	0,90*	0,91
J	6,59*	0,89*	0,88	0,18	0,88*	0,83	0,27	0,99	0,83	-0,25	0,86*	0,88	1,52	0,91*	0,92
Todos	3,21	1,01	0,84	7,75	0,84	0,73	1,07	0,97	0,83	2,39	0,92	0,85	1,97	0,93	0,87

^a Escala 01 adaptada de Castaño-Zapata (1989)

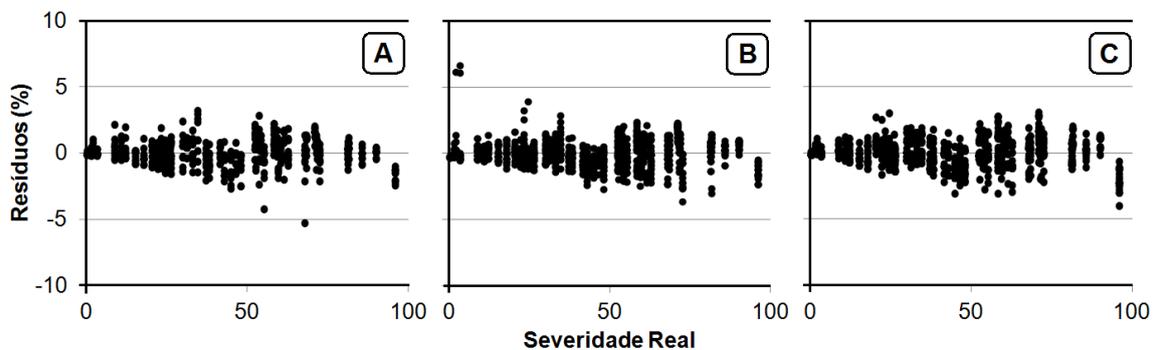
^b Escala proposta neste trabalho

*Asterisco indica que a hipóteses de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t ($P=0,05$)

FONTE: Autor, 2012

De maneira geral a distribuição dos resíduos foram parecidos para as avaliações sem escala, com a escala 01 e apenas demonstrando uma ligeira melhora na distribuição dos erros absolutos (resíduos) com a utilização da escala desenvolvida (Figura 3A, 3B, 3C).

FIGURA 3 - Resíduos (severidade estimada - severidade real) das estimativas da severidade da antracnose em vagens de feijão de fava realizadas sem o auxílio de escala diagramática (A), com o uso de escala desenvolvida para avaliação em vagens de feijoeiro adaptada de CASTAÑO-ZAPATA, (1989) (B) e com o uso de escala desenvolvida para avaliação em vagens de fava (C).



FONTE: Autor, 2012.

De um modo geral as estimativas repetidas, para a avaliação da severidade da antracnose em vagens de Feijão-Fava, foram melhores com o uso da escala 02 evidenciando estimativas mais acuradas, ou seja, com menor número de parâmetros de a e b significativos, apresentando apenas três avaliadores para cada parâmetro diferindo significativamente de zero (Tabela 2). Na escala 01 apresentou baixa acurácia com 60% dos avaliadores apresentando valores do intercepto diferindo de zero, e 80% dos avaliadores para o coeficiente angular da reta tenderam a subestimar as estimativas, diferindo significativamente de 1. A escala 02 também apresentou uma elevada precisão entre os avaliadores, em relação à escala 01, com o coeficiente de determinação mais elevado, tanto na estimativa mínima, média e máxima, variando entre 0,72 a 0,95 (Tabela 2).

TABELA 2 - Repetibilidade das estimativas da severidade de lesões de antracnose em vagens de fava, representada pelo intercepto (*a*), coeficiente angular da reta (*b*) e coeficiente de determinação (R^2) de equações de regressão linear simples relacionando estimativas da severidade da doença efetuadas por um mesmo avaliador, com o auxílio da escala diagramática, em duas avaliações separadas por 07 dias.

Avaliador	Escala 01 ^a			Escala 02 ^b		
	<i>A</i>	<i>B</i>	R^2	<i>A</i>	<i>b</i>	R^2
A	9,52*	0,86*	0,86	8,40*	0,88	0,75
B	18,33*	0,82*	0,80	3,14	0,91	0,82
C	13,51*	0,78*	0,60	3,17	0,96	0,95
D	7,18	0,78*	0,75	1,83	0,90	0,78
E	6,35*	0,90*	0,90	4,76*	0,91*	0,92
F	2,08	0,90	0,86	-1,90	0,96	0,88
G	18,22*	0,67*	0,61	3,82	0,89	0,84
H	8,73*	0,76*	0,72	12,48*	0,79*	0,72
I	6,37	0,92	0,75	0,78	0,99	0,91
J	2,24	0,83*	0,89	1,14	0,87*	0,83

^a Escala 01 adaptada de Castaño-Zapata (1989)

^b Escala proposta neste trabalho

*Asterisco indica que a hipótese de nulidade ($a=0$ ou $b=1$) foi rejeitada pelo teste t ($P=0,05$).

FONTE: Autor, 2012

A reprodutibilidade das avaliações da severidade sem o uso da escala diagramática foi boa, sendo que 73,3% dos casos concentraram-se na faixa de 0,9 a 1 e 26,7% dos casos nas faixas de 0,8 a 0,89. As estimativas feitas com o uso da escala 01 foram piores que as realizadas sem o uso da escala diagramática, tendo apenas 43,3% das estimativas se concentrando na faixa de 0,9 a 1. Para a escala 02, os coeficientes de correlação de Pearson foram um pouco mais alto que os apresentados para a avaliação sem a escala, porém, muito superior em relação a escala 01, sendo que 76,7% das avaliações agruparam-se na faixa de 0,9 e 1, com apenas 23,3% dos casos apresentaram-se na faixa de 0,80 a 0,89 (Tabela 3).

TABELA 3 - Reprodutibilidade das estimativas da severidade da antracnose em vagens de fava, representada pela frequência dos coeficientes de correlação de pearson (r) relacionando as estimativas entre avaliadores, sem o auxílio da escala diagramática e com auxílio de escala diagramática.

Intervalo de coeficiente de correlação (r)	Frequência (%)*		
	Sem escala	Escala 01 ^a	Escala 02 ^b
0,60 - 0,69	0	7,8	0
0,70 - 0,79	0	13,3	0
0,80 - 0,89	26,7	35,6	23,3
0,90 - 0,100	73,3	43,3	76,7

^a Escala 01 adaptada de Castaño-Zapata (1989)

^b Escala proposta neste trabalho

*Calculada considerando o número de ocorrências do intervalo em relação ao total de 45 combinações possíveis entre os 10 avaliadores em cada avaliação da severidade da doença.

FONTE: Autor, 2012.

As estimativas feitas sem escalas foram, em geral, boas. Esse fato fez com que as estimativas feitas com a escala propiciassem uma baixa melhoria na acurácia e precisão (Tabela 1 e figura 3). O que justifica o uso da escala é que seu uso propiciou melhora na repetibilidade (Tabela 2) e reprodutibilidade das estimativas da severidade da antracnose em vagens de feijão-fava (Tabela3).

5 CONCLUSÃO

As avaliações sem escala diagramática foram melhores que as avaliações feitas com a escala modificada de CASTAÑO, indicando que as avaliações sem escala diagramática melhoram significativamente o nível de acurácia e precisão dos avaliadores.

Os níveis de repetibilidade e reprodutibilidade das mensurações da severidade da antracnose em vagens de Feijão-Fava melhoraram significativamente em relação à escala modificada de CASTAÑO, o que justifica seu uso, indicando sua adoção em estudos de epidemiologia e propiciando informações mais precisas sobre a quantificação da doença nessa cultura.

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. Califórnia: Elsevier Academic Press. 5. Ed, 2005. 952p.
- AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., **Fenologia, Patometria e Quantificação de Danos**. In: AMORIM, L., REZENDE, J. A. M., BERGAMIN FILHO, A., Manual de Fitopatologia: Princípios e Métodos. 4. Ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2011. V.1, p. 516-542.
- AMORIM, L., BERGAMIN FILHO, A., PALAZZO, D., BASSANEZI, R.B., GODOY, C.V. & TORRES, G.A.M. Clorose variegada dos citros: uma escala diagramática para avaliação da severidade da doença. *Fitopatologia Brasileira* 18:174-180. 1993
- AZEVEDO, J.N.; FRANCO, L.J.D.; ARAÚJO, R.O.C. **Composição química de sete variedades de feijão-fava**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003. (Comunicado Técnico, 152). 4p.
- BAILEY, J.A & JEGER, M.J. *Colletotrichum*: biology, pathology and control. Kew. CAB International. 1992.
- BAUDOIN, J. P. Genetic resources, domestication and evolution of lima bean, *Phaseolus lunatus*. In: GEPTS, P. (Ed.) **Genetic resources of Phaseolus bean**. Holland: Kluwer Academic Publishers, 1988. P. 393-407.
- BEDENDO, I.P. Manchas foliares. In: **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds). 3a edição, Editora Agronômica Ceres, São Paulo, 1995, p.848-858.
- BERGER, R. D. Measuring intensity. In TENG, P. S.; KRUPA, S. V. (Ed) crop loss assessment. Saint Paul: University of Minnesota. 1980. p. 28-31
- BRINK, M.; BELAY, G. Plant Resources of Tropical Africa 1. Prota: Cereals and pulses, 298 pp. 2006.
- CAMPBELL, C. L.; L. V. MADDEN (1990). **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York City, John Wiley & Sons.
- CARVALHO, E. M. S.; CENTURION, M.A.P.C.; CARVALHO, P. R.S.; **A cultura do Feijão-Fava no meio norte do Brasil**. Cidade: Editora, 2010. . 191-203.
- CASTAÑO-ZAPATA, J. 1989. Estandarización de la estimación de daños causados por hongos, bacterias y nematodos en fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Fitopatologia Colombiana* 13 (1): 9-19.
- COSTA, A.F. Antracnose da fava (*Phaseolus lunatus* L.) no nordeste causada por *Colletotrichum dematium* f. *truncata*. **Fitopatologia Brasileira**, v.11 (Suplemento), p.315, 1986.

DEBOUCK, D. G. Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. In: SINGH, S. P. (Ed.) **Common beans improvement in the twenty-first century**. Dordrecht: Kluwer, 1999. p.25-52.

DEBOUCK, D.G. Systematics and morphology. In: SCHOONHOVEN, A. Van; VOYSEST, O. (Ed.). **Common beans: research for crop improvement**. Cali: CIAT, 1991. p. 55-118.

DÍAZ, C.G., BASSANEZI, R.B. & BERGAMIN FILHO, A. Desenvolvimento e validação de uma escala diagramática para *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* em feijoeiro. *Summa Phytopathologica* 27:35-39. 2001.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja região central do Brasil. **Sistema de Produção**, Londrina: EMBRAPA Soja, n. 1, p.32, 2003.

FRAZÃO et al. Crescimento da fava em resposta a níveis de fósforo na presença e ausência de calagem em Latossolo Amarelo. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 26., 2004, Lajes (SC). **Anais. Lajes (SC)**: Sociedade Brasileira de Ciências do solo, 2004.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE): **Produção Agrícola Municipal – Cereais, Leguminosas e Oleaginosas**. Rio de Janeiro 2010, disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas>>. Acesso em 28 de outubro de 2011.

GODOY, C.V., CARNEIRO, S.M.T.P.G., IAMAUTI, M.T., DALLA PRIA, M., AMORIM, L., BERGER, R.D. & BERGAMIN FILHO, A. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 104:336-345. 1997.

GUIMARÃES, N. R.; MARTINS, L. S. S.; SILVA, E. F.; FERRAZ, G. M. G.; OLIVEIRA, F. J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.11, p. 37-45, 2006.

GUIMARÃES, W.N.; MARTINS, L.S.; SILVA, E.F.; FERRAZ, G.M.G.; OLIVEIRA, F.J. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.1, p.37-45, 2007.

HORSFALL, J.G. & COWLING, E.B. Pathometry: the measurement of plant disease. In: Horsfall, J.G. & Cowling, E.B. (Eds.) *Plant Disease: an advanced treatise-how disease develops in populations*. v.2, New York: Academic Press. 1978. pp.119-136.

HORSFALL, J.C. & BARRAT, R.W. An improved grading system for measuring plant diseases. *Phytopathology* 35:665. 1945.

INDEX FUNGORUM. **Cabi Bioscience databases**. CABI, 2004. Disponível em: <<http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>>. Acesso em: 01 de Set. 2010.

KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. In: **Manual de Fitopatologia: Doenças das Plantas Cultivadas**, 2ª edição. Editora Agronômica Ceres Ltda. São Paulo/SP, v. 2, p. 383-385, 1997.

LEITE, R.M.V.B.C. & AMORIM, L. Elaboração e validação de escala diagramática para mancha de *Alternaria* em girassol. *Summa Phytopathologica*: 28:14-19. 2002.

LEWIS, G. P. **Legumes of the World**. Royal Botanic Gardens, Kew , 577p, 2005.

MELGAREJO, T.A.; LEHTONEN, M.T.; FRIBOURG, C.E.; RANNALI, M.; VALKONEN, J.P.T. Strains of BCMV and BCMNV characterized from lima bean plants affected by deforming mosaic disease in Peru. **Archives of Virology**, v. 152, p.1941-1949, 2007.

MICHEREFF, S. J.; BARGUILI, B. M. ALBERTI, I. C.; OLIVEIRA, S. M. **Escala diagramática para avaliação da severidade da antracnose em bastão do imperador**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.38, p.807-810, 2008.

NILSSON, H. E. Remote sensing and image amage analysis in plant pathology. **Canadian journal of plant Pathology**, v. 17, p. 154 – 166, 1995.

NUTTER JR., F.W. & SCHULTZ, P.M. Improving the accuracy and precision of disease assessments: selection of methods and use of computer-aided training programs. *Canadian Journal of Plant Pathology* 17:174-184. 1995.

NUTTER JR. F.W., ESKER P.D., NETTO R.A.C., 2006. Disease assessment concepts and the advancements made in improving the accuracy and precision of plant disease data. *European Journal of Plant Pathology* **115**: 95-103.

PAULA JÚNIOR, T.J.; SILVA, M.B.; VIEIRA, R.F. Doenças causadas por fungos em hortaliças leguminosas. **Informe Agropecuário**, v.17, n.182, p.63-71, 1995.

PEREIRA, H. S.; SANTOS, J. B.; ABREU, A. F. B. Linhagens de feijoeiro com resistência à antracnose selecionada quanto a características agronômicas desejáveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 209-215, 2004.

RACHIE, K. O.; SONG, L.; LYMAN, J. Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) and its potential in the tropics. In: SUMMERFIELD, R. J.; BUNTING. A. H. (Ed.) **Advances in legume Science**. **Kew**: Royal Botanic Garden, 1980, p. 375-381.

RAVA, C. A.; MOLINA, J.; KAUFFMANN, M.; BRIONES, I. Determinación de razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 388-391, 1993.

SANTOS, D.; CORLETT, F.M.F.; MENDES, J.E.M.F.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n.10, p. 1407-1412, 2002.

SERRA, I.M.R.S.; COELHO, R.S.B.; MENEZES, M. Caracterização fisiológica, patogênica e análise isoenzimática de isolados monospóricos e multispóricos de *Colletotrichum gloeosporioides*. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n.2, p.113-120, 2008.

SILVA, S.J.C.; ASSUNÇÃO, I.P. LIMA, G.S.A. Caracterização molecular de Begomovirus que infectam fava (*Phaseolus lunatus* L.) nos estados de Alagoas e Pernambuco. **Fitopatologia Brasileira**, 31, S246, 2006.

SILVA, M. G. de M.; SANTOS, J. B. dos; ABREU, A. de F. B. **Seleção de famílias de feijoeiro resistente à antracnose e à mancha-angular. Pesquisa Agropecuária brasileira**. Brasília, vol.41, n.10, p. 1499-1506, 2006.

SILVA NETO, J. R. Caracterização Morfo-Agronômica e Avaliação da Resistência em Acessos de Fava ao Mosaico Dourado e à Antracnose, UFAL, Rio Largo, 2010. 93p. **(Dissertação de Mestrado)**.

SPONHOLZ, C.; FREIRE FILHO, F. R.; MAIA, C.B.; RIBEIRO, V. Q.; CARDOSO, M. O. **Reação de genótipos de feijão-caupi a *Colletotrichum truncatum***. Teresina, Embrapa Meio-Norte, 19p. 2006.

SPOSITO, M. B. *et al.* Elaboração e validação de escala diagramática para avaliação da severidade da mancha preta em frutos cítricos. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, n. 01, p. 81-85, 2004.

SUTTON, B. C. **The Coelomycetes**. Fungi imperfecti with pycnidia acervuli and stromata. Kew: Commonwealth Mycological Institute, 696p. 1980.

TOZZE JÚNIOR, H.; MELLO, M.B.A. & MASSOLA JÚNIOR, N.S. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. **Summa Phytopathologica**, v. 32, n.1, p. 71-79, 2006.

VIEIRA, R.F. A cultura do feijão-fava. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.30-37, 1992.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; ANDRADE, G.A. Comparações agronômicas de feijões dos gêneros *Vigna* e *Phaseolus* com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 27, p.841-850, 1992.

VIEIRA, C. **O feijoeiro-comum: Cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa, Imprensa Universitária, 1967, 220 p.