

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/PRODUÇÃO VEGETAL**

DILÉIA ROCHA PEREIRA

**FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA ANTRACNOSE DO
FEIJÃO-FAVA**

**TERESINA, PI
2014**

DILÉIA ROCHA PEREIRA

**FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA ANTRACNOSE DO
FEIJÃO-FAVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

**Orientador: Prof. Dr. José Evando Aguiar
Beserra Junior**

**Co-Orientadora: Profa. Dra. Beatriz Meireles
Barguil**

**TERESINA, PI
2014**

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Biblioteca Comunitária Jornalista Carlos Castello Branco
Serviço de Processamento Técnico

P436f Pereira, Diléia Rocha.
Fatores que influenciam o desenvolvimento da antracnose do
feijão-fava / Diléia Rocha Pereira. -- Teresina, 2014.
51 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do
Piauí, 2014.

Orientação: Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Junior.

Co-Orientação: Prof^ª. Dr^ª. Beatriz Meireles Barguil.

1. *Phaseolus lunatus*. 2. *Colletotrichum truncatum*.
3. Condições Ambientais. 4. Componentes Monocíclicos.
I. Título.

CDD 635.651

**FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DE
ANTRACNOSE DO FEIJÃO-FAVA**

Diléia Rocha Pereira
Engenheira Agrônoma

Aprovada em 09 / 06 / 2014

Comissão Julgadora:

José Evandro Aguiar Beserra Jr.

Prof. Dr. José Evandro Aguiar Beserra Junior - Presidente

CCA/UFPI

Gilson Soares da Silva

Prof. Dr. Gilson Soares da Silva – Membro Externo

UEMA

Beatriz Meireles Barguil

Profa. Dra. Beatriz Meireles Barguil – Membro Externo

UESPI

Regina Lucia Ferreira Gomes

Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes – Membro Interno

CCA/UFPI

“Grandes batalhas só são dadas a grandes guerreiros!”.

(Mahatma Gandhi)

Ao Felipe, meu filho amado, por proporcionar a felicidade em minha vida,

Aos meus pais Sebastião e Rosário, por toda dedicação e incentivo,

Ao Ricardo, por seu amor e incentivo,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, minha fortaleza, sempre dando força, confiança e principalmente coragem para superar todos os obstáculos.

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), pela oportunidade de realização do curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de mestrado;

À Profa. Dra. Beatriz Meireles Barguil, pela orientação, ensinamentos, pela grandiosa contribuição na condução dos trabalhos e amizade;

À Profa. Dra. Regina Lúcia Ferreira Gomes, pelos ensinamentos e amizade;

Ao Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Junior, pelos ensinamentos, orientação, contribuições quanto ao estágio a docência e por sua amizade;

À Profa. Me. Gerusa Cavalcante, por sua colaboração, ensinamentos quanto ao estágio à docência, pelas contribuições tão úteis para a escrita desta dissertação e por sua amizade;

Ao Prof. Dr. Ademir Sergio Ferreira Araújo, pela colaboração quanto às análises de amostras de solos;

Aos professores do PPGA pelos ensinamentos transmitidos;

A professora Dra. Eulália Carvalho, pela doação dos isolados de *Colletotrichum*;

À funcionária do Laboratório de Fitossanidade Antonia da Cruz (Toinha) pela ajuda nas atividades laboratoriais e por sua amizade;

Ao secretário do PPGA, Vicente de Sousa Paulo, pelo apoio e disponibilidade em ajudar;

Aos colegas de mestrado pelas trocas de experiências e por momentos de descontração;

Ao meu amor Felipe Rocha de Sousa, filho lindo que me presenteia todos os dias com seu sorriso maravilhoso, que me torna forte e capaz de superar todas as dificuldades encontradas ao longo desta caminhada;

Ao Ricardo Silva de Sousa, por seu amor e incentivo, por sua enorme contribuição na condução dos experimentos e por sempre acreditar em mim;

A minha família, em especial a minha mãe Rosário e minha sogra Maria de Lourdes, pelo exemplo de vida, força, amor, ajuda e compreensão.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2. 1. Cultura do feijão-fava.....	13
2. 2. Antracnose	14
2. 3. Período de molhamento	18
2. 4. Temperatura	19
2.5. Avaliação da face foliar para inoculação	20
2.6. Idade foliar.....	21
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
4. CAPÍTULO I.....	30
Fatores que influenciam o desenvolvimento da antracnose do feijão-fava	30
RESUMO.....	30
ABSTRACT.....	31
4.1 INTRODUÇÃO	31
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.4 CONCLUSÃO	40
4.5 AGRADECIMENTO.....	40
4.6 REFERÊNCIAS	40
ANEXO.....	47

FATORES QUE INFLUENCIAM O DESENVOLVIMENTO DA ANTRACNOSE DO FEIJÃO-FAVA

Autora: Diléia Rocha Pereira

Orientador: Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Junior

Co-Orientadora: Profa. Dra. Beatriz Meireles Barguil

RESUMO

Cultivada principalmente na região nordeste do Brasil, o feijão-fava é a segunda leguminosa de maior importância econômica do gênero *Phaseolus*. É considerada como alternativa de renda e fonte de alimento, apresentando potencial para fornecer proteína à população. No Brasil, embora assumam relativa importância econômica e social, principalmente para os pequenos produtores, os índices de produtividade são baixos, e um dos fatores que contribuem é a ocorrência de pragas e doenças como, por exemplo, a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum*, uma das doenças mais importantes da cultura. Nesse contexto, a pesquisa teve como objetivo avaliar os efeitos da temperatura, do período de molhamento foliar, da idade e da face da folha, no desenvolvimento da antracnose em folhas destacadas de dois genótipos de feijão-fava. Os trabalhos foram conduzidos no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, no período de março de 2013 a março de 2014. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial. Para cada genótipo foram avaliados o período de incubação (PI), a severidade final da doença (SF) e a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD). O PI diminuiu linearmente com o aumento da duração de molhamento foliar, enquanto a SF e a AACPD aumentaram linearmente. Houve aumento do PI, e redução progressiva do SF e da AACPD com o aumento da temperatura. Não houve preferência quanto à face da folha para inoculação, nem quanto à idade. O método indicado para a inoculação de *C. truncatum* em folhas destacadas de feijão-fava é a pulverização

em ambas as faces da folha, independente da idade foliar com período de molhamento de 48 h e temperatura de 24°C a 27°C. O genótipo UFPI 214 comportou-se como mais suscetível à antracnose, apresentando menor PI, maior SF e AACPD do que o genótipo UFPI 216.

Palavras-chave: *Colletotrichum truncatum*, condições ambientais, *Phaseolus lunatus*, componentes monocíclicos.

FACTORS INFLUENCING THE DEVELOPMENT OF ANTHRACNOSE IN LIMA BEAN

Author: Diléia Rocha Pereira

Adviser: Prof. Dr. José Evando Aguiar Beserra Junior

Co-Adviser: Profa. Dra. Beatriz Meireles Barguil

ABSTRACT

Grown mainly in the northeastern region of Brazil, the lima bean is the second most economically important legumes of the genus *Phaseolus*. It is considered an alternative cash crop and food supply, with the potential to provide protein to the population. In Brazil, but takes on economic and social importance, particularly for smallholders, productivity levels are low, and one of the contributing is the occurrence of pests and diseases, eg, anthracnose, caused by *Colletotrichum truncatum*, which is one of the most important diseases of crop. In this context, the research aimed to determine the effects of temperature, leaf wetness duration, and age of the leaf, in the development of anthracnose in detached leaves of two genotypes of lima bean. The work was conducted at the Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina-PI, in the period from March 2013 to March 2014. The experimental design was completely randomized in a factorial design. For each genotype incubation period (IP) were evaluated in disease severity (DS) and the area under the disease progress curve (AUDPC). The PI decreased linearly with increasing duration of leaf wetness, while DS and AUDPC increased linearly. An increase of the IP progressive reduction of DS and AUDPC with increasing temperature. The range for the inoculation of *C. truncatum* method in detached leaves lima bean is spraying both sides of the leaf, leaf age independent with wetness period of 48h and temperature ranging between 24° C and 27 °C. The UFPI 214 genotype behaved like more susceptible to anthracnose, showing lower IP, DS and AUDPC greater than genotype UFPI 216.

Key words: *Colletotrichum truncatum*, environmental conditions, *Phaseolus lunatus*, monocyclic components.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.), também conhecido como fava, feijão-lima, é uma das quatro espécies do gênero *Phaseolus* exploradas comercialmente (SANTOS et al., 2002). É cultivado por apresentar grãos comestíveis (AZEVEDO et al., 2003), distribuindo-se em várias regiões do mundo, como na América Latina, Estados Unidos e Canadá (MELO et al., 2009). No Brasil, a fava é cultivada em todos os estados. Caracteriza-se por alta diversidade genética, elevado potencial de produção e adaptação às mais diferentes condições ambientais (MAQUET et al, 1999), sendo a segunda leguminosa de maior importância do gênero. Devido ao conteúdo proteico e paladar característico, é mundialmente utilizado nas mais diferentes culinárias, recebendo várias denominações, em função da região cultivada ou forma de utilização na alimentação (GRIN, 2014). Embora sua utilização seja relativamente menor, o feijão-fava parece ter uma capacidade de adaptação mais ampla que o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (SANTOS et al., 2002).

O feijão-fava é uma alternativa de renda e fonte alimentar para a população da região Nordeste do Brasil (OLIVEIRA et al., 2004), apresentando potencial para fornecer proteína à população (SOARES et al., 2010). Ainda, segundo os autores, no Piauí, prevalece o consumo de grãos secos, embora se encontre grãos de feijão-fava verdes sendo vendidos em feiras e mercados populares do interior e da capital. No entanto, segundo Azevedo et al. (2003), sua produção ainda se apresenta de forma rústica. Para Santos et al. (2002), a baixa produtividade pode ser atribuída ao fato de parte da produção ser oriunda de pequenos produtores, em consórcio, sem adoção de tecnologia que vise o aumento da produtividade.

A produção anual do feijão-fava no Piauí, em 2012, foi de 283 toneladas, com rendimento médio de 150 kg de grãos ha⁻¹ (IBGE, 2012). Provavelmente o baixo rendimento da cultura se deve, entre outros fatores, a não adoção de tecnologia de produção (SANTOS et

al., 2002), ausência de programas de adubação mineral e orgânica (ALVES et al., 2008) e da ocorrência de pragas e doenças (VIEIRA et al., 1992). Para Carvalho (2009), existem poucos registros de doenças nessa cultura no Brasil, devido provavelmente, a sua pouca exploração econômica. Paula Junior et al. (1995) afirmam que a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum truncatum* (Schwein) Andrus & W. D. Moore tem sido frequentemente encontrada em plantios de feijão-fava no Brasil, especialmente na região Nordeste, e está entre as doenças fúngicas mais importantes da cultura.

No feijão-fava, a antracnose é caracterizada por manchas avermelhadas inicialmente observadas ao longo das nervuras, na face inferior das folhas e sobre hastes e pecíolos jovens (CARVALHO, 2009). Nas vagens, as lesões são deprimidas, grandes e avermelhadas, sobre as quais se formam os acérvulos do patógeno, com aspecto de uma massa esbranquiçada, de onde saem numerosas setas (PAULA JUNIOR et al. 1995).

A frequência e a intensidade da antracnose são significativamente influenciadas pelo grau de desvio de cada condição ambiental do ponto no qual o progresso da doença é máximo (AGRIOS, 2005). Para Chongo; Bernier (2000), a temperatura, a duração do período de molhamento e a concentração de inoculo afetam a infecção e o desenvolvimento da antracnose em várias culturas. De acordo com Silveira et al. (2001), a umidade na superfície da planta é um dos fatores ambientais que afetam mais intensamente o início e o progresso de doenças infecciosas. Esta é indispensável para a germinação da maioria dos esporos e para a penetração do tubo germinativo no tecido do hospedeiro, além de aumentar a suscetibilidade a certos patógenos, afetando a incidência e a severidade da doença (AGRIOS, 2005).

Os fatores ambientais podem determinar o grau de predisposição do hospedeiro, influenciando desde o estabelecimento da doença numa cultura até o desencadeamento da epidemia (BEDENDO; AMORIM, 2011). Para Chongo; Bernier (2000), estudos a cerca dos

efeitos dos fatores ambientais sobre a antracnose podem proporcionar uma melhor compreensão e, conseqüentemente, um melhor manejo da doença.

Considerando a importância do feijão-fava e por se verificar na literatura a inexistência de trabalhos relacionados com os efeitos das condições ambientais no desenvolvimento da antracnose, este estudo objetivou verificar os efeitos da temperatura, do período de molhamento foliar, da idade e da face da folha, no desenvolvimento da doença em folhas destacadas de dois acessos de feijão-fava.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. 1. Cultura do feijão-fava

Distribuído por toda América tropical, domesticado nas Américas Central e Sul (ZIMMERMANN; TEIXEIRA, 1996) o feijão-fava é conhecido também como feijão de lima, feijão-favona ou fava-belém (OLIVEIRA et al.2004). Segundo Esquivel et al. (1990), a hipótese de Mackie (1943), é uma teoria mais completa, que considerou a domesticação dessa espécie de antepassado selvagem com sementes pequenas, encontradas em uma zona antiga da civilização maia da Guatemala, Honduras e sudeste do México e ainda segundo o autor este centro de origem, mudou-se para o norte, sul e leste, onde seguiram as rotas comerciais de tribos pré-colombianas. De acordo com Vieira et al. (1992), pertence à ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus lunatus* L. e é cultivado em muitos países tropicais, haja vista ser uma cultura tolerante à seca, ao excesso de umidade e ao calor.

No Brasil, o cultivo é realizado em quase todo o território, com relativa importância econômica apenas em alguns estados do Nordeste (SANTOS et al. 2002), onde os maiores produtores são Ceará, Pernambuco, Paraíba, Piauí, Sergipe e Maranhão. Em 2012, os estados da região Nordeste foram responsáveis por mais de 88% da produção total desse grão (IBGE, 2012). Segundo Carvalho (2009), esta é uma importante fonte de alimento para a população da região, embora seu consumo seja relativamente menor do que o feijão-comum.

É ainda cultivada de forma anual ou perene, com hábito de crescimento determinado (anão) ou indeterminado (trepador), mas no Brasil predominam as plantas de hábito de crescimento indeterminado e trepador (VIEIRA, 1992), sendo este caracterizado por desenvolvimento da gema terminal em uma guia que pode apresentar tendência ao espaldeiramento ou não, as folhas do feijão-fava são semelhantes às do feijoeiro comum, com dois tipos de folhas: folhas simples ou primárias e folhas compostas. As folhas primárias

oriundas dos cotilédones são as primeiras emitidas e já se encontram presentes no próprio embrião, as demais folhas são alternadas, compostas, trifoliadas, com um folíolo central simétrico (acuminado, bruscamente acuminado ou longamente acuminado) e dois folíolos laterais, assimétricos, acuminados, de forma ovalada ou triangular (MELO, 2005). De acordo com Zimmerman; Teixeira (1996), apresentam coloração mais escura que em outras espécies do gênero, mesmo depois do amadurecimento das vagens, o caule herbáceo apresenta nós e internódios intercalados de números variados. É composto de raiz principal de onde partem raízes secundárias, terciárias e demais ramificações. Segundo Vieira (1992), a cultura adapta-se em solo areno-argiloso, fértil e bem drenado, tendo maior rendimento com pH entre 5,6 e 6,8, adaptando-se bem a solos tropicais.

Carvalho et al. (2010), citam que no Brasil, a cultura do feijão-fava tem merecido pouca atenção por parte dos órgãos de pesquisa, resultando em limitado conhecimento de vários aspectos relacionados à cultura e, inclusive aqueles relacionados às doenças. Ainda, segundo os autores, há escassez de registros de doenças, provavelmente, decorre da reduzida exploração econômica da cultura. Os autores ressaltam ainda que para a expansão da cultura do feijão-fava surge a necessidade de estudos visando conhecer efetivamente as doenças de maior ocorrência e responsáveis por maiores perdas de rendimento.

2. 2. Antracnose

A antracnose é causada principalmente por espécies de *Colletotrichum* (AGRIOS, 2005). De acordo com Cannon et al. (2012), o gênero *Colletotrichum* inclui patógenos de plantas de grande importância, como *C. gloeosporioides*, *C. acutatum* e *C. truncatum*, e, segundo Dean et al. (2012), este gênero foi eleito o oitavo mais importante grupo de fungos fitopatogênicos do mundo, em relevância científica e econômica. Esse grupo é amplamente disseminado, principalmente em regiões tropicais e subtropicais, e causa doenças em culturas

economicamente importantes como cereais, gramíneas, leguminosas e solanáceas (SILVA NETO, 2010; DAMM et al., 2009).

Colletotrichum, reconhecido como um gênero de fungo com reprodução assexuado, foi incluído em classificações morfológicas de *Ascomycota* com sua fase sexuada (teleomorfo) denominada de *Glomerella* (AINSWORTH, 1971 citado por CANNON et al. 2012). *Colletotrichum* e seu teleomorfo *Glomerella* são considerados importantes fitopatógenos (MENEZES, 2006). Corda (1831), citado por Menezes (2006), caracterizou o gênero por possuir frutificações setosas, denominadas acérvulos, nas quais conídios hialinos são produzidos em massa alaranjada ou creme. Características morfológicas como tamanho e forma de conídios e formato de apressórios são utilizados para identificação e taxonomia de espécies de *Colletotrichum* (SUTTON, 1992).

Muitas características são utilizadas na taxonomia de identificação dos fungos, incluindo as características culturais, morfológicas, fisiológicas e moleculares (VINNERE, 2004). Cannon et al. (2000) argumentam que é difícil, inclusive, definir o conceito morfológico de *Colletotrichum*, pois as espécies são definidas usando poucos caracteres como tamanho e forma de conídios e tipos de apressórios. No entanto Brioso et al. (2001), afirmam que o uso de técnicas que exploram o ácido nucleico podem representar um caminho para sobrepor tais dificuldades. Contudo, de acordo com Menezes (2006), a alta variabilidade de *Colletotrichum* spp., manifestada pela diversidade de morfologia das colônias, forma dos conídios, presença e formas de setas, além de outras características, torna difícil a identificação dessas espécies, que pode ser facilitada por métodos não morfológicos, os quais ampliam a faixa de caracteres usados para identificá-las, provendo uma forma de estimar a diversidade genética e entender melhor a estrutura da população.

2. 2.1. Antracnose no feijão-fava

A espécie *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose no feijão-fava, possui hifas hialinas septadas e ramificadas, conídios hialinos asseptados, com paredes lisas para verruculosas, com conteúdo granular, ligeiramente curvado com extremidades afiadas, variando de 16,5-23,5 x 3,0-4,0 μm , enquanto que as células conidiogênicas, apresentam-se de forma hialina a marrom pálido medindo entre 6,0-20,0 x 2,5-4,0 μm (DAMM et al., 2009).

A antracnose no feijão-fava é uma das principais doenças frequentemente encontradas na cultura (CARVALHO et al., 2010) e, segundo Cavalcante et al. (2012), a ocorrência de doenças tem sido apontada como um dos fatores de redução da produtividade e da qualidade da fava produzida. Carvalho (2009) comenta que apesar de existirem poucos registros de doenças em feijão-fava e de não existirem estimativas de perdas, a antracnose é frequentemente encontrada em plantios no Brasil e necessita ser mais pesquisada.

Soares et al. (2010), em estudos socioeconômicos da cultura do feijão-fava na região Meio-Norte do Brasil, constataram que ao nível de campo o maior problema apontado pelos agricultores foi a antracnose, correspondendo a 36,96% do total. Segundo Carvalho et al. (2010), no Piauí, a doença é encontrada com frequência na região produtora e nos campos experimentais; no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí, sua ocorrência vem causando sérios problemas com danos consideráveis aos experimentos.

C. truncatum infecta folhas (nervuras e pecíolos), ramos, pedúnculos, vagens e sementes, causando severas lesões. Os sintomas mais comuns são manchas de coloração avermelhada à marrom escura de tamanho e formatos variados, nos quais se pode observar na superfície dos órgãos infetados as frutificações do patógeno denominado de acérvulo (SPONHOLZ et al., 2006; SILVA NETO, 2010). Os sintomas são principalmente observados na face inferior das folhas e sobre hastes e pecíolos jovens, e o posterior escurecimento das

nervuras. Nas vagens são encontradas lesões grandes e deprimidas, nas quais se forma uma massa esbranquiçada com numerosas setas organizadas em acérvulos (DAMM et al., 2009).

O fungo penetra na planta por aberturas naturais, por ferimentos ou ativamente através de estruturas especializadas, denominadas apressórios (AGRIOS, 2005). Os processos de colonização e patogênese são bem caracterizados para diversas espécies de *Colletotrichum*, dentre eles *C. truncatum* (PRUSKY et al, 2000). Os passos iniciais da infecção do hospedeiro incluem a adesão do conídio ao tecido, germinação e formação do apressório, e penetração via apressório. O passo seguinte consiste na invasão do tecido do hospedeiro e sua consequente colonização. A estratégia utilizada por *C. truncatum* consiste na invasão do tecido através da cutícula e da parede periclinal das células da epiderme, resultando em necrose (MANANDHAR et al., 1985). Outras espécies de *Colletotrichum* utilizam outra estratégia: invasão hemibiotrófica intracelular, na qual desenvolve estruturas especializadas para penetrar no hospedeiro, como o apressório, e estruturas especializadas para obter alimento a partir do lúmen celular, por meio de uma vesícula de infecção, sem danificar a membrana plasmática da célula (ARROYO et al., 2005).

Para iniciar a germinação, esporos de fungos necessitam de condições ambientais favoráveis, tais como umidade elevada e requerimentos específicos de temperatura e luz (AMORIM; PASCHOLATI, 2011). Depois da penetração na planta hospedeira, seu desenvolvimento depende principalmente da temperatura. Chongo et al. (2002) afirmam que em lentilha, *C. truncatum* inicia o processo de infecção com a germinação dos conídios ocorrendo entre 3 e 6 horas após a inoculação (H.A.I.) e a formação do apressório entre 6 e 12 H.A.I., penetrando diretamente através da cutícula e células da epiderme.

De acordo com Menezes (2006), é com o processo de colonização do patógeno, nos tecidos da planta afetada, que surgem os sintomas de antracnose, são visíveis em diferentes órgãos da planta. O desenvolvimento da antracnose causada por *C. truncatum* em lentilha

depende do genótipo do hospedeiro, concentração de inoculo, duração do período de molhamento, fase de crescimento, temperatura, dentre outros fatores (CHONGO; BERNIER, 2000).

2. 3. Período de molhamento

A água é fator vital para a germinação de esporos e penetração de patógenos fúngicos e bacterianos no hospedeiro. Em particular, a água na forma de orvalho tem grande relevância no processo de infecção. Esporos da grande maioria dos fungos patogênicos requerem água livre durante horas na superfície do hospedeiro para germinação e penetração. De modo geral, a incidência e a severidade das doenças estão diretamente relacionadas à quantidade e a duração do período de molhamento (BEDENDO; AMORIM, 2011). Vários autores observaram a influência deste fator no desenvolvimento de doenças fúngicas em diversas culturas (CHONGO; BERNIER, 2000; DALLA PRIA et al., 2003; SOARES et al., 2008; BERTETTI et al., 2009). Dalla Pria et al. (2003), avaliando o efeito do período de molhamento nos componentes monocíclicos da antracnose no feijoeiro, causada por *C. lindemuthianum* constataram que períodos de molhamento foliar entre 18 e 24 h a 28 °C proporcionaram acentuado aumento de tecido doente. Já períodos superiores a 24 h de molhamento foliar não acarretaram em aumento de severidade da doença e para períodos inferiores a 6 h de molhamento foliar não houve desenvolvimento de lesões. Bertetti et al. (2009), avaliando o efeito do período de molhamento foliar sobre o desenvolvimento da antracnose em azaléia, causada por *C. acutatum*, sob condições controladas, observaram que plantas inoculadas e submetidas a 12 horas de molhamento foliar não apresentaram sintomas ou os sintomas foram muito brandos. Além disso, plantas submetidas a 48 h de período de molhamento, a 15 e 20 °C apresentaram maior severidade da doença, com 85 a 100% da superfície da folha doente.

2. 4. Temperatura

A ocorrência de temperaturas excessivamente altas ou baixas durante o período que antecede a infecção pode alterar a suscetibilidade de plantas a doenças. Temperaturas muito altas podem provocar o dessecamento de células bacterianas e estruturas fúngicas presentes na fonte de inóculo. As temperaturas baixas levam à paralisação das atividades do patógeno ou mesmo podem causar sua morte (BEDENDO; AMORIM, 2011). Para Maia et al. (2011), a temperatura ótima para esporulação e germinação de conídios de fungos do gênero *Colletotrichum* pode apresentar grande variação. Isolados de *Colletotrichum* spp. de frutos, hastes e folhas da mangueira com sintomas da antracnose apresentaram temperaturas ótimas de germinação e produção de conídios variando de 25 a 30° C (MAIA et al., 2011). No entanto, Dalla Pria et al. (2003), quando avaliaram o efeito da temperatura nos componentes monocíclicos da antracnose no feijoeiro comum, observaram que a temperatura mínima para o desenvolvimento da antracnose foi de 6 °C, e a máxima de 33 °C. Soares et al. (2008) afirmam que a temperatura influencia a velocidade de germinação de conídios, formação de apressórios, penetração e colonização de *Colletotrichum gloesporioides* e de *C. acutatum* agentes causais da antracnose da goiaba. Dias et al. (2005) quando estudaram o efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de *Coffea arabica* L., concluíram que houve variabilidade entre os para o índice de velocidade de crescimento micelial (IVCM), produção e germinação de conídios em relação a temperatura, sendo que a temperatura ótima para o IVCM dos dez isolados estudados variou entre 22° e 28° C. Para Agrios (2005), o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento de uma doença em particular, após a infecção, depende da combinação específica patógeno-hospedeiro.

2.5. Avaliação da face foliar para inoculação

Os sintomas causados pela antracnose podem ser observados em plantas de feijão em todas as fases de crescimento, podendo ocorrer em qualquer órgão da parte aérea da planta, dependendo da fonte do inóculo e severidade da doença (MOHAMMED, 2013). Nas folhas, os sintomas mais característicos surgem na face inferior, como manchas avermelhadas inicialmente observadas ao longo das nervuras (PAULA JÚNIOR et al., 1995). O desenvolvimento dos sintomas está diretamente relacionado, dentre outros fatores, com a eficiência das estruturas do patógeno em germinar, penetrar e colonizar o tecido hospedeiro. O tecido foliar de muitas espécies de plantas apresenta diferenciação morfológica e/ou bioquímica entre suas faces abaxial e adaxial, o que normalmente influencia o processo de infecção dos patógenos (GNIWOTTA et al., 2005).

Análises ultraestruturais de *C. acutatum*, em ervilha, revelaram que o patógeno é mais eficaz em infectar a face abaxial da folha, pois foram detectadas hifas intra e intercelulares, enquanto na face adaxial foram encontradas apenas hifas no espaço intercelular (ARROYO et al., 2005). Santos et al. (1999), em estudos preliminares visando ao estabelecimento de metodologia para avaliação da resistência de seringueira a *Phytophthora capsici* Leonian, verificaram que os folíolos jovens, com 7-8 dias, quando inoculados nas faces abaxial e adaxial, apresentavam sintomas após 24 horas. Os folíolos maduros, inoculados na face adaxial não apresentavam sintomas, e aqueles inoculados na face abaxial exibiam, ocasionalmente, pontuações escuras ou lesões. No entanto foi observada a ocorrência de infecções nos folíolos maduros previamente feridos, independente da face inoculada. Gomes et al. (2001), buscando confirmar a patogenicidade do *C. acutatum* em folhas destacadas de erva-mate observaram que houve tendência de maior número de folhas com lesão e maior diâmetro, quando essas foram inoculadas na face inferior. Em folhas de soja (*Glycine max* L.) infectadas com *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, foram observadas lise das células

da epiderme e do parênquima lacunoso da face abaxial, como resultado da intensa proliferação do tecido micelial. Houve também visível proliferação de tricomas e cutícula espessada principalmente na face abaxial, funcionando, provavelmente, como importante barreira à penetração do patógeno (MUSSURY et al. 2012).

2.6. Idade foliar

É sabido que para muitas doenças o desenvolvimento dos sintomas varia com a idade da folha ou da planta (AGRIOS, 2005). Pimentel et al. (2006), estudaram a relação entre idade de folhas de erva-mate com a incidência de *Colletotrichum* sp., observaram que em folhas mais velhas houve maior incidência do fungo do que em folhas novas. Barguil et al. (2008), afirmou em seus trabalhos que a idade da espata em antúrio influenciou no desenvolvimento da antracnose, onde nas espatas do estágio 1 (mais novas), as lesões formadas foram maiores que aquelas em estágios 4 e 5 (mais velhas). Porém Elmer; Ferrandino (1995), avaliando a densidade de esporos e idade das folhas quanto ao desenvolvimento de *Septoria* na cultura do tomate, observaram que o desenvolvimento de lesões foi maior em folhas mais velhas por serem mais suscetíveis do que folhas mais jovens. Francisco Neto et al. (1995) também observaram que em geral, a terceira e a quarta folha de maracuzajeiro, contadas a partir do ápice, se mostraram mais suscetíveis que as demais à infecção por *C. gloeosporioides*, sendo a mais nova, a menos suscetível. Em outro patossistema (soja - *Phakopsora pachyrhizi*) também foi constatado a suscetibilidade de folhas mais velhas à infecção pelo patógeno, ocorrendo maior severidade da doença (FURTADO et al., 2009). Além disso, a maior suscetibilidade das folhas mais velhas, juntamente com maiores períodos de molhamento foliar, proporcionados pelo microclima, e menor irradiação das folhas baixas, podem ser responsáveis pelo desenvolvimento da doença no sentido base-ápice, em condições de campo (FURTADO et al., 2009).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.

ALVES, A.U.; OLIVEIRA, A.P de.; ALVES, A.U.; DORNELAS, C.S.M.; ALVES, E.U.; CARDOSO, E.A.; OLIVEIRA, A.N.P de.; CRUZ, I. da S. Lima beans production and economic revenue as function of organic and mineral fertilization. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. 251-254, 2008.

AMORIM, L. PASCHOLATI, S. F. Ciclo das relações patógeno-hospedeiro. In BERGAMIN FILHO, A. et al. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. Piracicaba, 2011. v. 01. Cap. 4, p. 59-99.

ARROYO, F. T.; MORENO, J.; GARCÍA-HERDUGO, G.; DE LOS SANTOS, B.; BARRAU, C.; PORRAS, M.; BLANCO, C.; ROMERO, F. Ultrastructure of the early stages of *Colletotrichum acutatum* infection of strawberry tissues. **Canadian Journal Botany**, v.83, p. 491–500, 2005.

AZEVEDO, J. N. DE; FRANCO, L. J. D.; ARAUJO, R. O. DA C. **Composição química de sete variedades de feijão-fava**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2003. (Embrapa Meio Norte. Comunicado Técnico, 152).

BARGUIL, B. M.; OLIVEIRA, S. M. A. De; COÊLHO, R. S. B. Reação de cultivares, efeito da quantidade de pontos e da época de inoculação e idade da espata no desenvolvimeto da antracnose em antúrio. **Summa Phytopathologica**. v. 34, n. 2, p. 156-160, 2008.

BEDENDO, I. P.; AMORIM, L. Ambiente e doença. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. Piracicaba, 2011. v. 01. Cap. 7, p. 133-147.

BERTETTI, D.; GULLINO, M. L.; GARIBALDI, A. Effect of leaf wetness duration, temperature and inoculum concentration on infection of evergreen azalea by *Colletotrichum acutatum*, the causal agent of anthracnose. **Journal of Plant Pathology**, v.91, n.3, p. 763-766, 2009.

BRIOSO, P. S. T.; POZZER, L.; MONTANO, H. G.; PIMENTEL, J. P. **Uso atual e futuro da biologia molecular na Fitopatologia**. Parte I – Aplicações em fitopatógenos e vetores, v.9. p. 79-118, 2001.

CANNON, P. F., BRIDGE, P. D.; MONTE, E. **Linking the past, present and future of *Colletotrichum* Systematics**. In: Prusky, D. Freeman, S. & Dickman, M. B. (Eds.). *Colletotrichum: Host Specificity, Pathology and Host – Pathogen Interaction*. St. Paul. APS Press. p. 1-19, 2000.

CANNON, P. F.; DAMM, U.; JOHNSTON, P. R.; WEIR, B. S. Currents status and future directions. **Studies in Mycology**, v. 73. p. 181-213. 2012.

CARVALHO, E. M. S. **Antracnose em feijão-fava: caracterização do agente causal e reação de genótipos a *Colletotrichum truncatum***. 2009. 53f Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2009.

CARVALHO, E. M. S.; CENTURION, M. A. P. DA C.; CARVALHO, P. R. S. Doenças. In: LOPES, A. C. DE A.; GOMES, R. L. F.; ARAUJO, A. S. F. de. **A Cultura do Feijão-Fava no Meio-Norte do Brasil**. Teresina, 2010. Cap. 10, p 195-196.

CARVALHO, M. G. De. **Produção de feijão-fava em função de diferentes doses de adubação orgânica e mineral**. 2012. 60f Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2012.

CAVALCANTE, G. R. S.; CARVALHO, E. M. S.; GOMES, R. L. F.; SANTOS, A. R. B.; SANTOS, C. M. P. M. Reação de subamostras de feijão-fava à antracnose. **Summa Phytopathologica**, v.38, n.4, p.329-333, 2012.

CHONGO, G.; BERNIER, C. C. Effects of Host, Inoculum Concentration, Wetness Duration, Growth Stage, and Temperature on Anthracnose of Lentil. **Plant Disease**, v. 84, n. 5, p. 544-548, 2000.

CHONGO, G.; GOSSEN, B.D.; BERNIER, C.C. Infection by *Colletotrichum truncatum* in resistant and susceptible lentil genotypes. **Canadian Journal Plant Pathology**, v.24, p.81-85, 2002.

DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação dos componentes monocíclicos da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 401 – 407. 2003.

DAMM, U.; WOUDEMBER, J. H. C.; CANNON, P. F. and CROUS, P. W. *Colletotrichum* species with curved conidia from herbaceous host. **Fungal diversity**, v. 39, p. 45-87, 2009.

DEAN, R. AL KAN, J. V.; PRETORIUS, Z. A.; KOSACK K. E. H.; DI PIETRO, A. SPANU, P. D.; RUDD, J. J.; DICKMAN, M.; KAHMANN, R.; ELLIS, J.; FOSTER, G. D. The top 10 fungal pathogens in molecular plant pathology. **Molecular Plant Pathology**, v. 13, n. 4, p. 414 – 430, 2012.

DIAS, M. D.; POZZA, E. A.; ABREU, M. S. DE; MIRANDA, E. O. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de *Coffea arabica* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 545-552, 2005.

ELMER, W. H., FERRANDINO, F. J., Influence of spore density, leaf age, temperature and dew periods on Septoria leaf spot of tomato. **Plant Disease**, v.79. n. 03. p. 287-290, 1995.

ESQUIVEL, M. E., CASTAÑEIRAS, L.; HAMMER, K. Origin, classification, variation and distribution of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) in the light of Cuba material. **Euphytica**, v.49, p. 89-97, 1990.

FRANCISCO NETO, E.; OLIVEIRA, J. C. de.; CENTURION, M. A. P. C.; NAKAMURA, K. Influência da idade da folha, da luz e do método de inoculação na infecção de *Passiflora* por *Colletotrichum gloesporioides*. **Summa Phytopathologica**, v. 21, n. 1, 1995.

FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C. V.; MASSOLA JUNIOR, N. S. Influencia do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. **Tropical Plant Pathology**, v.34, n. 2, 2009.

GNIWOTTA, F.; VOGG, G.; GARTMANN, V.; CARVER, T. L. W.; RIEDERER, M.; JETTER, R. What Do Microbes Encounter at the Plant Surface? Chemical Composition of Pea Leaf Cuticular Waxes. **Plant Physiology**, v. 139, p. 519–530, 2005.

GOMES, N. S. B.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. AUER, C. G.; WIELEWSKI, P.; VALLE, G. M.; Patogenicidade de *Coletotrichum acutatum* em folhas destacadas de erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.43, p. 151-154, 2001.

GRIN. **Germplasm Resources Information Network**. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. Disponível em: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?27591>.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Produção Agrícola Municipal**, v.39. 101p, Rio de Janeiro, 2012.

MACKIE, W. W. Origin dispersal and variability of the Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.). **A Journal of Agricultural Science Published by the California Agricultural Experiment Station**. v.15, n. 1, 1943. University of California. Berkeley, California.

- MAIA, F. G. M.; ARMESTO, C.; ZANCAN, W. L. A.; MAIA, J. B.; ABREU, M. S. DE. Efeito da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. isolados de mangueira com sintomas de antracnose. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 2, p. 205-210. 2011.
- MANANDHAR, J.B., KUNWAR, I.K., SINGH, T., HARTMAN, G.L., AND SINCLAIR, J.B. Penetration and infection of soybean leaf tissues by *Colletotrichum truncatum* and *Glomerella glycines*. **Phytopathology**, v. 75 p. 704–708. 1985.
- MAQUET, A.; VEKEMANS, X. Z.; BAUDOIN, J. P. Phylogenetic study on wild allies of lima bean, *Phaseolus lunatus* (*Fabaceae*); and implications on its origin. **Plant Systematics and Evolution**, v. 218, n. 1-2, p. 43-54, 1999.
- MELO, L. J. V. DE. **Morfofisiologia e rendimento de fava sob diferentes condições de manejo cultural**. 2005. 185f Tese (Doutorado em Recursos Naturais) Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 2005.
- MELO, L. J. V DE.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. H.; NETO, M. B.; FRANCO, C. F. DE O. Crescimento e produção de fava em função de lamina de irrigação e densidade de plantio. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 2, p. 37-41, 2009.
- MENEZES, M. Aspectos biológicos e taxonômicos de espécies do gênero *Colletotrichum*. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, v.3, p. 170-179, 2006.
- MOHAMMED, A. An Overview of Distribution, Biology and the Management of Common Bean Anthracnose. **Journal Plant Pathology Microbiology**, v.4, p. 1-6, 2013.
- MUSSURY, R. M.; BETONI, R.; SILVA, M. A.; SCALON, S. P. Q. Anatomia foliar de soja infectada por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow e tratadas com extratos vegetais. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 14, n. 1, 2012.

OLIVEIRA, M. DA C. P.; MEIRELLES, A. C. DE S.; LOPES, A. C. DE A.; GOMES, R. L. F. Fenologia e Desenvolvimento Vegetativo. In: LOPES, A. C. DE A.; GOMES, R. L. F.; ARAUJO, A. S. F. DE. **A Cultura do Feijão-Fava no Meio-Norte do Brasil**. Teresina, 2010. Cap. 04, p 103-115.

OLIVEIRA, A. P.; ALVES, E. U.; ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; SILVA, J. A.; PORTO, M. L.; ALVES, A. V. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo em um Neossolo Regolítico. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 3, p. 543-546, 2004.

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.

PESSOA, W. R. L. S.; OLIVEIRA, S. M. A. de; DANTAS, S. A. F.; TAVARES, S. C. C. de H.; SANTOS, A. M. G. Efeito da temperatura e período de molhamento sobre o desenvolvimento de lesões de *Colletotrichum musae* em banana. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n. 2, p 147 - 151, 2007.

PIMENTEL, I. C.; KUCZKOWSKI, F. R.; CHIME, M. A.; AUER, C. G.; GRGOLETTI JUNIOR, A. Fungos endofíticos em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.). **Floresta**, v. 36, n. 1, 2006.

PRUSKY, D.; FREEMAN, S.; DICKMAN, M. **Colletotrichum: host specificity, pathology, and host-pathogen interaction**. Michigan, APS Press, 2000.

SANTOS, A. F. DOS; MATSUOKA, K.; MAFFIA, L. A.; ALFENAS, A. C. **Importância da estrutura da superfície foliar na interação *Phytophthora capsici* – *Hevea brasiliensis***. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 39, p. 67-80, 1999.

SANTOS, J. O. **Divergência genética em feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.)**. 2008. 97f Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí. Teresina, 2008.

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.

SILVA NETO, J. R. DA. **Caracterização morfo-agronômica e avaliação da resistência em acessos de fava ao mosaico dourado e a antracnose**. 2010. 93f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal e Proteção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2010.

SILVEIRA, N. S. S; MICHEREFF, S. J.; MARIANO, R. L. R.; TAVARES, L. A.; MAIA, L. C. Influencia da temperatura, período de molhamento e concentração do inóculo de fungos na incidência de podridões pós-colheita em frutos de tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, v.26, n.1, p. 33-38, 2001.

SOARES, A. R.; LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Infecção de goiabas por *Colletotrichum gloeosporioides* e *Colletotrichum truncatum* sob diferentes temperaturas e períodos de molhamento. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 265- 272, 2008.

SOARES, C. A., LOPES, A. C. DE A., GOMES, R. L. F., GÂNDARA, F. C. In.: LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; ARAUJO, A. S. F. de. **A cultura do feijão-fava no meio-norte do Brasil**. Teresina: EDUFPI, p. 239 – 263, 2010.

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, 19 p. 2006 (Comunicado Técnico da Embrapa Meio-Norte).

SUTTON, B.C. The genus *Glomerella* and its anamorph *Colletotrichum*. In: BAILEY, J.A.; JEGER, M.J.) ***Colletotrichum*: biology, pathology and control**. Oxon: CAB International, p.1-26, 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, n. 6, 1992.

VINNERE, O. **Approaches to species delineation in anamorphic (mitosporic) fungi: A study on two extreme cases.** Uppsala. v. 917, 2004. 72p. Acesso em: 22 de abr. de 2014. Disponível em: <http://uu.diva-portal.org/smash/get/diva2:163839/FULLTEXT01.pdf>

ZIMMERMANN, M. J. O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Potafos, Piracicaba, 1996, p.57-70.

1 4. CAPÍTULO I

2 Fatores que influenciam o desenvolvimento da antracnose do feijão-fava

3 Factors influencing the development of anthracnose in lima bean

4 Diléia Rocha Pereira^I Beatriz Meireles Barguil^{II} Regina Lucia Ferreira Gomes^{III}

5 José Evando Aguiar Beserra Jr^{III*}

6 RESUMO

7 Objetivou-se avaliar os efeitos da temperatura, do período de molhamento foliar, da
8 idade e da face da folha, no desenvolvimento da antracnose em folhas destacadas de dois
9 genótipos de feijão-fava. Os trabalhos foram conduzidos no Centro de Ciências Agrárias da
10 Universidade Federal do Piauí, no período de março de 2013 a março de 2014. O
11 delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em um esquema fatorial.
12 Para cada genótipo foram avaliados o período de incubação (PI), a severidade final da doença
13 (SF) e a área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD). O PI diminuiu linearmente
14 com o aumento da duração de molhamento foliar, enquanto a SF e a AACPD aumentaram
15 linearmente. Houve aumento do PI, e redução progressiva do SF e da AACPD com o aumento
16 da temperatura. Não houve preferência quanto à face da folha para inoculação, nem quanto à
17 idade. O método indicado para a inoculação de *C. truncatum* em folhas destacadas de feijão-
18 fava é a pulverização em ambas as faces da folha, independente da idade foliar com período
19 de molhamento de 48 h e temperatura de 24°C. O genótipo UFPI 214 comportou-se como
20 mais suscetível à antracnose, apresentando menor PI, maior SF e AACPD do que o genótipo
21 UFPI 216.

22 **Palavras-chave:** *Colletotrichum truncatum*, condições ambientais, *Phaseolus lunatus*,
23 componentes monocíclicos.

^IPrograma de Pós-Graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Universidade Federal do Piauí (UFPI),
Teresina, PI, Brasil.

^{II}Centro de Ciências da Natureza (CCN), Universidade Estadual do Piauí (UESPI), 64002-150, Teresina, PI,
Brasil.

^{III}Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias (CCA), UFPI, 64049-550, Teresina, PI, Brasil. E-
mail: evando@ufpi.edu.br *Autor para correspondência.

1 **ABSTRACT**

2 Aimed to verify the effects of temperature, leaf wetness duration, age and leaf face ,
3 in the development of anthracnose in detached leaves of two genotypes of lima bean. The
4 work was conducted at the Center of Agrarian Sciences, Federal University of Piauí,
5 Teresina-PI, in the period from March 2013 to March 2014. The experimental design was
6 completely randomized in a factorial design. For each genotype incubation period (IP) were
7 evaluated in disease severity (DS) and the area under the disease progress curve (AUDPC).
8 The PI decreased linearly with increasing duration of leaf wetness, while DS and AUDPC
9 increased linearly. An increase of the IP progressive reduction of DS and AUDPC with
10 increasing temperature. The range for the inoculation of *C. truncatum* method in detached
11 leaves lima bean is spraying both sides of the leaf, leaf age independent with wetness period
12 of 48h and temperature ranging between 24° C and 27° C. The UFPI 214 genotype behaved
13 like more susceptible to anthracnose, showing lower IP, DS and AUDPC greater than
14 genotype UFPI 216.

15 **Key words:** *Colletotrichum truncatum*, environmental conditions, *Phaseolus lunatus*,
16 monocyclic components.

17

18 **4.1 INTRODUÇÃO**

19 O feijão-fava é cultivado em várias regiões da América do Norte, América Latina,
20 Estados Unidos e Canadá, por apresentar grãos comestíveis e de elevado conteúdo proteico
21 (KEE et al., 1997). No Brasil, seu cultivo é realizado em quase todo o território,
22 caracterizando-se por sua alta diversidade genética, elevado potencial de produção e
23 adaptação às diferentes condições ambientais (CARMO et al., 2013). Na região Nordeste seu
24 cultivo predomina e em 2011 foi responsável por 88% da produção total desse grão (IBGE,
25 2012).

1 A antracnose, causada por *Colletotrichum truncatum* (Schwein.) Andrus & W. D.
2 Moore é uma das principais doenças do feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) no Brasil
3 (CARVALHO et al., 2010). A doença é caracterizada por manchas avermelhadas inicialmente
4 observadas ao longo das nervuras, na face inferior das folhas e sobre hastes e pecíolos jovens.
5 Nas vagens as lesões são deprimidas, grandes e avermelhadas, sobre as quais se formam os
6 acérvulos do patógeno, com aspecto de uma massa esbranquiçada, de onde saem numerosas
7 setas (CARVALHO, 2009).

8 O efeito da temperatura, do período de molhamento foliar, da idade e face da folha,
9 juntamente com os genótipos do hospedeiro e variantes do patógeno, afetam os processos de
10 infecção e desenvolvimento da antracnose em diversas culturas (CHONGO; BERNIER, 2000;
11 SOARES et al., 2008; BERTETTI et al., 2009). Entretanto, para o patossistema feijão-fava/
12 *C. truncatum*, somente um estudo foi realizado visando estabelecer a concentração do inóculo
13 ideal do patógeno sobre o desenvolvimento da doença (CARVALHO, 2009). Apesar do *C.*
14 *truncatum* ser um importante patógeno dessa cultura, inexistem estudos sobre a influência dos
15 fatores ambientais sobre o desenvolvimento da antracnose nessa cultura. O conhecimento dos
16 fatores ambientais que influenciam a patogênese (da penetração a colonização) são
17 requerimentos importantes para o desenvolvimento de técnicas apropriadas para trabalhos que
18 visem a seleção de genótipos resistentes e para estudos epidemiológicos.

19 Os objetivos deste trabalho foram observar o efeito das variáveis, temperatura,
20 período de molhamento foliar, idade e face da folha para inoculação, no desenvolvimento da
21 antracnose em feijão-fava.

22

1 **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

2 **Material vegetal**

3 Foram utilizados os genótipos UFPI 214 e UFPI 216 obtidos do Banco Ativo de
4 Germoplasma de feijão-fava da Universidade Federal do Piauí (UFPI); ambas suscetíveis à
5 antracnose. Sementes de cada genótipo foram plantadas em vasos de 2,0 kg cujo solo teve seu
6 pH e fertilidade foram corrigidos. Em cada vaso foram semeadas três sementes, realizando-se
7 o desbaste de duas plantas dez dias após a semeadura (DAS). As plantas foram mantidas em
8 casa de vegetação até a montagem dos experimentos.

9 **Preparação do inoculo**

10 Isolado de *Colletotrichum truncatum* (CT2) identificado e utilizado anteriormente
11 (CAVALCANTE et al., 2012) foi utilizado em todos os experimentos. *C. truncatum* foi
12 cultivado em meio feijão-dextrose-agar (FDA) a $28\pm 1^{\circ}\text{C}$ e fotoperíodo de 12 horas por um
13 período de 15 dias. A suspensão de esporos foi obtida pela a adição de água destilada
14 esterilizada as estruturas do patógeno foram removidas com o auxílio de uma alça de platina.
15 A suspensão foi filtrada em dupla camada de gaze estéril e a concentração da suspensão foi
16 ajustada para 10^5 esporos mL^{-1} utilizando câmara de Neubauer.

17 **Período de molhamento foliar**

18 Folhas destacadas de plantas com 30 DAS foram inoculadas com suspensão conidial,
19 acondicionadas em placas de Petri (150 x 20 mm) e, incubadas em períodos de molhamento
20 de 0, 24, 36 e 48 h. As placas foram mantidas em câmara climatizada tipo B.O.D. com
21 temperatura ajustada em $28^{\circ}\text{C}\pm 1\text{ C}$ e fotoperíodo de 12 horas durante sete dias. O
22 delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2
23 com 10 repetições.

24

25

1 **Temperatura**

2 Folhas destacadas de plantas com 37 DAS foram inoculadas com suspensão conidial,
3 acondicionadas em placas de Petri, incubadas em câmara úmida por 48 horas e, em seguida,
4 incubadas em câmara climatizada tipo B.O.D., com temperaturas ajustadas em 24, 27, 30 e
5 33°C com fotoperíodo de 12 horas durante sete dias. O delineamento utilizado foi
6 inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 2 com 10 repetições para cada genótipo.

7 **Face foliar**

8 As faces adaxial e abaxial de folhas destacadas de plantas com 53 DAS foram
9 inoculadas com suspensão conidial e acondicionadas em placas de Petri. Em seguida as placas
10 acondicionadas em incubadoras do tipo B.O.D. com temperatura ajustada em 28°C±1 °C com
11 fotoperíodo de 12 horas. O experimento foi inteiramente casualizado em fatorial 5 x 2 com 6
12 repetições para cada genótipo, os tratamentos foram: tratamento 1(1 inoculação face adaxial +
13 1 inoculação face abaxial), tratamento 2 (2 inoculações face abaxial), tratamento 3 (2
14 inoculações face adaxial), tratamento 4 (1 inoculação face adaxial) e tratamento 5 (1
15 inoculação face abaxial).

16 **Idade da folha**

17 Foram utilizadas folhas destacadas de plantas com 30 DAS. As folhas (I a V, contadas
18 a partir do ápice do ramo) foram inoculadas com suspensão conidial nas faces adaxial e
19 abaxial e submetidas a câmara úmida por 48 horas. O experimento foi inteiramente
20 casualizado em esquema fatorial 5 x 2 com 8 repetições para cada genótipo.

21 **Avaliação da doença**

22 A avaliação da doença foi realizada utilizando-se uma escala descritiva (notas de 0 a
23 5) de acordo com Carvalho (2009). Foram avaliados o período de incubação (PI), a severidade
24 final (SF), definida pela nota correspondente ao sétimo dia após a inoculação a área abaixo da
25 curva de progresso da doença (AACPD) foi calculada conforme Campbell; Madden (1990).

26

1 **Análise Estatística**

2 A estatística dos parâmetros avaliados foi realizada por meio da análise de variância
3 (teste F), com as médias agrupadas pelo teste de Scott-knott (1974) a 5% de probabilidade. A
4 relação do período de incubação, severidade final e área abaixo da curva de progresso da
5 doença com os parâmetros avaliados foram analisadas por meio de regressão. As análises
6 foram realizadas com o software ASSISTAT versão 7.7 beta (SILVA, 2014).

7

8 **4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

9 **Período de molhamento foliar**

10 Não foram verificados efeitos significativos ($P < 0,01$) entre genótipos e nem da
11 interação genótipo x duração do molhamento foliar nas análises dos componentes de
12 resistência avaliados (PI, SF e AACPD). Assim, foi ajustada uma equação média para os
13 genótipos testados, os quais apresentaram respostas semelhantes e, portanto, foram
14 apresentados em uma única regressão para cada componente de resistência (Figura 1).
15 Quando o período de molhamento foi aumentado de 0 para 48 h o PI diminuiu linearmente
16 (Figura 1A). O desenvolvimento dos sintomas nas folhas submetidas ao período de 0 h de
17 molhamento foi inferior aos demais períodos, e com o aumento da duração do molhamento
18 foliar o desenvolvimento dos sintomas característicos da doença surgiram em menor tempo,
19 podendo-se confirmar que o molhamento foliar favoreceu a manifestação da doença (Figura
20 1C).

21 A SF e a AACPD foram menores quando a duração do molhamento foi de 0 h, mas
22 ambas aumentaram linearmente até o período de molhamento de 48 h (Figura 1B e 1C). A
23 análise de regressão sugeriu uma equação linear (Figura 1), para o qual os coeficientes de
24 determinação (R^2) foram 0,94 para PI e SF e 0,98 para AACPD. Altos valores do coeficiente

1 de determinação são definidos para graus de adaptação do modelo aos dados, indicando uma
2 estreita relação entre molhamento foliar e intensificação dos sintomas da doença.

3 O período de molhamento teve um efeito significativo no desenvolvimento da
4 antracnose em ambos os genótipos. Nas folhas inoculadas e submetidas aos períodos de
5 molhamento de 36 h e 48 h foram observadas as maiores severidades da doença, alcançando
6 nota 4,5. Além disso, em razão da suscetibilidade dos genótipos, houve também
7 desenvolvimento da doença no tratamento controle (0 h). No entanto, foi no PI que se pôde
8 observar maior influência do período de molhamento, com redução em cerca de 50% às 48 h
9 de molhamento.

10 Estes resultados são, em parte, semelhantes aos estudos realizados com outras
11 espécies de *Colletotrichum*, como aqueles obtidos por DALLA PRIA et al. (2003), quando
12 quantificaram os componentes monocíclicos da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*)
13 do feijoeiro comum.

14 O efeito da duração do período de molhamento foi semelhante nas cultivares testadas,
15 não apresentando diferença significativa entre si. Entretanto, nesse patossistema não houve
16 incremento na severidade da antracnose para períodos de molhamento superiores a 24 h.
17 Respostas semelhantes também foram encontradas no patossistema *Colletotrichum acutatum* /
18 goiaba, onde períodos curtos de molhamento interferiram na germinação de conídios e,
19 consequentemente, no desenvolvimento da doença (SOARES et al., 2008).

20 **Temperatura**

21 Observou-se diferença significativa no PI e SF tanto para os genótipos quanto para a
22 interação genótipo x temperatura (Figura 2). As equações que apresentaram melhor ajuste
23 para os dados de PI em função da temperatura foram representadas de forma quadrática com
24 coeficientes de determinação (R^2) de 0,99 para ambos os genótipos (Figura 2A). O PI foi mais
25 longo a 33°C para ambos os genótipos havendo diferença significativa ($P<0,01$), entre essa

1 temperatura e as demais (24, 27 e 30°C). As temperaturas de 24 a 30°C foram favoráveis à
2 redução do PI.

3 Quanto a SF observaram-se sintomas mais severos em temperaturas mais amenas (24 e
4 27°C). Temperaturas mais elevadas (30 e 33°C) desfavoreceram o desenvolvimento dos
5 sintomas, acarretando notas mais baixas para ambos os genótipos (Figura 2B).

6 A equação que apresentou melhor ajuste para os dados de SF em função da
7 temperatura, para o genótipo UFPI 214, foi no formato cúbico, enquanto que para o genótipo
8 UFPI 216 a equação com melhor ajuste foi a quadrática. Os coeficientes de determinação (R^2)
9 foram de 0,97 (UFPI 216) e 0,99 (UFPI 214) (Figura 2B).

10 Em relação à AACPD constata-se que houve diferença significativa ($P<0.01$) entre a
11 interação genótipo x temperatura mais amenas (24 e 27°C). Não houve diferença significativa
12 nas temperaturas mais elevadas (30 e 33°C) (Figura 2C).

13 Muito embora os fungos fitopatogênicos consigam sobreviver em uma ampla faixa de
14 temperatura, quando expostos a elevadas temperaturas podem ter seu metabolismo paralisado
15 ou mesmo ocorrer dessecação de suas estruturas (AGRIOS, 2005). Em outros
16 patossistemas, temperaturas acima dos 30°C reduziram a severidade dos sintomas.
17 Temperaturas superiores a 25°C acarretaram menor severidade da antracnose causada por *C.*
18 *acutatum* em azaléia (BERTETTI et al., 2009). De 20 a 24°C foi a variação de temperatura
19 ótima para o desenvolvimento dos sintomas da antracnose da lentilha causada por *C.*
20 *truncatum* (CHONGO; BERNIER, 2000). Para MAIA et al. (2011), a temperatura ótima para
21 esporulação e germinação de conídios de *Colletotrichum* spp. pode variar muito entre as
22 espécies influenciando no seu desenvolvimento. Entretanto, NASERI; MAREFATI (2008)
23 afirmam que reduções em doenças estão associadas à temperaturas elevadas independente da
24 espécie fúngica, o que corrobora com os resultados encontrados neste trabalho.

25 **Face foliar**

1 Entre genótipos houve diferença significativa ($P<0,05$) apenas no tratamento 1, com
2 menor tempo de PI para o genótipo UFPI 214 (Tabela 1). Não houve diferença entre os
3 tratamentos para o genótipo UFPI 216, indicando que a face foliar utilizada para a inoculação
4 (adaxial e/ou abaxial), como também a quantidade de suspensão (uma ou duas) não
5 influenciou no PI. Os menores tempos de PI para o genótipo UFPI 214 foram os tratamentos 1
6 e 3, os quais não diferiram estatisticamente entre si, mas diferiram dos demais tratamentos.

7 Para a SF, os resultados diferiram significativamente ($P<0,01$) entre os genótipos, e
8 entre as inoculações nas faces da folha de feijão-fava (Tabela 1). O genótipo UFPI 214
9 apresentou valores de SF mais elevados que o genótipo UFPI 216, demonstrando maior
10 suscetibilidade à doença. Contudo, o genótipo UFPI 216 respondeu diferentemente entre
11 tratamentos, com maior valor de SF para o tratamento 1 (inoculada nas duas faces da folha).
12 As menores SF foram constatadas em folhas com apenas uma inoculação da suspensão na
13 face abaxial ou adaxial (Tabela 1).

14 De forma geral a análise do progresso do desenvolvimento da doença (AACPD)
15 confirmou o genótipo UFPI 214 como mais suscetível à antracnose ($P<0,01$), do que o
16 genótipo UFPI 216, com valores de 12,93 e 10,12 para UFPI 214 e UFPI 216,
17 respectivamente. Entretanto, a AACPD não revelou diferença significativa entre os
18 tratamentos de inoculação da face foliar.

19 Dessa forma pode-se inferir que o tratamento de inoculação conjunta da face adaxial e
20 abaxial pode ser utilizada para otimizar a inoculação de folhas destacadas de feijão-fava com
21 *C. truncatum*. O mesmo não pode ser afirmado para as inoculações simples da face adaxial ou
22 abaxial, pois apresentaram os maiores PI e menores SF (Tabela 1).

23 Sabendo que a densidade de estômatos pode diferir entre as faces foliares e que no
24 gênero *Phaseolus* a densidade estomática é frequentemente maior na superfície abaxial poder-
25 se-ia supor que essa face seria mais suscetível à infecção pelo patógeno e, conseqüentemente,

1 haveria maior severidade da doença, uma vez que as aberturas naturais também servem de
2 porta de entrada para muitas espécies de fungos fitopatogênicos. Essa estratégia de penetração
3 se aplica para *C. gloeosporioides* em amoreira e feijão-caupi (LATUNDE-DADA et al., 1999;
4 KUMAR et al., 2001).

5 Entretanto, os resultados indicam não haver preferência de face foliar para penetração
6 de *C. truncatum* em feijão-fava, uma vez que não houve diferença estatística significativa
7 entre os tratamentos 2 e 3, e 4 e 5 (Tabela 1). De acordo com MANANDHAR et al. (1985) a
8 penetração de *C. truncatum* e seu teleomorfo, em soja ocorre preferencialmente por via direta
9 através da formação de apressório e peg de penetração. A penetração via estômato é
10 observada com menos frequência. Observações similares foram relatadas para *C.*
11 *gloeosporioides* em frutos de mamão e para *C. acutatum* em folhas e pecíolos de morangueiro
12 (CHAU; ALVAREZ, 1983; ARROYO et al., 2005).

13 **Idade da folha**

14 Não houve diferença significativa ($P < 0,05$) da idade das folhas, entre genótipos, e da
15 interação genótipo x idade da folha para os parâmetros SF e AACPD (Tabela 2). Todas as
16 folhas de diferentes idades inoculadas com *C. truncatum* responderam de modo semelhante,
17 ou seja, folhas jovens reagiram à inoculação do mesmo modo que as folhas mais velhas.

18 Baseados na premissa de que o desenvolvimento dos sintomas de doenças pode
19 variar com a idade da folha ou da planta diversos estudos têm revelado haver influência desse
20 fator. Em maracujazeiro as folhas mais velhas foram mais suscetíveis à infecção por *C.*
21 *gloeosporioides* (FRANCISCO NETO et al., 1995). E o oposto foi verificado, em antúrio, a
22 mesma espécie fúngica provocou maiores lesões em espadas novas, do que em espadas
23 maduras (BARGUIL et al., 2008). Uma das razões apontadas por Santos et al. (1999) para a
24 maior resistência de folhas maduras à penetração de *Phytophthora capsici* em seringueira é a

1 acentuada espessura da epiderme e suas projeções e os autores afirmam que folhas jovens não
2 possuem estômatos na superfície adaxial, propiciando a penetração pela superfície abaxial.

3

4 **4.4 CONCLUSÕES**

5 Variações na duração do molhamento foliar e da temperatura influenciam o
6 desenvolvimento da antracnose em feijão-fava;

7 Não há preferência quanto à face da folha para inoculação, nem quanto à idade das
8 folhas;

9 O genótipo UFPI 214 comportou-se como mais suscetível à antracnose, independente
10 da idade da folha;

11 O método indicado para a inoculação de *C. truncatum* em folhas destacadas de
12 feijão-fava é a pulverização em ambas as faces da folha, independente da idade foliar com
13 período de molhamento de 48 h e temperatura entre 24°C e 27° C.

14

15 **4.5 AGRADECIMENTO**

16 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela
17 concessão da bolsa de estudos e à curadora do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão-fava
18 da Universidade Federal do Piauí, professora Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes, pelo
19 fornecimento das sementes.

20 **4.6 REFERÊNCIAS**

21 AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. San Diego: Academic Press, 2005. 922p.

22 ARROYO, F.T.; MORENO, J.; GARCÍA-HERDUGO, G.; DE LOS SANTOS, B.;

23 BARRAU, C.; PORRAS, M.; BLANCO, C.; ROMERO, F. Ultrastructure of the early stages

1 of *Colletotrichum acutatum* infection of strawberry tissues. **Canadian Journal of Botany**,
2 v.83, p.491–500, 2005.

3 BARGUIL, B. M.; OLIVEIRA, S. M. A. DE; COELHO, R. S. B. Reação de cultivares, efeito
4 da quantidade de pontos e da época de inoculação e idade da espata no desenvolvimento da
5 antracnose em antúrio. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n.2, p. 156 – 160, 2008.

6 BERTETTI, D.; GULLINO, M. L.; GARIBALDI, A. Effect of leaf wetness duration,
7 temperature and inoculum concentration on infection of evergreen azalea by *C. acutatum*, the
8 causal agent of anthracnose. **Journal of Plant Pathology**, v.91, p.763-766, 2009.

9 CAMPBELL, L. C.; MADDEN, L. V. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. Wiley,
10 1990, 532p.

11 CARMO, M.D.S.; GOMES, R.L.F.; LOPES, A.C.A.; PENHA, J.S.GOMES, S.O.; FILHO,
12 J.R.A. Genetic variability in subsamples of determinate growth lima bean. **Crop Breeding
13 and Applied Biotechnology** 13: 158-164, 2013.

14 CARVALHO, E. M. S.; CENTURION, M. A. P. da C.; CARVALHO, P. R. S. Doenças. In:
15 LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; ARAUJO, A. S. F. de. **A Cultura do Feijão-Fava
16 no Meio-Norte do Brasil**. Teresina, 2010. Cap. 10, p 195-196.

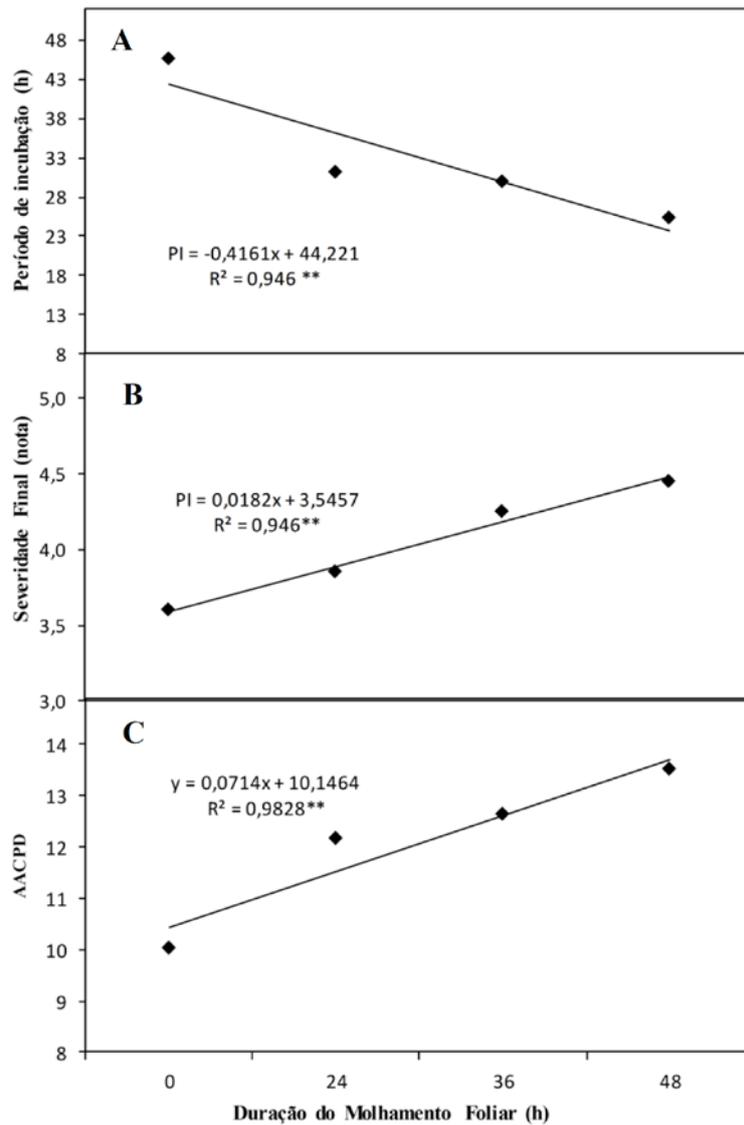
17 CARVALHO, E. M. S. **Antracnose em feijão-fava: caracterização do agente causal e
18 reação de genótipos a *Colletotrichum truncatum***. 2009. 53f Tese (Doutorado em Agronomia)
19 – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal,
20 2009.

21 CAVALCANTE, G. R. S.; CARVALHO, E. M. S.; GOMES, R. L. F.; SANTOS, A. R. B.;
22 SANTOS, C. M. P. M. Reação de subamostras de feijão-fava à antracnose. **Summa
23 Phytopathologica**, v.38, p.329-333, 2012.

- 1 CHAU, K.F; ALVAREZ, A.M. A histological study of anthracnose on *Carica papaya*.
2 **Phytopathology**, v.73, p.1113-1115, 1983.
- 3 CHONGO, G.; BERNIER, C. C. Effects of Host, Inoculum Concentration, Wetness Duration,
4 Growth Stage, and Temperature on Anthracnose of Lentil. **Plant Disease**, v.84, p.544-548,
5 2000.
- 6 IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: **Produção Agrícola Municipal**, v.39.
7 101p, Rio de Janeiro, 2012.
- 8 DALLA PRIA, M.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Quantificação dos componentes
9 monocíclicos da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. 401 – 407. 2003.
- 10 FRANCISCO NETO, E.; OLIVEIRA, J. C. de.; CENTURION, M. A. P. C.; NAKAMUR, K.
11 Influência da idade da folha, da luz e do método de inoculação na infecção de *passiflora* por
12 *Colletotrichum gloeosporioides*. **Summa Phytopathologica**. v.21, n.1, p. 25-30, 1995.
- 13 KUMAR, V.; GUPTA, V.P.; BABU, A.M.; MISHRA, R.K.; THIAGARAJAN, V.; DATTA,
14 R.K. Surface ultrastructural studies on penetration and infection process of *Colletotrichum*
15 *gloeosporioides* on mulberry leaf causing black spot disease. **Journal of Phytopathology**,
16 v.149, p.629-633, 2001.
- 17 KEE, E.; GLANCEY, J.L.; WOOTTEN, T.L. The lima bean: a vegetable crop for processing.
18 **HortTechnology**, v.7, p.119-128, 1997.
- 19 LATUNDE-DADA, A.O.; O'CONNELL, R.J.; NASH, C.; LUCAS, J.A. Stomatal
20 penetration of cowpea (*Vigna unguiculata*) leaves by a *Colletotrichum* species causing latent
21 anthracnose. **Plant Pathology**, v.48, p.777–785, 1999.
- 22 MAIA, F.G.M.; ARMESTO, C.; ZANCAN, W.L.K.; MAIA, J.B.; ABREU, M.S. DE. Efeito
23 da temperatura no crescimento micelial, produção e germinação de conídios de

- 1 *Colletotrichum* spp. isolados de mangueira com sintomas de antracnose. **Bioscience Journal**,
2 v.27, p.205–210, 2011.
- 3 MANANDHAR, J.B.; KUNWAR, I.K.; SINGH, T.; HARTMAN, G.L.; SINCLAIR, J.B.
4 Penetration and infection of soybean leaf tissues by *Colletotrichum truncatum* and *Glomerella*
5 *glycines*. **Phytopathology**, v.75, p.704-708, 1985.
- 6 NASERI, B.; MAREFAT, A.R. Seasonal dynamics and prevalence of alfalfa fungal
7 pathogens in Zanjan province Iran. **International Journal Plant Production**, v.2, p.327–340,
8 2008.
- 9 SANTOS, A. F. dos; MATSUOKA, K.; MAFFIA, L. A.; ALFENAS, A. C. **Importância da**
10 **estrutura da superfície foliar na interação *Phytophthora capsici* – *Hevea brasilienses*.**
11 **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 67-80, 1999.
- 12 SCOTT, A.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance.
13 **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.
- 14 SILVA, F.A.S. **Sistema de Assistência Estatística-ASSISTAT versão 7.7 beta.**
15 Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba,
16 Brasil. Acesso em 08 de fev. de 2014. Disponível em: <http://www.assistat.com/>.
- 17 SOARES, A. R.; LOURENÇO, S. A.; AMORIM, L. Infecção de goiabas por *Colletotrichum*
18 *gloeosporioides* e *Colletotrichum truncatum* sob diferentes temperaturas e períodos de
19 molhamento. **Tropical Plant Pathology**, v.33, p.265-272, 2008.

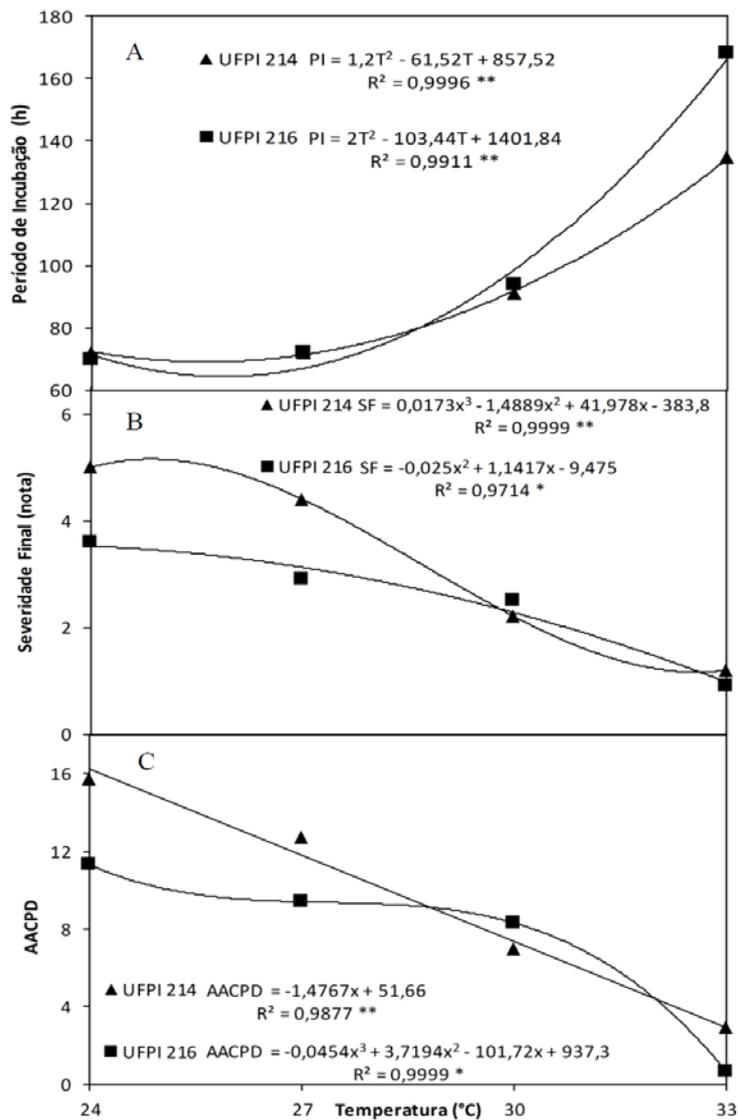
20



1

2 Figura 1. Efeito da duração do molhamento foliar sobre o período de incubação (PI) (A), severidade da
 3 doença (SF) (B) e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) (C) em dois genótipos de
 4 feijão-fava inoculados com *Colletotrichum truncatum*. ******significativo a $P < 0,01$.

5



1
 2 Figura 2. Efeito da temperatura sobre o período de incubação (PI) (A), severidade da doença (SF) (B)
 3 e Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) (C) em dois genótipos de feijão-fava
 4 inoculados com *Colletotrichum truncatum*. **significativo a $P < 0,01$; *significativo a $P < 0,05$.

5

1 Tabela 1. Efeito da face foliar inoculada com *Colletotrichum truncatum* sobre o período de
 2 incubação (PI) e severidade final (SF), em dois genótipos de feijão-fava. Teresina – PI, 2013.

Tratamento	PI ¹		SF ²		AACPD ³	
	Genótipo		Genótipo		Genótipo	
	UFPI 214	UFPI 216	UFPI 214	UFPI 216	UFPI 214	UFPI 216
1 (1x) adaxial + (1x) abaxial	56,0 ^{Bb*}	76,0 ^{Aa}	4,50 ^{Aa}	4,16 ^{Aa}		
2 (2x) abaxial	84,0 ^{Aa}	72,0 ^{Aa}	4,33 ^{Aa}	3,50 ^{ABa}		
3 (2x) adaxial	68,0 ^{Ba}	76,0 ^{Aa}	4,16 ^{Aa}	3,33 ^{ABa}	12,93 ^a	10,12 ^b
4 (1x) adaxial	76,0 ^{Aa}	76,0 ^{Aa}	4,50 ^{Aa}	2,83 ^{Bb}		
5 (1x) abaxial	80,0 ^{Aa}	72,0 ^{Aa}	4,00 ^{Aa}	2,66 ^{Bb}		
cv (%) =	16,20		20,72		27,56	

3 ¹PI medido em horas; ²SF quantificado por escala de notas (0 – 5); ³AACPD médias dos
 4 genótipo; *Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste
 5 de Scott-Knott a 5% de probabilidade (linhas - letras minúsculas e colunas - letras
 6 maiúsculas).

7 Resumo da análise de variância da severidade final (SF) e área abaixo da curva de progresso
 8 da antracnose (AACPD) avaliadas em folhas de dois genótipos de feijão-fava inoculadas com
 9 *Colletotrichum truncatum*. Teresina – PI, 2013.

Fontes de variação	SF			AACPD		
	GL	QM	F	GL	QM	F
Genótipos	1	2,81250	3,3871 ^{ns*}	1	3,20000	0,3360 ^{ns}
Idade foliar	4	0,76875	0,9258 ^{ns}	4	3,08125	0,3235 ^{ns}
Int. (Gen x Idade)	4	1,46875	1,7688 ^{ns}	4	14,79375	1,5533 ^{ns}
cv (%) =	24,88			30,59		

10 *ns (não significativo) ($P > 0,05$). Genótipos (UFPI 214 e UFPI 216).

11

ANEXO



Normas para publicação

1. CIÊNCIA RURAL - Revista Científica do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria publica artigos científicos, revisões bibliográficas e notas referentes à área de Ciências Agrárias, que deverão ser destinados com exclusividade.

2. Os artigos científicos, revisões e notas devem ser encaminhados via eletrônica e editados em idioma Português ou Inglês. Todas as linhas deverão ser numeradas e paginadas no lado inferior direito. O trabalho deverá ser digitado em tamanho A4 210 x 297mm com, no máximo, 25 linhas por página em espaço duplo, com margens superior, inferior, esquerda e direita em 2,5cm, fonte Times New Roman e tamanho 12. O máximo de páginas será 15 para artigo científico, 20 para revisão bibliográfica e 8 para nota, incluindo tabelas, gráficos e figuras. Figuras, gráficos e tabelas devem ser disponibilizados ao final do texto e individualmente por página, sendo que não poderão ultrapassar as margens e nem estar com apresentação paisagem.

3. O artigo científico (Modelo .doc, .pdf) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução com Revisão de Literatura; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusão e Referências; Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição; Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

4. A revisão bibliográfica (Modelo .doc, .pdf) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Introdução;

Desenvolvimento; Conclusão; e Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

5. A nota (Modelo .doc, .pdf) deverá conter os seguintes tópicos: Título (Português e Inglês); Resumo; Palavras-chave; Abstract; Key words; Texto (sem subdivisão, porém com introdução; metodologia; resultados e discussão e conclusão; podendo conter tabelas ou figuras); Referências. Agradecimento(s) e Apresentação; Fontes de Aquisição e Informe Verbal; Comitê de Ética e Biossegurança devem aparecer antes das referências. Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente devem apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão. Alternativamente pode ser enviado um dos modelos ao lado (Declaração Modelo Humano, Declaração Modelo Animal).

6. Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis no formato pdf no endereço eletrônico da revista www.scielo.br/cr.

7. Descrever o título em português e inglês (caso o artigo seja em português) - inglês e português (caso o artigo seja em inglês). Somente a primeira letra do título do artigo deve ser maiúscula exceto no caso de nomes próprios. Evitar abreviaturas e nomes científicos no título. O nome científico só deve ser empregado quando estritamente necessário. Esses devem aparecer nas palavras-chave, resumo e demais seções quando necessários.

8. As citações dos autores, no texto, deverão ser feitas com letras maiúsculas seguidas do ano de publicação, conforme exemplos: Esses resultados estão de acordo com os reportados por MILLER & KIPLINGER (1966) e LEE et al. (1996), como uma má formação congênita (MOULTON, 1978).

9. As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

9.1. Citação de livro:

JENNINGS, P.B. The practice of large animal surgery. Philadelphia : Saunders, 1985. 2v.

TOKARNIA, C.H. et al. (Mais de dois autores) Plantas tóxicas da Amazônia a bovinos e outros herbívoros. Manaus : INPA, 1979. 95p.

9.2. Capítulo de livro com autoria:

GORBAMAN, A. A comparative pathology of thyroid. In: HAZARD, J.B.; SMITH, D.E. The thyroid. Baltimore : Williams & Wilkins, 1964. Cap.2, p.32-48.

9.3. Capítulo de livro sem autoria:

COCHRAN, W.C. The estimation of sample size. In: _____. Sampling techniques. 3.ed. New York : John Willey, 1977. Cap.4, p.72-90.

TURNER, A.S.; McILWRAITH, C.W. Fluidoterapia. In: _____. Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte. São Paulo : Roca, 1985. p.29-40.

9.4. Artigo completo:

O autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers), conforme exemplos abaixo:

MEWIS, I.; ULRICH, CH. Action of amorphous diatomaceous earth against different stages of the stored product pests *Tribolium confusum* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Stored Product Research*, Amsterdam (Cidade opcional), v.37, p.153-164, 2001. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X\(00\)00016-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0022-474X(00)00016-3). Acesso em: 20 nov. 2008. doi: 10.1016/S0022-474X(00)00016-3.

PINTO JUNIOR, A.R. et al (Mais de 2 autores). Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. *Ciência Rural*, Santa Maria (Cidade opcional), v. 38, n. 8, p.2103-2108, nov. 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010384782008000800002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 25 nov. 2008. doi: 10.1590/S0103-84782008000800002.

9.5. Resumos:

RIZZARDI, M.A.; MILGIORANÇA, M.E. Avaliação de cultivares do ensaio nacional de girassol, Passo Fundo, RS, 1991/92. In: JORNADA DE PESQUISA DA UFSM, 1., 1992, Santa Maria, RS. Anais... Santa Maria : Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 1992. V.1. 420p. p.236.

9.6. Tese, dissertação:

COSTA, J.M.B. Estudo comparativo de algumas características digestivas entre bovinos (Charolês) e bubalinos (Jafarabad). 1986. 132f. Monografia/Dissertação/Tese (Especialização/Mestrado/Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.

9.7. Boletim:

ROGIK, F.A. Indústria da lactose. São Paulo : Departamento de Produção Animal, 1942. 20p. (Boletim Técnico, 20).

9.8. Informação verbal:

Identificada no próprio texto logo após a informação, através da expressão entre parênteses. Exemplo: ... são achados descritos por Vieira (1991 - Informe verbal). Ao final do texto, antes das Referências Bibliográficas, citar o endereço completo do autor (incluir E-mail), e/ou local, evento, data e tipo de apresentação na qual foi emitida a informação.

9.9. Documentos eletrônicos:

MATERA, J.M. Afecções cirúrgicas da coluna vertebral: análise sobre as possibilidades do tratamento cirúrgico. São Paulo : Departamento de Cirurgia, FMVZ-USP, 1997. 1 CD.

GRIFON, D.M. Arthroscopic diagnosis of elbow dysplasia. In: WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY CONGRESS, 31., 2006, Prague, Czech Republic. Proceedings... Prague: WSAVA, 2006. p.630-636. Acessado em 12 fev. 2007. Online. Disponível em: <http://www.ivis.org/proceedings/wsava/2006/lecture22/Griffon1.pdf?LA=1>

UFRGS. Transgênicos. Zero Hora Digital, Porto Alegre, 23 mar. 2000. Especiais. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.zh.com.br/especial/index.htm>

ONGPHIPHADHANAKUL, B. Prevention of postmenopausal bone loss by low and conventional doses of calcitriol or conjugated equine estrogen. Maturitas, (Ireland), v.34, n.2, p.179-184, Feb 15, 2000. Obtido via base de dados MEDLINE. 1994-2000. Acessado em 23 mar. 2000. Online. Disponível em: <http://www.Medscape.com/serverjava/MedlineSearchForm>

MARCHIONATTI, A.; PIPPI, N.L. Análise comparativa entre duas técnicas de recuperação de úlcera de córnea não infectada em nível de estroma médio. In: SEMINARIO LATINOAMERICANO DE CIRURGIA VETERINÁRIA, 3., 1997, Corrientes, Argentina.

Anais... Corrientes : Facultad de Ciencias Veterinarias - UNNE, 1997. Disquete. 1 disquete de 31/2. Para uso em PC.

10. Desenhos, gráficos e fotografias serão denominados figuras e terão o número de ordem em algarismos arábicos. A revista não usa a denominação quadro. As figuras devem ser disponibilizadas individualmente por página. Os desenhos figuras e gráficos (com largura de no máximo 16cm) devem ser feitos em editor gráfico sempre em qualidade máxima com pelo menos 300 dpi em extensão .tiff. As tabelas devem conter a palavra tabela, seguida do número de ordem em algarismo arábico e não devem exceder uma lauda.

11. Os conceitos e afirmações contidos nos artigos serão de inteira responsabilidade do(s) autor(es).

12. Será obrigatório o cadastro de todos autores nos metadados de submissão. O artigo não tramitará enquanto o referido item não for atendido. Excepcionalmente, mediante consulta prévia para a Comissão Editorial outro expediente poderá ser utilizado.

13. Lista de verificação (Checklist .doc, .pdf).

14. Os artigos serão publicados em ordem de aprovação.

15. Os artigos não aprovados serão arquivados havendo, no entanto, o encaminhamento de uma justificativa pelo indeferimento.

16. Em caso de dúvida, consultar artigos de fascículos já publicados antes de dirigir-se à Comissão Editorial.