

**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Fitopatologia**

**INCIDÊNCIA, CONTROLE DE DOENÇAS DE FEIJÃO-VAGEM E  
ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE *PHASEOLUS VULGARIS* E  
*VIGNA UNGUICULATA* RESISTENTES E SUSCETÍVEIS AO OÍDIO  
(*ERYSIPHE POLYGONI*)**

**Caroline Pedroso**

**Brasília- DF  
2012**

**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas  
Departamento de Fitopatologia**

**INCIDÊNCIA, CONTROLE DE DOENÇAS DE FEIJÃO-VAGEM E  
ANATOMIA E HISTOQUÍMICA DE *PHASEOLUS VULGARIS* E  
*VIGNA UNGUICULATA* RESISTENTES E SUSCETÍVEIS AO OÍDIO  
(*ERYSIPHE POLYGONI*)**

**Caroline Pedroso**

Tese apresentada ao Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção de grau de Doutor em Fitopatologia.

**Brasília- DF  
2012**

Trabalho realizado junto ao Departamento de Fitopatologia, do Instituto de Ciências Biológicas de Brasília/UnB, sob a orientação do Professor Adalberto Corrêa Café Filho, como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Fitopatologia.

Tese aprovada em.....13/04/2012.....por:

.....  
Adalberto Corrêa Café Filho, Ph. D.

Professor Associado do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília  
(Orientador)

.....  
Sueli Maria Gomes, D. Sc.

Professora Adjunta do Departamento de Botânica da Universidade de Brasília  
(Membro)

.....  
Carlos Hidemi Uesugi, D. Sc.

Professor Associado do Departamento de Fitopatologia da Universidade de Brasília  
(Membro)

.....  
Murillo Lobo Júnior, D. Sc.

Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão  
(Membro)

.....  
Alexei de Campos Dianese, D. Sc.

Pesquisador da Embrapa Cerrados  
(Membro)

## ÍNDICE GERAL

<b><u>AGRADECIMENTOS</u></b> .....	1
<b><u>RESUMO GERAL</u></b> .....	3
<b><u>GENERAL ABSTRACT</u></b> .....	5
<b><u>CAPÍTULO I: Incidência de doenças em feijão-vagem das espécies <i>Phaseolus vulgaris</i>, <i>P. lunatus</i> e <i>Vigna unguiculata</i> no Distrito Federal.</u></b>	
<b>RESUMO</b> .....	7
<b>ABSTRACT</b> .....	8
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>OBJETIVOS</b> .....	20
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	20
<b>RESULTADOS</b> .....	22
<b>DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>CONCLUSÕES</b> .....	29
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	31

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>44</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>

**CAPÍTULO II: Controle de Oídio (*Erysiphe polygoni*) com óleo de nim (*Azadirachta indica*) em espécies de feijão-vagem (*Phaseolus e Vigna*)**

<b>RESUMO .....</b>	<b>64</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>65</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>66</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>72</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>72</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>74</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>79</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>80</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>89</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>92</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>97</b>
---------------------	-----------

**CAPÍTULO III: Anatomia e histoquímica foliar de espécies de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*) e correlação com resistência a oídio (*Erysiphe polygoni*)**

<b>RESUMO .....</b>	<b>100</b>
---------------------	------------

<b>ABSTRACT.....</b>	<b>101</b>
----------------------	------------

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>102</b>
------------------------	------------

<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>108</b>
-----------------------	------------

<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>108</b>
--------------------------------	------------

<b>RESULTADOS.....</b>	<b>109</b>
------------------------	------------

<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>111</b>
-----------------------	------------

<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>115</b>
------------------------	------------

<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>117</b>
---	------------

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>125</b>
------------------------------	------------

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>127</b>
------------------------------	------------

## RESUMO DA TESE

A cultura do feijão-vagem é constituída principalmente por variedades da espécie botânica *Phaseolus vulgaris*, mas também inclui cultivos de *P. lunatus* e de *Vigna unguiculata*. Diferencia-se do feijão comum pelas características das vagens, que são consumidas verdes, normalmente maiores e apresentam reduzidos teores de fibras. No Brasil, o feijão-vagem é cultivado principalmente por pequenos produtores, em cultura tutorada, com alta demanda de mão-de-obra e baseado em métodos tradicionais de plantio e uso intensivo de insumos químicos. Apesar do amplo consumo, são poucas as cultivares de feijão-vagem disponíveis no mercado brasileiro, assim como estudos de incidência de doenças e avaliação de resistência de variedades. Estudos de métodos alternativos de controle de doenças nesta cultura são raros. Entretanto, alguns trabalhos revelaram que o nim (*Azadiractha indica*) tem ação fungicida, inclusive sobre o oídio (*Erysiphe polygoni*) em feijoeiro, mas em casa-de-vegetação. Dada a relativa carência de informações sobre as doenças incidentes no feijão vagem e seu controle, este trabalho objetivou: avaliar, durante os plantios de inverno e das águas, a incidência de doenças em acessos das espécies *P. vulgaris*, *P. lunatus* e *V. unguiculata* (Capítulo 1); analisar os efeitos de aplicações do óleo de nim sobre o progresso de oídio em feijão-vagem (*P. vulgaris* e *V. unguiculata*), em duas estações de plantio (Capítulo 2); e esclarecer se determinados componentes anatômicos e histoquímicos foliares de *P. vulgaris* e *V. unguiculata* estão relacionados com resistência à oídio (Capítulo 3). Os ensaios de campo foram conduzidos na Estação Experimental de Biologia da UnB, em duas épocas de plantio (de março a junho e de setembro a dezembro) no ano de 2009 e no de 2010. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 28 tratamentos (Capítulo 1). No Capítulo 2, o delineamento experimental foi de parcelas subdivididas, fatorial 8 X 2, objetivando o controle de oídio com óleo puro de nim em 5 genótipos de *P. vulgaris*, (G01, G12, G19, HT e TSMB) e 3 de *V. unguiculata* (G14, G17, e G20), selecionados dentre os 28 disponíveis por apresentarem reações contrastantes à oídio. Em ambos os casos, foram avaliadas as incidências de todas as doenças. O Capítulo 3, desenvolvido no laboratório de Botânica da UnB, consistiu de coleta de amostras foliares de materiais suscetíveis (G14 e G17) e resistente (TSMB) a oídio, que foram submetidas a cortes com micrótomo de mesa para posteriores análises anatômicas e histoquímicas. Verificou-se, nos quatro plantios, as seguintes doenças foliares: mosaico

dourado do feijoeiro (*Bean golden mosaic virus* - BGMV), mosaico comum (*Bean common mosaic virus* - BCMV), mosaico rugoso (*Bean rugose mosaic virus* - BRMV), ferrugem (*Uromyces appendiculatus*), mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) e oídio (*Erysiphe polygoni*). Além dessas, nos plantios das águas, registrou-se incidência de cretamento bacteriano (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*). Os genótipos exibiram comportamento diferenciado quanto à resistência às doenças, demonstrando diversidade genética entre os materiais. Oídio foi a doença mais prevalente, atingindo principalmente acessos de *V. unguiculata*, alcançando até 100% em alguns casos. O pulgão-preto do feijoeiro (*Aphis craccivora*) teve preferência pelas variedades de *V. unguiculata* (Capítulo 1). O óleo de nim reduziu significativamente a incidência de oídio e de pulgões-pretos, além de apresentar um pequeno efeito sobre a mancha angular, mas não foi detectado nenhum efeito nas demais doenças (Capítulo 2). Os estudos de anatomia e histoquímica revelaram correlação entre a estrutura e a bioquímica foliar e a incidência de *E. polygoni*, de *Aphis craccivora* e de *Bemisia tabaci* (Capítulo 3).

## THESIS ABSTRACT

The green bean crop is mainly planted with varieties of *Phaseolus vulgaris*, but also includes crops of *P. lunatus* and *Vigna unguiculata*. The crop is distinguished from common bean by the characteristics of the pod, which are larger, consumed in the green stage, and present reduced fiber levels. Green beans in Brazil are usually grown by small farmers in conventional agriculture, intensive manpower and heavy use of chemicals. Despite the high demand, there are few cultivars available in the domestic market, and studies on the occurrence of diseases and evaluation of disease resistance are scarce. Alternative methods for disease control in the green bean crop are rare. Nevertheless, preliminary studies with greenhouse-grown beans have demonstrated that the neem plant (*Azadiractha indica*) showed a fungistatic effect against powdery mildew (*Erysiphe polygoni*). Considering the lack of information on the diseases of green bean and their control, this work aimed: to evaluate the incidence of diseases in the winter and rain seasons of 2009, in genotypes of *P. vulgaris*, *P. lunatus* and *V. unguiculata* (Chapter 1); to analyse the effects of neem oil sprays on the development of powdery mildew of *P. vulgaris* and *V. unguiculata* (Chapter 2); and to examine if leaf anatomy and histochemical foliar components of *P. vulgaris* and *V. unguiculata* are related to resistance to powdery mildew (Chapter 3). Field assays were conducted in two planting seasons, at the University of Brasilia Experimental Biology Station, (March-June and September-December) in the years of 2009 and 2010, always with three replicates. Experimental design was a randomized complete block with 28 treatments (plant genotypes) for Chapter 1. For Chapter 2, experimental design was a 8 X 2 split factorial with main plots as genotypes (*P. vulgaris* genotypes G01, G12, G19, HT and TSMB and *V. unguiculata* genotypes G14, G17, e G2) and subplots as application of purified neem oil sprays or water. Genotypes were selected because they have presented contrasting reactions to powdery mildew in Chapter 1. Incidence of all diseases were recorded in both studies. Studies for Chapter 3 were conducted in the Botany Lab of University of Brasilia. Foliar samples of powdery mildew susceptible (G14 e G17) and resistant (TSMB) genotypes were sectioned in a table microtome for anatomic and histochemical studies. The following foliar diseases were found: Bean golden mosaic (BGMV), two initially unknown virus, later identified as *Bean common mosaic* (BCMV) and *Bean rugose mosaic* (BRMV), rust (*Uromyces appendiculatus*), angular leaf spot (*Pseudocercospora griseola*) and powdery mildew (*Erysiphe*

*polygoni*). In addition, bacterial canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) was detected in the rain season. Genotypes differed as to their individual response to each disease, evidencing genetic diversity for disease reaction. Powdery mildew was the most prevalent disease, and was more severe in *V. unguiculata* genotypes, where it reached up to 100%. The cowpea aphid (*Aphis craccivora*) was most frequently detected on *V. unguiculata* (Chapter 1). Applications of purified neem oil significantly reduced powdery mildew and cowpea aphid incidences, and also revealed a small effect on angular spot, but not on the other diseases (Chapter 2). The anatomic and histochemical studies revealed correlation between the leaf structure and biochemistry and the incidence of powdery mildew, *A. craccivora* and *Bemisia tabaci* (Chapter 3).

## **Capítulo 1**

Incidência de doenças em feijão-vagem das espécies *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus* e *Vigna unguiculata* no Distrito Federal

## RESUMO DO CAPÍTULO I

A cultura do feijão-vagem inclui variedades de *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus* e de *Vigna unguiculata*. A ocorrência de doenças em feijão-vagem é de extrema relevância pelos danos que provocam, mas pouca informação detalhada sobre a suscetibilidade das cultivares em uso está disponível. Nenhuma cultivar comercial apresenta resistência a todas as doenças e o controle químico é dificultado, uma vez que existem poucos produtos registrados para a cultura. Ao cultivo do feijoeiro também associa-se uma série de espécies de insetos, que ocorrem de acordo com a fenologia e desenvolvimento da planta, e que devem ser levadas em consideração por seus danos diretos e indiretos. O pulgão-preto (*Aphis craccivora*) é um dos mais importantes, por causar danos severos ao feijão-vagem, inclusive por ser vetor do *Cowpea aphid-borne virus* (CpAMV), do *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV) e do *Bean common mosaic virus* (BCMV). Considerando-se a falta de registros sobre a importância relativa das doenças em feijão-vagem no Distrito Federal, procedeu-se à avaliação de uma coleção de 28 acessos das espécies *P. vulgaris*, *P. lunatus* e *V. unguiculata* quanto a resistência e suscetibilidade às doenças. Foram estudadas a incidência e o progresso das doenças em condições naturais de ocorrência, em duas épocas de plantio, do inverno e das águas, durante o ano de 2009. Verificou-se que há fontes de resistência e suscetibilidade às diferentes doenças entre os materiais testados, mas não há, em um único genótipo, resistência à todas as doenças. Além disso, os níveis de incidência das doenças variaram com a época de plantio, atingindo maiores Áreas Abaixo da Curva de Progresso de Doença (AACPD) no plantio de inverno. As espécies *P. vulgaris* e *P. lunatus* tiveram menores incidências e AACPD para oídio, contrastando com dados obtidos para os acessos de *V. unguiculata*. Por outro lado, os materiais de *P. vulgaris* e *P. lunatus* mostraram-se mais suscetíveis às demais doenças, nas duas épocas de plantio. Determinou-se que *A. craccivora* possui preferência alimentar por plantas de *V. unguiculata*.

## ABSTRACT Chapter I

The green bean crop includes genotypes of *Phaseolus vulgaris*, *P. lunatus* and *Vigna unguiculata*. Studies of disease occurrence in this crop are relevant, due to losses associated with diseases, but little information about the susceptibility of commercial cultivars or traditional varieties is available. No commercial cultivar presents resistance to all diseases and chemical control is hindered due to the fact that there are few products registered for the crop. In addition, several insects are associated with green bean, which cause direct and indirect damages. The cowpea aphid (*Aphis craccivora*) is one of the most important, as a vector of several viruses, such as *Cowpea aphid-borne virus* (CpAMV), *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV) and *Bean common mosaic virus* (BCMV). In view of the lack of studies about the relative importance of green bean diseases in Distrito Federal, the reaction of twenty-eight accesses of *P. vulgaris*, *P. lunatus* and *V. unguiculata* were evaluated as to their reaction to naturally-occurring diseases. The incidence and development of diseases were studied in two planting seasons: the rainy season and the winter (irrigated) season. Sources of resistance to several diseases were found among the plant materials studied. However, no single genotype combined resistance to all of the diseases detected in the field. In addition, disease prevalence varied with the planting season and larger Areas Under Disease Progress Curves (AUDPC) were recorded in the winter. *P. vulgaris* and *P. lunatus* presented the lowest incidences and AUDPC values for powdery mildew, while *V. unguiculata* had the highest values for this disease. On the other hand, materials of *P. vulgaris* and *P. lunatus* were more susceptible to most of the other diseases in both planting seasons. *A. craccivora*, confirmed its preference for plants of *V. unguiculata*.

## INTRODUÇÃO

### A cultura do Feijão-Vagem

A cultura do feijão-vagem é constituída principalmente por variedades da espécie botânica *Phaseolus vulgaris* L., mas também inclui cultivos de *P. lunatus* L. e de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (Boyan, 2010; Lerner, 2010).

O gênero *Phaseolus* pertence à família *Fabaceae* (leguminosas) e é composto por aproximadamente 50 espécies (Salinas *et al.*, 2006; Sammour *et al.*, 2007). Apenas quatro são domesticadas (*P. coccineus*, *P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. acutifolius*), sendo *P. vulgaris* (feijão comum) e *P. lunatus* (feijão fava), as mais importantes economicamente (Lopez *et al.*, 1985; Broughton *et al.*, 2003). O feijão-vagem diferencia-se do feijão comum pelas características das vagens, que são consumidas verdes, normalmente maiores e apresentam reduzidos teores de fibras (Filgueira, 2003; Peixoto, 2009). Apresenta ampla variabilidade no que diz respeito ao porte da planta, característica de primordial importância devido ao sistema de condução por tutoramento da cultura.

As cultivares de feijão-vagem podem ser divididas de acordo com o hábito de crescimento, em indeterminadas ou determinadas. As indeterminadas (ou volúveis) possuem um meristema apical vegetativo que permite o crescimento contínuo das plantas, além da capacidade de enrolamento em tutores, atingindo mais de dois metros de altura. As inflorescências formam-se de gemas axilares de folhas e ramos e o ciclo de vida, para a maioria das cultivares, é de 100 a 110 dias. As cultivares de crescimento determinado (arbustivas, rasteiras ou anãs), têm seus ápices encerrados por inflorescências, que se originam da haste principal e dos ramos laterais. O período de floração é curto (média de 14 dias) e a maturação das vagens é geralmente uniforme. Normalmente, o ciclo dessas variedades situa-se entre 60 a 120 dias (Vieira, 1988). Uma classificação adicional de feijão-de-vagem diz respeito ao formato da vagem, que pode ser do tipo “macarrão”, apresentando secção transversal arredondada e formato cilíndrico; ou do tipo “manteiga”, com secção transversal elítica e formato tipicamente achatado (Athánázio, 1998; Filgueira, 2003).

A espécie *P. vulgaris*, originária de regiões tropicais americanas, é de ampla adaptação a condições de temperatura, porém, em temperaturas elevadas ocorre abortamento, resultando em vagens mal formadas. O feijão-vagem é uma cultura adaptada aos climas com temperatura variando entre 10 °C e 27 °C, sendo considerada

ótima a faixa entre 18 °C e 24 °C. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, o período de semeadura mais favorável vai de março a maio, tanto para cultivares de plantio tutorado como arbustivas. Cultivares de crescimento indeterminado podem ser plantadas ao longo do ano nas regiões de clima ameno, com altitude variando de 700 a 1200 metros. Nas regiões mais quentes ou muito frias a condução da cultura deve ser evitada nos períodos de temperaturas extremas. (Filgueira, 2003; Peixoto, 2009).

Devido a maior tradição de consumo de feijão comum, o cultivo de *P. lunatus*, ou feijão fava, ainda é relativamente limitado, mesmo sendo uma fonte muito comum de alimento e renda em todos os estados nordestinos, principalmente Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Sergipe e Piauí. No ano 2007, foram produzidas, no Brasil, 13.181 toneladas de grãos de fava (IBGE, 2008). Seus grãos são consumidos maduros, secos, cozidos ou ainda verdes, mas é relativamente inferior quando comparados a outras espécies do gênero. O sabor amargo (ausente em outras espécies de feijão), o tempo de cocção mais longo, além da falta de cultivares recomendadas para diferentes regiões limitam seu cultivo. O sabor e a toxicidade são consequências da elevada quantidade de ácido cianídrico (HCN) nas sementes. Para utilizá-las na alimentação humana, é preciso submetê-las à cocção por três a cinco vezes ou deixar os grãos de molho durante uma noite, com total substituição da água utilizada (Vieira, 1992; Azevedo *et al.*, 2003).

*Vigna unguiculata* é conhecida como feijão caupi, feijão-de-corda, feijão-macassar, feijão-de-praia, feijão-miúdo, feijão-fradinho (grãos brancos) e outros nomes, podendo ser comercializado de diversas formas. Seu consumo pode ser como feijão-vagem, grão verde e grão seco, dentre outros. Quando utilizado como feijão-vagem, sua colheita deve ser feita quando as vagens estão bem desenvolvidas, mas ainda imaturas e com pouca fibra.

O gênero *Vigna* apresenta grande divergência quanto ao número de espécies. Hutchinson & Dalziel (1954) reconheceram 25 espécies, enquanto Daniel (1960) 37. De acordo com Stelle & Mehra (1980), o gênero compreende cerca de 160 espécies, possuindo somente sete cultiváveis, sendo as espécies *V. angularis* (feijão adzuki), *V. radiata* (feijão mungo-verde), *V. umbellata* (feijão arroz) e *V. unguiculata* (caupi) as mais importantes. Porém, nos últimos anos, observou-se uma redução no número de espécies reconhecidas, provavelmente por causa das similaridades na estrutura e biologia reprodutiva dessas plantas. Burkill (1995) considera 22 espécies válidas. No Brasil, *V. unguiculata* possui maior consumo e sua produção concentra-se nas regiões

semi-áridas do Norte e Nordeste (Vieira *et al.*; 1992; Bevitori *et al.*, 1992) e representa cerca de 20% da produção de feijão no Brasil (Borém & Carneiro, 2006).

As variedades de caupi possuem ciclo biológico de 60 dias a 7 a 8 meses (dependendo do ambiente), maturação desuniforme (Rachie & Roberts, 1974) e temperatura mais adequada desenvolvimento na faixa de 20 a 35°C (Araújo *et al.*, 1984).

No Brasil, o feijão-vagem da espécie *P. vulgaris* é cultivado principalmente por pequenos produtores de agricultura familiar, em cultura tutorada. Os rendimentos são, em geral, superiores aos de cultivares arbustivas e a produtividade média do feijão-vagem no Brasil fica em torno de 10 toneladas/ha, mas em culturas tutoradas bem conduzidas pode chegar até a 25 toneladas/ha (Peixoto *et al.*, 2004; Peixoto, 2009). A hortaliça está entre as dez mais importantes do País e existem cultivares de boa aceitação comercial no mercado brasileiro (Boiteux *et al.*, 2005). A produção de feijão-vagem é caracterizada em grande parte por cultivares com hábito de crescimento indeterminado, que são mais produtivas, mas de difícil colheita. No Distrito Federal ele está entre as leguminosas mais importantes, com uma área ocupada de 100 ha, seguido de feijão caupi (72 ha) e ervilha vagem (10 ha) (Boiteux *et al.*, 2005). O desenvolvimento de novas cultivares desta cultura, com crescimento determinado e ciclo de desenvolvimento mais curto, tem despertado interesse quanto às características de crescimento e produção desses materiais (Vidal *et al.*, 2007).

A produtividade de feijão-vagem é favorecida por fatores ambientais favoráveis (de temperatura, umidade do solo e do ar), condições físico-químicas do solo, práticas culturais adequadas e cultivares produtivas. A questão fitossanitária e a ocorrência de doenças são de extrema relevância, mas pouca informação detalhada sobre a suscetibilidade das cultivares em uso está disponível. Raras são as variedades que apresentam resistência a doenças e o controle químico é dificultado, uma vez que existem poucos produtos registrados para feijão-vagem (Sartorato, 2007). O feijão-de-vagem é uma planta sujeita a um grande número de doenças que podem assumir um caráter epidêmico. Bacterioses, antracnose, ferrugem, oídio, podridões radiculares e outras, podem, de acordo com as circunstâncias, causar danos severos à cultura (Sartorato & Yorinori, 2001).

Entre as alternativas de controle mais buscadas está o uso de cultivares resistentes. Os programas de melhoramento genético de feijão-vagem são incipientes e materiais resistentes às doenças disponíveis ao produtor são escassas (Oliveira *et al.*,

2001; Krause *et al.*, 2009; Porfirio *et al.*, 2009). Além disso, os genótipos identificados como resistentes a uma determinada doença, não apresentam resistência à todas as doenças (Sartorato, 2007). O objetivo final dos programas de melhoramento é aumentar e estabilizar o rendimento a um custo de produção que permita aos produtores uma maximização do retorno econômico (Zimmermann *et al.*, 1996). Para atingir esse objetivo, a incorporação de resistência à doenças é essencial, uma tecnologia de baixo custo de utilização e eficiente, embora o processo de melhoramento seja muito trabalhoso.

## **Principais Doenças**

Um dos principais fatores responsáveis pela redução na produtividade de feijão-vagem é a ocorrência de doenças, que limitam a produção e reduzem a qualidade fisiológica, sanitária, nutricional e comercial do produto. Incidência e intensidade dessas doenças variam de acordo com a região, a época de plantio, o sistema de plantio, a variedade, a qualidade sanitária da semente e as condições climáticas. São raros os levantamentos das doenças em diferentes cultivares de feijão-vagem e, quando existentes, relatam aquelas incidentes em ambientes controlados de casas-de-vegetação (Bottega *et al.*, 2008; Cardoso *et al.*, 2002; Paula Jr. *et al.*, 1998).

A avaliação das enfermidades é normalmente realizada pelos critérios de incidência e/ou severidade dos sintomas nas plantas, em vários estádios de desenvolvimento, preferencialmente em cultivos em épocas diferentes do ano. A incidência é definida pelo número de unidades afetadas, sejam elas plantas inteiras, folhas, hastes, vagens, raízes, sendo expressas em porcentagem da população total de unidades. A severidade da doença é expressa em porcentagem de tecido afetado pela doença pela quantidade total do tecido (Schoonhoven & Pastor-Corrales, 1987).

No feijão-vagem, doenças tais como Antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magnus), Mosaico Dourado do Feijoeiro (*Bean golden mosaic virus*-BGMV), Mosaico Comum do Feijoeiro (*Bean common mosaic virus*, BCMV), Crestamento Bacteriano Comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* Vauterin *et al.*, 1995), Mofo Branco (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary), Murcha ou Amarelecimento de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder) e *Curtobacterium flaccumfacieins* (Hedges) Collins & Jones (Krause *et al.*, 2009) podem

causar severos danos ou provocar a perda total da lavoura. Dentre outras doenças encontradas no feijoeiro comum, que devem ser avaliadas no feijão-vagem, estão a Mancha Angular (*Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun ), Mela ou Murcha da Teia Micélica (*Thanatephorus cucumeris* (A. B. Frank) Donk), Ferrugem (*Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger), Oídio ou Mildio pulverulento (*Erysiphe polygoni* DC) , podridão do colo (*Sclerotium rolfsii* Sacc.), podridão radicular (*Rhizoctonia solani* J. G. Kühn), podridão cinzenta do caule (*Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goidanich), podridão radicular seca (*Fusarium solani* (Mart) Sacc. f.sp. *phaseoli* Burkholder) (Bottega *et al.*, 2008). Além dessas, há relatos de *Ascochyta phaseolorum* Sacc. (Tanaka *et al.*, 1996) causando sérios prejuízos.

Quanto às características das doenças encontradas neste trabalho, tem-se:

### **Oídio**

O Oídio, causado pelo fungo *E. polygoni* é de ocorrência mundial, todavia seus danos são variáveis, podendo ocorrer perdas de produtividade entre 17 e 69% quando a infecção ocorre antes do florescimento e da formação de vagens (Hall, 1991). Possui grande número de hospedeiros (Bianchini *et al.*, 1997), entre eles e de acordo com Barros *et al.* (2000), ervilha, soja, calêndula, dália, tremoço e tomate. Ocorre com maior intensidade em condições de secas e de temperaturas moderadas e seus sintomas se manifestam nas folhas, hastes e vagens. Se iniciam com manchas verde-escuras na parte superior das folhas que logo tornam-se pulverulentas e brancas, podendo tomar toda a superfície foliar. As vagens afetadas também apresentam crescimento pulverulento e, dependendo da intensidade do ataque, pode causar deformações e queda de vagens (Rosalem & Marubayashi, 1994).

### **Ferrugem**

Outra doença importante é a ferrugem do feijoeiro (*U. appendiculatus*), que ocorre em todas as regiões produtoras, incidindo geralmente nas folhas. Provoca desfolha prematura nas lavouras severamente atacadas e, em condições favoráveis (temperatura entre 20-27° C e alta umidade, intercalada por períodos de baixa precipitação e grande quantidade de orvalho) pode causar sérios prejuízos (Paula Jr. &

Zambolim, 1998; Rios *et al.*, 2001). Por isso, as maiores perdas decorrentes desta enfermidade ocorrem em regiões tropicais e subtropicais úmidas (McMillan *et al.*, 2003). Este é o caso do Brasil, onde o *U. appendiculatus* representa um dos patógenos mais importantes do feijoeiro pelos sérios prejuízos que tem ocasionado (Souza *et al.*, 2007). Os sintomas se manifestam nas folhas como pequenos pontos cloróticos, evoluindo para pústulas salientes de cor esbranquiçada ou amarelada, que aparecem preferencialmente na face inferior das folhas. Em poucos dias, surgem pequenas pústulas de cor ferrugem em ambas as superfícies das folhas (mas com maior frequência na face inferior), quase sempre rodeadas por um halo amarelo. Folhas severamente atacadas tornam-se amarelas, secam e caem (Rosalem & Marubayashi, 1994).

### **Mancha Angular**

O status taxonômico do agente etiológico da mancha angular do feijoeiro tem sido, há bastante tempo, fonte de controvérsia. Dois caracteres principais eram utilizados para se separar o gênero *Phaeoisariopsis* dos demais gêneros anamórficos de *Mycosphaerella*: a estrutura do conidioma (sinematoso) e o tipo de cicatriz conidiogênica no loci conidiogênico e no hilo do conídio (Braun 1992; 1995a; 1995b).

A partir de estudos baseados na gama de hospedeiros, morfologia, características culturais e nas análises das seqüências da região ITS e dos genes que codificam para calmodulina e actina, uma nova combinação foi proposta no gênero *Pseudocercospora*, nome que deve ser conservado em detrimento a *Phaeoisariopsis* e *Stigmina* (Braun & CROUS, 2006). *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun passa a ser o novo nome conferido ao agente etiológico da mancha angular do feijoeiro, subdividida em dois grupos distintos: *P. griseola* formae *griseola*, que coevoluiu com genótipos de feijoeiro de origem andina e *P. griseola* formae *mesoamericana*, que coevoluiu com genótipos de feijoeiro de origem mesoamericana (Pereira, 2007).

A mancha angular (*P. griseola*) provoca perdas quanto mais precoce for seu aparecimento na cultura, e as lesões podem atingir folhas, vagens, caules e ramos. A fonte de inóculo primário do patógeno inclui sementes contaminadas e restos de plantas infectadas e a disseminação dos esporos para novas folhas dá-se pela ação do vento, respingos de chuva, ou ambos. Os conídios germinam na superfície foliar, e as hifas penetram através dos estômatos crescendo entre as células do parênquima foliar,

colonizando-o em aproximadamente nove dias após a infecção e formando as lesões. A esporulação é favorecida em condições de alta umidade, por temperaturas entre 16 e 28° C (com desenvolvimento máximo a 24°C). A epidemia também é favorecida por períodos longos (24 a 48h) de alta umidade relativa, alternados por períodos de baixa umidade e ação de ventos (Paula Jr. & Zambolim, 1998; Dalla Pria *et al.*, 2003)

Ocorre com maior frequência durante o estágio de formação e maturação de vagens e é transmitida pela semente. Nas folhas verdadeiras, as lesões são angulares, delimitadas pelas nervuras de coloração pardo-acinzentada, visível na face inferior da folha. Nas hastes, as lesões podem ser alongadas e de cor castanho-escuro, sendo que nas vagens as lesões são quase circulares, de coloração castanho-avermelhado, com os bordos escuros. As vagens atacadas apresentam manchas escuras e podem produzir sementes mal desenvolvidas ou totalmente enrugadas. (Paula Jr. & Zambolim, 2006). De acordo com Sartorato (2005) a mancha angular pode ser encontrada em todas as regiões produtoras e pode ser responsável por perdas de até 70% na produção de feijão comum. Sua importância no Brasil é crescente e a razão principal é provavelmente o cultivo do feijão em várias épocas durante o ano.

### **Crestamento Bacteriano Comum**

O crestamento bacteriano comum, causado por *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* (Smith) Dye, é a principal doença bacteriana na cultura do feijoeiro (Ito *et al.*, 1997; Bianchini *et al.*, 1997; Sartorato *et al.*, 2003). Manifesta-se em toda parte aérea da planta e é transmitida via sementes. Apresenta ampla distribuição, ocasiona graves perdas na produção, especialmente em regiões úmidas, com temperaturas de moderadas a altas (Rava, 2005). As perdas são ocasionadas pela redução da área foliar fotossinteticamente ativa, devido à formação de manchas encharcadas nas folhas, que posteriormente originam extensas áreas necrosadas. O controle químico é ineficiente e os danos sob cultivo protegido são severos (Barros *et al.*, 2000).

### **Viroses**

O vírus do mosaico dourado do feijoeiro (*Bean golden mosaic virus*- BGMV), família *Geminiviridae*, gênero *Begomovirus* (Gasparin *et al.*, 2005), foi primeiramente

encontrado no Brasil em 1961 no Estado de São Paulo, sendo descrito e caracterizado em 1965. Na época, a doença não foi considerada uma ameaça à cultura do feijoeiro, contudo, atualmente, constitui-se em uma das principais limitações para sua produção em áreas de ocorrência. Seus danos são mais significativos quanto mais cedo ocorrer a infecção (Faria *et al.*, 1996). Aproximadamente 200 mil hectares estão atualmente inviabilizados para o cultivo do feijoeiro comum na safra “da seca”, devido à ocorrência dessa virose. Essas áreas podem retornar ao processo produtivo após o desenvolvimento de cultivares que apresentem um nível resistência adequado ao BGMV (Melo *et al.*, 2005). Nesse sentido, o desenvolvimento e liberação do primeiro feijão transgênico do esta doença é promissor (Aragão & Faria, 2009).

Os sintomas incitados por este *Begomovirus* e transmissíveis pela mosca branca (*Bemisia tabaci* biótipo B), de maneira circulativa são, predominantemente, o mosaico amarelo intenso em todo o limbo foliar, podendo ocorrer nanismo, encurtamento de entrenós, perda de dominância apical e brotamento das gemas axilares (Furlan, 2004).

Este vírus tem uma restrita gama de hospedeiros da família das leguminosas, sendo algumas de interesse econômico como o feijoeiro comum e a soja (Moreira & Gaspar, 2002), mas pode atingir também espécies como chícharo, trevo, ervilha, acácia, preta, gladiolo e abóbora amarela (Agrios, 2005).

Altas temperaturas (em torno de 30°C), períodos prolongados de umidade relativa baixa, alta população de hospedeiros da mosca branca e cultivo contínuo de feijão, durante o ano, são os principais responsáveis pelo agravamento da doença (Rosalem & Marubayashi, 1994; Furlan, 2004). Infecções simples ou mistas do BGMV podem ocorrer, tanto com espécies de outros geminivirus, como com vírus isométricos, destacando-se o *Bean rugose mosaic virus* (BRMV). Os danos provocados nestes casos são mais severos que aqueles causados pelas infecções individuais por qualquer um dos vírus. Um outro fator agravante é que nas cultivares com resistência ao BGMV esta é perdida quando ocorre a infecção mista do BGMV com vírus isométricos de outros gêneros (Bianchini *et al.*, 1997; Gasparin *et al.*, 2005).

O Mosaico Rugoso do Feijoeiro, causado pelo *Bean rugose mosaic virus*-BRMV, pertence à família *Comoviridae*, gênero *Comovirus*. No Brasil, doença com sintomatologia similar foi denominada de mosaico-em-desenho (Vírus do Mosaico-em-Desenho do Feijoeiro). Lin *et al.* (1981), baseando-se no agrupamento dos *Comovirus* em cinco sorogrupos (Fulton & Scott, 1977), propuseram a reclassificação do vírus como uma estirpe do BRMV. Estimativas de perdas causadas pelo BRMV em feijoeiro

comum indicam que a doença pode adquirir considerável importância econômica sob condições que lhe sejam favoráveis, como infecções precoces (14 dias após o plantio) e sob infecção mista (Anjos *et al.*, 1994; Bianchini & Bergamin Filho, 1994; Costa, 1983; Martins *et al.*, 1994). Ele é naturalmente transmitido por besouros (Coleoptera: *Chrysomelidae*) e os sintomas variam com o hospedeiro e cultivar. O sintoma de mosaico é predominante e verificam-se também bolhosidades, deformação foliar e lesões locais cloróticas (Castillo-Urquiza, 2004).

Uma outra virose bastante comum nas lavouras de feijoeiro é o Mosaico Comum do Feijoeiro, causado pelo *Bean common mosaic virus* (BCMV) pertencente à família *Potyviridae*, gênero *Potyvirus*, podendo causar severas perdas (Faria *et al.*, 1996). Segundo Bianchini *et al.* (2005), a transmissão dessa virose pode ocorrer por sementes, pólen e mecanicamente (de planta a planta através dos vetores, os pulgões). O sintoma principal é o mosaico foliar acompanhando as nervuras. Quando os sintomas são mais severos, ocorre formação de rugosidades nas áreas verdes escuras, enrolamento foliar e diminuição de tamanho dos folíolos. Existe também uma necrose sistêmica, se caracterizando por uma necrose vascular, evoluindo do ápice para a base da planta, descoloração do caule e necrose das nervuras nos folíolos, seguida da morte apical e morte da planta.

### **Deteção e Diagnóstico de Vírus**

O termo detecção se refere à comprovação de que um dado patógeno ou um produto do mesmo está presente numa amostra proveniente do tecido vegetal, do vetor, do solo ou substrato de plantio, da água utilizada na irrigação, de implementos agrícolas, etc. e pode ser feita diretamente da amostra a ser avaliada ou a partir de isolamento e cultura do agente etiológico. Os testes mais comuns de detecção são os testes biológicos, sorológicos, morfológicos e bioquímicos, que nem sempre conduzem a resultados conclusivos, principalmente na presença de espécies de patógenos muito similares ou na presença de níveis populacionais muito reduzidos no hospedeiro (Lima & Assunção, 2001).

O diagnóstico de uma doença de etiologia viral envolve uma série de técnicas para a sua comprovação, que visam a caracterização, identificação ou a detecção do vírus em plantas doentes (Bedendo, 1995).

A sintomatologia não é parâmetro suficiente para identificar e diferenciar espécies de vírus porque encontram-se variações nos sintomas dependendo da época de infecção da planta (idade), do hospedeiro (cultivar), de fatores ambientais e da ocorrência de infecção viral múltipla. As técnicas moleculares têm permitido o desenvolvimento de métodos de detecção universal e/ou específicos de forma eficiente, rápida, acurada e de forma otimizada para vírus (Bezerra *et al.*, 1998).

As principais técnicas moleculares utilizadas na diagnose dos fitopatógenos e seus possíveis vetores são a extração e eletroforese do ácido nucléico; o RFLP (“*Restriction Fragment Length Polymorphism*”); a clonagem e sequenciamento do ácido nucléico; a Hibridização de ácidos nucléicos (Teste de Northern Blot, Teste de Southern Blot e Teste de Dot Blot) e a “*Polymerase Chain Reaction*” (PCR). Dependendo do princípio e das condições de condução, os testes moleculares podem ser eficientes para discriminar gêneros, espécies, estirpes e subgrupos de fitovírus (Brioso, 2000; Brioso *et al.*, 2001). Devido à precisão, sensibilidade, praticidade e versatilidade, algumas técnicas de biologia molecular vêm sendo utilizadas satisfatoriamente com essa finalidade. Destacam-se a reação da polimerase em cadeia (PCR) e a hibridização de ácidos nucléicos (Lima & Assunção, 2001).

### **Pulgão Preto (*Aphis craccivora* Koch) x cultura do feijoeiro**

Ao cultivo do feijoeiro pode associar-se uma série de espécies de insetos, que ocorrem de acordo com a fenologia e desenvolvimento da planta, e que devem ser levadas em consideração por seus danos diretos e indiretos. Estas espécies podem ser pragas do solo, pragas das folhas, pragas das vagens, pragas de grãos armazenados (Quintela, 2002) e vetores de fitopatógenos.

A fauna de insetos associados ao feijão-vagem, citada por Castellane *et al.* (1988), não difere daquela relacionada ao feijoeiro comum, como apresentada por Hohmann & Carvalho (1989), Stone & Sartorato (1994) e Barros & Oliveira (2000). De acordo com estes estudos, as pragas potencialmente mais prejudiciais à cultura em condições de campo, seriam: vaquinha *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: *Chrysomelidae*), cigarrinha-verde *Empoasca kraemeri* (Hemiptera: *Cicadellidae*) e mosca branca *Bemisia tabaci* (Hemiptera: *Aleyrodidae*). Esta última, em função da transmissão do vírus do mosaico dourado, é a de maior destaque. (Yokoyama, 1996).

Além deles, o pulgão-preto (*Aphis craccivora* Koch) é responsável por causar danos severos às plantas e pela transmissão de vírus (Lima & Santos, 1988; Cardoso *et al.*, 1991), como o Potyvirus *Cowpea aphid-borne virus* (CpAMV) e do *Blackeye cowpea mosaic virus* (BICMV) (Lima *et al.*, 1981). Aproximadamente metade dos 600 vírus transmitidos por vetores são transmitidos pelos pulgões. A maior parte dos pulgões importantes como vetores de vírus está classificada na superfamília *Aphidoidea*, família *Aphididae* e sub-família *Aphidinae* (Inoue-Nagata & Nagata, 2002).

Os pulgões se desenvolvem nos brotos terminais da planta, no pecíolo e face inferior das folhas (Santos *et al.*, 1998). O inseto coloniza os ramos novos e folhas, sugando a seiva e causando deformações nas brotações e folhas (Gallo *et al.* 2002). Este inseto também injeta toxinas e é vetor de viroses e, por se alimentar de grande quantidade de seiva, absorve rapidamente água e açúcares da planta que são expelidas na forma de substância “açucarada”, permitindo a digestão de aminoácidos e nutrientes essenciais (Andrade Jr. *et al.*, 2002; Kristoffersen, 2003).

Com o decorrer do tempo e com o aumento da população de pulgões, as plantas atacadas ficam debilitadas em virtude da grande quantidade de seiva retirada e de substâncias tóxicas injetadas. Entretanto, é por serem transmissores de vírus que esses insetos constituem uma das pragas mais sérias da cultura merecendo, por isso, especial atenção (Silva *et al.*, 2005; Silva & Carneiro, 2000).

O controle preventivo do pulgão-preto é o mais eficaz, recorrendo-se normalmente a inseticidas químicos. Entretanto, o uso desordenado destes leva a efeitos negativos ao ambiente, como, por exemplo, a mortalidade de predadores e competidores. O uso frequente de agroquímicos com o mesmo mecanismo de ação aumenta a pressão de seleção na população-alvo, selecionando indivíduos resistentes ao princípio ativo utilizado ou a outros com o mesmo modo de ação. Pode, ainda, apresentar alta toxicidade ao homem e meio ambiente, havendo, por isso, necessidade de desenvolvimento de pesquisas para fontes alternativas de controle (Costa *et al.*, 2010).

Apesar do amplo consumo, são raros os estudos e publicações direcionados à avaliação da resistência de acessos de feijão-vagem, incidência ou levantamentos de doenças e, tampouco, pesquisas comparativas entre as espécies *P. vulgaris*, *P. lunatus* e *V. unguiculata*.

Quando existentes, os dados são voltados a avaliações de doenças em genótipos de feijoeiro comum (*P. vulgaris*), no estado de São Paulo (Lemos *et al.*, 2003;

Sannazzaro *et al.*, 2003; Castro *et al.*, 2007; ITO *et al.*, 2007; Ramos Jr. *et al.*, 2007), no estado de Goiás (Bottega *et al.*, 2008;), Minas Gerais (Vieira *et al.*, 1991; Silva *et al.*, 2009), no Paraná (Cardoso *et al.*, 2002), em Santa Catarina (Theodoro, 2004) e no Distrito Federal (Carvalho, 2007; Carvalho & Wanderley, 2007). Há um registro na espécie *V. unguiculata*, no sudeste do Goiás (Souza *et al.*, 2008). Dados para feijão-vagem no Distrito Federal, em particular, são inexistentes.

## **OBJETIVOS**

Considerando-se a falta de registros sobre a importância relativa das doenças em feijão-vagem no Distrito Federal, objetiva-se avaliar uma coleção de acessos desta cultura das espécies *P. vulgaris*, *P. lunatus* e *V. unguiculata* quanto a resistência e suscetibilidade à doenças e estimar a incidência e progresso das doenças em condições naturais de ocorrência, em duas épocas de plantio, durante o ano de 2009. Os resultados servirão para orientar os processos de prevenção e controle de doenças em cada época de plantio e indicarão potenciais fontes para uso em programas de melhoramento genético, pois são poucas as cultivares resistentes disponíveis no mercado brasileiro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Incidência de Doenças em espécies de feijão-vagem, no Plantio de Inverno e das Águas, no Distrito Federal**

Foram conduzidos ensaios de campo com 28 acessos de feijão-vagem, sendo 12 da espécie *V. unguiculata*, 1 da espécie *P. lunatus*, 8 cultivares comerciais e 7 não comerciais e da espécie *P. vulgaris* (de acordo com Beyra & Artiles, 2004), na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília/UnB, em área de solo Latossolo Vermelho Escuro, em duas épocas de plantio no ano de 2009, de março a junho (plantio de inverno) e de setembro a dezembro (plantio das águas).

Procederam-se com análises químicas de solo na área do experimento, preliminares à gradagem, aração, levantamento de canteiros e plantio, para que o preparo de solo fosse de acordo com as recomendações da cultura. Para os dois períodos de cultivo, foram realizadas adubação de plantio e cobertura. O controle de plantas

daninhas foi por capina manual. A irrigação foi feita por aspersão, duas vezes ao dia, e não se usou quaisquer tipos de controles para pragas e insetos no ciclo da cultura.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 28 tratamentos - 20 genótipos oriundos do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças- CNPH e 8 cultivares comerciais, de três espécies diferentes (TABELA 1). A semeadura foi diretamente em sulcos, a uma profundidade de 5 cm e cada parcela útil foi composta por 13 plantas, com três repetições cada, dispostas numa área de aproximadamente 3,3 m<sup>2</sup>, distribuídas num espaçamento de 1 m (entrelinhas) x 0,3 m (entreplantas).

De acordo com informações das empresas fornecedoras dos acessos comerciais, não houve melhoramento genético para incorporação de resistência à doenças nos materiais cedidos, com exceção da empresa Feltrin, com os acessos Slin Trepador e Vicenza, ambas com resistência à ferrugem (*U. appendiculatus*).

Dados de temperatura diária, umidade relativa do ar e chuva acumulada mensal x número de dias com chuva, de cada período (inverno e das águas), podem ser consultados em anexos (INMET).

As avaliações foram iniciadas quando se manifestaram os sintomas primários da doença e, a partir de então, a cada três ou quatro dias, até o período em que todos os acessos estivessem no ponto de colheita. As colheitas foram procedidas em todos os genótipos ao mesmo tempo. Foram avaliadas as porcentagens de incidências de todas as doenças, em todas as plantas, focalizando as de parte aérea, e os resultados foram quantificados em porcentagens de plantas sintomáticas por acesso. A metodologia de diagnose baseou-se na sintomatologia da doença, complementada por exames laboratoriais de observação dos sinais dos patógenos em microscópio de luz.

A partir dos dados de incidência, construíram-se curvas de progresso das doenças para cada acesso e calculou-se as áreas abaixo das curvas de progresso das doenças (AACPD), utilizando-se a fórmula  $[(y_1+y_2)/2*(t_2-t_1)]$ , onde  $y_1$  e  $y_2$  são avaliações de porcentagem de incidência realizadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente (Campbell & Madden, 1990). Separou-se, também, as médias das AACPD, para todas as doenças, no plantio de inverno (TABELA 2) e das águas (TABELA 3), através do teste de Scott-Knott ( $p=0,01$ ), com uso do programa ASSISTAT, da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) (disponível na página [www.assistat.com](http://www.assistat.com)).

## Diagnóstico de “Outros Vírus”

Para a confirmação da detecção da incidência do vírus BGMV, empregou-se a técnica de hibridização molecular específica. Foram avaliadas todas as plantas, incluindo tanto aquelas com sintomas típicos, quanto aquelas assintomáticas ou com sintomas latentes. No caso de “outros vírus”, realizaram-se avaliações para diagnóstico através da técnica sorológica do Dot-Elisa (com uso do método Dot-Elisa). Além disso, fez-se uso de plantas das famílias *Chenopodiaceae*, *Solanaceae* e *Fabaceae* (*Chenopodium quinoa*, *Chenopodium amaranticolor*, *Nicotiana tabacum*, *Lycopersicon esculentum*, *Datura stramonium*, *Physalis floridiana*, *Phaseolus vulgaris*, *Glycine max*), hospedeiras diferenciadoras, para a separação e confirmação da identificação dos vírus presentes.

### **Incidência de *Aphis craccivora* Koch**

Avaliou-se a incidência de *A. craccivora* (pulgão-preto do feijoeiro) em todos os acessos e durante os dois plantios de 2009. A análise foi baseada na ausência ou presença de colônias do inseto em cada planta.

## **RESULTADOS**

### **Condições climáticas**

Os conhecimentos das relações entre as condições físicas do ambiente (solo e atmosfera) e as espécies cultivadas permite obter informações mais precisas acerca da influência do tempo/clima no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade dessas culturas. Além disso, as condições agrometeorológicas afetam a relação das plantas com insetos e microorganismos, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças, o que demanda as medidas de controle adequadas (Pereira *et al.*, 2002).

Observando-se os dados climatológicos nos finais dos ciclos da cultura (meses de junho e dezembro de 2009), percebe-se no plantio das águas maiores variações das temperaturas médias diárias (20°C- 25°C) que no plantio de inverno (21°C). Da mesma forma, a umidade relativa do ar atingiu maiores índices no plantio das águas, prevalecendo dias de umidade acima dos 80%, enquanto que no plantio de inverno a

média ficou entre 60% e 80%. A quantidade de chuva acumulada no plantio de inverno foi em torno de 10 mm e, nas águas, de quase 300 mm.

### **Incidência de Doenças no Plantio de Inverno**

Verificou-se que as doenças foliares incidentes foram mosaico dourado do feijoeiro (BGMV), dois “outros vírus” de etiologia viral inicialmente desconhecida, ferrugem (*U. appendiculatus*), mancha angular (*P. griseola*) e oídio (*E. polygoni*) (FIGURA 11).

A FIGURA 1 representa a incidência de todas as doenças por acesso (em porcentagem de plantas com sintomas) nesta época de plantio. Observou-se que 16 dos 28 acessos apresentaram oídio, tendo-se 11 com incidência maior ou igual 60%, todos da espécie *V. unguiculata*: G02, G05, G09, G10, G13, G14, G15, G16, G17, G18, G20 e G21. Os acessos em que somente esta doença ocorreu foram um acesso de *P. vulgaris*, Feltrin Slin (FS), com 55% de incidência em campo e, G05 (78%), G09 (78%), G10 (63%), G13 (55%), G14 (92%), G15 (65%) e G18 (68%), pertencentes à espécie *V. unguiculata*. *P. lunatus* também apresentou a doença, mas com incidência muito baixa, em torno de 3%.

A segunda doença mais incidente nesta época foi o mosaico dourado do feijoeiro (BGMV), detectado em 17 acessos, sendo prevalente em *P. vulgaris* (presente em 14 acessos dentre os 15 da espécie), com exceção de Feltrin Slin -FS (que teve somente oídio), com maior incidência para G19, com 50%, seguido por G12 (45%), G07 (35%), Hortivale Trepador (HT)- 33% e G01 (31%). Nas cultivares comerciais Hortivale Rasteiro (HR), Feltrin Vicenza (FV) e TecnoSeed Macarrão Baixo (TSMB) registrou-se apenas BGMV. No caso de acessos de *V. unguiculata*, somente G20 e G21 mostraram sintomas da virose, com incidência em torno de 5%. Em *P. lunatus*, essa doença apresentou incidência de cerca de 17%.

Quanto à ferrugem, esta foi detectada apenas em G01, G03, G11, G12 e Hortivale Trepador (HT), todos da espécie *P. vulgaris*, destacando-se com incidência máxima no genótipo G03, com 62%.

Os acessos que apresentaram maior número de doenças durante o ciclo da cultura foram G01, G03, G11, G12 e Hortivale Trepador (HT), todas apresentando sintomas de mosaico dourado, “outros vírus”, mancha angular e ferrugem, todas da espécie *P. vulgaris*. Em contraste, nenhum deles apresentaram sintomas de oídio.

A mancha angular ocorreu apenas em dez acessos, com incidências inferiores a 15%, e sempre em *P. vulgaris*. Da mesma forma, “outros vírus” também surgiram em poucos tratamentos e com baixas taxas, sempre menores que 10%. Todos os acessos com “outros vírus” também mostraram sintomas de BGMV. Esses vírus provocavam sintomas de mosaico esverdeado, deformações foliares, enrugamento e bolhamento, visto apenas em HT, TSMA, VSAB, G01, G03, G08, G11 e G12, da espécie *P. vulgaris*. A maior incidência foi verificada em HT, próxima a 9%. Apenas 4 acessos de *V. unguiculata* tiveram “outros vírus”: G16, G17, G20 e G21.

As dinâmicas temporais de todas as doenças, em cada acesso das espécies em questão, estão representadas pelas curvas de progresso das doenças (FIGURAS 2 e 3) e as médias das áreas abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD), FIGURA 4, foram separadas através do teste estatístico de Scott-Knott (TABELA 2). Percebe-se que as maiores médias da AACPD deste período de plantio foram registradas com oídio e em acessos de *V. unguiculata* (AACPD média de 1.420).

### **Incidência de Doenças no Plantio das Águas**

Durante o plantio das águas (FIGURA 5), além das doenças registradas no plantio de inverno, também detectou-se crestamento bacteriano (*X. axonopodis* pv. *phaseoli*), em incidências que alcançaram até 26%. O crestamento foi registrado em 8 dos 15 acessos de *P. vulgaris*, sendo eles G01, G03, G07, G08, G11, VSAA, HT e HR. No caso de *V. unguiculata*, foi verificado somente em 2 acessos das 12 desta espécie, G05 e G13. Com exceção do crestamento bacteriano, a incidência das demais doenças foi inferior no plantio das águas que no inverno.

O oídio permaneceu como a doença mais prevalente neste plantio (presente em 22 dos 28 acessos). A maior incidência ocorreu em acessos de *V. unguiculata*, onde todos demonstraram sintomas da doença, chegando a mais de 80% de plantas infectadas no final do plantio nos genótipos G10, G14, G15, G16. Quanto aos acessos da espécie *P. vulgaris*, os únicos a não apresentarem a doença foram HR, TSMA, TSMB, G07, G08 e G12. *P. lunatus* não apresentou sintomas de oídio.

Já o mosaico dourado do feijoeiro, teve um registro de ocorrência e de intensidade bastante reduzidos comparativamente ao plantio anterior, com incidência máxima em G01 (9%) e também em G08 (7%) e G19 (5%), todos *P. vulgaris*.

A mancha angular mostrou sintomas característicos nos mesmos acessos do plantio anterior (G01, G03, G07, G12, G19, VSAB, VSAA, TSMA, HT), e ainda em G08 e HR, todos *P. vulgaris*, com média de incidência em torno de 9%. A única variedade da espécie *V. unguiculata* a apresentar esta doença foi G13, em torno de 15%.

Comportamento similar ao plantio anterior foi verificado em “outros vírus”, repetindo o aparecimento em G01, G08, G12, TSMA e HT, acrescido desta vez por G07, todos *P. vulgaris*, e G17 (*V. unguiculata*). Também registrou-se sintomas da doença em *P. lunatus* (maior incidência para esta época, de 28%, além da única doença presente nesta espécie).

A ferrugem, assim como no plantio de inverno, mostrou-se mais prevalente na espécie *P. vulgaris* (dos oito acessos com esta doença, seis eram dessa espécie), sendo mais intensa no genótipo G19, atingindo 32%. G20 e G21 foram os únicos acessos de *V. unguiculata* a apresentarem sintomas, com níveis menores a 5%.

As dinâmicas temporais de todas as doenças, em cada variedade das espécies em questão, estão representadas pelas curvas de progresso das doenças (FIGURAS 6 e 7) e as médias das áreas abaixo da curva de progresso das doenças (AACPD), foram separadas e calculadas (TABELA 3 e FIGURA 8). As médias das AACPDs reveladas no período das águas para oídio foram substancialmente inferiores às do plantio de inverno, sendo maior na espécie *V. unguiculata*, com AACPD média de 228. *P. lunatus* não apresentou a doença e em *P. vulgaris* a AACPD média foi de 31,9.

Dentre todos os tratamentos, aqueles que apresentaram sintomas apenas de oídio, tanto no plantio de inverno quanto no das águas, foram G02, G09, G10, G14, G15, G18 (*V. unguiculata*) e FS (*P. vulgaris*).

Para as duas épocas do ano (FIGURA 9), verificou-se ocorrência de apenas uma doença nas vagens colhidas, a mancha angular, presente nos acessos G01, G12, G19, todos *P. vulgaris*.

### **Diagnóstico de Vírus**

Confirmou-se, por meio de técnica de hibridização molecular específica para o vírus BGMV, a incidência de mosaico dourado do feijoeiro nas plantas avaliadas com sintomas típicos. As plantas que apresentaram “outros vírus” tiveram amostras foliares testadas através de Dot-Elisa e constatou-se tratar dos vírus *Bean rugose mosaic vírus*

(BRMV) e *Bean common mosaic virus* (BCMV). Posteriormente, inoculações em hospedeiras diferenciadoras ratificaram os resultados dos testes.

### **Incidência de *Aphis craccivora* Koch**

Observou-se diferenças significativas entre os acessos no que se refere aos danos por afídeos, especificamente pulgões-pretos da espécie *A. craccivora*, nas duas épocas de plantio. Os resultados revelaram que houve preferência do inseto pelos genótipos de *V. unguiculata*, que seriam: G02, G09, G14, G15, G16, G17, G20 e G21, além de G06 (*P. lunatus*). Não foi detectada incidência do inseto em acessos de *P. vulgaris*.

## **DISCUSSÃO**

O levantamento de doenças incidentes em campo nos plantios de inverno e das águas registraram diferenças inter e intra-específicas entre os acessos de *P. vulgaris* e *V. unguiculata*, constatando-se variabilidade quanto a resistência às doenças.

A doença mais incidente e com maiores AACPD para a maioria dos 28 acessos foi oídio, em ambos plantios, seguido de mosaico dourado do feijoeiro. Verificou-se que, para aquela doença, a AACPD no plantio de inverno foi de quatro a cinco vezes mais elevada que no plantio das águas, provavelmente devido ao clima quente entre março e julho, com menor variação das temperaturas diárias (em torno de 20° C), assim como da umidade relativa do ar, sempre acima dos 30%. Outro fator poderia ser o número de dias com chuva, que foi menor no inverno que nas águas. Alguns trabalhos demonstram redução da severidade do oídio em cucurbitáceas (Coelho *et al.*, 2000) e em solanáceas (Lage *et al.*, 2011) com emprego da irrigação por aspersão, de maneira semelhante ao efeito desfavorável das gotas de chuva sobre o patógeno. As precipitações fortes prejudicam o desenvolvimento da doença uma vez que as estruturas do fungo encontram-se praticamente expostas no tecido vegetal. Além disso, o oídio surgiu mais tardiamente no ciclo da cultura no período das águas, provocando menores danos que no inverno (ocorrência em torno de 34 dias após o plantio, nas secas, e 70 dias após o plantio na cultura das águas).

*V. unguiculata* demonstrou ser mais suscetível ao oídio que *P. vulgaris*, tanto no plantio de inverno quanto no das águas, mas mostrou-se resistente a mosaico dourado

do feijoeiro e às outras doenças. Observa-se, claramente, comportamentos muito similares de incidência de doenças entre os acessos nas duas épocas de plantio. Em contraste, os acessos de *P. vulgaris* foram relativamente resistentes a oídio, mas suscetíveis a mosaico dourado do feijoeiro e às demais doenças.

Cardoso *et al.* (2002) avaliaram 42 linhagens de feijão-vagem da espécie *P. vulgaris* quanto à reação à mancha angular, oídio e antracnose, em Londrina/PR e não encontraram fontes de resistência a essas doenças entre os acessos testados. Entretanto, os dados do presente trabalho indicam haver fontes de resistência às diferentes doenças de acordo com a espécie de interesse.

Confirmou-se que o mosaico dourado do feijoeiro ocorreu com maior intensidade no plantio de inverno, provavelmente associado a maior população de mosca branca (*B. tabaci*), que é favorecida pelas condições ambientais desta época do ano, condizendo com o verificado por Vicente *et al.* (1988), Paiva & Goulart (1995), Rosalem & Marubayashi (1994) e Rodrigues *et al.* (1997). Estes trabalhos constataram que a elevação da temperatura aumenta a população do inseto e o número de gerações durante o ciclo da cultura. Diminuição da pluviosidade também facilita a permanência do inseto superfície foliar (Gravena & Benvenga, 2003). Segundo Pereira (2000), Boiça Junior & Pereira (2000), Pereira & Boiça Junior (2001) e a cultura do feijoeiro e deve ser protegida da mosca-branca nas épocas de semeadura “das águas”, “da seca” e de “inverno” até 48, 64 e 40 dias após a emergência das plantas, respectivamente, o que não foi realizado nos dois plantios, visando o estudo das susceptibilidades relativas dos materiais. De acordo com Rodrigues *et al.* (2007) a semeadura do feijão nas águas (no período de outubro a novembro) e, no outono-inverno (da segunda quinzena de abril até agosto) é mais indicada, pois a população de mosca-branca é mais baixa. Já na safra da seca, a época de semeadura preferível vai do início de janeiro a março. Souza & Campos (2009) registraram que a população desta praga tende a se reduzir de 2 indivíduos/10 folíolos, aos 10 dias após emergência das plantas, para uma média de 1 indivíduo/10 folíolos, aos 31 dias. Após esse período, o número de moscas-brancas se mantêm constante até os 59 dias após emergência, apresentando uma tendência a diminuir a partir dessa época e, conseqüentemente, havendo redução de casos de mosaico dourado do feijoeiro no final do plantio.

As mais elevadas incidências de ferrugem foram registradas no plantio de inverno (chegando a mais de 60% em G03), embora tenha atingido um maior número de acessos no plantio das águas (apresentaram sintomas 8 materiais, enquanto que, no

inverno, somente 5). A mancha angular apareceu com incidências muito similares em ambos plantios mas, assim como a ferrugem, essa doença manifestou-se em maior número de acessos nas águas (10 no inverno e 12 nas águas), coincidindo com os resultados de Rodrigues *et al* (1999), nos quais a mancha-angular apresentou maior incidência no outono-inverno de 1994 e nas águas (1994/1995), e a ferrugem, apenas no outono-inverno. Neste estudo, em Minas Gerais nos anos de 1994 e 1995, os autores correlacionaram a severidade de mancha-angular e de ferrugem, em feijoeiro comum, a três sementeiras sucessivas da cultura. Incidências mais elevadas dessas doenças, no plantio das águas, justificam-se, provavelmente, pelo acúmulo de fontes de inóculo dos patógenos na segunda sementeira. A severidade da mancha-angular e da ferrugem aumentou significativamente da primeira para a terceira sementeira, atingindo nível mais elevado na última. As sementeiras anteriores serviram como fontes de inóculo para os cultivos subsequentes.

A mancha angular é uma doença de importância crescente (Sartorato, 2005). Carvalho & Wanderley (2007), ao avaliarem doenças incidentes em feijoeiro comum, como antracnose, murcha-de-fusário e mancha-angular, detectaram que a doença mais severa no ano agrícola de 2003 (períodos de inverno e das águas), no Distrito Federal, foi a mancha-angular. Estes mesmos autores não detectaram sintomas de antracnose em nenhum dos plantios, indo de acordo com os resultados encontrados neste trabalho, apesar da relevância da doença para cultura do feijoeiro. No caso deste experimento, tal fato justifica-se, provavelmente, por não ter havido irrigação por aspersão (seu principal meio de disseminação) e não haver fontes de inóculo próximas ao campo de produção. Sabe-se que as epidemias de antracnose são muito dependentes da chuva ou da irrigação por aspersão (Pedroso, 2006; Coelho *et al.*, 2008). Ferraz & Café-Filho (2005) ao correlacionarem a arquitetura da planta de feijoeiro comum à intensidade de antracnose, no Distrito Federal, verificaram que o índice da doença em cultivares prostradas é bem maior que nas eretas, pois o microclima pouco arejado dentro do dossel favorece a doença. Portanto, considerando que a densidade de plantio usada neste trabalho permitia o arejamento entre as plantas, isto pode ter colaborado para o não surgimento de antracnose.

### **Incidência de *Aphis craccivora* Koch**

Alguns estudos e testes revelaram haver preferência de *A. craccivora* por variedades da espécie *V. unguiculata*, conforme Moraes & Bleicher (2007) e Silva & Bleicher (2007). Porém, não há registros de comparações entre as espécies *P. vulgaris* e *V. unguiculata*, em um mesmo plantio. Souza & Campos (2009), ao pesquisarem incidência de pragas em feijoeiro comum, verificaram que, em relação à infestação de pulgão, este artrópode foi o menos incidente sobre as plantas de feijão, não havendo distinção significativa de sua presença sobre as diferentes variedades testadas.

Identificações de fontes de resistência têm sido realizadas para se obter materiais genéticos a serem utilizados no desenvolvimento de plantas resistentes ao pulgão-preto. Estudos pouco recentes de Singh (1987) registraram que os genótipos de Tropical *Vigna unguiculata* (TVu) TVu 310, TVu 801e TVu 408P2 parecem ser imunes à infestação por *A. craccivora*, pois a fecundidade desses pulgões nesses genótipos, dez dias após a infestação, inexistia, enquanto, nas linhas suscetíveis, o número de indivíduos chegava a ser de 300 por planta.

## CONCLUSÕES

- Há fontes de resistência e suscetibilidade às diferentes doenças entre as espécies testadas, mas não há, em um único material, resistência à todas as doenças, o que exige maiores cuidados culturais e de manejo por parte dos produtores locais;
- A doença prevalente nas duas épocas de plantio foi oídio (*E. polygoni*), seguida por mosaico dourado do feijoeiro (BGMV);
- Os níveis de incidências das doenças variam com a época de plantio, atingindo maiores AACPD no plantio de inverno;
- As espécies *P. vulgaris* e *P. lunatus* tiveram menores incidências e AACPD para oídio, contrastando com dados obtidos para os acessos de *V. unguiculata*. Por outro lado, os materiais de *P. vulgaris* e *P. lunatus* mostraram-se mais suscetíveis às demais doenças, nas duas épocas de plantio;

- Diagnosticou-se ocorrência de BCMV e BRMV nas duas espécies de feijão-vagem, *P. vulgaris* e *V. unguiculata*;

- *A. craccivora* possui preferência alimentar por espécies de *V. unguiculata*;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agrios GN (2005) Fitopatologia. 2A. Ed. Limusa. México. IN: Fiallos FRG (2010) Doenças causadas por vírus na cultura de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Ciencia y Tecnología. 3(2): 1-6.

Andrade Junior AS, Santos AA, Sobrinhos CA, Bastos EA, Melo FB, Viana FMP, Freire Filho FR, Carneiro JS, Rocha MM, Cardoso MJ, Silva PHS, Ribeiro VQ (2002) Cultivo de Feijão-Caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.]. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte. 108 p.

Andrade MJB de (1998) Clima e solo. IN: Vieira C, Paula Jr TJ de, Borém A (Ed.). Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa : Editora da UFV, 1998. p.83-97.

Anjos JRN, Costa AS, Sperandio, CA, Costa CL (1994) Mosaico-em-desenho. IN: Rava CA (Ed.) Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle. Brasília, EMBRAPA/CNPAF: 1994. pp.285-300.

Aragão FJL & Faria JC (2009) First transgenic geminivirus resistant plant in the field. Nature Biotechnology 27:1086-1088.

Araújo JPP de, Rios, GP, Watt EE, Neves BP das, Fageria NK, Oliveira IP de; Guimarães CM, Silveira Filho A (1984) Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1984. 82p. (Embrapa-CNPAF. Circular Técnica, 18).

Arriel EF, Santos JB, Ramalho, MAP (1991) Efeito do oídio no rendimento da cultura do feijão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 26 (6): 849-852, jun.

Athanázio JC, Takahashi LSA, Endo RM, Silva G L da (1998) “UEL 2”: Cultivar de feijão-de-vagem tipo manteiga de hábito de crescimento determinado. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 16:p.92.

Azevedo JN, Franco LJD, Araújo ROC (2003) Composição química de sete variedades de feijão-fava. Teresina: Embrapa Meio-Norte- Comunicado Técnico. 4p.

Barreto, P.D.; Vidal, J.C.; Santos, A.A. dos; Quinderé, M.A.W (2000) Reação de genótipos de feijão-de-corda à ferrugem. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 16p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de Pesquisa, 32).

Barros BC, Oliveira SHF de, Leite LG, Ito MF, Campos TB, Ooliveira CMG, Sanazzaro AM, Castro JL, Pinzan Jr NR (2000) Manual Técnico: Manejo integrado de pragas e doenças do feijoeiro. São Paulo. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, v.3, p.90.

Bedendo IP (1995) Vírus. IN: Bergamin Filho A, Kimati H, Amorim L (1995) (Eds.) Manual de fitopatologia. São Paulo: Agronômica Ceres, v.1 p.132-160: Princípios e conceitos.



- Boyan G (2010) Commercial snap bean production in Georgia- University of Georgia- Snap beans- culture and varieties- bulletin 1369- july.
- Braun U & Crous PW (2006) Proposal to conserve the name *Pseudocercospora* against *Stigmina* and *Phaeoisariopsis*. *Taxon*: 55:803.
- Braun U (1992). Taxonomic notes on some species of the *Cercospora* complex. *Nova Hedwigia* **55**: 211–221.
- Braun U (1995a) A monograph of *Cercospora*, *Ramularia* and allied genera (Phytopathogenic Hyphomycetes). Vol. 1. IHW-Verlag, Eching.
- Braun, U (1995b) Miscellaneous notes on phytopathogenic hyphomycetes (II). *Mycotaxon* 55: 223-241.
- Brioso PST (2000) Emprego de PCR na identificação de Fitopatógenos. *Fitopatologia Brasileira*, Fortaleza, v. 25, n. Suplemento, p. 251-254.
- Brioso PST, Pozzer L, Montano HG, Pimentel JP (2001) Uso atual e futuro da Biologia Molecular na Fitopatologia. Parte I - Aplicações em fitopatógenos e vetores. Revisão Anual de Patologia de Plantas, Passo Fundo, v. 9, p. 79-118.
- Broughton WJ, Hernandez G, Blair M, Beebe S, Gepts P, Vanderleyden (2003) Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant and Soil* 252: 55-128.
- Burkill HM (1995) Useful plants of west tropical Africa. 2<sup>nd</sup> Edn.: Royal Botanic Gardens Kew, vol. 3. IN: Mbagwu FN & Edeoga HO (2006) Palynological studies on some nigerian species of *Vigna savi*. *Journal of Biological Sciences* 6 (6): 1122-1125. ISSN 1727-3048.
- Campbell CL & Madden LV (1990) Introduction to plant disease epidemiology. New York NY. Wiley.
- Cardoso MJ (2000). A cultura do caupi no Meio-Norte do Brasil. Embrapa Meio-Norte. Circular Técnica, 28, p.107-113.
- Cardoso M J, Freire Filho, FR; Sobrinho CA (1991) Cultura do feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) no Piauí: Aspectos técnicos. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1991. 43p. (EMBRAPA-UEPAE, Circular Técnica, 9).
- Cardoso L, Nelson MF, Massola JRS, Carneiro SMTPG, Takahashi H W (2002) Comportamento de linhagens de feijão-vagem de crescimento determinado à mancha angular, oídio e antracnose. XI Encontro Anual de Iniciação Científica - de 1 a 4/10/2002 - Maringá – PR.
- Carneiro SM de TPG, Pignoni E, Vasconcellos ME da C, Gomes JC (2007) Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, v.33, n.1, p.34-39.

Carvalho ACPP (1992) Avaliação de cultivares rasteiras e híbridos F1 de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em cruzamentos dialélicos. (Tese Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Carvalho WP (2007) Avaliação de linhagens de feijoeiro comum nos anos de 2003 e 2004 nas condições de cerrado do Distrito Federal. Boletim de pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Cerrados, número 183, junho. ISSN 1676- 918x.

Carvalho WP & Wanderley AL (2007) Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para o plantio em sistema orgânico no Distrito Federal. Ciência agrotecnica, Lavras, v. 31, n. 3, p. 605-611, maio/jun.

Castellane PD, Vieira RD, Carvalho NM (1988) Feijão- de -vagem (*Phaseolus vulgaris* L.): cultivo e produção de sementes. Jaboticabal, FUNEP/FCAV-UNESP, 1988. IN: Tanaka MAS, Ito FM, Dudienas C, Yuki VA (1996) Ocorrência e sintomas de manchas de *Ascochita* em feijão-vagem. Bragantia 55(2):263-268.

Castillo-Urquiza GP (2004) Caracterização de um isolado de *Bean Rugose Mosaic Virus* (BRMV). Tese apresentada no Programa de Fitopatologia da UFV-Viçosa.

Castillo-Urquiza GP, Maia FGM, Carvalho MG, Pinto CMF & Zerbini, FM (2006) Caracterização de um isolado do *Bean rugose mosaic virus* (BRMV) de Minas Gerais e estimativa de perdas em feijoeiro em infecção simples ou em conjunto com o BCMV. Fitopatologia Brasileira 31:455-461.

Castro JL, Ramos Jr EU, Barros VLNP, Feldberg NP, Ito MF, Ito MA (2007)- Incidência de doenças e produtividade de genótipos de feijoeiro- Documentos, IAC, Campinas, 79, 2007- p. 197 a 201.

Coelho M, Palma F, C A, Café-Filho (2008) Management of strawberry anthracnose by choice of irrigation system, mulching material and host resistance. International Journal of Pest Management, v. 54, p. 347-354.

Coelho MVS, Café-Filho AC, Lopes CA, Marouelli WA (2000) Severidade do oídio da abóbora sob diferentes lâminas de irrigação e níveis de nitrogênio. Fitopatologia Brasileira 25:157-160.

Costa AF (1983) Efeito das infecções simples e duplas de quatro vírus do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) na produção e em algumas características da planta. Tese de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília.

Costa JVTA, Bleicher E, Cysne AQ, Gomes FHQ (2010) Óleo e extrato aquoso de sementes de nim, azadiractina e acefato no controle do pulgão-preto do feijão-de-corda. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40, n. 2, p. 238-241, abr./jun.

Dalla Pria M, Amorim L, Bergamin Filho A (2003) Quantificação de componentes monociclícos da mancha angular do feijoeiro. Fitopatologia Brasileira 28:394-400.

Daniel O (1960) Flora of Tropical Africa. Reeve & Street H. Covent Garden London, vol II, pp.1-163. IN: Mbagwu FN & Eedeoga HO (2006) Histochemical studies on

some nigerian species of *Vigna savi* (Leguminosae-Papilionoideae). Journal of Agronomy 5 (4):605-608.

Faleiro FG, Nietsche S, Ragagnin VA, Borém A, Moreira MA & Barros EG (2001) Resistência de cultivares de feijoeiro comum à ferrugem e à mancha-angular em condições de casa de vegetação. Fitopatologia brasileira 26:86-89.

Faria JC, Anjos JRN, Costa AF, Sperâncio CA, Costa CL (1996). Doenças causadas por vírus e seu controle. IN: Araújo RS, Rava CA, Stone LF, Zimmermann MJO (1996) Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafos, p. 731-760.

Ferraz LL & Café-Filho AC (2005). Efeito da arquitetura da planta na incidência e severidade da antracnose do feijoeiro. Summa Phytopathologica 31:305-310.

Fiallos FRG (2010) Doenças causadas por vírus na cultura de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Ciencia y Tecnología. 3(2): 1-6.

Filgueira FAR (2003) Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. Ed. Editora da UFV, 412p.

Fulton JP & Scott HA (1977) *Bean rugose mosaic* and related viruses and their transmission by beetles. Fitopatologia Brasileira 2:9-16.

Furlan SH (2004) Doenças Bióticas e Abióticas do Feijoeiro. Guia de Identificação e Controle de Doenças do Feijoeiro. APTO-Instituto Biológico.

Gallo D. (*in memoriam*), Nakano O, Neto S S, Carvalho R, Pereira L., Baptista G C de; Filho EB; Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramin JD, Marchini LC, Lopes JRS, Omoto C (2002). Entomologia Agrícola. Piracicaba, Ed. FEALQ, 920p.

Gasparin MDG, Bianchini A, Souto ER, Gaspar JO, Almeida AMR, Kitajima EW (2005) Detecção do *southern bean mosaic virus* no Paraná e separação do *bean rugose mosaic virus* em feijoeiro. Fitopatologia Brasileira 30:75-78.

Gepts P (1990) Biochemical evidence bearing on the domestication of *Phaseolus* (Fabaceae) beans. Economic Botany 44:28–38. IN: Snap Bean - Metaxia Koutsika-Sotiriou and Ekaterini Traka-Mavrona- Handbook of Plant Breeding, 2008, Volume 2, Part 1, 27-83, DOI: 10.1007/978-0-387-74110-9\_2

Gonçalves ME de C, Lima MPL de, Oliveira JV de (1999) Estudos preliminares sobre o efeito de extratos aquosos de plantas no controle da mosca branca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae) em feijoeiro *Phaseolus vulgaris* L. IN: 8º Encontro Latino-Americano e do Caribe sobre moscas brancas e Geminivírus. Recife. Resumos expandidos. Recife: IPA, 1999. 1 CD-ROM. p. 115.

Gonçalves MEC, Bleicher E, Silva LD (2005) Efeito sistêmico de azaractina sobre a reprodução do pulgão-preto em feijão-de-corda. Horticultura Brasileira, v.23, n.2., p. 359.

Hall R (1991) Compendium of bean diseases. St. Paul: American Phytopathological Society Press.

Gonçalves MEC & Bleicher E (2006) Atividade sistêmica de Azadiractina e extratos aquosos de sementes de nim sobre o pulgão-preto em feijão-de-corda. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.2, p.177-181.

Hohmann CL & Carvalho SM (1989) Pragas e seu controle. Boletim Técnico IAPAR, Londrina, n.63, p.217-246.

Hutchison J & Dalziel JM (1954) Flora of West Tropical Africa. Crown agents for overseas government and administration, London. Vol I- II. APUD: Mbagwu FN & Eedeoga HO (2006) Histochemical studies on some nigerian species of *Vigna savi* (Leguminosae-Papilionoideae). Journal of Agronomy 5 (4):605-608 e Journal of Biological Sciences 6 (6): 1122-1125. ISSN 1727-3048.

IBGE (2008) Banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação automática-SIDRA. <http://www.sidra.ibge.gov.br>

INMET. Gráficos sobre os parâmetros meteorológicos da estação de Brasília/DF. Meses de junho e dezembro de 2009 e 2010. [http://www.inmet.gov.br/sim/gera\\_graficos.php?chklist=&UF=DF&mostrar=&imgmap=.%2Fimgs%2Fmapas%2Fest\\_DF.gif&Data=02%2F2012&Data2=2012](http://www.inmet.gov.br/sim/gera_graficos.php?chklist=&UF=DF&mostrar=&imgmap=.%2Fimgs%2Fmapas%2Fest_DF.gif&Data=02%2F2012&Data2=2012).

Ito MA, Carbonell SAM, Chiorato AF, Pettinelli Jr A, Barros VLP, Ramos Jr EU, Feldberg NP (2007) Avaliação da ferrugem e produtividade em genótipos de feijão. Documentos, IAC, Campinas, 79, p. 235-239.

Ito MF, Valarini PJ, Patrício FRA, Sugimori MH (1997) Detecção de *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* e fungos em sementes de feijão produzidas no Estado de São Paulo. Summa Phytopathologica, v.23, n.2, p.118-121, 1997.

Jasper M (2010) Comparativo de diferentes grupos de fungicidas no controle de doenças do feijoeiro. Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Ponta Grossa para obtenção do título de mestre em agronomia.

Krauser W, Rodrigues R, Leal NR (2009) Identificação de fontes de resistência e avaliação de métodos de inoculação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em feijão-de-vagem. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 33, Edição Especial, p. 1901-1907.

Kristoffersen L (2003) The chemical ecology of Homoptera: from host plants to conspecific interactions. Lund: Lund University, 2003. (Introductory paper, n. 147). APUD: Costa JVTA, Bleicher E, Cysne AQ, Gomes FHQ (2010) Óleo e extrato aquoso de sementes de nim, azadiractina e acefato no controle do pulgão-preto do feijão-de-corda. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 40, n. 2, p. 238-241, abr./jun.

Lage DAC, Cabral RN, Marouelli WA, Café-Filho AC (2011). Métodos e manejo de irrigação para o controle de doenças no Brasil Central. Avanços para a cultura do

tomateiro. IN: GEAFIP- UFV (Org). Avanços e perspectivas no manejo de doenças de plantas. UFV, pág 91-108.

Lagos FS (2009) Uso de leite de vaca no controle de oídio em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*). Dissertação de mestrado apresentada no programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFTPR, Paraná.

Lemos LB, Fornasieri Filho D, Silva TRB, Soratto RP (2003) Suscetibilidade de genótipos de feijão ao vírus-do-mosaico-dourado. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 38, n. 5, p. 575-581.

Lerner B (2007) Growing beans in the home vegetable garden. <http://www.hort.purdue.edu/ext/HO-175.pdf>

Lima GSA & Assunção IP (2001) Biologia Molecular como Ferramenta na detecção de fitopatógenos. Capítulo 12. IN: Michereff S & Barros R (2001) Proteção de Plantas na Agricultura Sustentável. UFRPE. 2001.

Lima JAA & Santos AA (2006) Vírus que infectam o caupi no Brasil. In: Araújo JPP de, Rios, GP, Watt EE, Neves BP das, Fageria NK, Oliveira IP de; Guimarães CM, Silveira Filho A (1984) Cultura do caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. Descrição e recomendações técnicas de cultivo. Goiânia: Embrapa-CNPAP, 1984. 82p. (Embrapa-CNPAP. Circular Técnica, 18).

Lima, J.A.A.; Oliveira, F.M.E.W.; Kitajima, E.W.; Lima, M.G.A(1981) Propriedades biológicas sorológicas, citológicas e sorológicas de um potyvirus isolado de feijão-de-corda no Ceará. Fitopatologia Brasileira, v.6, p.205-216.

Lin MT, Gamez RG & Kitajima EW (1981) *Bean "mosaico-em-desenho" virus* is a member of the *bean rugose mosaic virus* serogroup. Fitopatologia Brasileira 6: 293-298. Lopez M, Fernandez F, Schoonoven A, Van (1985) (eds.). Frijol: investigación y producción. Cali, Colombia: CIAT, 1985. 417p.

Martins TR, Almeida AMR, Almeida LA, Nepomuceno A, Chagas CM, Toledo JFF (1994) Sinergismo observado em plantas de soja infectadas pelos vírus do mosaico comum da soja e do mosaico-em-desenho do feijoeiro. Fitopatologia Brasileira 19:430-436.

Mbagwu FN & Edeoga HO (2006) Histochemical studies on some nigerian species of *Vigna savi* (Leguminosae-Papilionoideae). Journal of Agronomy 5 (4):605-608.

McMillan MS, Schwartz HF, Otto K L (2003) Sexual stage development of *Uromyces appendiculatus* and its potential use for disease resistance screening of *Phaseolus vulgaris*. Plant Disease 87: 1133-1138.

Melo LC, Peloso MJD, Faria JC, Yokoyama M, Rosaria L, Brondani RPV, Brondani C, Fria LC (2005) Controle genético da reação do feijoeiro comum ao vírus do mosaico dourado. Embrapa Arroz e Feijão. 16 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Arroz e Feijão- ISSN 1678-9571.

Menezes JR AO, Simões HC, Souza AM, Takada RM (2003) Flutuação populacional de insetos ligados ao feijão-vagem associados ao feijão-vagem c.v. UEL-1 em quatro épocas de plantio e seu efeito sobre as características produtivas. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 24, n. 2, p. 283-288, jul./dez.

Mesquita RO, Bleicher E, Lavor MTF, Rodrigues SMM, Silva LD (2005) Influência da retirada da polpa de Nim na preparação de extratos aquoso, etanólico e acetônico usados no controle do pulgão preto do feijoeiro. IN: *Anais do 45º Congresso Brasileiro de Olericultura*, 2005, Fortaleza.

Moraes JGL (2007) Comportamento de genótipos de feijão-de-corda sob infestação de pragas. Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará.

Moraes JGL. & Bleicher E (2007) Preferência do pulgão-preto, *Aphis craccivora* Koch, a diferentes genótipos de feijão-de-corda, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Ciência Rural*, v.37, p.1554-1557.

Moreira AE & Gaspar JO (2002) Propriedades moleculares de um isolado brasileiro do southern bean mosaic virus. *Fitopatologia Brasileira* 27:292-297.

Nagata AK & Nagata T (2002) Pulgões- Distribuidor de vírus. *Revista Cultivar Hortaliças e Frutas*, no. 16,out/nov. /arquivos/hf16\_distribuidor.pdf

Oeco (2011) Relatório sobre agrotóxicos no Brasil confirma riscos. <http://www.oeco.com.br/noticias/25498-relatorio-sobre-agrotoxicos-no-brasil-confirma-riscos>

Oliveira AP, Andrade AC, Tavares Sobrinho J, Peixoto N (2001) Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-vagem, de crescimento indeterminado, no município de Areia-PB. *Horticultura Brasileira*, v.19, n.2, p. 159-162.

Paiva FA & Goulart ACP (1995) Flutuação populacional da mosca-branca e incidência do mosaico dourado do feijoeiro em Dourados, MS. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 2, p. 199-202.

Paula Jr TJ & Zambolim L (1998) Doenças. IN: VIEIRA C, PAULA JR TJ, BORÉM A (2006). *Feijão: Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais*. Viçosa. Editora UFV, p. 359-414.

Paula Jr, TJ, Pinto CMF, Silva MB, Nietshe S, Carvalho GA de, Faleiro FG (1998) Resistência de cultivares e linhagens de feijão-vagem à antracnose, mancha-angular e ferrugem. *Revista Ceres* 45 (258): 171-181.

Pedroso C (2006) Epidemiologia e controle da antracnose do pimentão e identificação de *Colletotrichum* spp. associados à Solanáceas cultivadas. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade de Brasília.

Peixoto N (2001) Interação genótipos x ambiente e divergência genética em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.). 67p. UNESP, Jaboticabal-SP. (Tese doutorado)

Peixoto N (2009) Cultivo de vagem no Brasil. Revista Campo & Negócios - Ano VII - Nº 75, Revista Campo & Negócios HF, Ano V, Nº 48. [http://www.revistacampoenegocios.com.br/anteriores/0509/index.php?referencia=em\\_n\\_egrilo\\_06](http://www.revistacampoenegocios.com.br/anteriores/0509/index.php?referencia=em_n_egrilo_06)

Peixoto N, Braz LT, Banzatto dA, Moraes EA, Moreira FM (2002) Resposta de feijão-vagem a diferentes níveis de fertilidade. Horticultura Brasileira, Brasília. v. 20, n. 4, p. 593-596.

Peixoto N, Miguel Junior J, Moreira da FM, Pereira JÁ, Firmino WG (2004) Avaliação genotípica de feijão-vagem em cultura tutorada em Ipameri. In: I SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA UEG- Ipameri-GO: Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri (CD-ROM).

Pereira AR, Angelocci LR, Sentelhas PC (2002) Agrometeorologia – fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Ed.Agropecuária. 478p.

Pereira OL (2007) Pseudocercospora griseola (Sacc.) Crous & Braun: novo nome para o agente causal da mancha angular do feijoeiro. Informativo Notícias Fitopatológicas no. 31- junho 2007-pag 1 e 3. Disponível em [www.sbfito.com.br/tpp/informativo%20nf%2031.pdf](http://www.sbfito.com.br/tpp/informativo%20nf%2031.pdf)

Pereira MFA & Boiça Jr AL (2001) Períodos de proteção do feijoeiro ao ataque de Bemisia tabaci biótipo B, na época de semeadura do inverno. Revista de Agricultura (Piracicaba), v. 76, p. 51-59.

Porfirio BF, Krause W, Salapata T, Marques AM, Santos RS, Motta FHP (2009) Divergência genética em feijão-de-vagem com base em características agrônômicas e de resistência à murcha –de- curtobacterium. 2ª Jornada Científica da Unemat- Barra do Bugres- MT.

Quintela ED (2002) Manual de Identificação dos Insetos e Invertebrados Pragas do Feijoeiro. Documento 142- Embrapa Arroz e Feijão. 52 páginas.

Rachie KO & Roberts LM (1974) Grain legumes of the lowland tropics. Advances in Agronomy, v.26, p.2-132.

Ramos Jr EU, Barros VLNP, Ito MA, Castro JL, Carbonell SAM, Chiorato AF, Ito MF, Feldberg NP (2007) Avaliação de doenças em genótipos de feijoeiro. Documentos, IAC, Campinas, 79, p. 206 a 209

Rava CA (2005) Doenças bacterianas. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01\\_104\\_1311200215105.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_104_1311200215105.html) >

Rios GP, Andrade EM & Costa JLS (2001) Avaliação da resistência de cultivares e linhagens do feijoeiro comum a diferentes populações de *Uromyces appendiculatus*. Fitopatologia Brasileira 26:128-133.

Rodrigues F de Á, Borges ACF, Santos MR dos, Fernandes JJ, Freitas Jr A de (1997) Flutuação populacional da mosca-branca e a incidência de mosaico dourado em feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 32, n. 10, p. 1023-1027, out.

Rosalém CA & Marubayashi OM (1994) Seja o doutor do seu feijoeiro. Arquivo do agrônomo numero N°7: Piracicaba-SP- Potafos.

Ruralnet. Feijão Vagem. <<http://www.ruralnet.com.br/hortalicas/feijaovagem.html>>. Acesso em 10/01/2011.

Salinas AD, Bibler R, Lavin M (2006) Phylogeny of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae): A Recent Diversification in an Ancient Landscape. Systematic Botany Oct 2006 : Vol. 31, Issue 4, pg(s) 779-791 doi: 10.1600/036364406779695960

Sammour R H, Radwan SA, El-Koly A (2007) Genetic diversity in *Phaseolus* spp. as revealed by SDS-PAGE markers. PGRN (Plant Genetic Resources Newsletter). Published in Issue No.151, page 69 to 75

Sannazzaro AM, Oliveira SHF, Wutke EB, Martins ALM, Bortoletto N; Pereira JVNA, Castro JL, Santos RR, Dornelles CRF (2003) Severidade de oídio (*Erysiphe polygoni* DC) em cultivares de feijoeiro no estado de São Paulo. Arquivo Instituto Biológico, São Paulo, v.70, n.3, p.331-336, jul./set.

Santos JHR, Pinho JLN de, Teófilo EM, Paiva JB (1998) Manejo do cultivo do caupi com destaque para a entomofauna. Fortaleza: UFC, 1998. (Série ciências agrárias, 2).Novos Documentos Universitários. APUD: Gonçalves MEC & Bleicher E (2006) Atividade sistêmica de *Azadiractina* e extratos aquosos de sementes de nim sobre o pulgão-preto em feijão-de-corda. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.2, p.177-181.

Sartorato (2007) Desafios no controle de doenças na cultura do feijoeiro na região centro-oeste. Documentos, IAC, Campinas, 79, p. 15-17.

Sartorato A & Yorinori JT (2001) Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. IN: Stadnik MJ & Rivera MC (2001) Oídios. Jaguariuna, SP: Embrapa Meio Ambiente. p.255 a 284.

Sartorato A, Rava CA, Faria JC (2003) Cultivo do feijoeiro comum: doenças e métodos de controle. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/doencas.htm>>.

Sartorato A, Rava CA, Rios GP (1996) Doenças fúngicas e bacterianas da parte aérea. IN: Araújo RS, Rava CA, Stone LF, Zimmermann MJO (1996) Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafos, p. 669-700.

Sartorato, A (2005) Resistance of andean and mesoamerican common bean genotypes to *Phaeoisariopsis griseola*. Bean Improvement Cooperative. 48: 88-90.

Schoonhoven AAS & Pastor-Corrales (1987) A Standard system for the evaluation of bean germplasm. Cali : CIAT. 54p. IN: Bottega DB, Peixoto N, Silva LB (2008)

Levantamento de Doenças em linhagens de feijão-vagem em cultura tutorada. Resumo Iniciação Científica-UEG  
<http://www.prp.ueg.br/06v1/conteudo/pesquisa/inicci/en/mentos/sic2008/fronteira/flashs ic/animacao/VISIC/arquivos/resumos/resumo39.pdf>

Silbernagel MJ (1986) Snap bean breeding. IN: Basset MJ (Coord.). Breeding vegetable crops. Westport, Avi. Publ. Comp., p.243-282. APUD: Peixoto N, Braz LT, Banzatto dA, Moraes EA, Moreira FM (2002) Resposta de feijão-vagem a diferentes níveis de fertilidade. Horticultura Brasileira, Brasília. v. 20, n. 4, p. 593-596.

Silva DVF, Santos JB, Abreu AFB, Parrella RAC (2009) Seleção de linhagens de feijão rosinha de boa cocção, resistentes à antracnose e mancha angular. Bragantia, Campinas, v.68, n.3, p.583-591.

Silva JF & Bleicher E (2010) Resistência de genótipos de feijão-de-corda ao pulgão-preto. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.45, n.10, p.1089-1094.

Silva PHS & Carneiro JS (2000) Pragas do feijão caupi e seu controle. IN: A cultura do feijão caupi no Meio-Norte do Brasil. Embrapa Meio-Norte, circular técnica 28, Teresina-PI.

Silva PHS, Carneiro JS, Quinderé MAW (2005) Pragas. In: Freire Filho FR; Lima JAA; Ribeiro VQ (eds). Feijão-caupi: avanços tecnológicos. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 367-402.

Singh, S.R (1987) Host plant resistance for cowpea insect pest management. Insect Science and its Application, v.8, p.765-769.

Souza AP & Vendramim JD (2005) Efeito translaminar, sistêmico e de contato de extrato aquoso de sementes de nim sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. Neotropical Entomology, n.34, v.1, p. 83-87.

Souza BHS de & Campos AR (2009) Composição e ocorrência de pragas em seis variedades de feijoeiro comum e reflexos na produtividade. Grupo Cultivar de Publicações Ltda., 09 jul.

Souza TLPO, Ragagnin VA, Sanglard DA, Moreira MA, Barros EG (2007) Identification of races of selected isolates of *Uromyces appendiculatus* from Minas Gerais (Brazil) based on the new international classification system. Fitopatologia Brasileira, v. 32, n. 2, p. 104-109.

Souza BHS & Campos AR (2007) Composição e ocorrência de pragas em seis variedade de feijoeiro comum e reflexos na produtividade. Disponível no endereço <http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/feijao.pdf>

Souza DLM, Moraes E de, Teixeira IR (2008) Comportamento de genótipos de feijão-caupi no sudeste goiano. In: VI Seminário de iniciação Científica e III Jornada de pesquisa e pós-graduação da UEG, 2008, Anápolis. VI Seminário de iniciação Científica e III Jornada de pesquisa e pós-graduação da UEG, 2008.

- Stadnik MJ & Rivera MC (2001) Oídios. Jaguariuna, SP: Embrapa Meio Ambiente.
- Steele WM, Mehra KL (1980) Structure, evolution and adaptation to farming systems and environment in *Vigna*. IN: Summerfield RJ & Bunting AH (\*Eds) Advances in legumes science. England: Univ. of Reading, 1980. P 393-404.
- Stone LF & Sartorato A (1994) O Cultivo do feijão: recomendações técnicas. Brasília: EMBRAPA/ CNPAF (Documento n.48).
- Tanaka MAS, Ito FM, Dudienas C, Yuki VA (1996) Ocorrência e sintomas de manchas de *Ascochita* em feijão-vagem. *Bragantia* 55(2):263-268.
- Theodoro, GF (2004) Reação de cultivares locais de feijão a *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, em condições de campo. R. bras. Agrociência, v.10, n. 3, p. 373-375, jul-set, 2004
- Vicente M, Kanhack RD, Noronha AB, Stradioto MFS (1988) Incidência do mosaico dourado em feijoeiros cultivados em duas épocas de plantio na região de Presidente Prudente. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 13, n. 4, p. 373-376.
- Vidal VL, Junqueira AMR, Peixoto N, Moraes EA (2007) Desempenho de feijão-vagem arbustivo, sob cultivo orgânico em duas épocas. *Horticultura Brasileira*, 25: 010-014.
- Vieira C (1983) Doenças e pragas do feijoeiro. Viçosa, UFV, Impr. Univ, 231 p.
- Vieira C (1992) Leguminosas de grãos: importância econômica na agricultura e na alimentação humana. *Informe Agropecuário*, v.16, n.174, p.5-11.
- Vieira C, ARAÚJO GAA, CHAGAS JM (1991) Efeitos das datas de plantio sobre o feijão cultivado no outono-inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26(6):863-873, junho.
- Vieira C, Paula Jr TJ de, Borém A (1998) Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. Viçosa : Editora da UFV, p.83-97
- Vieira RF, Vieira C, Andrade GA (1992) Comparações agronômicas de feijões dos gêneros *Vigna* e *Phaseolus* com o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 27 (6): 841-850.
- Vieira RF, Vieira C, Caldas MT (2000) Comportamento do feijão-fradinho na primavera-verão na zona da mata de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.7, p.1359-1365, jul. 2000
- Vieira RF, Vieira C, Pinto CMF, Rodrigues OL (2002) Comportamento de cultivares de feijão do tipo manteigão em Minas Gerais-III. *Revista Ceres*, 49 (281):29-39.
- Yokoyama M (1996) Principais pragas e seu controle. In:Araújo RS, Rava CA, Stone LF, Zimmermman MJO (1996) Cultura do Feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafós, 1996. p.771-786.

Zambolim L, Vale FXR, Chaves GM, Chiacchio FB (2000) Curso de especialização por tutoria à distância. Brasília: ABEAS, 2000. 85p. IN: Michereff SM & Barros R (2001) Proteção de Plantas na Agricultura Sustentável. Imprensa Universitária UFRPE./ Resende, L.V. & Silva, M.M. -Capítulo 10- Biotecnologia e Proteção de Plantas.

Zimmermann MJ de O, Carneiro JES, Peloso MJ del, Costa JGC, Rava C A, Sartorato A, Pereira PAA (1996) Melhoramento genético e cultivares. IN: Araújo RS, Rava CA, Stone LF, Zimmermman MJO (1996) Cultura do Feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafós, 1996. p.223-273

TABELA 1: Acessos estudados e principais características morfológicas e hábito de crescimento.

ESPÉCIES	ACESSOS	NÚMEROS E NOMES DOS ACESSOS <sup>(1)</sup>		COR FLOR	FLORES/	COR DE	VAGEM (cm)	NÚMERO DE	COR SEMENTE	COR HILO	HÁBITO DE
	GENÓTIPOS				CACHO						
<i>V. unguiculata</i>	G02	307	VM Piracicaba III	branca	2	verde	15,6	10,6	creme/preta	branco	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G05	322	IPEAW - VIII	roxa	2	verde	17,8	8,6	creme	branco	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G09	177	GW VS 1148	rosa	2	verde	12,3	10	creme	branco	determinado
<i>V. unguiculata</i>	G10	389	Jaguaribe	rosa	2	verde	*	*	creme	branco	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G13	128	Vagem de Metro VM - Piracicaba - 2	rosa	> 2	verde	19,1	11,6	preta	branco	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G14	61	BGH 4788	rosa	2	verde	13,5	11,4	creme	creme	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G15	275	California Blackeye	branca	2	roxa	9,8	3,4	bege/preto	branco	determinado
<i>V. unguiculata</i>	G16	281	California Blackeye	branca	2	roxa	16,5	10	bege	branco	determinado
<i>V. unguiculata</i>	G17	49	BGH 4787	roxa	2	roxa	14,3	13,4	bege	branco	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G18	57	CP - 001 Alagoano	branca	> 2	verde	11,98	9,2	creme	branco	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G20	121	BGH 4787	rosa	> 2	verde	15,2	13,6	creme	branco	indeterminado
<i>V. unguiculata</i>	G21	62	CP - 002 California Blackeye	branca	> 2	roxa	*	5,6	creme	branco	determinado
<i>P. lunatus</i>	G06	308	Jakson Wonder	roxa	> 2	verde	6	2,4	roxo	branco	determinado
<i>P. vulgaris</i>	G01	48	F.V. 061 PI 304 - 120	branca	> 2	rosa	9,9	6,2	vermelha	branco	indeterminado
<i>P. vulgaris</i>	G03	173	# 181	roxa	> 2	roxa	7,3	5	preta	branco	indeterminado
<i>P. vulgaris</i>	G07	160	BGH 4862	rosa	2	verde	9,5	5,2	preta	branco	indeterminado
<i>P. vulgaris</i>	G08	73	AG 480 x Daia Semente F2	branca	> 2	verde	9,3	5,2	marrom/preto/branco	branco	indeterminado
<i>P. vulgaris</i>	G11	178	BGH 4788	roxa	2	roxa	7,6	5,2	preto	branco	indeterminado
<i>P. vulgaris</i>	G12	193	Chif Dry Bean	rosa/branco	> 2	verde	9	6,4	marrom/preta	branco	indeterminado
<i>P. vulgaris</i>	G19	301	Mono Wonder	branca	2	branca	11,8	7,6	marrom	branco	indeterminado
<b>CULTIVARES</b>											
<i>P. vulgaris</i>	VSAA	Vida Sul- Amarelo Alto									
<i>P. vulgaris</i>	VSAB	Vida Sul- Amarelo Baixo									
<i>P. vulgaris</i>	TSMA	TecnoSeed- Macarrão Alto									
<i>P. vulgaris</i>	TSMB	TecnoSeed- Macarrão Baixo									
<i>P. vulgaris</i>	HT	Hortivale- Trepador									
<i>P. vulgaris</i>	HR	Hortivale- Rasteiro									
<i>P. vulgaris</i>	FV	Feltrin- Vicenza									
<i>P. vulgaris</i>	FS	Feltrin- Slin									

<sup>(1)</sup> Números e nomes dos acessos segundo registro no Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças -CNPQ.

**TABELA 2:** Médias de Áreas Abaixo das Cruvas de Progresso das Doenças (AACPD) de todos os acessos, no final do Plantio de Inverno de 2009.

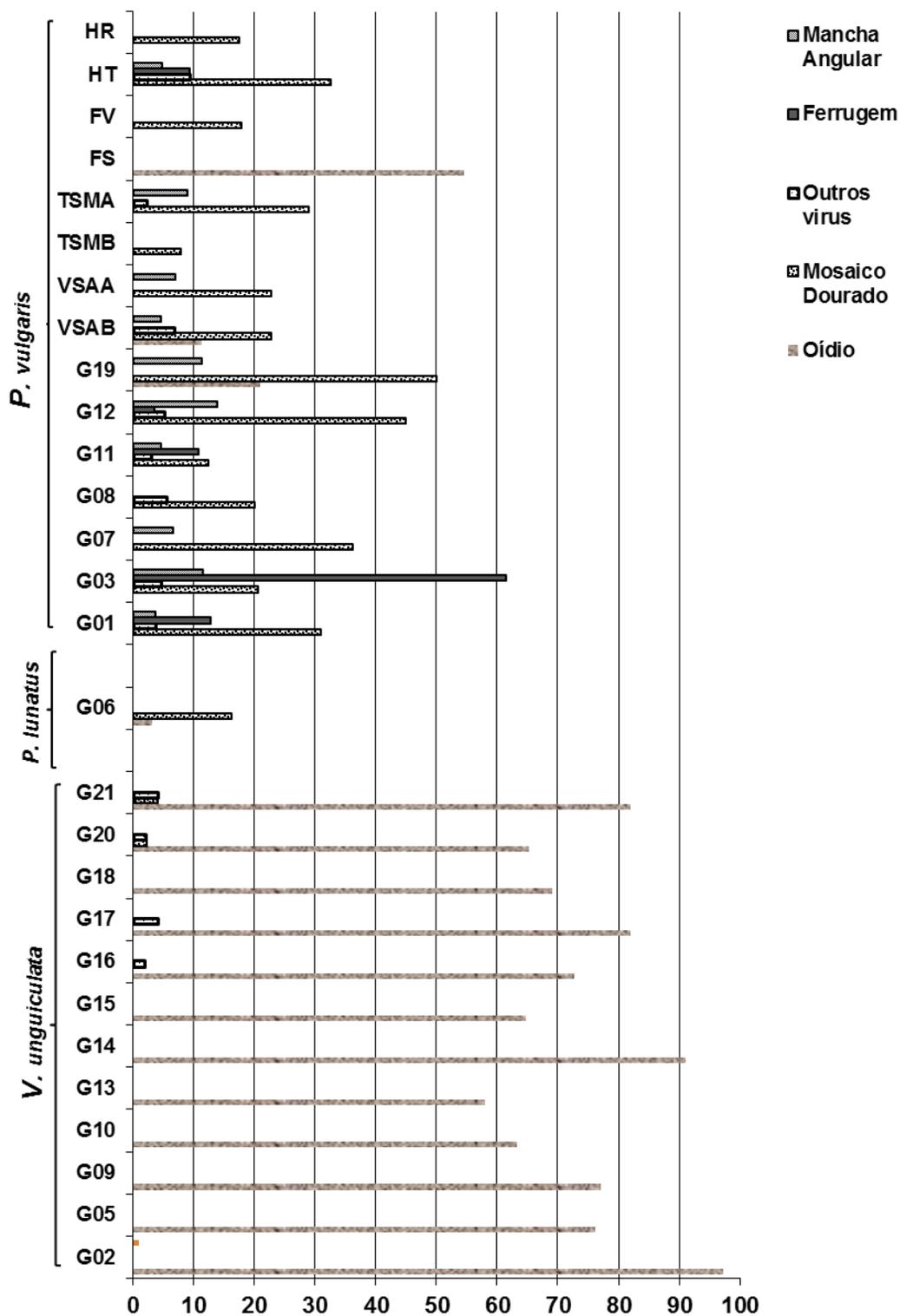
ESPÉCIES	ACESSOS	OÍDIO	MOSAICO DOURADO	OUTROS VÍRUS	FERRUGEM	MANCHA ANGULAR
<i>V. unguiculata</i>	G02	1945,74 a	0 e	0 e	0	0
	G05	1418,48 f	0 e	0 e	0	0
	G09	1575,00 d	73,07 c	0 e	0	0
	G10	950,87 l	0 e	0 e	0	0
	G13	974,56 j	0 e	0 e	0	0
	G14	1701,13 c	0 e	0 e	0	0
	G15	1172,92 i	116,66 b	0 e	0	0
	G16	1430,91 f	0 e	23,50 d	0	0
	G17	1461,00 e	0 e	76,00 b	0	0
	G18	1312,931 h	0 e	0 e	0	0
	G20	1356,52 g	54,34 d	45,45 c	0	0
G21	1738,00 b	118,00 a	118,00 a	0	0	
<b>MÉDIA</b>		<b>1418,84</b>	<b>30,17</b>	<b>21,91</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<i>P. vulgaris</i>	G01	0 e	818,52 d	69,09 e	269,09 b	74,54 e
	G03	0 e	473,86 i	86,36 d	1186,36 a	222,72 b
	G07	0 e	856,55 c	0 g	0 e	0 f
	G08	152,72 c	548,18 h	0 g	0 e	0 f
	G11	0 e	262,30 l	76,92 e	269,23 b	115,38 c
	G12	0 e	1171,55 b	152,59 c	81,03 d	0 f
	G19	432,25 b	1274,19 a	0 g	80,00 d	221,77 b
	VSAB	74,54 d	595,45 g	180,68 b	0 e	0 f
	VSAA	0 e	539,77 h	0 g	0 e	0 f
	TSMB	0 e	181,57 m	0 g	0 e	0 f
	TSMA	0 e	762,22 e	52,22 f	0 e	232,22 a
	FS	1018,18 a	0 n	0 g	0 e	0 f
	FV	0 e	417,85 j	0 g	0 e	0 f
	HT	0 e	754,65 f	239,53 a	173,25 c	95,34 d
	HR	0 e	497,50 i	0,00	0 e	0 f
<b>MÉDIA</b>		<b>111,85</b>	<b>610,28</b>	<b>57,16</b>	<b>137,26</b>	<b>64,13</b>

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

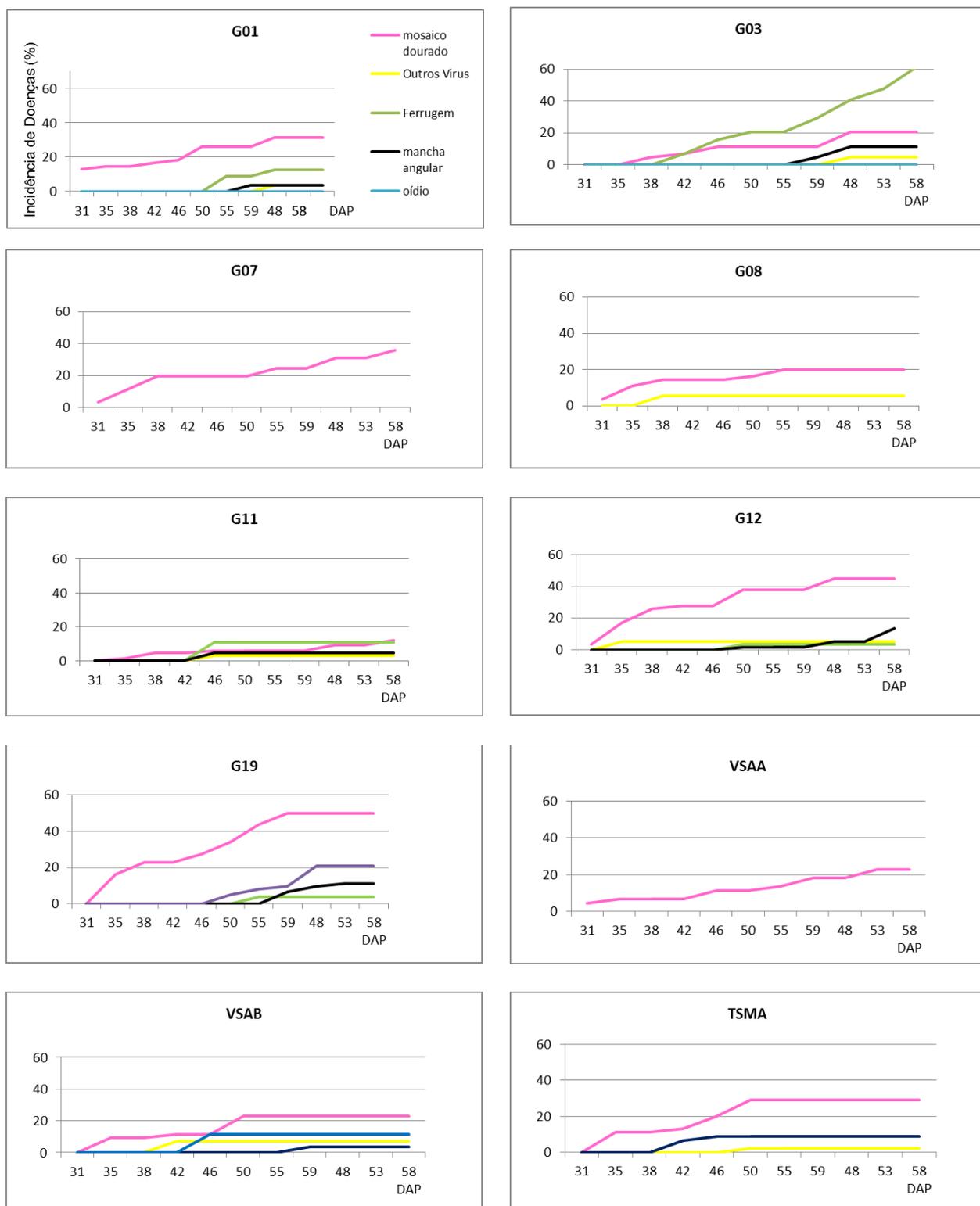
**TABELA 3:** Médias de de Áreas Abaixo das Cruvas de Progresso das Doenças (AACPD) de todos os acessos, no final do Plantio das Águas de 2009.

ESPÉCIES	ACESSOS	OÍDIO	MOSAICO DOURADO	OUTROS VÍRUS	FERRUGEM	MANCHA ANGULAR	CRESTAMENTO
<i>V. unguiculata</i>	G02	258,57 e	0,00	0 b	0,00	0 b	0 c
	G05	102,43 j	0,00	0 b	0,00	0 b	2,43 b
	G09	140,90 h	0,00	0 b	0,00	0 b	0 c
	G10	244,31 f	0,00	0 b	0,00	0 b	0 c
	G13	168,57 g	0,00	0 b	0,00	70,00 a	27,14 a
	G14	377,00 b	0,00	0 b	0,00	0 b	0 c
	G15	390,78 a	0,00	0 b	0,00	0 b	0 c
	G16	353,77 c	0,00	0 b	0,00	0 b	0 c
	G17	248,78 f	0,00	28,05 a	0,00	0 b	0 c
	G18	287,5 d	0,00	0 b	0,00	0 b	0 c
	G20	43,18 l	0,00	0 b	10,20 b	0 b	0 c
G21	125,00 i	0,00	0 b	15,90 a	0 b	0 c	
<b>MÉDIA</b>		<b>228,40</b>	<b>0,00</b>	<b>2,34</b>	<b>2,18</b>	<b>5,83</b>	<b>2,46</b>
<i>P. vulgaris</i>	G01	16,66 f	100,92 a	64,81 c	27,77 c	64,81 b	142,59 a
	G03	15,00 f	0 d	0 e	18 e	35,00 e	57,00 d
	G07	0 h	0 d	97,92 a	17,39 e	33,69 f	43,47 e
	G08	0 h	70,40 b	2,04	0 f	23,46 g	71,42 b
	G11	38,77 d	0 d	0 e	0 f	0 i	63,26 c
	G12	5,95 g	0 d	75,00 b	0 f	66,67 a	0 h
	G19	38,77 d	46,93 c	0 e	225,51 a	21,42 h	0 h
	VSAB	95,37 b	0 d	0 e	0 f	44,44 d	0 h
	VSAA	59,75 c	0 d	0 e	0 f	57,31 c	41,46 e
	TSMB	0 h	0 d	0 e	21,81 d	0 i	0 h
	TSMA	0 h	0 d	25,53 d	25,53 c	23,40 g	0 h
	FS	29,26 e	0 d	0 e	0 f	0 i	0 h
	FV	160,71 a	0 d	0 e	0 f	0 i	0 h
	HT	17,39 f	0 d	30,43 d	0 f	44,56 d	34,78 f
HR	0 h	0 d	0 e	48,43 b	32,81 f	7,81 g	
<b>MÉDIA</b>		<b>31,84</b>	<b>14,55</b>	<b>21,12</b>	<b>25,63</b>	<b>29,84</b>	<b>30,79</b>

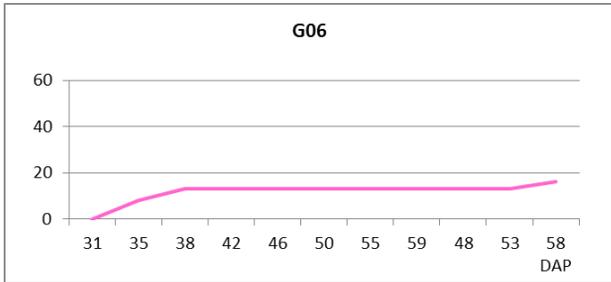
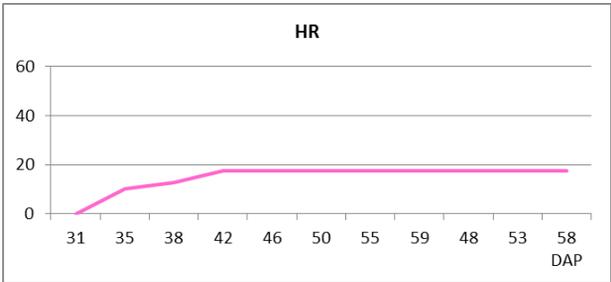
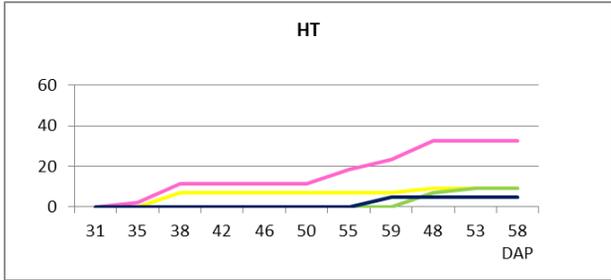
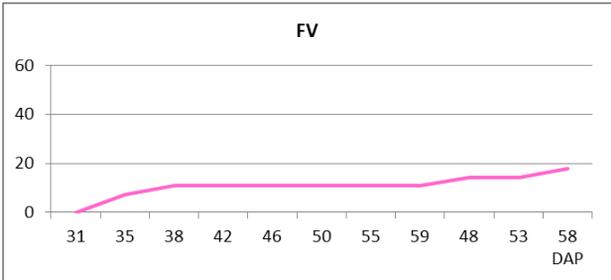
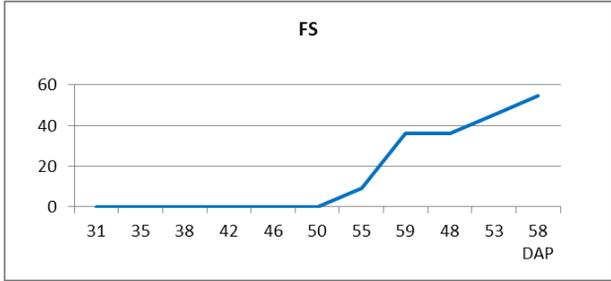
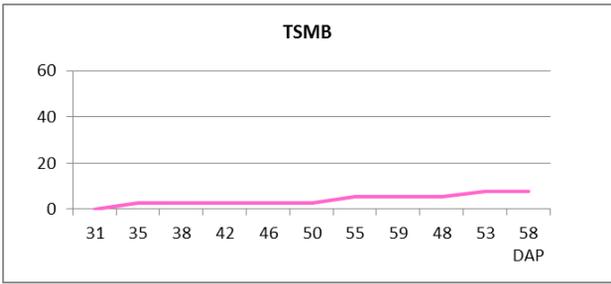
Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

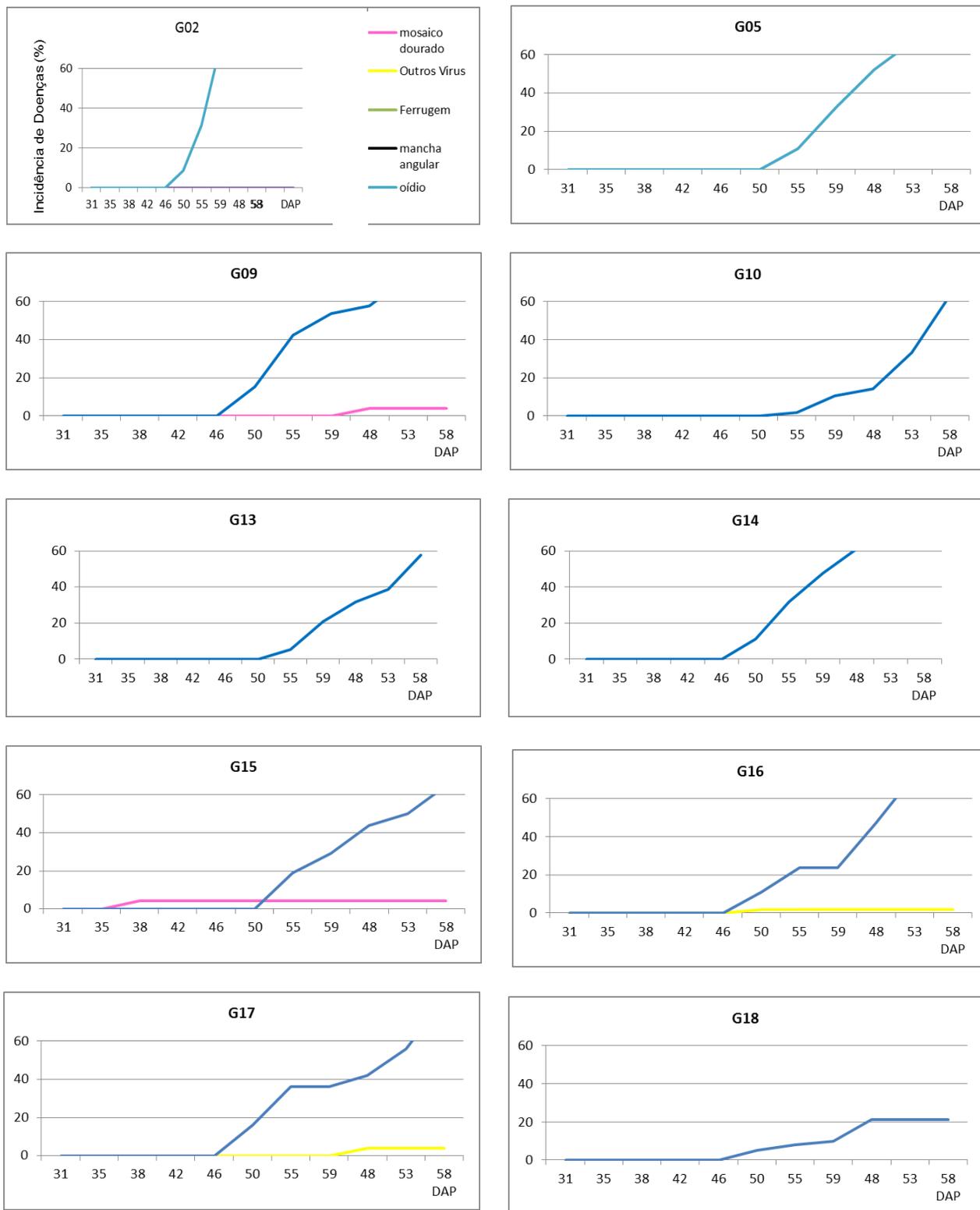


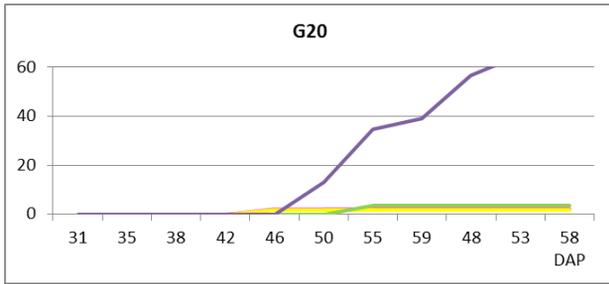
**FIGURA 1:** Incidência (porcentagem de plantas com sintomas) de todas as doenças por acesso no final do ciclo das culturas, no Plantio de Inverno, no ano de 2009.

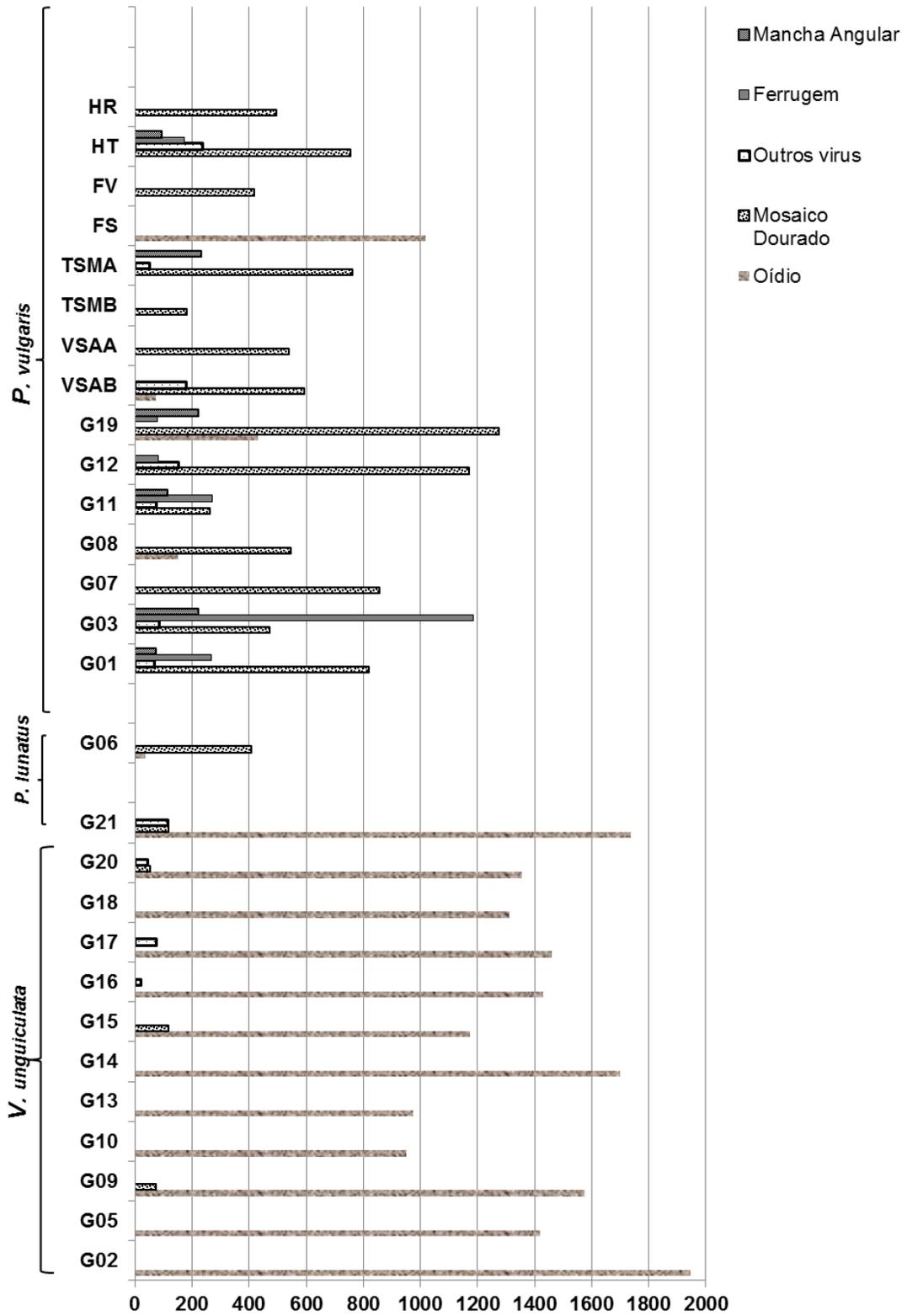


**FIGURA 2:** Curvas de Progresso das Doenças (porcentagem de plantas com sintomas) em acessos de *Phaseolus vulgaris* e *P. lunatus* (G06) no Plantio de Inverno de 2009. \*\*DAP: Dias após o plantio.

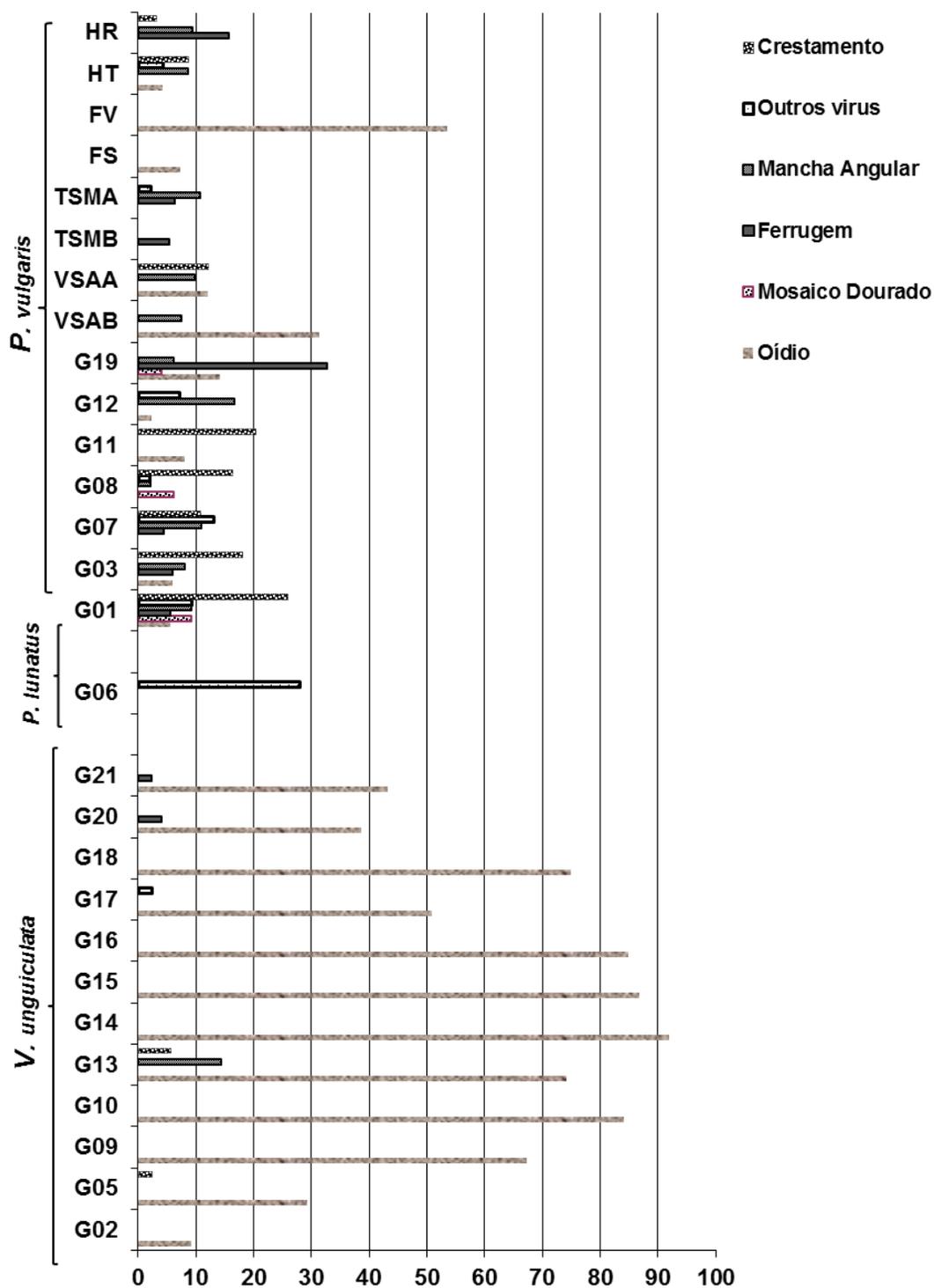




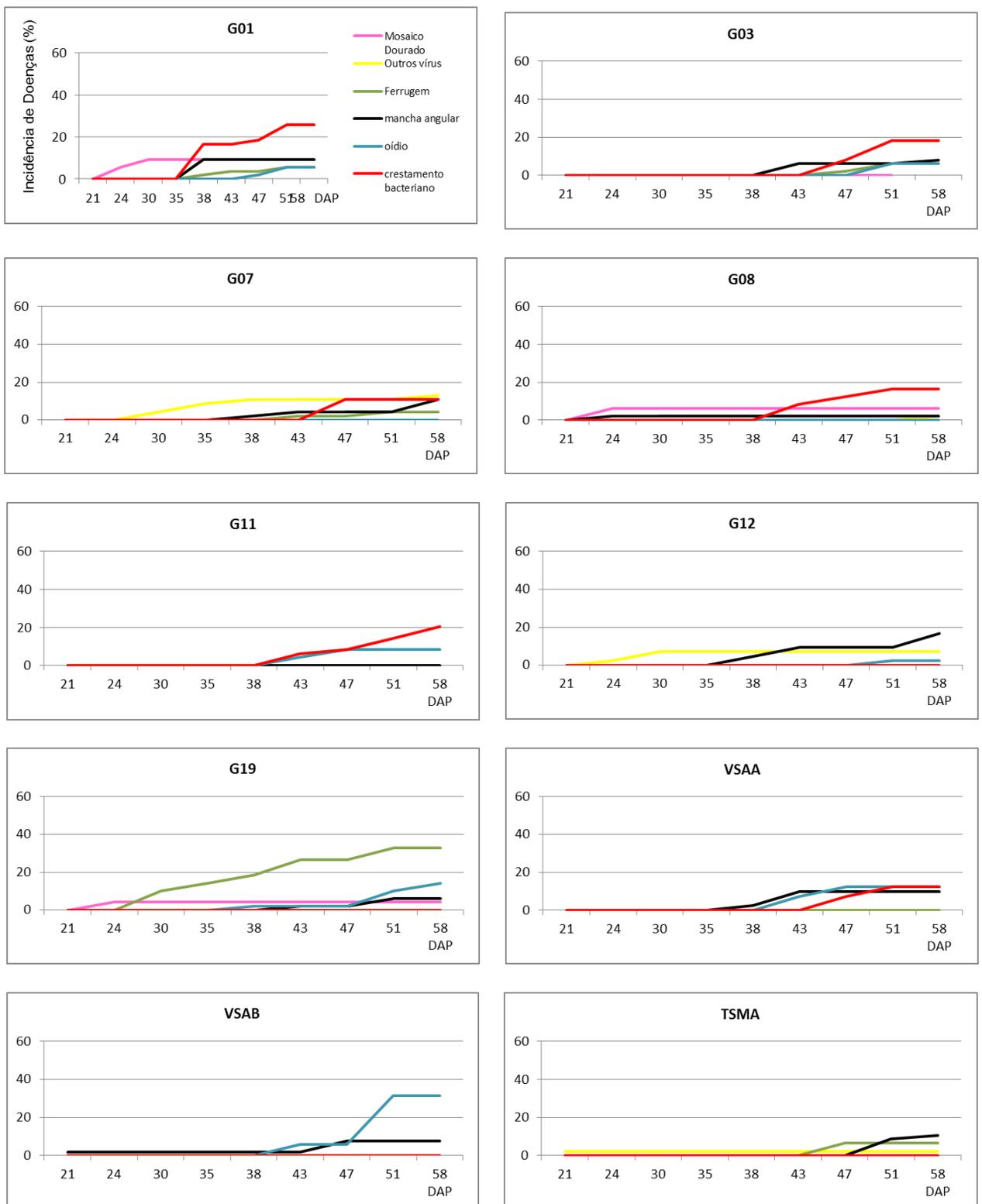




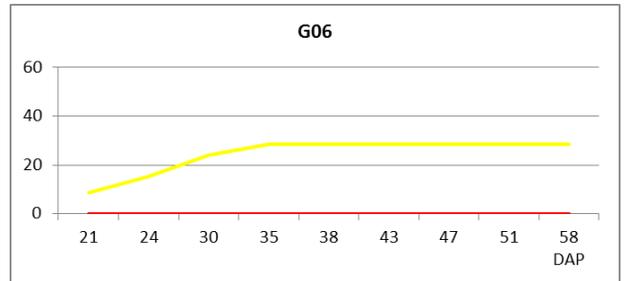
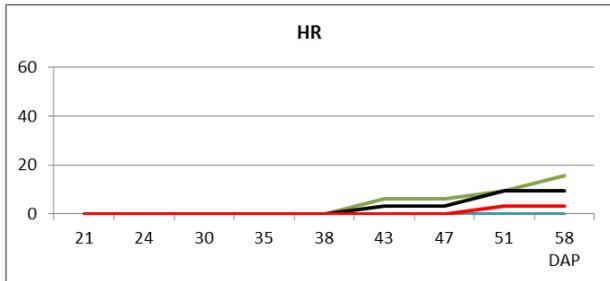
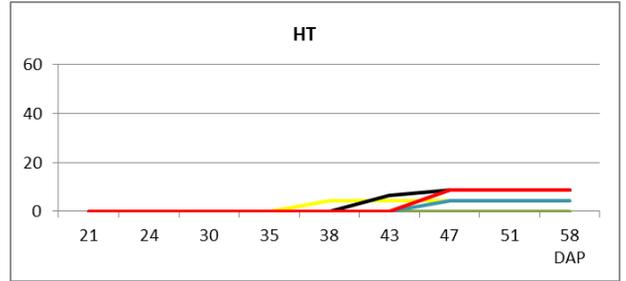
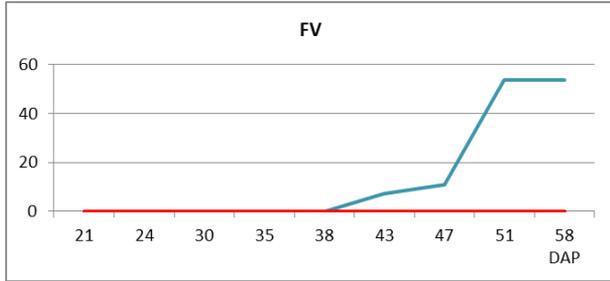
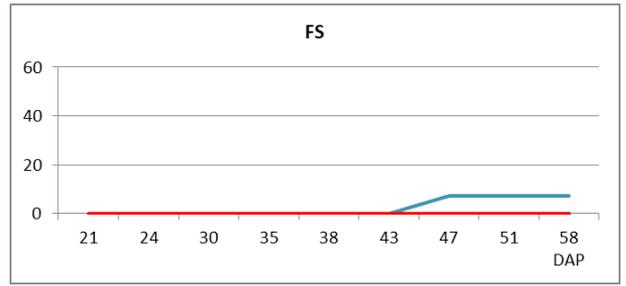
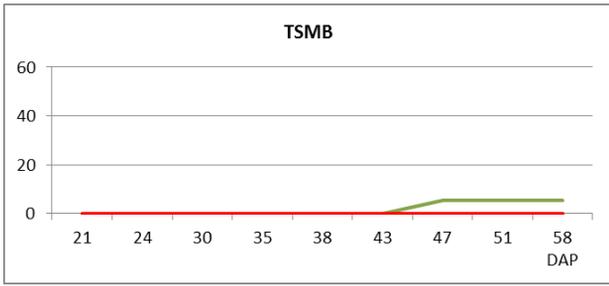
**FIGURA 4:** Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para todos os acessos no final do Plantio de Inverno de 2009.

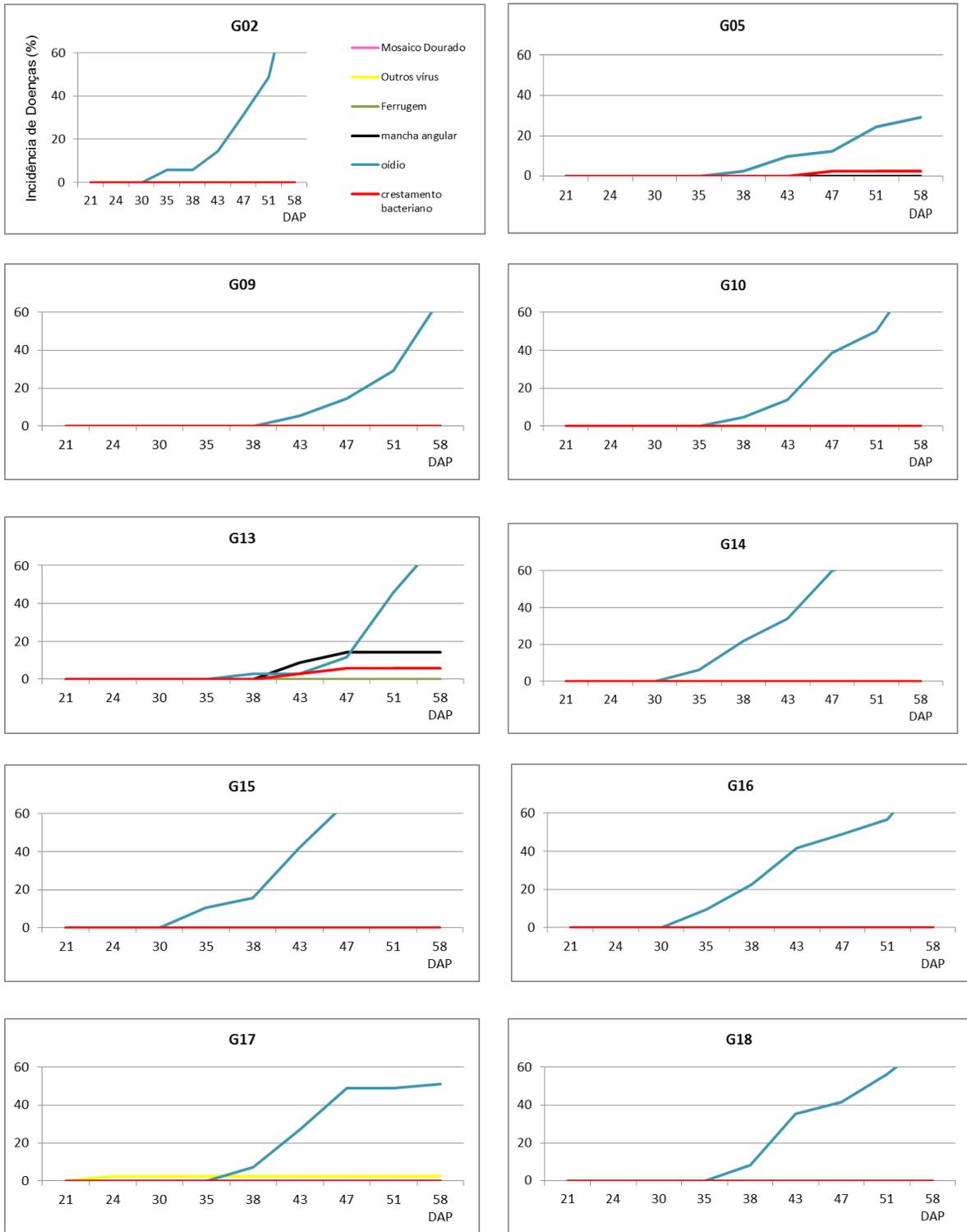


**FIGURA 5:** Incidência (porcentagem de plantas com sintomas) de todas as doenças por acesso no final do ciclo das culturas, no Plantio das Águas, no ano de 2009.

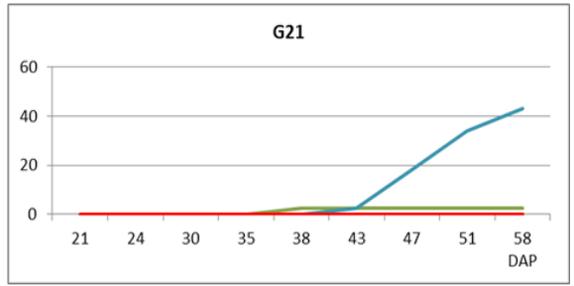
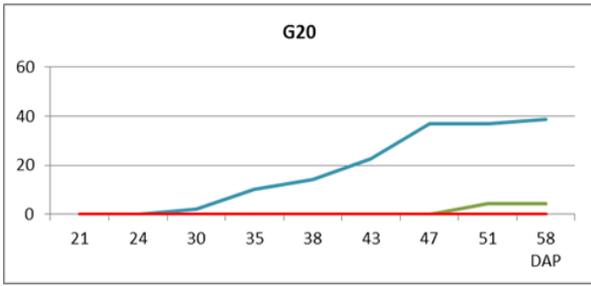


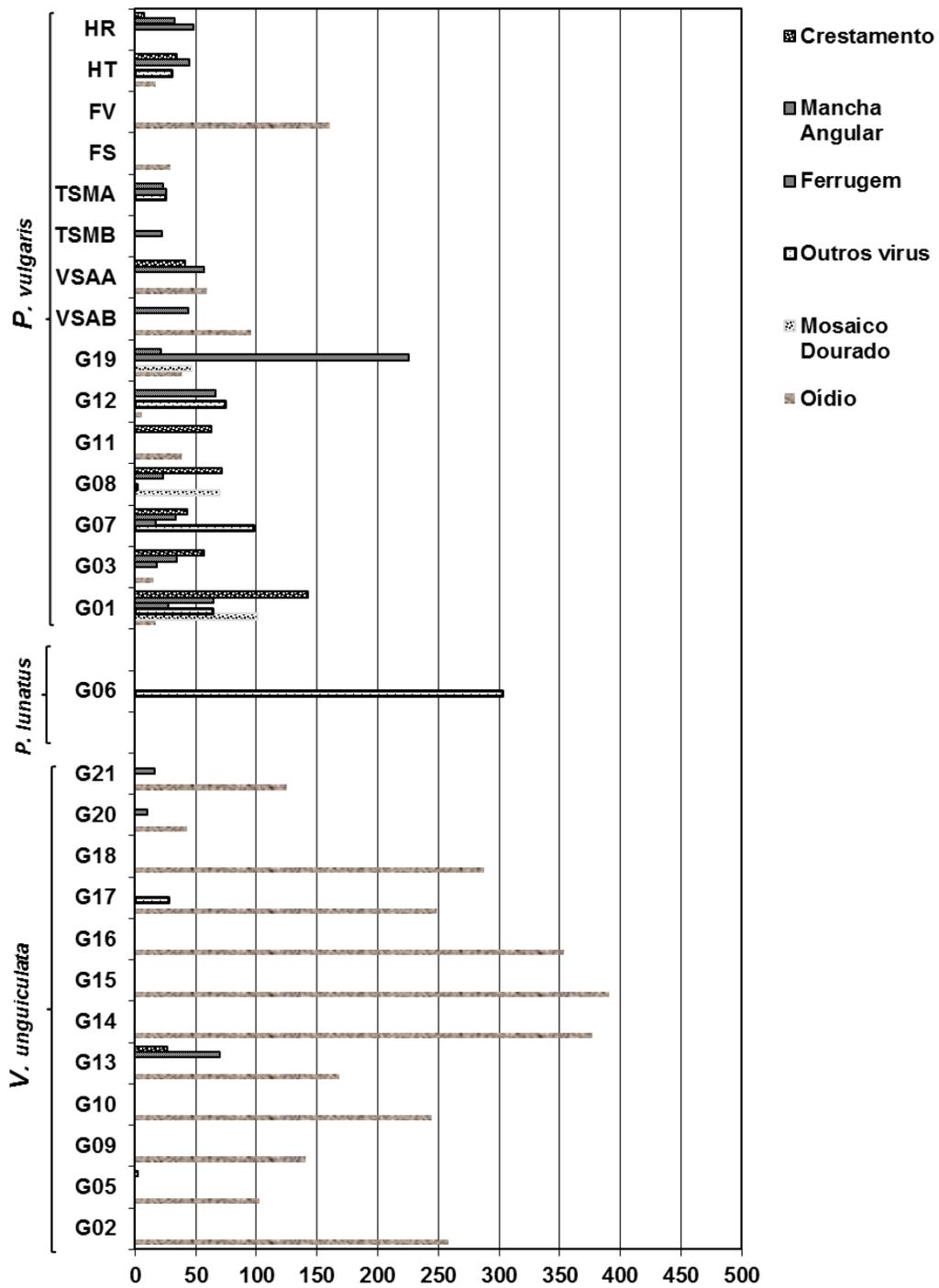
**FIGURA 6:** Curvas de Progresso das Doenças (porcentagem de plantas com sintomas) em acessos de *Phaseolus vulgaris* e *P. lunatus* (G06) no Plantio das Águas de 2009. \*\*DAP: Dias após o plantio.



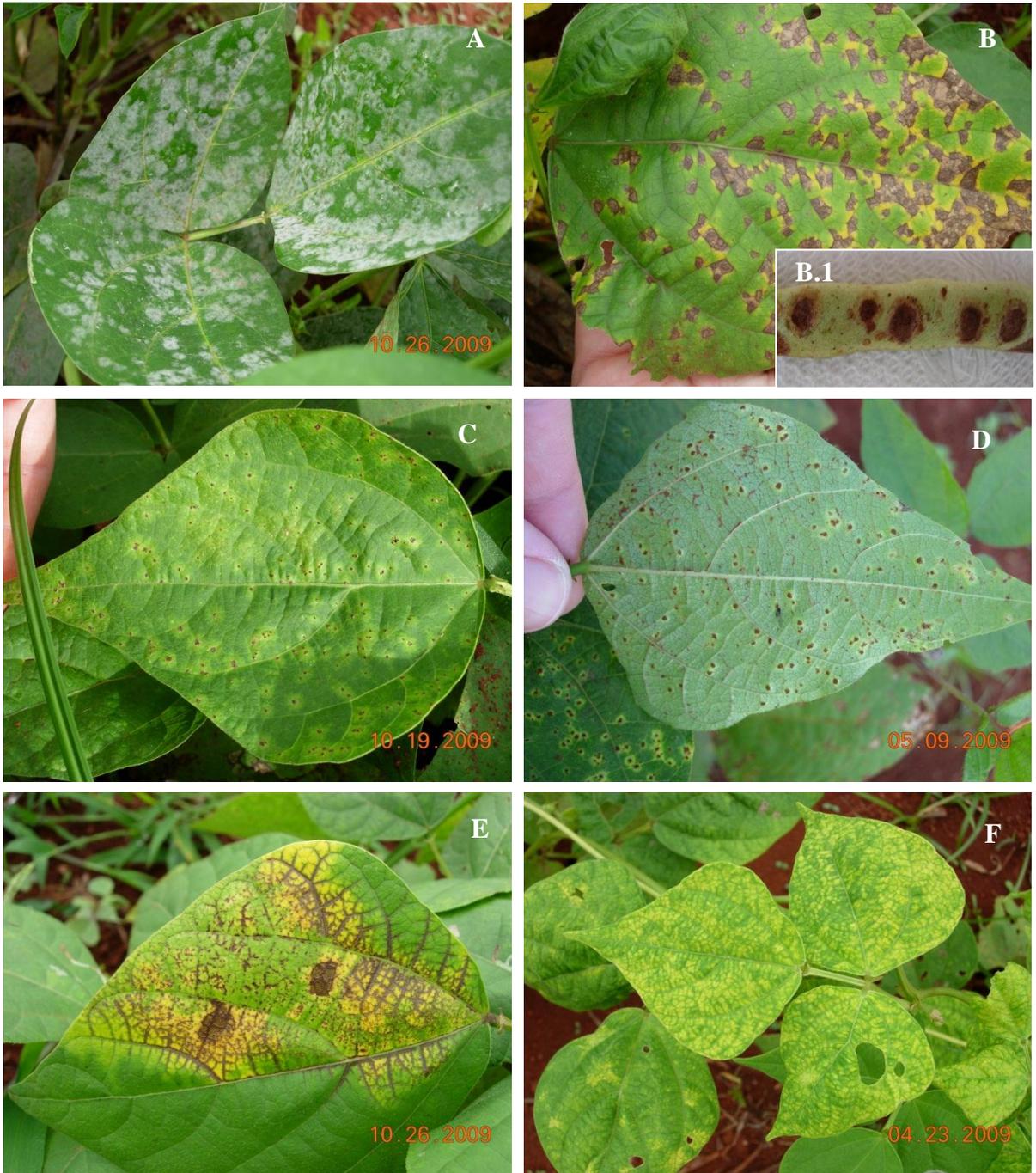


**FIGURA 7:** Curvas de Progresso das Doenças (porcentagem de plantas com sintomas) em acessos de *Vigna unguiculata* no Plantio das Águas de 2009. \*\*DAP: Dias após o plantio

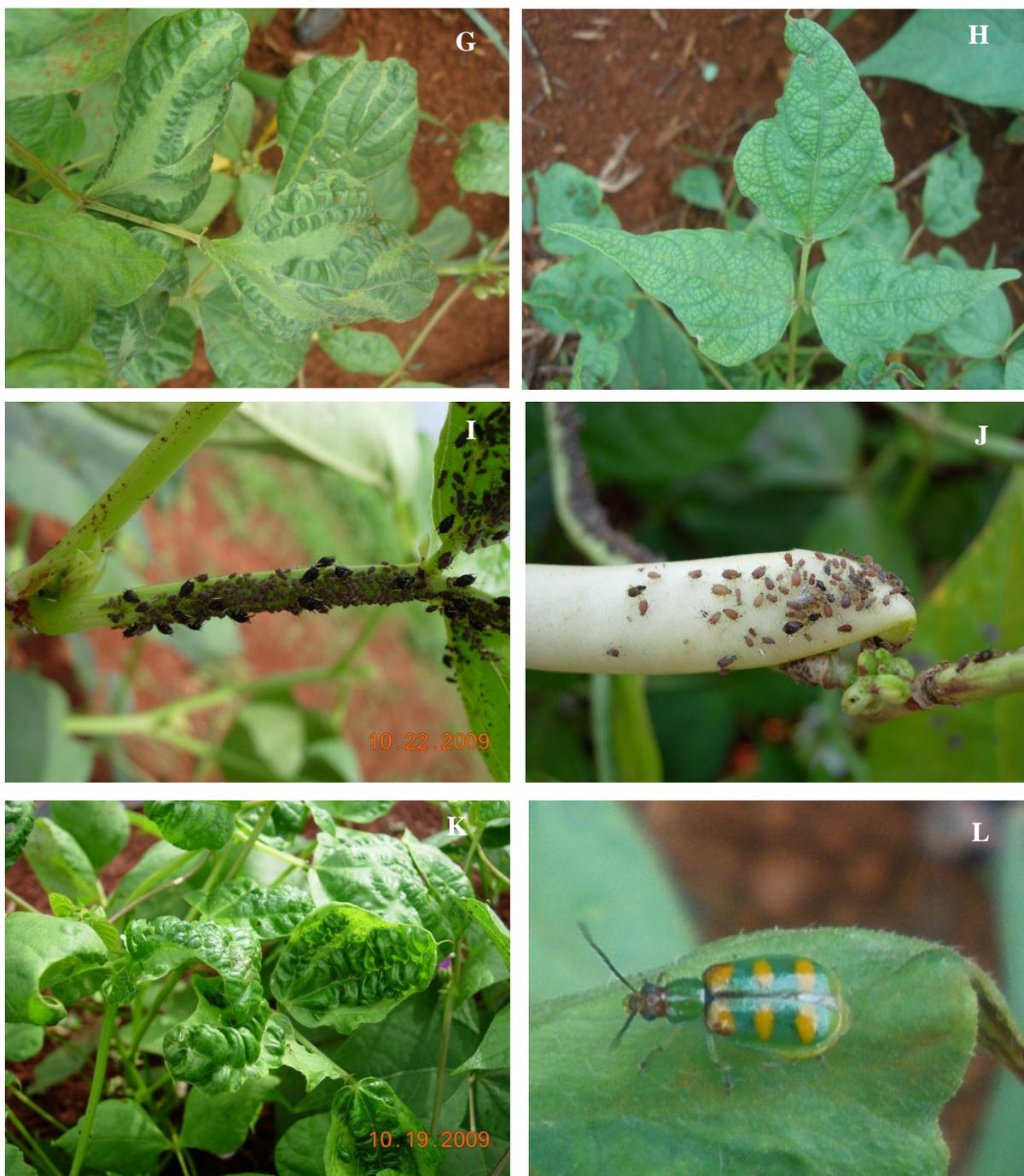




**FIGURA 8:** Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para todos os acessos no final do Plantio das Águas de 2009.



**FIGURA 9.** Sintomas das doenças e pragas incidentes na cultura de feijão-vagem. **A.** Oídio (*Erysiphe polygoni*); **B.** Mancha angular (*Pseudocercospora griseola*). **B.1.** Detalhe da doença em vagem; **C.** Ferrugem (*Uromyces appendiculatus*). Pústulas na superfície adaxial; **D.** Ferrugem com pústulas na superfície abaxial; **E.** Crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*); **F.** Mosaico dourado do feijoeiro (BGMV).

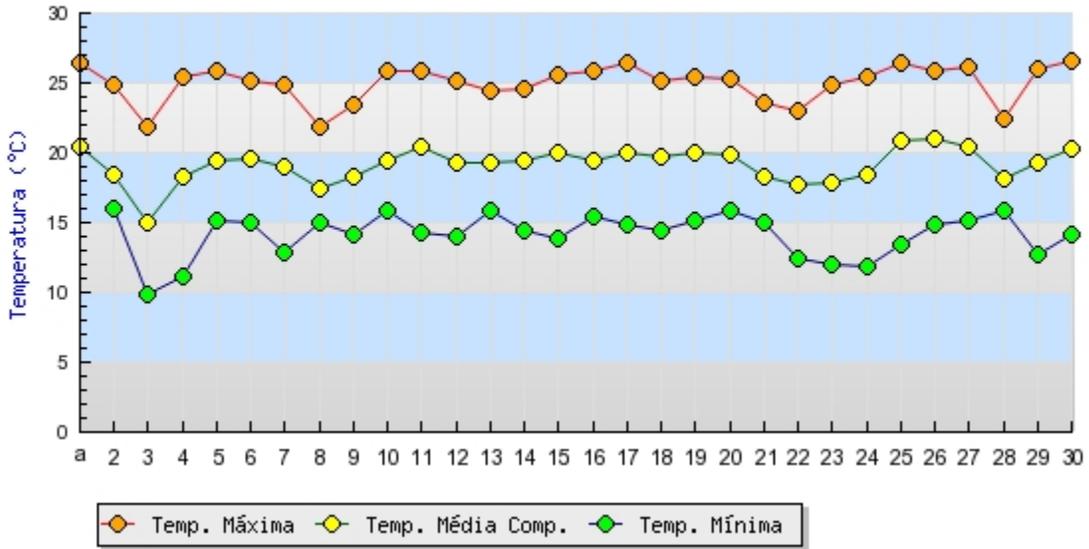


**FIGURA 9 (continuação).** **G.** Mosaico comum do feijoeiro (BCMV). Sintomas foliares típicos; **H.** BCMV; **I.** Pulgão-preto do feijoeiro (*Aphis craccivora*), no pecíolo. Vetor de BCMV; **J.** Afídeos na vagem; **K.** Mosaico rugoso do feijoeiro (BRMV). Sintomas foliares típicos; **L.** Vaquinha (*Diabrotica speciosa*), inseto vetor de BRMV.

## **ANEXOS**

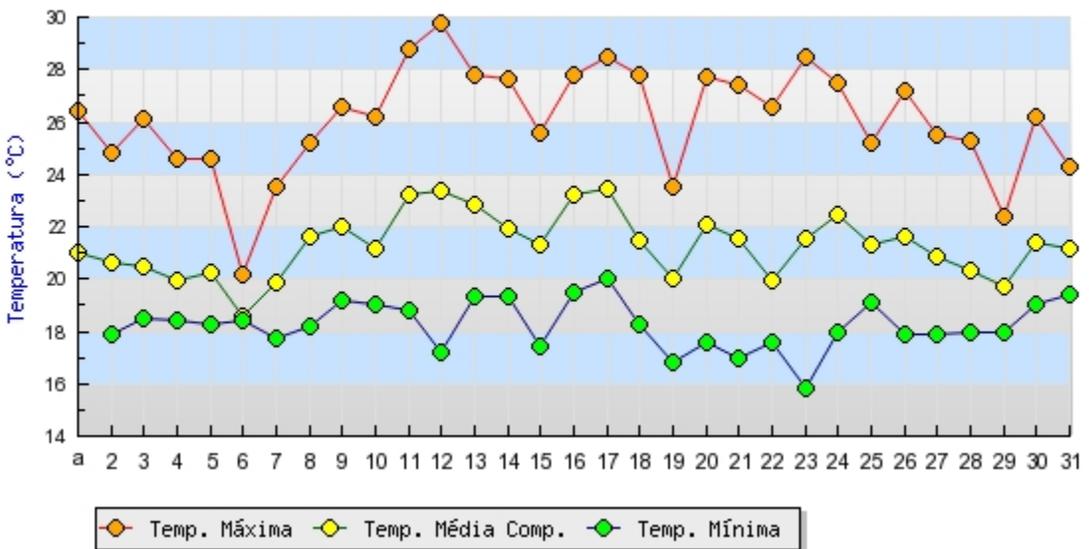
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET  
 Temperaturas Diárias (Máxima, Média, Mínima)  
 Estação: BRASILIA (DF) - 06/2009

A



Instituto Nacional de Meteorologia - INMET  
 Temperaturas Diárias (Máxima, Média, Mínima)  
 Estação: BRASILIA (DF) - 12/2009

B

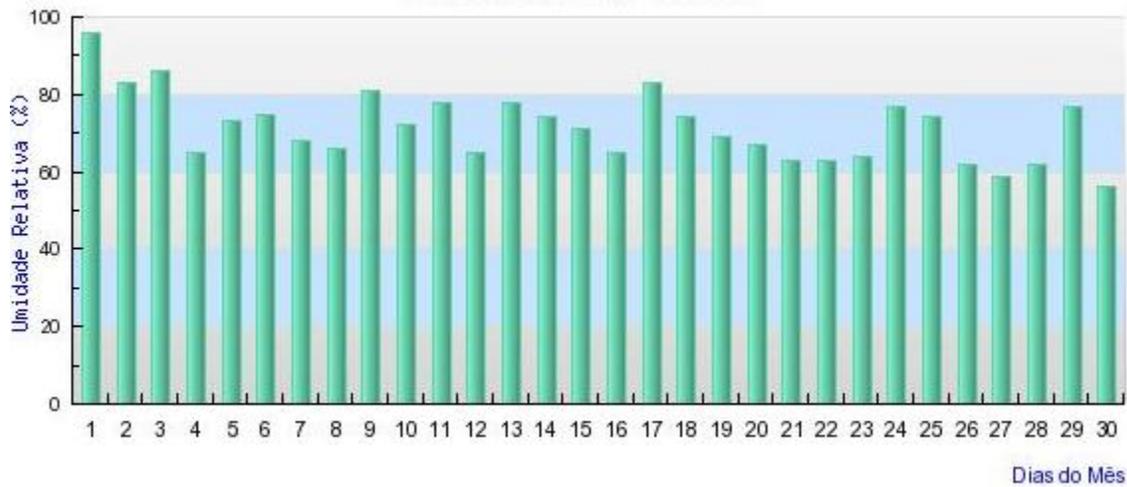


Dados climáticos nos finais dos plantios no ano de 2009. (A) Temperaturas diárias diárias no Plantio de Inverno e (B) no Plantio das Águas. (C) Umidade Relativa do Ar 0h no Plantio de Inverno e (D) no Plantio das Águas. (E) chuva acumulada mensal x dias de chuva no ano de 2009.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Umidade Relativa do Ar 00h UTC  
Estação: BRASILIA - 06/2009

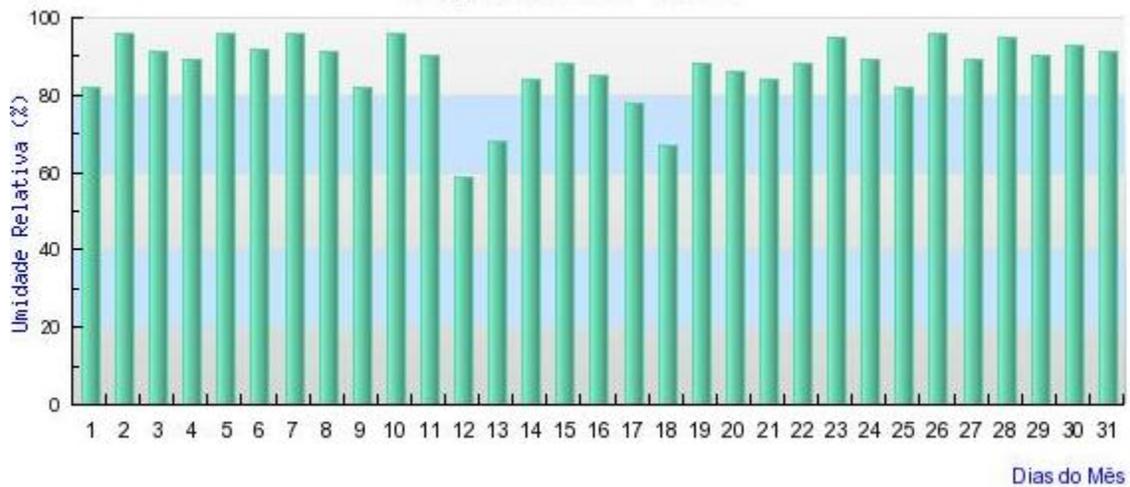
C



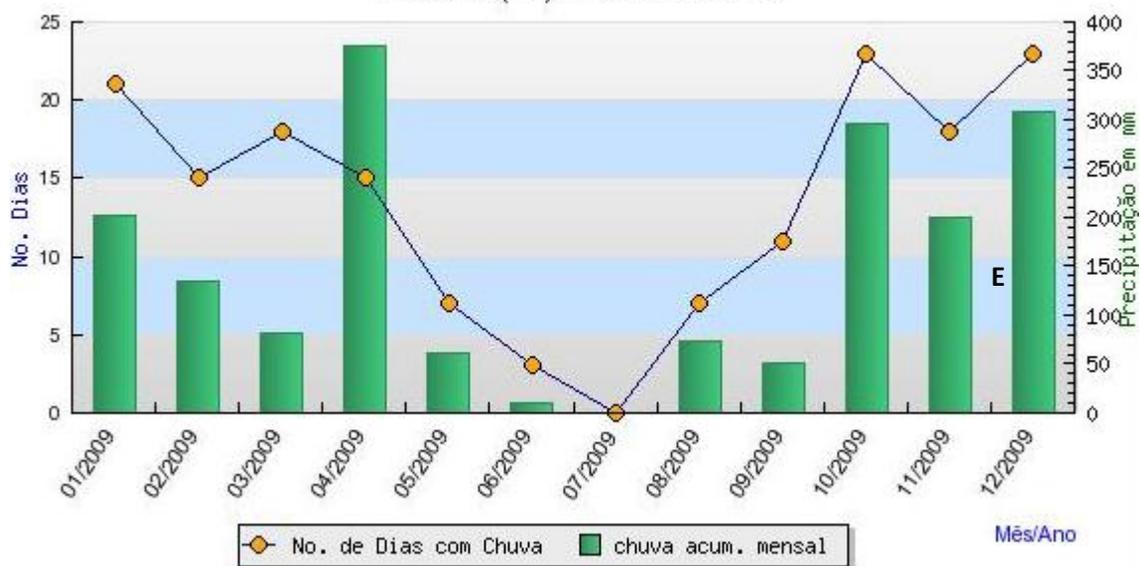
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Umidade Relativa do Ar 00h UTC  
Estação: BRASILIA - 12/2009

D



Instituto Nacional de Meteorologia - INMET  
 Chuva Acumulada Mensal X N° de Dias com Chuva  
 BRASILIA (DF) - Para o Ano: 2009



## **Capítulo 2**

Controle de Oídio (*Erysiphe polygoni*) com de óleo de nim (*Azadirachta indica*) em espécies de feijão-vagem (*Phaseolus* e *Vigna*)

## RESUMO DO CAPÍTULO II

A cultura do feijão-vagem no Brasil, incluindo espécies de *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* é principalmente conduzida por métodos convencionais, destacando-se o oídio (*Erysiphe polygoni*) como uma das mais doenças importantes. Fontes alternativas de controle dessa doença foram encontradas em compostos derivados de nim (*Azadiractha indica*). Este estudo relata os resultados de experimentos de campo visando avaliar a eficácia de extratos de óleo de nim para o controle de *E. polygoni* em cinco acessos de *P. vulgaris* e três de *V. unguiculata*. Os experimentos foram conduzidos por dois anos consecutivos nos plantios das águas e de inverno (irrigado). Extrato purificado de óleo de nim reduziu a incidência do oídio em ambas épocas de plantio em todos os genótipos. Observou-se ainda uma significativa redução na incidência do pulgão preto (*Aphis craccivora*) nas parcelas tratadas com extrato de óleo de nim. Um efeito similar, em menor escala, também foi encontrado para mancha angular (*Pseudocercospora griseola*). Entretanto, nenhuma redução na incidência de ferrugem (*Uromyces appendicullatus*), cancro bacteriano (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), mosaico dourado (*Bean golden mosaic virus*) mosaico comum (*Bean common mosaic virus*) ou mosaico rugoso (*Bean rugose mosaic virus*) foi observada nas parcelas tratadas com óleo de nim.

## Abstract- Chapter II

Green bean species (*Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata*) are generally grown in Brazil by traditional farmers and powdery mildew (*Erysiphe polygoni*) is one of the most important diseases. One alternative control of powdery mildew is the employment of extracts of the neem plant (*Azadiractha indica*). This study reports the results of field experiments examining the efficacy of neem oil extract for *E. polygoni* control on five genotypes of *P. vulgaris* and three genotypes of *V. unguiculata*. Experiments were carried for two consecutive years out in the winter (irrigated) and spring (rainfed) planting seasons for two consecutive years. Commercial neem oil extract reduced incidence of powdery mildew on both seasons in all genotypes. In addition, a significant reduction in the incidence of the cowpea aphid (*Aphis craccivora*) was also recorded in plots treated with neem oil extract. A similar, but smaller effect was also found for angular spot (*Pseudocercospora griseola*). No reduction due to the application of neem was observed for the incidence of rust (*Uromyces appendiculatus*), bacterial canker (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*), golden mosaic (*Bean golden mosaic virus*) common mosaic (*Bean common mosaic virus*) or rugose mosaic (*Bean rugose mosaic virus*).

## INTRODUÇÃO

### Fontes Alternativas de Controle de Doenças e Pragas

A cultura do feijão-vagem (incluindo as espécies *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*) no Brasil, em geral, baseia-se em métodos tradicionais de plantio e o controle das pragas e doenças é realizado por meio do uso intensivo de insumos químicos, buscando maior produtividade e estabilidade da oferta. Esses agrotóxicos podem prejudicar o meio ambiente e a saúde de consumidores e produtores (Vidal *et al.*, 2007).

O Brasil é o maior consumidor mundial de agrotóxicos, de acordo com o relatório da Comissão de Seguridade Social e Saúde da Câmara Federal, que analisa o impacto dessas substâncias sobre a saúde do homem e sobre o meio ambiente no país. Apenas em 2010, foi comercializado 1 milhão de toneladas de agrotóxicos em território nacional, revelando que o crescimento de vendas desses produtos entre os anos de 2000 e 2009 foi de 200% e, em outros países, menos de 100% (Oeco, 2011). Isso tem sido objeto de preocupação do público consumidor e, por isso, em resposta a um mercado cada vez mais exigente e voltado para a questão ambiental e a saúde, aumenta a busca por medidas alternativas de controle de pragas e doenças, com o uso de produtos naturais, eficientes e de baixo impacto ao ambiente (Roel, 2001).

A recomendação de aplicação de produtos químicos em feijoeiro, principalmente comum, é bastante usual e tem caráter erradicante do patógeno (Sartorato *et al.*, 1996; Bianchini *et al.*, 1997; Barros *et al.*, 2000; Bianchini *et al.*, 2000), tais como: clorotalonil, clorotalonil + tiofanato metílico, enxofre, quinimethionate, tiofanato metílico e triforine (Kimati *et al.*, 1997), tebuconazole (Bianchini *et al.*, 1997). Além destes, o emprego de trifetil hidróxido de estanho, isoladamente ou associado a outros fungicidas, apresenta controle da antracnose, mancha de *Alternaria* e de oídio, com aumento da produtividade quando comparado ao tratamento sem fungicidas (Ito *et al.*, 2000). Jasper (2010), ao avaliar a eficiência de diferentes grupos de fungicidas no manejo das principais doenças do feijoeiro comum, constatou que, para o controle de oídio, o melhor é a aplicação de clorotalonil (independente do número de aplicações).

O enxofre é um dos mais antigos fungicidas (não sistêmico) utilizados no controle de oídio. É eficiente, principalmente quando aplicado preventivamente, e não induz resistência no patógeno (Nuñez-Palenius *et al.*, 2009). Como exemplo, o controle

de oídio comum (*Oidium caricae*) em mamoeiro (*Carica papaya*) é usualmente realizado com aplicação de enxofre, sendo esta praticamente a única opção de baixa toxicidade (Rezende & Fancelli, 1997). Estudos de Oliveira *et al.* (2002), para avaliar produtos visando o controle de oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) em moranga (*Cucurbita máxima*) híbrida, concluíram que enxofre foi um dos que mais reduziu a severidade da doença.

O controle alternativo de doenças de plantas inclui o controle biológico, a indução de resistência em plantas e o uso de produtos naturais com atividade antimicrobiana e/ou indutora de resistência (Schwan-Estrada *et al.*, 2003). De acordo com Bettioli (2005), apesar da disponibilidade de várias técnicas alternativas, sua utilização ainda restringe-se, em grande parte, aos produtos biológicos.

A resistência induzida tem sido demonstrada em diversas espécies botânicas, ocorrendo em resposta ao tratamento com elicitores, que podem ser bióticos ou abióticos, dentre os quais pode-se citar os extratos vegetais, os óleos essenciais e produtos químicos, entre outros. Trabalhos desenvolvidos com extratos ou óleos essenciais, obtidos a partir de plantas medicinais, indicam potencial controle de fitopatógenos, tanto por sua ação direta sobre os patógenos, inibindo seu crescimento, quanto pela indução de fitoalexinas, indicando compostos com característica de elicitores (Schwan-Estrada *et al.*, 2005).

Entre as medidas alternativas de controle de doenças de plantas estão os compostos derivados das próprias plantas (Kishore & Pande, 2004). Óleos essenciais são uma mistura de diferentes compostos terpenóides e seus derivados oxigenados (Wijesekara *et al.*, 1997). Eles são conhecidos por suas atividades antifúngicas sobre patógenos de animais e plantas (Daferera *et al.*, 2003), reduzindo o crescimento de hifas e induzindo à lise e vazamento citoplasmático de células fúngicas (Fiori *et al.*, 2000). A inibição de crescimento por óleos essenciais frequentemente envolve indução de mudanças na composição da parede celular (Ghfir *et al.*, 1997), rompimento da membrana plasmática (De Billerbeck *et al.*, 2001), desorganização da estrutura mitocondrial e alterações das reações enzimáticas da membrana mitocondrial (Knobloch *et al.*, 1989).

Vigo *et al.* (2009) comprovaram a eficácia de tinturas e de óleos essenciais de plantas medicinais (*Lippia alba*- erva cidreira; *Lippia sidoides*- alecrim pimenta; *Rosmarinus officinalis*- alecrim e *Cinnamomum zeylanicum* - canela) na redução da taxa de progresso de cretamento bacteriano comum (*X. axonopodis* pv. *phaseoli* Vauterin *et*

al., 1995), *in vitro*, em feijão vagem (*P. vulgaris*). Kishore & Pande (2007), ao testarem óleos essenciais de cinamomo e cravo da Índia (*Cinnamomum zeylanicum* e *Syzygium aromaticum*), *in vitro* e *in vivo*, para controle de doenças fúngicas foliares e de raiz de amendoim (*Arachis hypogaea*), verificaram inibição no crescimento da maioria dos fungos dentre os 14 fitopatógenos testados. Santin *et al.* (2007) avaliaram produtos indutores de resistência no controle de antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magnus) em feijão comum, apresentando resultados satisfatórios e diferenciados nas cultivares usadas.

A quitosana é um polímero de origem natural, biodegradável, abundante e atóxico que, na agricultura, vem sendo estudada por representar uma fonte de proteção de espécies vegetais contra microrganismos fitopatogênicos em pré e pós-colheita. Um importante atributo deste composto está associado às suas propriedades antifúngicas. Em fungos como *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizopus stolonifer*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum gloeosporioides*, foi constatado que a quitosana pode retardar o crescimento micelial quando adicionada ao meio de cultura, diminuir a germinação de esporos e causar alterações morfológicas no tubo germinativo (El Ghaouth *et al.*, 1992; Camilli *et al.*, 2007; Liu *et al.*, 2007).

No caso de controle alternativo de oídio, Homma *et al.* (1981) demonstraram que o bicarbonato de sódio (NaHCO<sub>3</sub>) foi efetivo no controle do fungo (*S. fuliginea*) em pepino (*Cucumis sativus*). Da mesma forma, Oliveira *et al.* (2002) também registraram a eficácia do composto no controle desse fungo, mas em moranga-híbrida. Bicarbonato de sódio, enxofre elementar e fosfato monopotássico diminuíram a severidade de oídio (*Oidiopsis taurica*) em folhas de pimentão (*Capsicum annuum*), sob cultivo protegido (Souza & Café-Filho, 2003). Daayf *et al.* (1995) observaram que Milsana® (produto comercial a base de extrato de folhas de *Reynoutria sachalinensis*) controlou essa mesma doença de forma semelhante ao fungicida benomyl. Provavelmente, o efeito do extrato no controle da doença está relacionado com o aumento de compostos fenólicos nas folhas, sendo um indutor de resistência.

Há também comprovações da eficácia do leite de vaca cru no controle de *S. fuliginea* (oídio) da abobrinha (*Cucurbita pepo*), conforme dados de Bettiol *et al.* (1999), Zatarim *et al.* (2002). Segundo Bettiol (2004), o leite fresco e cru pode ter efeito direto contra o oídio devido às suas propriedades germicidas, de indução de resistência de plantas (dificultando processo de penetração do fungo), de controle biológico natural (através da formação de um filme microbiano na superfície da folha) e, até mesmo,

através de alterações das características físicas, químicas e/ou biológicas da superfície foliar. Jasper *et al.* (2009) também verificaram o controle de oídio (*Erysiphe cichoracearum*) com uso do leite cru em gérbera (*Gerbera jamesonii*), assim como foi registrado na cultura do feijão-vagem, para o controle de *E. polygona* em condições de casa-de-vegetação e ambiente protegido (Lagos, 2009).

No que se refere ao controle de pragas, Dahlem *et al.* (2009) testaram a eficiência de infusão de erva cidreira; calda bordalesa; óleo de nim; rotenona e extrato de alho para repelir e controlar *Diabrotica speciosa* (Germar) e *Sternuchus subsignatus* (Boheman) em folhas de feijão-vagem, não obtiveram diferença significativa da testemunha. Óleos essenciais da casca de seis espécies do gênero *Citrus* mostraram-se promissores inseticidas no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Ribeiro, 2010).

Uma das maiores dificuldades para ampliar o uso de métodos alternativos é que normalmente esses produtos não estão prontamente disponíveis no mercado, exigindo que o produtor prepare o seu próprio material a ser pulverizado, ou o encontre somente em quantidades reduzidas (Bettioli & Stadnick, 2001).

Uma estratégia eficiente de controle de doenças do feijão deve integrar a adoção de cultivares resistentes aos patógenos; uso de sementes sadias; tratamento químico das sementes; adubação verde/ rotação de culturas; calagem e adubação adequadas; uso de cultivar apropriada para a época e região; espaçamento conforme a época, conhecimento do histórico da área; manejo da água de irrigação e controle químico (Bettioli, 2004; Barros *et al.*, 2000; Bianchini *et al.*, 2000; Castro *et al.*, 2006). O uso de técnicas isoladas dificilmente controlará, de maneira eficiente, as doenças ocorrentes na cultura e, por isso, a importância de adoção do manejo integrado para manter a doença abaixo do nível de dano econômico e minimizar os prejuízos ao meio ambiente.

### **Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.)**

O nim, *Azadirachta indica* A. Juss., árvore da família *Meliaceae*, é conhecido por sua ação medicinal, e nas últimas décadas, seu estudo tem se difundido devido à sua ação inseticida derivada de substâncias presentes nas folhas e frutos. Dentre os mais de 40 terpenóides já identificados nesta espécie, a azadiractina é o composto mais eficiente (Schmutterer, 1995; Mordue(Luntz) & Nisbet, 2000). Tais compostos apresentam toxicidade extremamente baixa aos vertebrados, e persistência bastante curta no

ambiente. O plantio do nim está crescendo rapidamente no Brasil, com o objetivo de exploração da madeira e também para a produção de folhas e frutos, de onde se retira a matéria prima para produtos inseticidas, para uso medicinal, veterinário ou na indústria de cosméticos (Martinez, 2002).

De acordo com Quintela & Pinheiro (2004) alguns dos principais componentes biologicamente ativos do nim são azadiractina, meliantriol, limoneno, odoratone e outros triterpenóides, entre os mais de 100 compostos já isolados. Os inseticidas à base de nim apresentam baixo custo e podem ser produzidos de forma bastante simples. Comparativamente aos agrotóxicos, são considerados menos poluentes, com baixo poder residual e apresentam menor risco de intoxicação para mamíferos e aves. Diversas outras plantas são reconhecidamente efetivas e utilizadas. Deve-se considerar, no entanto, que seu efeito sobre os patógenos de plantas é variável e depende, entre outros fatores, da dose, da época de pulverização, do patógeno alvo e da forma de extração/produção do subproduto do nim.

O potencial do nim, para o controle de fitopatógenos e pragas em várias culturas, tem sido estudado por diversos pesquisadores (Pasini *et al.*, 1997; Singh *et al.*, 1997; Bhutta *et al.*, 1999; Steinhauer, 1999; Abbasi *et al.*, 2003; Carneiro, 2003; Marques *et al.*, 2004; Baptista *et al.*, 2007; Carneiro *et al.*, 2007; Medice *et al.*, 2007; Silva & Pereira, 2008; Leite *et al.*, 2009; Carvalho *et al.*, 2010; Silva *et al.*, 2010; Cavalcante, 2011; Silva *et al.*, 2011).

Estudos relatam a redução de crescimento de oídio (*E. pisi*) em ervilha (*Pisum sativum*) tanto em casa de vegetação (Singh & Prithiviraj, 1996), como também em folhas destacadas (Singh & Prithiviraj, 1997), através do uso de produtos da azadiractina. Jayme *et al.* (1999) registraram a eficácia de alguns compostos naturais no controle do oídio do feijoeiro comum (*E. polygoni*), dentre eles o nim.

Quanto às pragas de diversas culturas, produtos e extratos a base de nim mostraram-se eficazes no controle de *Bemisia tabaci* (Gonçalves *et al.*, 1999; Neves & Pacheco, 2000; Silva *et al.*, 2003; Lovato & Vendramim, 2004; Quintela & Pinheiro, 2009) e de afídeos (Araujo Jr. *et al.*, 1984, Lowery *et al.*, 1993; Lowery *et al.*, 1994; Santos *et al.*, 2004; Gonçalves & Bleicher, 2006; Venzon *et al.*, 2007;; Costa *et al.*, 2010). Também afetou negativamente na ovoposição de carunchos (*Zabrotes subfasciatus*) em grãos de feijão comum armazenados (Silva *et al.*, 1996).

## Epidemiologia de Oídio do Feijoeiro

Dentre as doenças que afetam as hortaliças, destaca-se o oídio causado pelo fungo *E. polygoni* DC., que atinge uma ampla gama de espécies. O agente causal do oídio em feijão-de-vagem, o fungo *E. polygoni*, pertence à sub-divisão Ascomycotina, à classe dos Ascomycetes, à ordem Erysiphales e à família *Erysiphaceae*. A forma perfeita ou sexuada é descrita como *E. polygoni* e a imperfeita ou assexual corresponde ao gênero *Oidium* e, nesta fase, a bibliografia não apresenta uniformidade quanto à classificação por espécie (Sartorato & Yorinori, 2001; Stadnik, 2001; Glawe, 2008).

*Oidium* produz micélio septado, predominantemente ectofítico, hialino, ramificado, com hifas que formam haustórios. Os conídios produzidos são cilíndricos, ovais ou elipsóides, simples, hialinos, unicelulares, com partes terminais arredondadas. Formam cadeias, a partir de conidióforos incolores, curtos, simples, eretos e septados. Já na fase perfeita, o fungo produz ascos, variando de 2 a 8, são oblongos ou ovalados e liberados após abertura do cleistotécio. Cada asco pode conter de 3 a 8 ascósporos, podendo ser hialinos, elípticos ou ovóides (Bianchini *et al.*, 1997; Sartorato & Yorinori, 2001), mas estes são nunca ou raramente observados em feijão.

O oídio é favorecido por baixa umidade relativa e ausência de chuvas ou irrigação por aspersão. Para germinação dos esporos e infecção da planta, a temperatura favorável do patógeno varia de 20 a 25°C e, para o desenvolvimento de sintomas e processo de colonização, seriam temperaturas acima de 30°C (Rosalem & Marubayashi, 1994; Reis *et al.*, 2005; Glawe, 2008). Assim, locais com temperaturas diurnas altas e noites com temperaturas amenas são suficientes para garantir a infecção pelo fungo, possibilitando a ocorrência de epidemias. A severidade da doença está condicionada à prevalência de temperaturas relativamente altas e em condições mais secas, ambientes bem ventilados em período estival (Bettioli & Astiarraga, 1999). Regiões como a Centro Oeste e Nordeste, com longos períodos de estiagem, estão mais sujeitos às epidemias desta doença, principalmente se a irrigação for feita via sulco ou gotejamento (Café Filho *et al.*, 2001; Souza & Café Filho, 2003).

Os sintomas iniciam-se de 8 a 12 dias após a infecção, quando então o estroma se desenvolve na cavidade sub-estomática. Inicialmente visualizam-se manchas ligeiramente mais escuras na face superior da folha, que em seguida ficam cobertas por um crescimento branco e pulverulento, constituído por micélio e esporos do fungo, podendo, ao coalescer, tomar toda a superfície foliar. O progresso da infecção leva ao

amarelecimento e senescência prematura de folhas, causando também, infecções em hastes e vagens, ocorrendo o encobrimento da área foliar e reduzindo a eficiência da fotossíntese (Sartorato & Rava, 1994; Bianchini *et al.*, 1997; Sartorato & Yorinori ; 2001).

Medidas de controle de oídio, principalmente em campo, que sejam eficazes, baratas e sustentáveis do ponto de vista ambiental, despertam o interesse de pesquisadores e agricultores. Uma das fontes promissoras parece ser a utilização de compostos derivados de nim, mas não há relatos que comprovem a eficiência do seu óleo para o controle de oídio (*E.polygoni*) de feijão-vagem e em campo, apenas em casas-de-vegetação e para a espécie *P. vulgaris* (Carneiro et al., 2007).

## **OBJETIVOS**

O presente trabalho objetivou avaliar o efeito de aplicações do óleo da planta no progresso de oídio em variedades de *P. vulgaris* e *V. unguiculata*, verificadas como suscetíveis à doença em plantios do ano de 2009, em dois plantios do ano de 2010.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília/UnB, em área de solo Latossolo Vermelho Escuro, em duas épocas de plantio no ano de 2010, de março a junho (plantio de inverno) e de setembro a dezembro (plantio das águas).

Foram feitas análises químicas de solo na área do experimento, preliminares à gradagem, aração, levantamento de sulcos e plantio, para que o preparo de solo fosse de acordo com as recomendações da cultura. Para os dois períodos de cultivo realizou-se adubação de plantio e cobertura. O controle de daninhas foi por capina manual. A irrigação usada foi por aspersão (com uso de mangueiras), duas vezes ao dia, e não se usou quaisquer tipos de controles para pragas e insetos no ciclo da cultura. A semeadura foi diretamente em sulcos, a uma profundidade de 5 cm e cada parcela foi composta por 13 plantas úteis, dispostas numa área de aproximadamente 3,3m<sup>2</sup>, distribuídas num espaçamento de 1m (entrelinhas) x 0,3m (entreplantas).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com 3 repetições e parcelas subdivididas, objetivando o controle de oídio com óleo puro de nim (BIONEEM®: produto comercial de óleo de *A. indica*, obtido através da primeira prensagem a frio de sementes e vendido puro somente sob encomenda. Maiores detalhes na página [www.bioneem.com.br](http://www.bioneem.com.br)) em 6 genótipos oriundos do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças- CNPH (G01, G12 e G19 da espécie *P. vulgaris* e G14, G17 e G20 da espécie *V. unguiculata*) e em 2 cultivares comerciais (HT e TSMB, da espécie *P. vulgaris*), num total de 8 acessos.

Os acessos foram selecionados com base nos resultados de ensaios anteriores de ocorrência de doenças (Capítulo 1), de modo a representar reações contrastantes de resistência ao oídio. O genótipo G01 foi altamente suscetível a diversas outras doenças, mas apresentou alta resistência ao oídio, assim como o G12, HT e TSMB. O genótipo G19 apresentou-se como medianamente suscetível ao oídio, enquanto que G14, G17 e G20 foram altamente suscetíveis.

As aplicações de BIONEEM® (na quantidade de 0,5%, de acordo com testes desenvolvidos por Carneiro *et al.*, 2007) foram iniciadas, em todo experimento, assim que surgiam os primeiros sinais de oídio em qualquer uma das parcelas (em torno de 34 dias após o plantio, na cultura de inverno, e de 70 dias na cultura das águas) e repetidas uma vez por semana (sempre nos finais de tarde), totalizando de 4 a 5, até o período em que todos os acessos estivessem no ponto de colheita e esta fosse feita em todos eles ao mesmo tempo. As parcelas não tratadas (testemunhas) receberam pulverizações somente com água.

Dados climatológicos como temperatura diária, umidade relativa do ar e chuva acumulada mensal x número de dias com chuva, de cada período, no final dos plantios (época de avaliações de incidência, respectivamente junho e dezembro de 2010), podem ser consultados em anexos (INMET).

Foram avaliadas, em ambos plantios, as incidências de oídio em todas as parcelas (tratadas e não tratadas), e os resultados foram quantificados em porcentagens de plantas sintomáticas por acesso. Como houve diferença na ocorrência de pulgões-pretos (*Aphis craccivora*), a incidência deste inseto também foi correlacionada às aplicações do produto.

A partir dos dados de todos os acessos, quanto efeito do nim sobre incidências de oídio e de pulgão-preto, construíram-se curvas de progresso da doença e as áreas abaixo das curvas de progresso da doença (AACPD), utilizando-se a fórmula  $[(y_1+y_2)/2*(t_2-$

t1)], onde  $y_1$  e  $y_2$  são avaliações de porcentagem de incidência realizadas nos tempos  $t_1$  e  $t_2$ , respectivamente (Campbell & Madden, 1990). As médias de incidências de oídio, de pulgão-preto e das AACPD foram submetidas à análise de variância e cada uma delas comparadas entre si, através do teste de Scott-Knott ( $p=0,01$ ), com uso do programa ASSISTAT (disponível na página [www.assistat.com](http://www.assistat.com)), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), para as duas épocas de plantio.

## **RESULTADOS**

### **Condições climáticas**

Observando-se os dados climatológicos nos finais dos ciclos da cultura (meses de junho e dezembro de 2010), percebe-se que, no plantio das águas, houve maiores variações de temperatura média diária que no plantio de inverno, com valores entre 20° e 24°C, enquanto que no inverno não ultrapassaram 21°C. A umidade relativa do ar foi superior a 70% no plantio das águas, enquanto que no de inverno, além de menos constante, obteve média entre 40% e 60%. A quantidade de chuva acumulada na época das avaliações, no inverno, foi de 0 mm de precipitação e, nas águas, superiores a 300 mm.

### **Efeito de óleo de nim nas doenças e pragas incidentes em feijão-vagem, nos plantios de inverno e das águas**

#### **Oídio**

Considerando que o oídio é favorecido em condições de clima quente e seco, além de baixos índices pluviométricos, justifica-se que, no plantio de inverno, tenha havido maior incidência desta doença que no plantio das águas. A doença foi mais frequente nos acessos da espécie *V. unguiculata* e em ambos os plantios, sendo que surgiu em todos os materiais de *P. vulgaris* somente no plantio das águas, nas parcelas não tratadas e com em baixa incidência, não ultrapassando os 19% (FIGURA 1). Além disso, verifica-se que houve redução significativa nas médias das incidências de oídio, em todos os tratamentos com o óleo, tanto no plantio de inverno quanto no das águas.

Nos materiais de *V. unguiculata* e no período de inverno, constata-se que o uso de 0,5% de nim reduziu em 24% a doença em G14, 79% em G17 e 44% em G20. No plantio das águas, verifica-se que, em G14, a redução da doença foi de 37%, seguida por G17 (24%) e G20 (13%). Entre os acessos mais resistentes ao oídio estão G01 e G12, ambos *P. vulgaris*. A análise da TABELA 1 permite verificar que houve diferenças estatísticas significativas (ao nível de 1% pelo teste Scott-Knott) entre as médias de áreas abaixo das curvas de progresso da doença (AACPD), tratadas e não tratadas com nim, nos acessos de *V. unguiculata*. Percebe-se redução das AACPD nas parcelas tratadas, com exceção de G14, no plantio das águas, que teve AACPD de 176 na testemunha e de 2206 nas pulverizadas com nim. Observa-se, também, que houve redução significativa de oídio nas parcelas tratadas, principalmente o acesso G17, mais suscetível.

Os resultados apresentados na FIGURA 2 representam as dinâmicas temporais de oídio no plantio de inverno. Verifica-se que a doença ocorreu mais precocemente nas testemunhas (com antecipação de aproximadamente 7 dias), além de terem atingido nível máximo de incidência em G17 com quase 100%, enquanto que, em parcelas tratadas, atingiram a incidência máxima em G14, com 45%. A FIGURA 3 é relativa à dinâmica temporal de oídio no período das águas, demonstrando um atraso no surgimento da doença (comparativamente ao período de inverno), tendo ocorrido somente aos 62 dias após o plantio. Nesta época, parcelas tratadas com o óleo apresentaram incidência máxima em G17, com 45%, enquanto não tratadas registraram 80% neste mesmo acesso.

Dados de produtividade (g/acesso) e respectivas análises estatísticas de cada acesso (TABELA 2), nos plantios de inverno e das águas, revelam que os acessos G12, de *P. vulgaris*, e G17, de *V. unguiculata*, são os mais produtivos, em ambos períodos e tratamentos. Não foi verificada diferença de produtividade entre parcelas tratadas e não tratadas com nim.

### **Outras doenças e pragas**

As demais doenças incidentes na cultura no ano de 2010 foram ferrugem, mancha angular, mosaico dourado, mosaico comum e mosaico rugoso do feijoeiro (“outros vírus”), no plantio de inverno e, além dessas, crestamento bacteriano, no plantio das águas.

No plantio de inverno, observa-se alta incidência de ferrugem apenas nos acessos de *P. vulgaris*, com maior valor em G19, com mais de 80% nas parcelas não tratadas e 20% nas parcelas que receberam o óleo de nim. As outras doenças (com exceção da mancha angular) ocorreram em baixa intensidade e nelas não se observou o efeito do óleo.

Verificou-se alta incidência de mancha angular principalmente nos acessos de *P. vulgaris* e no plantio das águas. As parcelas tratadas com o nim, no inverno, não tiveram efeito na redução da incidência da doença. No plantio das águas, o produto demonstrou pequeno efeito apenas nas variedades G17 e G20 (*V. unguiculata*), G12 e TSMB (*P. vulgaris*).

Quanto à incidência de pulgões (TABELA 3) verifica-se efeito positivo do nim no controle do inseto nas duas épocas de plantio, com exceção de G20. A população de pulgão somente foi observada na espécie *V. unguiculata* e houve maior incidência na época das águas, no acesso G14 não tratado. Na curva de progresso de incidência de pulgões durante o ciclo da cultura (FIGURAS 4A-B), além de se verificar pequeno efeito do óleo, percebe-se um declínio da população do inseto após 62 dias de plantio.

## **DISCUSSÃO**

### **Oídio**

Os resultados deste trabalho registram efeito redutor do óleo de nim (BIONEEM®) sobre a incidência de oídio, coincidindo com relatos de diversos autores. Porém, de maneira inédita para plantios de feijão-vagem em campo e ainda para a região do Distrito Federal, essa pesquisa aponta eficácia no controle utilizando-se o nim em distintas espécies de feijão-vagem.

Jayme *et al.* (1999) estudaram a eficiência de alguns produtos naturais no controle do oídio do feijoeiro (*E. polygoni*), dentre eles o nim, e verificaram que substâncias obtidas desta planta, quando pulverizadas duas vezes nas altamente infestadas com a doença, apresentavam níveis satisfatórios de controle. Da mesma forma, ao buscarem controles alternativos para este mesmo patossistema, Carneiro *et al.* (2007) e Carneiro (2008), avaliaram o efeito do óleo, do extrato de sementes e do extrato de folhas de nim em casas-de-vegetação e registraram que o óleo a 0,5%

controlou a doença, sem provocar fitotoxicidade, quando aplicado antes ou depois do surgimento dos sintomas. Já o extrato de sementes reduziu a doença nas três concentrações testadas (0,25%, 0,5% e 2%), mas o extrato de folhas não foi eficiente no controle do oídio do feijoeiro.

A eficácia de Neemzal, produto natural comercial do nim, foi testado por Singh & Prithiviraj (1997) no controle de oídio (*E. pisi*) em ervilhas (*Pisum sativum*), obtendo-se resultados de 100% na redução de parâmetros de crescimento do patógeno nas folhas da cultura. Os autores revelam que Neemzal induziu a reação de hipersensibilidade da planta, além de ter aumentado a concentração de proteínas dos fluidos intercelulares.

Três extratos de nim foram testados, dentre outros produtos alternativos, para o controle de *E. polygona* em feijões do gênero *Vigna*, de acordo com pesquisa de Rettinassababady *et al.* (2000). Concluiu-se que o extrato de sementes dessa planta foi eficaz na redução do crescimento do fungo e, além disso, aumentou a produção de grãos de feijão, concordando com o inscrito por Tohamy *et al.* (2002). Em ambos estudos, além do efeito positivo do nim no controle da doença, houve aumento da produtividade nas parcelas pulverizadas. Contrariamente a estes relatos, no presente trabalho, não se verificou relação entre as aplicações de nim e o aumento na produtividade de feijoeiro. Isso pode justificar-se pelo efeito do nim em induzir mecanismos de resistência na planta e, provavelmente, provocar acréscimo da taxa respiratória, reduzindo sua produtividade.

### **Outras doenças e pragas**

As demais doenças como mosaico dourado, ferrugem e mancha angular não sofreram redução em suas incidências com a aplicação do nim. Considerando que as pulverizações com o produto eram iniciadas somente após os primeiros sintomas de oídio (ou seja, aos 34 e 70 dias após os plantios, respectivamente, de inverno e das águas), sugere-se que as aplicações tenham sido feitas tardiamente para o controle das outras doenças, pois estas já eram incidentes em campo.

Neste trabalho não se constatou efeito do nim no controle de mosaico dourado do feijoeiro, provavelmente por este produto não ter conferido diminuição sobre a população da mosca branca (*B. tabaci*), vetora do vírus BGMV. Villas Bôas *et al.*

(1997A) apontou que o hábito deste inseto, em permanecer na superfície abaxial das folhas, dificulta a eficácia de produtos usados em seu controle, principalmente aqueles aplicados por pulverização. Além disso, o período crítico desse inseto na cultura do tomateiro, por exemplo, varia de 40 a 65 dias após a germinação das plantas, o que sugere que a sua eficácia é dependente da época de aplicação do produto e deve ser iniciada antes do período crítico e de maneira preventiva (Haji *et al.*, 2005).

Várias pesquisas sobre a capacidade inseticida do nim vêm sendo feitas e muitas delas comprovam sua eficácia. Bleicher *et al* (2007) estudaram extratos aquosos de folhas e de sementes de nim e uma formulação à base de azadiractina (comparando seus efeitos ao inseticida buprofezin) na redução do número de ninfas da mosca-branca, biotipo B, em melão (*Cucumis melo*), sob condições de casa de vegetação. A azadiractina foi eficiente em todas as doses, causando redução de até 98% na média de ninfas vivas. Resultados similares foram relatados por Pinheiro *et al* (2009), que determinaram a eficácia da planta com taxas de mortalidade da mosca-branca superiores a 80% para o primeiro, segundo e terceiro instares.

A ocorrência de mancha angular sofreu pequena redução em parcelas que receberam o extrato de nim, principalmente nos acessos G17 e G20, concordando com resultados de Carneiro *et al.* (2008), que verificaram o efeito óleo de sementes de nim sobre a redução do número de esporos de *Phaeoisariopsis griseola* e no controle da mancha angular do feijoeiro comum, principalmente quando as aplicações ocorriam antes da inoculação.

As aplicações de óleo de nim reduziram a incidência de pulgão-preto do feijoeiro, corroborando com dados de Gonçalves & Bleicher (2006). Os estudos foram direcionados ao efeito de azadiractina e extratos aquosos de sementes de nim, em casa-de-vegetação, para o controle do pulgão, *A. craccivora*, em feijão-de-corda (*V. unguiculata*). Na maioria das concentrações a azadiractina afetou significativamente as ninfas, com eficiência variando de acordo com a concentração, de 39,16 a 83,81%.

Santos *et al* (2004), objetivando avaliar efeitos de extratos aquosos de pó de amêndoas de nim sobre o desenvolvimento, sobrevivência e fecundidade de *A. gossypii*, praga do algodoeiro, verificaram que o produto é uma alternativa eficiente para o controle da praga, causando mortalidade de ninfas e reduzindo os períodos de sobrevivência e fecundidade.

Silva *et al.*, (2011), ao pesquisarem a incidência das principais pragas de feijão caupi, verificaram que o uso de óleo de nim aplicado aos 20, 30, 40 e 50 dias após o

plantio, foi eficiente no controle de pulgões-pretos em *V. unguiculata*, em Roraima, reduzindo incidência de plantas (porcentagem de plantas atacadas) com essa praga.

## CONCLUSÕES

-O óleo de extrato de nim reduziu a incidência e as médias da AACPD de oídio (*E. polygona*) em todos os acessos tratados;

-A incidência de mancha angular (*P. griseola*) foi reduzida nas parcelas tratadas com nim, com maior efeito nos acessos G17 e G20;

-Não houve efeito do óleo sobre a ferrugem (*U. appendiculatus*), o crestamento bacteriano (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) e as viroses (BGMV, BCMV e BRMV).

- O nim diminuiu a incidência de pulgões-pretos do feijoeiro (*A. craccivora*) em todos os acessos testados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi PA, Cuppels da, Lazarovits G (2003) Effect of foliar applications of neem oil and fish emulsion on bacterial spot and yield of tomatoes and peppers. *Canadian Journal Plant Pathology*, Ottawa, v.25, pp.41-48.
- Amadioha AC (2000) Controlling rice blast in vitro and in vivo with extracts of *Azadirachta indica*. *Crop Protection* 19:287-290.
- Araujo Junior JM, Marques EJ, Oiveira JV (2009) Potencial de isolados de *Metarhizium anisopliae* e *Beauveria bassiana* e do óleo de nim no controle do pulgão *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology* (38) 4: 520-525.
- Arriel EF, Santos JB, Ramalho, MAP (1991) Efeito do oídio no rendimento da cultura do feijão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26 (6): 849-852.
- Baptista M J, Resende FV, Oliveira AR (2007) Avaliação de produtos alternativos no manejo da pinta preta do tomateiro. *Revista Brasileira de Agroecologia*. v. 2, p.694-697.
- Barbosa F. R, Quintela ED, Bleicher E, Silva PHS da, Alencar JA, Haji FNP (2001) Manejo da mosca-branca na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no Nordeste do Brasil. Petrolina: Embrapa SemiÁrido, 12 p. (Embrapa Semi-Árido. Circular Técnica, 72)
- Barbosa FR, Quintela ED, Bleicher E, Silva PHS da (2004) Manejo da mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo B na cultura do feijão. In: HAJI, F. N. P.; BLEICHER, E. (Ed.). Avanços no manejo da mosca branca *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Petrolina: Embrapa Semi-Árido: 2004. cap. 10, p. 131-154.
- Barros BC, Oliveira SHF de, Leite LG, Ito MF, Campos TB, Oliveira CMG, Sanazzaro AM, Castro JL, Pinzan Jr NR (2000) Manual Técnico: Manejo integrado de pragas e doenças do feijoeiro. São Paulo. Secretaria de Agricultura e Abastecimento, v.3, p.90.
- Bettiol W & Astiarraga BD (1999) Possibilidades de controle de oídio (*Sphaerotheca fuliginea*) da abobrinha com leite cru. Jaguariúna: Embrapa/CNPMA, 7p.1998.
- Bettiol W & Stadnik MJ (2001) Controle alternativo de oídios. IN: Stadnik, MJ, Rivera MC (2001) Oídios. Jaguariuna, SP: Embrapa Meio Ambiente. p.145- 164
- Bettiol W (2001) Métodos Alternativos para o controle de doenças de plantas. Capítulo 5, pag 123-140. IN: Michereff SJ & Barros R (2001) Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife : UFRPE, Imprensa Universitária, 2001.
- Bettiol W(2004) Leite de Vaca Cru para o Controle de Oídio. Comunicado Técnico, Embrapa. Jaguariúna, SP. n.14. Abril, 2004.

Bettiol W, Astiarraga BD, Luiz AJB (1999) Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Protection*, v.18:489-492.

Bhutta AR, Bhatti MHR, Iftikhar A (1999) Effect of seed diffusates on growth on seed-borne fungi of sunflower. *Helia*, Novi Sad, v.22, n.31, pp.143-149.

Bianchini A, Maringoni AC, Carneiro SMTPG (1997) Doenças do feijoeiro. IN: Kimati H, Amorim L, Bergamin Filho A, Camargo Lea, Rezende JAM (1997) Manual de Fitopatologia. Doenças das Plantas Cultivadas, v. 2, 3 ed. P 380-382.

Bianchini A, Carneiro SMTPG, Leite Júnior RP (2000) Doenças do feijoeiro e seu controle. In: Instituto Agronômico do Paraná. Feijão: tecnologia de produção. Londrina: IAPAR, p.55-75. (Informe da Pesquisa 135).

Bleicher E, Gonçalves M, Silva L (2007). Efeitos de derivados de nim aplicados por pulverização sobre a mosca-branca em meloeiro. *Horticultura Brasileira* 25: 110-113.

Café-Filho AC, Coelho MVS, Souza VL (2001) Oídios de Hortaliças. In: Stadnik MJ & Rivera MC (2001) Oídios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, p.285-302

Camilli EC, Benato EA, Pascholati S, Cia P (2007) Avaliação de quitosana, aplicada em pós-colheita, na proteção de uva "Itália" contra *Botrytis cinerea*. *Summa Phytopathologica*, 33: 215-221.

Campbell CL & Madden LV (1990) Introduction to Plant Disease Epidemiology. New York NY. Wiley.

Carneiro SMTPG (2003) Efeito de extratos de folhas e do óleo de nim sobre o oídio do tomateiro. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.29: 262-265.

Carneiro SMTPG (2008) Efeito do Nim sobre Oídio e Antracnose. Informe da Pesquisa nº 155. agosto/08.

Carneiro SMTPG, Pignoni, E, Gomes JC (2008) Efeito do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) no controle da mancha angular do feijoeiro. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 10: 6-10.

Carneiro SMTPG, Pignoni, E, Vasconcellos ME da C, Gomes JC (2007) Eficácia de extratos de nim para o controle do oídio do feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, v.33: 34-39.

Carvalho PRS (2010) Extratos vegetais: potencial elicitor de fitoalexinas e atividade antifúngica em antracnose do cajueiro. 2010. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.

Castro JL, Ito MF, Maringoni AC, Balardim RS (2006) Desafios ao Controle de Doenças na Cultura do Feijoeiro nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Anais do VI Seminário Sobre Pragas, Doenças e Plantas Daninhas Do Feijoeiro. Instituto Agronômico de Campinas. Campinas (SP).

Cavalcante GRS (2011) Reação de subamostras de feijão-fava à antracnose e seu controle com extrato de nim. 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.

Costa JVTA, Bleicher E, Cysne AQ, Gomes FHQ (2010) Óleo e extrato aquoso de sementes de nim, azadiractina e acefato no controle do pulgão-preto do feijão-de-corda. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 40: 238-241.

Daayf , Schimitt A, Bélanger RR (1995) The effects os plant extracts of *Reynoutria sachalinensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Disease 79: 577-580.

Daferera DJ, Ziogas BN, Pollission MG (2003) The effectiveness of plant essential oils on the growth of *Botrytis cinerea*, *Fusarium* sp. and *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*. Crop Protection 22:39-44.

Dahlem AR, Possenti JC, Paulu D (2009) Produtos alternativos no controle de pragas na cultura do feijão-vagem em sistema orgânico. XIV SICITE - UTFPR - Volume I -Seção Agronomia

Das BC, Pankoj KS, Rahman MM (2008) Aphidicidal activity of some indigenous plant extracts against bean aphid *Aphis craccivora* Koch (Homoptera: *Aphididae*). Journal of Pest Science. Volume 81, Number 3, 153-159, DOI: 10.1007/s10340-008-0200-6

De Billerbeck VG, Roques CG, Bessiere JM, Fonvielle JL, Dargent R (2001) Effects of *Cymbopogon nardus* (L.) W. Watson essential oil on the growth and morphogenesis of *Aspergillus niger*. Canadian Journal Microbiology 47:9- 17. APUD: Kishore GH, Pande, Harish S (2007) Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. Plant Disease 91:375-379.

El Ghaouth A, Arul J, Grenier J, Asselin A (1992) Antifungal activity of chitosan on two postharvest pathogens of strawberry fruits. Phytopathology, 82: 398-402.

Fiori ACG, Schwan- Estrada KRF, Stangarlin JR, Vida JB, Scapim CA, Cruz MES, Pascholati SF (2000) Antifungal activity of leaf extracts and essential oils of some medicinal plants against *Didymella bryoniae*. Journal Phytopathology 148:483-487.

Ghfir B, Fonvielle JL, Dargent R (1997) Influence of essential oil of *Hyssopus officinalis* on the chemical composition of the walls of *Aspergillus fumigatus* (Fresenius). Mycopathologia 138(1):7-12

Ghini R (2001) Controle químico e resistência de oídios a fungicidas. In: Stadnik MJ & Rivera MC (2001) Oídios. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente p.145- 164. 2001.

Glawe DA (2008) The Powdery Mildews: A review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. Annual Review of Phytopathology 46:27–51.

Gonçalves MEC & Bleicher E (2006) Atividade sistêmica de azadiractina e extratos aquosos de sementes de nim sobre o pulgão-preto em feijão-de-corda. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.2, p.177-181.

Gravena S & Benvenega SR (2003) Manual prático de manejo de pragas do tomate. Jaboticabal SP, Gravena Ltda. 144 p.

Haji FNP, Mattos MAA, Alencar JA, Barbosa FR, Paranhos BJ (2005) Manejo da Mosca-branca na cultura do tomate. Circular técnica da Embrapa, no. 81. Disponível no endereço [http://www.cpatas.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/CTE81.pdf](http://www.cpatas.embrapa.br/public_eletronica/downloads/CTE81.pdf)

Homma Y, Arimoto Y, Misato T (1981) Effect of sodium bicarbonate on each growth stage cucumber powdery mildew fungus (*Sphaerotheca fuliginea*) in its life cycle. Journal Pesticide Science 6: 201-209, 1981.

INMET. Gráficos sobre os parâmetros meteorológicos da estação de Brasília/DF. Meses de junho e dezembro de 2009 e 2010. [http://www.inmet.gov.br/sim/gera\\_graficos.php?chklist=&UF=DF&mostrar=&imgmap=.%2Fimgs%2Fmapas%2Fest\\_DF.gif&Data=02%2F2012&Data2=2012](http://www.inmet.gov.br/sim/gera_graficos.php?chklist=&UF=DF&mostrar=&imgmap=.%2Fimgs%2Fmapas%2Fest_DF.gif&Data=02%2F2012&Data2=2012)

Isman BM (2000) Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection 19:603-608.

Ito MF, Castro JL de, Peterossi Jr N (2000) Controle químico de antracnose, mancha angular e oídio do feijoeiro. IN: Dia de Campo de Feijão 16, 2000, Capão Bonito, Anais. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. p.27-30.

Jasper M, Dalla Pria M, Silva AA (2009) Uso do leite de vaca in natura no controle de oídio na cultura da gérbera. Summa Phytopathologica, v.35, n.4, p.322-324.

Jayme BO, Castro CS, Rios GP, Neves BP (1999) Eficiência de produtos de origem natural no controle de oídio (*Erysiphe polygoni*) do feijoeiro. Fitopatologia Brasileira 24: 293. 1999 (suplemento).

Kimati H (1995) Controle Químico. In: Bergamin Filho A, Kimati H, Amorim, L (1995) Manual de Fitopatologia. Vol. 1. Capítulo 38. Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo, p.761-785. 1995.

Kimati H, Gimenes-Fernandes N, Soave J, Kurozawa C, Brignani Neto F, Bettiol W (1997) Guia de fungicidas agrícolas: recomendações por cultura. 2.ed. Jaboticabal: Grupo Paulista de Fitopatologia, 225p.

Kishore GH & Pande S (2004) Natural fungicides for management of phytopathogenic fungi. Annual Review Plant Pathology 3:331-356.

Kishore GH, Pande S, Harish S (2007) Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. Plant Disease 91:375-379.

Knobloch K, Pauli A, Iberl B, Weis N, Weigand H (1989) Antibacterial activity and antifungal properties of essential oil components. J. Essent. Oil Res. 1:119-128.

Lagos FS (2009) Uso de leite de vaca no controle de oídio em feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*). Dissertação de mestrado apresentada no programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFTPR, Paraná.

Leite, CD, Botelho, RV, Broetto D, Machado D, Maia AJ, Faria CMDR (2009) Controle Pós-Colheita da Podridão Amarga da Maçã com o Uso do Óleo de Nim. Revista Brasileira de Agroecologia, nov, Vol. 4, No. 2. Resumos do VI CBA e II CLAA

Liu J, Tian S, Meng X, Xu Y (2007) Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruits. Postharvest biology and technology, 44: 300-306, 2007.

Lopes CA & Ávila AC (2003) Doenças do pimentão. Brasília: Embrapa Hortaliças, 96pp.

Lopes CA, Reis A, Boiteux LS (2005) Doenças fúngicas. IN: Lopes CA & Ávila AC (ed.). Doenças do Tomateiro. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. p.17-51

Lovato BV & Vendramim JD (2004) Eficiência de formulações comerciais a base de nim em relação a *Bemisia tabaci* (Genn.) biótipo B. IN: ANAIS CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA,20, Gramado: SEB. p. 588.

Lowery DT & Isman MB (1994) Insect growth regulating effects of neem extract and azadirachtin on aphids. Entomologia Experimentalis et Applicata 72: 77-74.

Lowery DT, Isman MB, Brard NL (1993) Laboratory and field evaluation of neem for the control of aphids (*Homoptera: Aphididae*). Journal of Economic Entomology 86: 864-870.

Marques RP & Pereira GT (2004) Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogênicos em meios contendo diferentes concentrações do óleo de Nim (*Azadirachta indica*)- Ciência Rural v.34, n.6, p. 1675-1680, nov/dez.

Martinez SS (2002) Composição do nim. In: Martinez, S.S. O Nim – *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção. Londrina: Instituto Agrônômico do Paraná, 2002. p. 23-30.

Maurya S, Singh DP, Srivastava JS, Singh VP (2004) Effect of Some Plant Extracts on Pea Powdery Mildew (*Erysiphe pisi*) Annals of Plant Protection Sciences- V.12: 288-291.

Medice R, Alves E, Assis RTA, Magno Júnior RG, Lopes EAGL (2007) Óleos essenciais no controle da ferrugem asiática da soja *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. Ciência Agrotécnica, Lavras, v. 31, p. 83-90.

Michereff SJ & Barros R (2001) Proteção de plantas na agricultura sustentável. Recife : UFRPE, Imprensa Universitária, 2001.

Mordue (LUNTZ) AJ & Nisbet AJ (2000) Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. Anais da Sociedade Entomológica Brasileira, v. 29, n. 4, p. 615-632.

Mossini SAG & Kemmelmeier C (2005) A árvore de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss.): Múltiplos Usos. Acta Farm. Bonaerense 24 (1): 139-48. Mycopathologia 138:7-12.

Neves BP & Pacheco MB (2000) Eficiência do óleo de nim no controle da mosca-branca (*Bemisia tabaci* biótipo B) do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS 1. Anais.Fortaleza: ACC. p. 76.

Nuñez-Palenius HG., Hopkins D, Cantliffe DJ (2006) Powdery Mildew of Cucurbits in Florida. Horticultural Sciences Department, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS32100.pdf>

Oeco (2011) Relatório sobre agrotóxicos no Brasil confirma riscos. <http://www.oeco.com.br/noticias/25498-relatorio-sobre-agrotoxicos-no-brasil-confirma-riscos>

Oliveira VR, Gianasi L, Mascarenhas MHT, Pires NM, Filho JAA, Viana MCM, Lara JFR(2002) Controle de oídio em moranga-híbrida. Horticultura Brasileira vol 20 (Supl.) :2.

Pasini C, Daquila F, Curir P, Gullino ML (1997) Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. Crop Protection 16:251-256.

Pignoni E & Carneiro SMTPG (2005) Severidade da antracnose em feijoeiro e pinta preta em tomateiro sob diferentes concentrações de óleo de nim em casa de vegetação. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais 8:68-72.

Pinheiro PV, Quintela ED, Oliveira JP, Seraphin JC (2009) Toxicity of neem oil to *Bemisia tabaci* biotype B nymphs reared on dry bean. Pesquisa Agropecuária Brasileira v.44, n.4, p.354-360.

Quintela ED, Pinheiro PV (2004) Efeito de extratos botânicos sobre a oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo B em feijoeiro. Comunicado Técnico 92. Santo Antônio de Goiás GO. Embrapa Arroz e Feijão.

Quintela ED, Pinheiro PV (2009) Redução da Oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Folhas de Feijoeiro Tratadas com Extratos Botânicos. BioAssay 4:8.

Raju SG & Anilkumar TB (1991) Evaluation of certain cowpea genotypes for partial resistance to powdery mildew (*Erysiphe polygoni*). Journal of Phytopathology Volume 133: 201-208.

Reis A, Boiteux LS, Lopes CA, Henz GP (2005) *Oidiopsis haplophylli* (*Leveilula taurica*): um patógeno polífago e amplamente distribuído no Brasil. Comunicado Técnico Embrapa Hortaliças 26 ISS 1414-9850.

Rettinassababady C, Ramadoss N, Thirwneni Pandit Jawaharlal Nehru S (2000) Effect of plant extract in the controlo f powdery mildew of blackgram (*Erysiphe polygoni* DC). *Agriculture Science Digest*, 20 (3) : 193-194,2000.

Rezende JAM, Fancelli MI (1997) Doenças do mamoeiro *Carica papaya* L. In: Kimati H, Amorim L, Bergamin Filho A, Camargo LEA, Resende JAM. (Eds.) Manual de Fitopatologia. Doenças das plantas cultivadas. Ceres SP. pp. 486-496.

Ribeiro B, Silva UC, Galli MA (2001) Uso de extrato da folha de primavera no controle de vírus do mosaico, e do leite de vaca no controle do oídio na cultura da abobrinha. *Revista Ecosystema* v. 26(1) p. 105-106

Ribeiro NC (2010) Potencial inseticida de óleos essenciais de espécies do gênero *Citrus* sobre *Bemisia tabaci* (GENN, 1889) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). Dissertação de Mestrado. Recife PE. Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Rodrigues FA, Fernandes JJ, Martins M (1999) Influência de sementeiras sucessivas de feijoeiro na severidade da mancha-angular e ferrugem e perdas na produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34:1373-1378.

Roel AR (2001) Utilização de plantas com propriedades inseticidas: uma contribuição para o desenvolvimento rural sustentável. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local, Campo Grande* 1:43-50.

Rosalém CA & Marubayashi OM (1994) Seja o doutor do seu feijoeiro. Arquivo do agrônomo numero N°7: Piracicaba-SP- Potafos.

Santin RCM, Campos AD, Antunes IF, Osorio V, Figueiredo JG, Barbieri G, Gonçalves A (2007) Produtos alternativos para o controle da antracnose do feijão. *Revista Brasileira de Agroecologia* v. 2, n. 1 Resumos do II Congresso Brasileiro de Agroecologia.

Santos TM, Costa NP, Torres AL, Boica Junior AL (2004) Effect of neem extract on the cotton aphid. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39:1071-1076.

Sartorato A & Rava CA (1994) Principais Doenças e Pragas do Feijoeiro Comum no Brasil. Goiânia. EMBRAPA-CNPAF.

Sartorato A, Rava CA, Rios GP (1996) Doenças fúngicas e bacterianas da parte aérea. In: Araújo RS, Rava CA, Stone LF, Zimmermann MJ (Eds.) *Cultura do feijoeiro comum no Brasil*. Piracicaba. POTAFOS. pp.669-700.

Sartorato A, Rava CA, Yokoyama M (1983) Principais Doenças e Pragas do Feijoeiro Comum no Brasil. Goiânia GO EMBRAPA-CNPAF.

Sartorato A, Yorinori JT (2001) Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. IN: Stadnik MJ, Rivera MC (Eds.) Oídios. Jaguariúna SP: Embrapa Meio Ambiente. pp. 255-284.

Schmutterer H (1995) The neem tree *Azadirachta indica* A. Juss. and other meliaceous plants. Weinheim. VCH.

Schwan-Estrada KRF, Stangarlin JR, Cruz M (2003) Uso de plantas medicinais no controle de doenças de plantas. Fitopatologia Brasileira 28 (supl.):554-556.

Schwan-Estrada KRF, Starling JF (2005) Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais na indução de resistência. In: Cavalcanti LS, Di Piero RM, Cia P, Pascholati SF, Resende MLV, Romeiro RS (Eds.) Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba SP. FEALQ. pp. 125-138.

Silva CC, Costa EEGC, Ramos HTF, Guimaraes RT, Garcia AH (1996) Não-preferencia para ovoposição de *Zabrotes subfasciatus* (Boheman, 1833) em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratado com diferentes produtos de origem vegetal. Revista Pesquisa Agropecuária Tropical volume 26, no. 2, jul/dez, pag 51-56.

Silva DCO, Alves JMA, Albuquerque JAA, Lima ACS, Veloso MES, Silva LS (2011) Controle de insetos-praga do feijão-caupi no cerrado de Roraima. Revista Agroambiente On-line 5:212-219.

Silva GH, Souza PF, Henriques IGN, Campelo JG, Alves GS (2010) Extrato de alho e nim em diferentes concentrações com efeito fungicida em sementes de chorão (*Poecilanthe ulei*). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável volume 5, no.4.

Silva GS & Pereira AL (2008) Efeito da incorporação de folhas de nim ao solo sobre o complexo *Fusarium x Meloidogyne* em quiabeiro. Summa Phytopathologica 34:368-370.

Silva LD, Bleicher E, Araújo AC (2003) Eficiência de azadiractin no controle da mosca branca em meloeiro sob condições de casa de vegetação e campo. Horticultura Brasileira 21:198-201.

Singh HB & Singh UP (1997) Effect of volatiles of some plant extracts and their oils on conidia of *Erysiphe polygoni* DC. Australasian Plant Pathology 10:66-67.

Singh UP & Prithviraj B (1997) Neemazal, a product of neem (*Azadirachta indica*), induces resistance in pea (*Pisum sativum*) against *Erysiphe pisi*. Physiological and Molecular Plant Pathology 51:181-194.

Souza VL, Café- Filho AC (2003) Resistance to *Leveillula taurica* in the genus *Capsicum*. Plant Pathology, v.52. p.613-619.

Stadnik MJ & Rivera MC (2001) Oídios. Jaguariuna SP. Embrapa Meio Ambiente.

Stadnik MJ (2001) História e taxonomia de oídios. In: Stadnik MJ, Rivera MC (Eds.) Oídios. Jaguariuna SP. Embrapa Meio Ambiente. pp.3-30.

Staub T (1991) Fungicide resistance: practical experience with antiresistance strategies and the role of integrated use. *Annual Review of Phytopathology* 29:421-442.

Steinhauer B (1999) Possible ways of using the neem tree to control phytopathogenic fungi. *Plant Research and Development* 50:83-92.

Tohamy MRA, AlyAZ, Abd-El-Moity, Atia MM, Abed-El-Moneim ML (2002) Evaluation of some plant extracts in control damping-off and mildew diseases of cucumber. *Egypt. J. Phytopathol*, v. 30 (2): 71-80.

Venzon M, Rosado MC, Pallini A, Fialho A, Pereira CJ (2007) Toxicidade letal e subletal do nim sobre o pulgão-verde e seu predador *Eriopsis conexa*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42:627-631.

Vidal VL, Junqueira AMR, Peixoto N, Moraes EA (2007) Desempenho de feijão-arbustivo, sob cultivo orgânico em duas épocas. *Horticultura Brasileira* 25:10-14.

Vigo SC, Maringoni AC, Câmara RC, Lima GPP (2009) Ação de tinturas e óleos essenciais de plantas medicinais sobre o cretamento bacteriano comum do feijoeiro e na produção de proteínas de indução de resistência. *Summa Phytopathologica* 35:293-304.

Villas Bôas .L, França FH, Ávila AC, Bezerra IC (1997) Manejo integrado da mosca-branca *Bemisia argentifolii*. Brasília. Embrapa-Cnpq (Embrapa-Cnpq. Circular técnica da Embrapa Hortaliças, 9).

Volf O, Steinhauer B (1997) Fungicidal activity of neemleaf extracts. *Faculteit-Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen-Gent* 62:1027.

Wijesekara ROB, Ratnatunga CM, Durbeck K (1997) The Distillation of Essential Oils. *Manufacturing and Plant Construction Handbook*. Protrade, Department of Foodstuffs & Agricultural Products, Eschborn, Federal Republic of Germany. APUD: Kishore GK, Pande S, Harish S (Eds.) Evaluation of essential oils and their components for broad-spectrum antifungal activity and control of late leaf spot and crown rot diseases in peanut. *Plant Disease* 91:375-379

Zatarim M, Cardoso AII, Furtado EL (2005) Efeito de tipos de leite sobre oídio em abóbora plantadas a campo. *Horticultura Brasileira* 23:198-201.

**TABELA 1:** Áreas Abaixo das Curvas de Progresso das Doenças (AACPD) dos acessos mais suscetíveis (G14,G17 e G20), nas parcelas não tratadas e tratadas com nim, no plantio de inverno e no plantio das águas de 2010 .

ESPÉCIE	INVERNO		
	ACESSOS	AACPD	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>V. unguiculata</i>	<b>G14</b>	3925 aA	320 bB
	<b>G17</b>	2455 aA	568 aB
	<b>G20</b>	3300 aA	313 bB

ESPÉCIE	ÁGUAS		
	ACESSOS	AACPD	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>V. unguiculata</i>	<b>G14</b>	176 cA	2206 aB
	<b>G17</b>	9499 aA	746 aB
	<b>G20</b>	3066 bA	1332 aB

\*\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

**TABELA 2:** Produtividade de todos os materiais (g/acesso), nas parcelas não tratadas e tratadas com nim, no final do plantio de inverno e no plantio das águas de 2010 .

ESPÉCIE	INVERNO		
	ACESSOS	PRODUTIVIDADE	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>V. unguiculata</i>	G14	580 aB	590 cA
	G17	1600 aA	1560 aB
	G20	960aA	700 bB
MÉDIA		1046,67	950

ESPÉCIE	INVERNO		
	ACESSOS	PRODUTIVIDADE	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>P. vulgaris</i>	G01	1500 cB	1600 cA
	G12	2000 aB	2800 aA
	G19	1700 bB	2400 bA
	HTR	1000 dB	1400 dA
	TSMB	380 eA	400 eA
MÉDIA		1316	1720

ESPÉCIE	ÁGUAS		
	ACESSOS	PRODUTIVIDADE	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>V. unguiculata</i>	G14	415 cB	1260 bA
	G17	1700 aA	1580 aB
	G20	655 bB	955 cA
MÉDIA		923	1265

ESPÉCIE	ÁGUAS		
	ACESSOS	PRODUTIVIDADE	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>P. vulgaris</i>	G01	800 cA	600 eB
	G12	2000 aA	1920 aB
	G19	565 eB	950 cA
	HTR	1150 bA	1000 bB
	TSMB	680 dA	655 dB
MÉDIA		1039	1025

\*\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

**Tabela 3:** Incidência de pulgão-preto (*Aphis craccivora*), em acessos de feijão-vagem (porcentagem de plantas atacadas) da espécie *Vigna unguiculata*, nos plantios de inverno e das águas no ano de 2010.

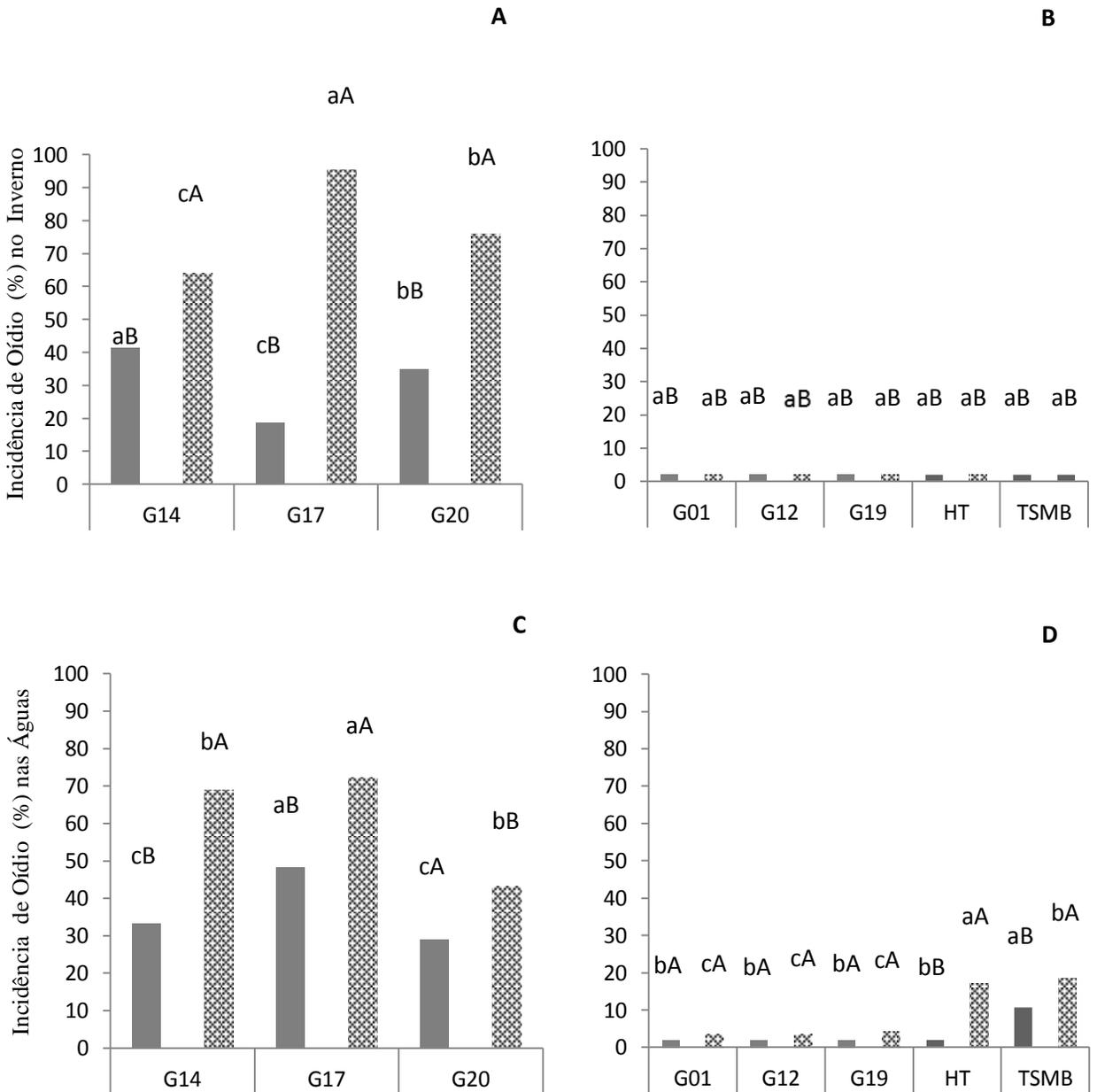
ESPÉCIE	INVERNO		
	ACESSOS	PULGÃO	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>V. unguiculata</i>	G14	5,33aA	1,14 cB
	G17	7,56aA	4,16 bB
	G20	6,89 aB	11,59aA

MÉDIA GERAL= 6,11

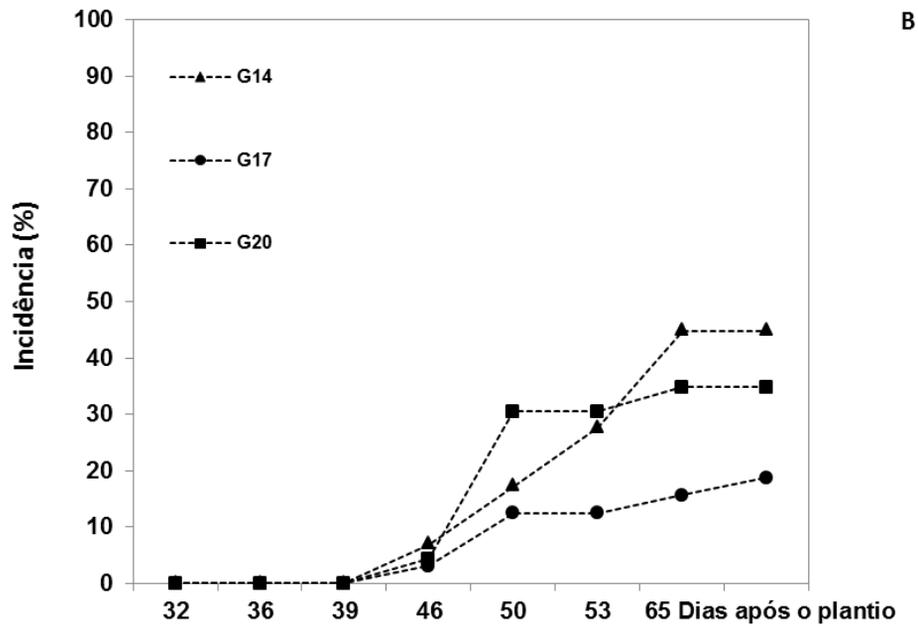
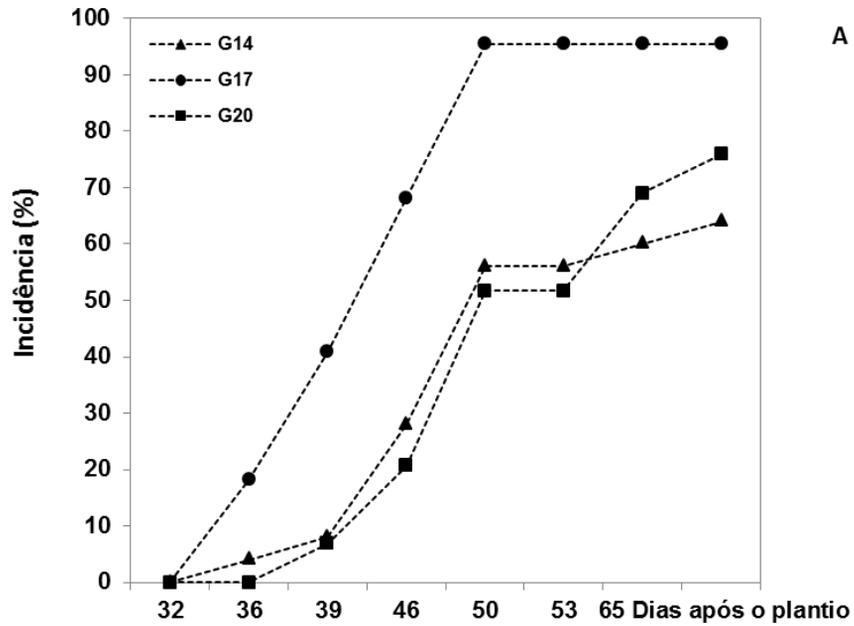
ESPÉCIE	ÁGUAS		
	ACESSOS	PULGÃO	
		TESTEMUNHA	NIM
<i>V. unguiculata</i>	G14	34,66 aA	14,44 cB
	G17	27,58 bA	22,22 aB
	G20	26,66 cA	15,55 bB

MÉDIA GERAL= 23,52

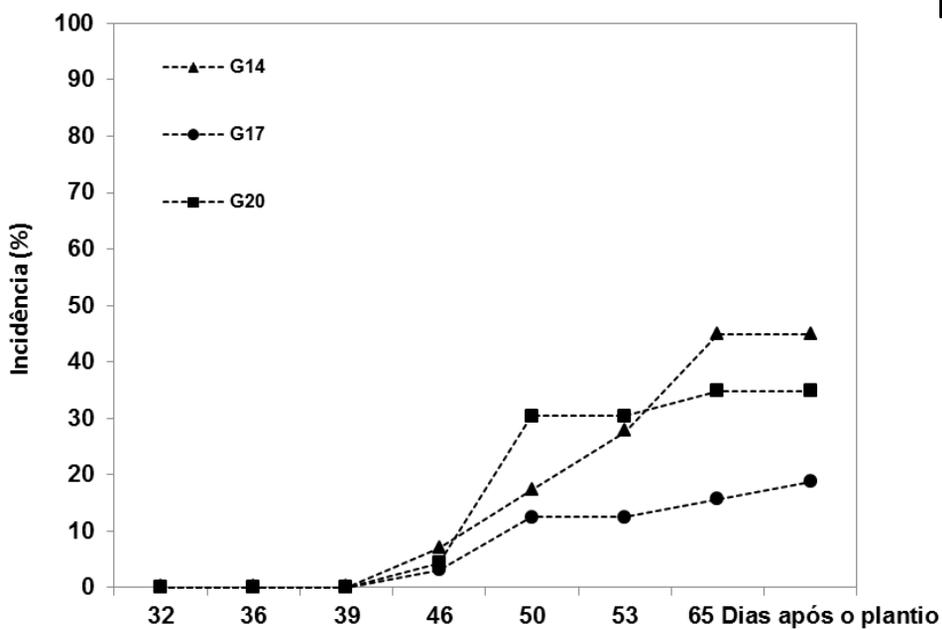
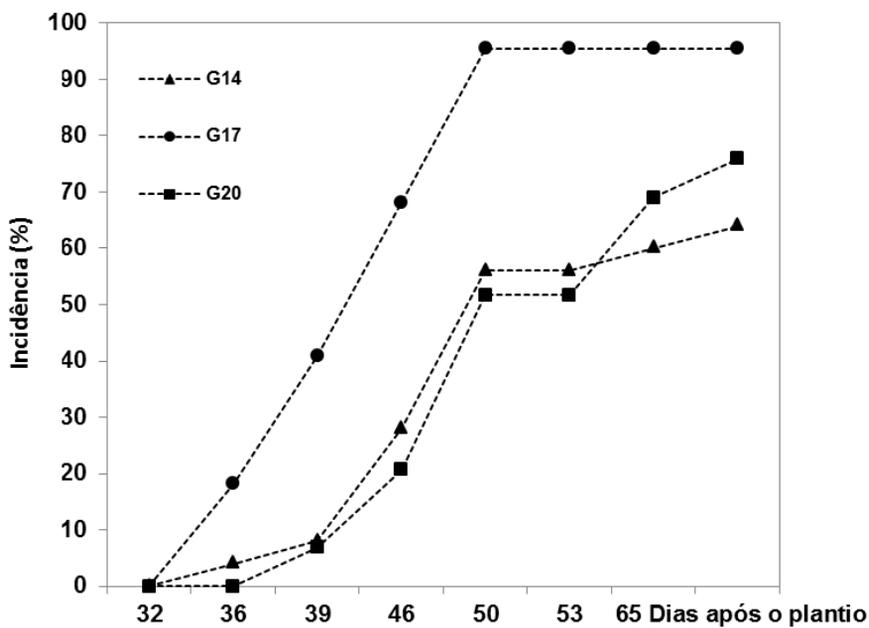
\*\*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.



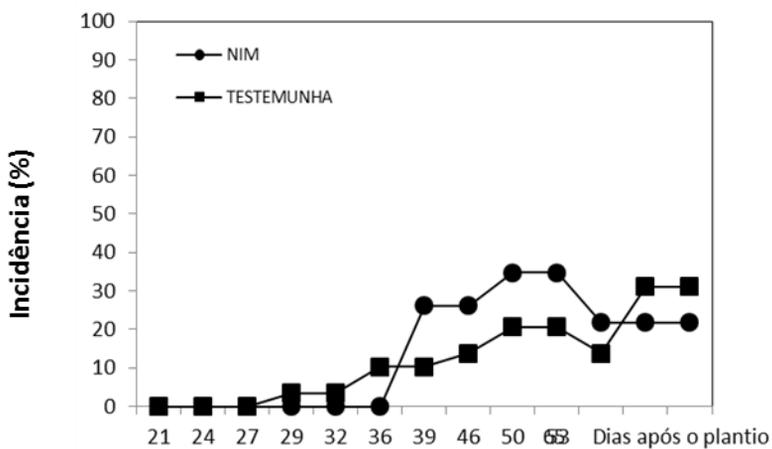
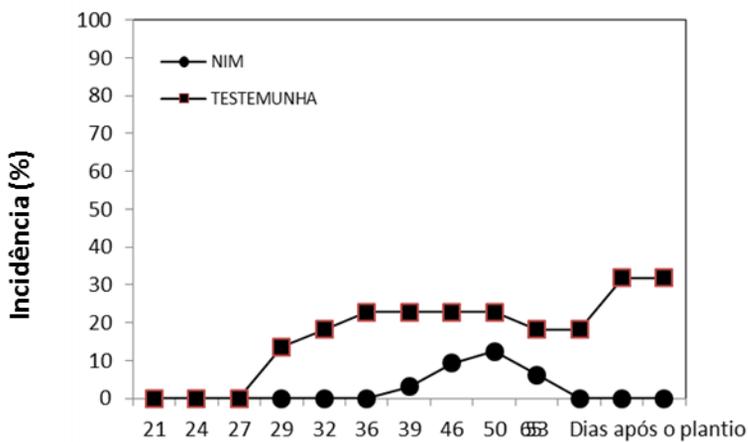
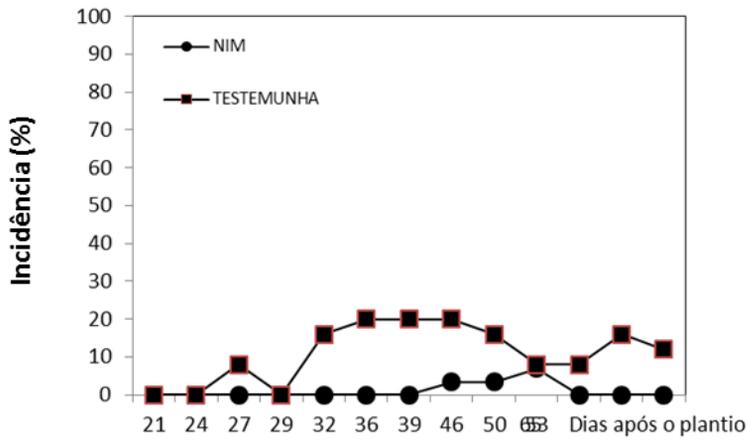
**FIGURA 1:** Efeito do óleo de nim na incidência de oídio (porcentagem de plantas com sintomas), ao final do ciclo, em acessos de feijão-vagem das espécies *Vigna unguiculata* (A,C) e *Phaseolus vulgaris* (B,D), no Plantio de Inverno e das Águas no ano de 2010 em Brasília/DF. Barras escuras: parcelas tratadas com nim; Barras claras: parcelas não tratadas.



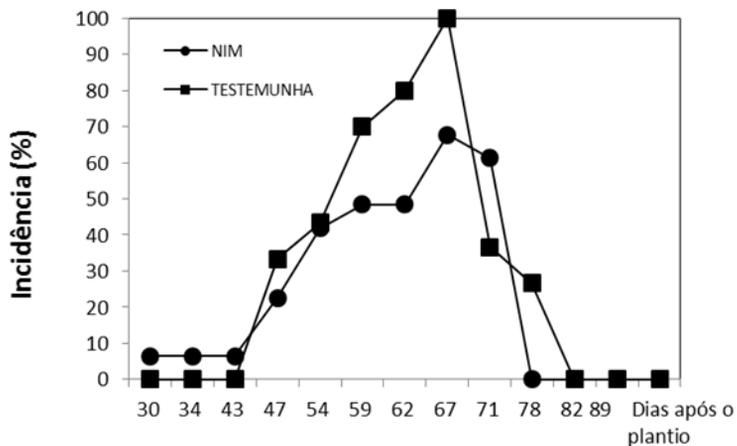
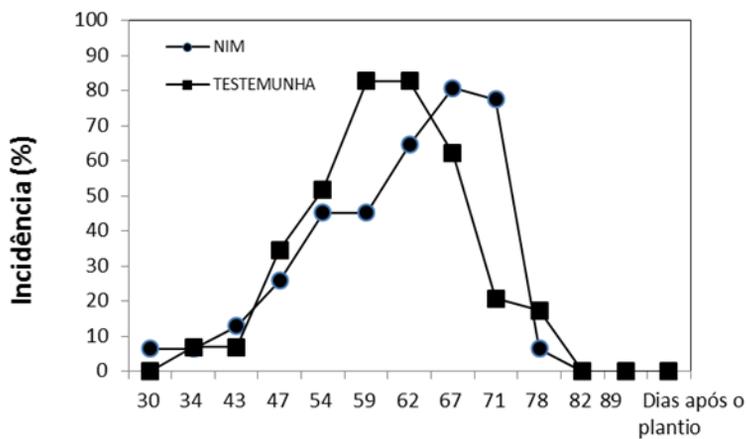
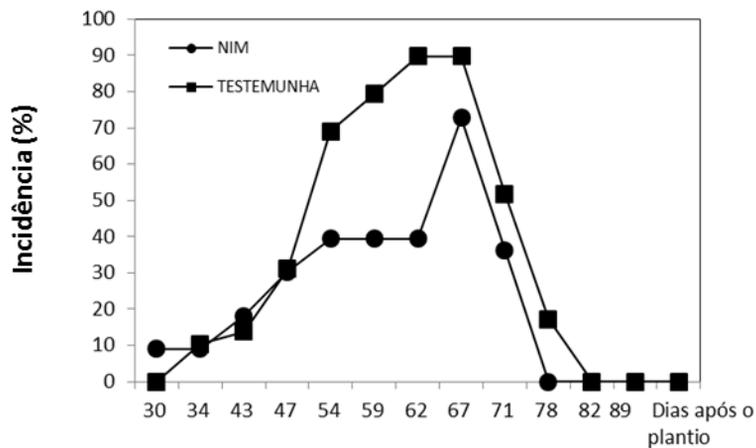
**FIGURA 2:** Curvas de progresso de oídio (porcentagem de plantas com sintomas) em parcelas não tratadas (**A**) e tratadas com óleo de nim (**B**) em acessos de *Vigna unguiculata*. Plantio de Inverno no ano de 2010.



**FIGURA 3:** Curvas de progresso de oídio (porcentagem de plantas com sintomas) em parcelas não tratadas (**A**) e tratadas com óleo de nim (**B**) em acessos de *Vigna unguiculata*. Plantio das Águas no ano de 2010.



**FIGURA 4A:** Incidência de pulgões-pretos em acessos de *V. unguiculata* (porcentagem de plantas com insetos), durante o ciclo da cultura em parcelas tratadas e não tratadas com óleo de nim. Plantio de Inverno no ano de 2010.



**FIGURA 4B:** Incidência de pulgões-pretos em acessos de *V. unguiculata* (porcentagem de plantas com insetos), durante o ciclo da cultura em parcelas tratadas e não tratadas com óleo de nim. Plantio das Águas no ano de 2010.

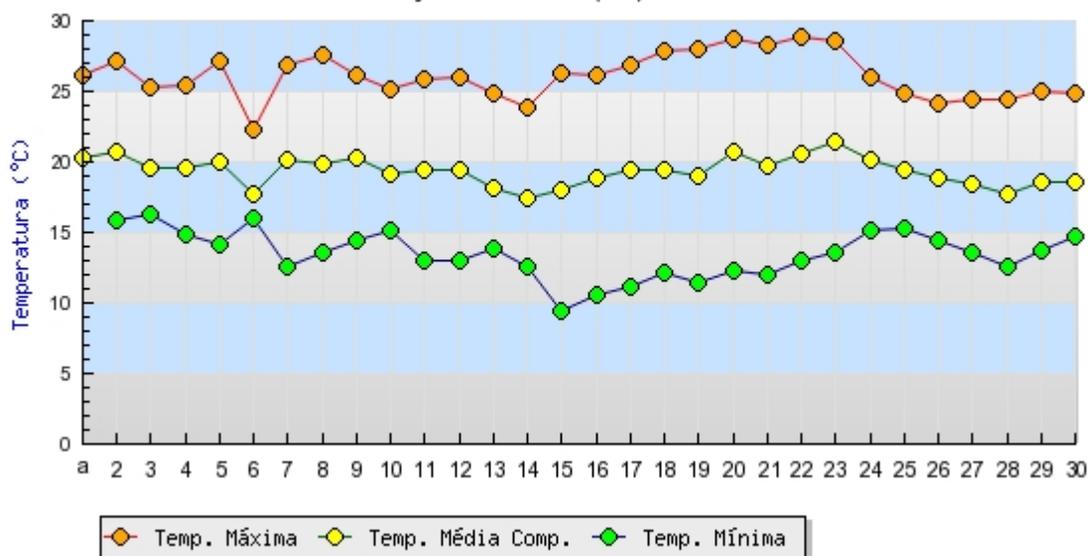
## **ANEXOS**

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Temperaturas Diárias (Máxima, Média, Mínima)

Estação: BRASILIA (DF) - 06/2010

A

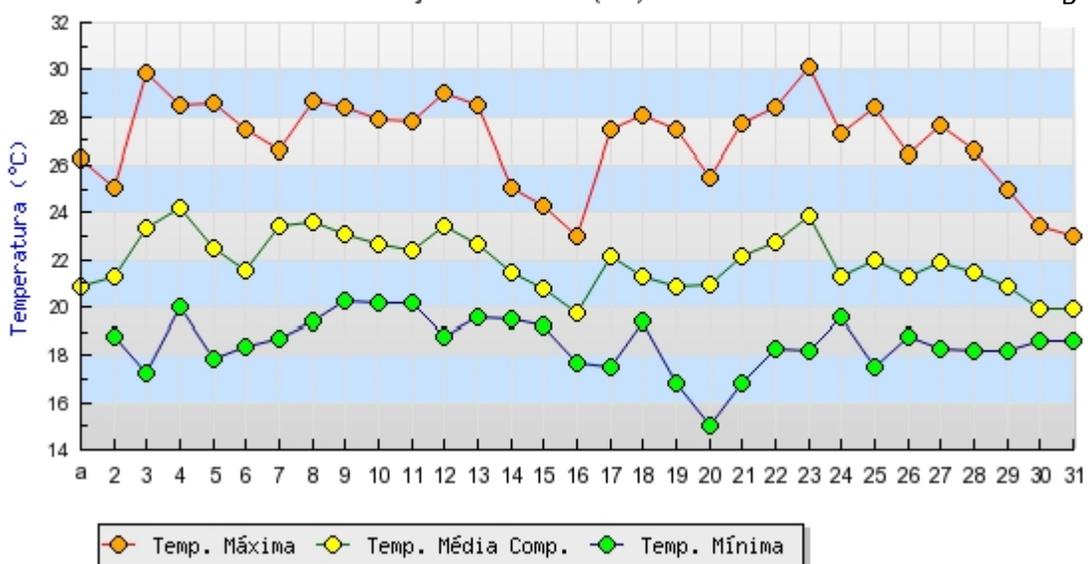


Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Temperaturas Diárias (Máxima, Média, Mínima)

Estação: BRASILIA (DF) - 12/2010

B



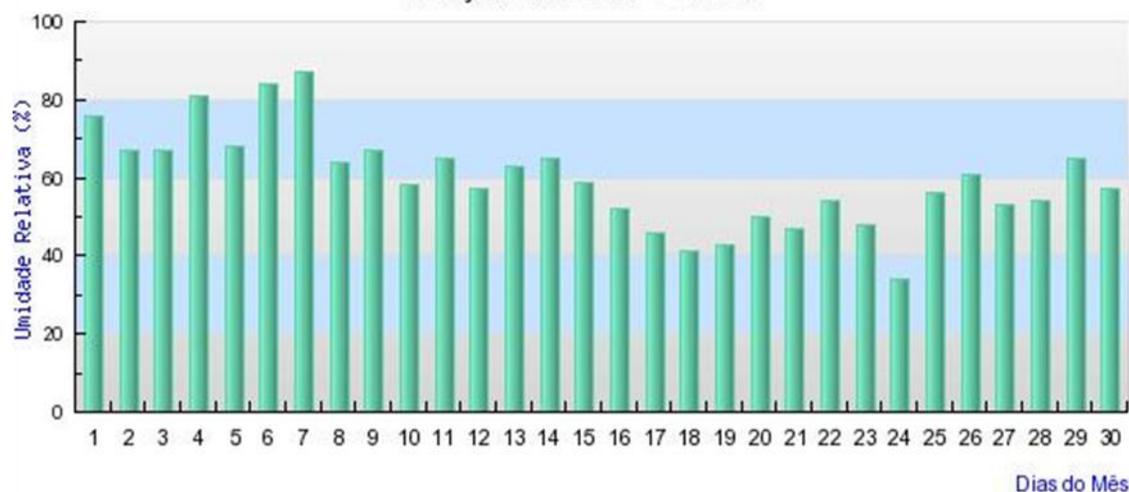
Dados climáticos nos finais dos plantios no ano de 2010 (meses de junho e dezembro). (A) Temperaturas diárias no Plantio de Inverno e (B) no Plantio das Águas. (C) Umidade Relativa do Ar 0h no Plantio de Inverno e (D) no Plantio das Águas. (E) chuva acumulada mensal x dias de chuva no ano de 2010.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Umidade Relativa do Ar 00h UTC

Estação: BRASILIA - 06/2010

C

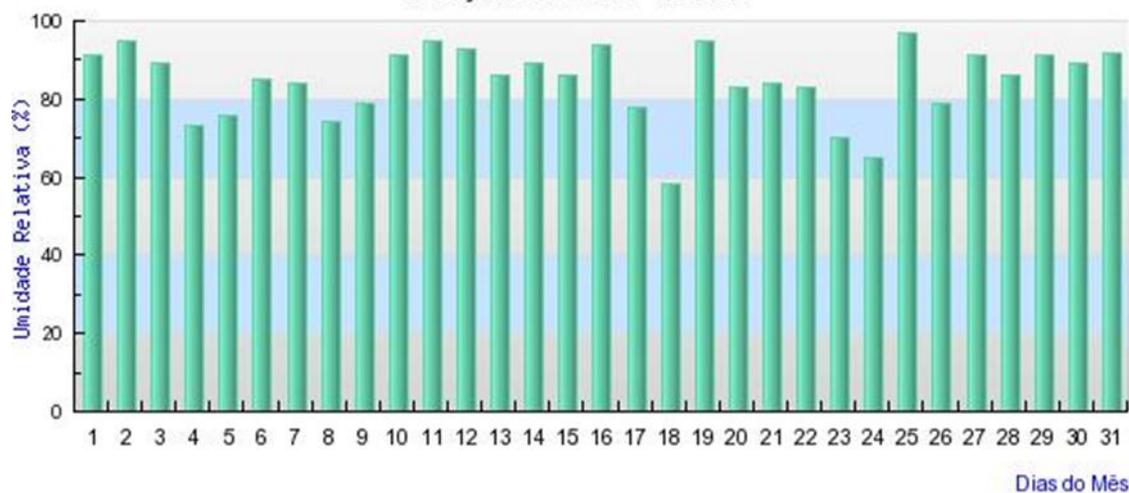


Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Umidade Relativa do Ar 00h UTC

Estação: BRASILIA - 12/2010

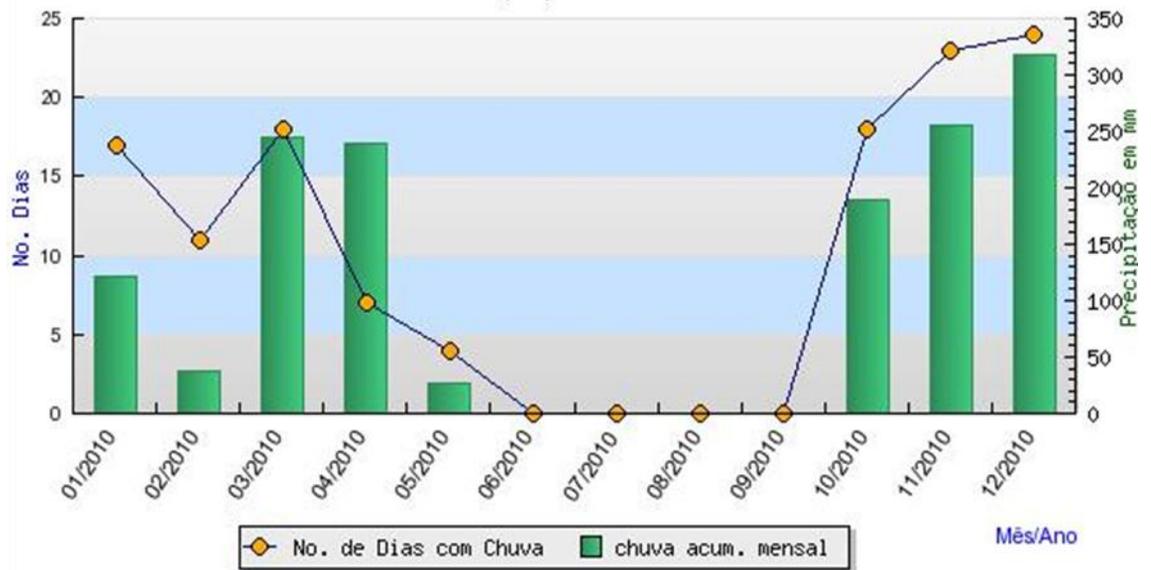
D



Instituto Nacional de Meteorologia - INMET

Chuva Acumulada Mensal X Nº de Dias com Chuva  
BRASILIA (DF) - Para o Ano: 2010

E



### **Capítulo 3**

Anatomia e histoquímica foliar de espécies de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*) e correlação com resistência a oídio (*Erysiphe polygoni*)

### RESUMO DO CAPÍTULO III

Peculiaridades na estrutura da planta podem contribuir para resistência a fatores adversos, bióticos ou abióticos. Estudos comparativos anatômicos e histoquímicos entre os gêneros *Phaseolus* e *Vigna* são inéditos para o patossistema oídio em feijão-vagem, mas correlações entre fatores estruturais de outras culturas agrícolas e a reação a vários patógenos já foram registrados. O presente trabalho objetivou analisar a anatomia e histoquímica foliar de *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*, em condições pré e pós-infeccionais, correlacionando com a reação à infecção por oídio (*Erysiphe polygoni*). Os resultados visam um melhor entendimento das interações patógeno-hospedeiro e poderão constituir em ferramenta auxiliar ao melhoramento genético dos hospedeiros. Os acessos de *P. vulgaris* (TSMB resistente) e de *V. unguiculata* (G14 e G17, suscetíveis) foram selecionados a partir de diferentes respostas de resistência ao oídio (*E. polygoni*), em campo. O estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica da Universidade de Brasília. Após serem fixadas e transferidas para etanol, amostras foliares foram cortadas em micrótomo de mesa tipo Ranvier, para obtenção de secções paradérmicas e transversais. Foi possível verificar relações entre a anatomia e a histoquímica foliar das espécies estudadas e a reação ao oídio. Além disso, observou-se correlação negativa entre a densidade de estômatos (na superfície adaxial) e a suscetibilidade à doença. Foi constatada penetração direta através das células comuns da epiderme. A penetração do fungo pelos estômatos não foi observada. Verificou-se três tipos de tricomas nos diferentes acessos: tector uncinado, tector reto e glandular. Conferiu-se que os acessos de *Vigna* não apresentam tricomas uncinados e que essa é uma característica anatômica de diferenciação de espécies. Quanto aos resultados dos testes de histoquímica, verificou-se que os lipídeos cuticulares são apenas constituintes da cutícula e, supostamente, não conferem resistência à planta, assim como a presença de amidos e taninos. Provavelmente, os componentes químicos responsáveis pela resistência do acesso TSMB ao oídio são os fenóis e alcalóides, detectados na epiderme deste acesso no estágio pré-infeccional.

### ABSTRACT CHAPTER III

Peculiarities of plant structure may relate to resistance to abiotic or biotic stress factors. Comparative anatomical and biochemical studies among representatives of the genus *Phaseolus* and *Vigna* have not been presented regarding the powdery mildew resistance. However, correlations among structural factors in other agricultural crops and reactions to plant diseases have been reported. The present work aimed to analyse the foliar anatomy and biochemistry of *Phaseolus vulgaris* and *Vigna unguiculata* in pre- and post-infectional conditions, and to correlate those with reaction to powdery mildew infection (*Erysiphe polygoni*). Results will support a better understanding of the plant-pathogen interactions and may help in plant breeding for disease resistance. Genotypes of *P. vulgaris* (TSMB resistant) and *V. unguiculata* (G14 and G17, susceptible) were selected for the study, based on their contrasting reactions to powdery mildew in field studies. The studies were conducted in the Plant Anatomy Lab of the University of Brasilia. Leaf samples were fixed, transferred to ethanol, sectioned in a table microtome (Ranvier type), to obtain paradermic and transversal sections. Relationships among the biochemical and anatomic leaf characteristics and powdery mildew reaction were found. In addition, a negative correlation was found between the density of the stoma in the adaxial surface and disease susceptibility. Direct fungal penetration of common epidermal cells was observed, while no penetration through stoma was found. Three types of trichomes were found among plant genotypes studied: tector uncinata, tector straight and glandular. Neither *Vigna* genotypes had uncinata trichomes, and that characteristic seems to be useful for species separation. The biochemical tests revealed that cuticle lipids are not related to plant resistance, nor were starch or tannins. Putative chemical components responsible for resistance of genotype TSMB to powdery mildew are probably phenols and alkaloids, which were detected in the epidermis of this access in the pre-infectional stage.

## INTRODUÇÃO

### **Anatomia e Histoquímica Foliar**

A resistência de uma espécie botânica a um determinado patógeno é definida como a capacidade em impedir ou atrasar a entrada, ou a atividade, de um patógeno em seus tecidos (Cavalcanti *et al* 2005), bem como criar condições desfavoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento deste na planta, através de mecanismos físicos ou bioquímicos (Pascholatti & Leite, 1995). Conforme Mac Key (1986), a resistência pode ser caracterizada pela habilidade da planta diminuir o estabelecimento de certas populações de patógenos, através de seu sistema de defesa direto e ativo.

Respostas de defesa da planta podem se manifestar através de mecanismos pré-formados, como a espessura da cutícula, o número e disposição de estômatos e de tricomas, ou por mecanismos de respostas pós-formadas, como substâncias fungitóxicas e antiprotéicas, atuantes nestes vegetais (Pascholatti & Leite, 1995). De forma geral, esses dois fatores podem ocorrer como barreiras estruturais ou como reações bioquímicas, impedindo a entrada ou o crescimento do patógeno (Agrios, 2005). Os mecanismos gerais de resistência à penetração podem envolver a formação de halos, papilas, lignificação, camada de cortiça e formação de tiloses, além da síntese de compostos como as fitoalexinas, proteínas relacionadas à patogênese e espécies ativas de oxigênio (Kiraly *et al.*, 2007). Cada fator pode afetar o fungo por meio da redução da taxa de germinação, na formação deficiente do tubo germinativo na superfície da folha (impedindo o reconhecimento do estômato), ou na menor frequência na formação do apressório (Stadinik & Mazzafera, 2001).

Peculiaridades na estrutura da planta podem contribuir para sua resistência a fatores adversos, bióticos ou abióticos. Essas características podem ser usadas em melhoramento genético para desenvolvimento de cultivares resistentes ou tolerantes a insetos, doenças ou condições ambientais adversas. Variações nas características epidérmicas podem ser encontradas em espécies vegetais e isso é resultado de diferenças genéticas e de influências do ambiente sobre o genoma do hospedeiro (Stenglein *et al.*,2005).

O contato entre células vivas do organismo patogênico e células vivas vegetais desencadeia a produção de substâncias tóxicas sinalizadoras nos tecidos da planta em resposta à atividade agressora. Assim sendo, para uma eficiente ação parasítica e

também patogênica, pressupõe-se o sucesso da infecção na planta hospedeira, com a retirada de nutrientes para atender às necessidades metabólicas do parasita, à custa da neutralização dos mecanismos bioquímicos de defesa, presentes no tecido vegetal ou desencadeados em resposta à infecção (Misaghi, 1983).

Considerando que o agente causal do oídio (*Erysiphe polygoni*) tem penetração direta nas células epidérmicas, torna-se imprescindível o estudo das características da superfície foliar (O'Connell & Panstruga, 2006) para o entendimento do processo de infecção. O exame da epiderme é muito útil, não só pela forma e tamanho de suas células, mas particularmente por outros elementos ali encontrados, em especial os estômatos, tricomas e glândulas externas (Costa, 1975).

Alterações na anatomia foliar agem diretamente sobre os fitófagos. O número de camadas do mesófilo definem a espessura foliar e o desenvolvimento de esclerênquima, bem como a presença de hipoderme com células de paredes espessadas, lignificadas ou não, fatores estes que conferem maior dureza à folha (Edwards & Wratten, 1981; Pinheiro *et al.*, 1999; Peeters, 2002).

A parede celular é uma importante barreira física a ser ultrapassada para que o fungo possa penetrar e colonizar a planta hospedeira. Dentre as modificações da parede celular que têm por função proteger as plantas de seus agentes patogênicos podem ser citados: cutina, carboidratos, géis e tiloses, lignina e ácidos fenólicos complexos (Mattiello *et al.*, 1997). Portanto, a degradação ou a alteração do tecido vegetal poderá envolver a atuação de enzimas sobre as principais camadas e componentes da parede celular, onde predominam substâncias complexas como cutina nas células epidérmicas de folhas e caules verdes, celulose e hemiceluloses, substâncias pécnicas, lignina e proteínas (Medeiros *et al.*, 2003). Outra barreira física que dificulta a penetração de patógenos é a cutícula, podendo impedir a penetração fúngica dependendo de sua espessura (Lucas, 1998).

Dentre as características morfológicas da folha, a presença e abundância dos tricomas estão entre as mais importantes, contribuindo para a resistência passiva de plantas a patógenos, pragas e seca (Levin, 1973). Os tricomas são células epidérmicas modificadas, uni ou multicelulares, de vários tamanhos, formas e funções. Uma alta correlação entre densidade e/ou comprimento de tricomas e resistência de *Phaseolus vulgaris* a patógenos já foi registrada (Mmbaga & Steadman, 1990; Zaiter *et al.*, 1990; Menendez-Sevillano *et al.*, 1997). Além disso, superfícies foliares sem ou com poucos tricomas são menos protegidas e mais facilmente colonizadas por fungos. Os tricomas

também podem interferir na oviposição, fixação e alimentação dos insetos, a exemplo de *Bemisia tabaci* em diversas culturas, incluindo-se o feijoeiro (Peña *et al.*, 1992; Peña *et al.*, 1993; Oriani & Lara, 2000; Paron & Lara, 2005).

Os estômatos, de acordo com sua quantidade e distribuição na epiderme, podem interferir na capacidade do patógeno invadir a planta e infectá-la, pois representam sítios de entrada de patógenos, incluindo espécies de oídios, conforme trabalhos de Molot *et al.*, (1990) e Paz Lima *et al.* (2010).

Produtos provenientes dos metabolismos primário e secundário são responsáveis pela constituição química das células. Os metabólitos secundários desempenham funções importantes nos vegetais, como a proteção contra microrganismos patogênicos e herbivoria, também sendo relacionados com a atração de agentes polinizadores e dispersores de sementes, atuando inclusive como agentes na competição planta-planta (Taiz & Zeiger, 2006). Plantas ricas em metabólitos secundários garantem vantagens para a sobrevivência. Estes metabólitos são classificados, quanto à estrutura química, em nitrogenados (alcalóides, aminoácidos não-protéicos e glicosídeos cianogênicos), terpenóides (óleos essenciais, triterpenos, saponinas e glicosídeos cardioativos) e fenólicos (ligninas, flavonóides e taninos) (Harbone, 1988; Santos, 2004). Espécies selvagens exibem maior probabilidade de síntese de metabólitos secundários, devido às pressões seletivas naturais de ambientes adversos e da competição (Souza-Filho & Alves, 2002). A produção desses compostos pela planta, durante o processo de doença, desempenha um papel crucial na resistência ao organismo invasor (Cruickshank & Perrin, 1963; Nandakumar *et al.*, 2001; Bindschedler *et al.*, 2002; Medeiros *et al.*, 2003; Monteiro *et al.*, 2005).

Os métodos histoquímicos se baseiam em reações cromáticas utilizadas no reconhecimento da natureza química das membranas e do conteúdo celular (Costa & Cunha, 2000), fornecendo informações sobre a distribuição e localização de compostos específicos nos tecidos da planta. São procedimentos de análise qualitativa e quantitativa de todos os componentes celulares, incluindo proteínas, carboidratos, lipídios e elementos iônicos que ocorrem no meio celular (Gerbach *et al.*, 2001). Esses métodos combinam técnicas de microscopia, com metodologias específicas, que permitem a detecção da presença de substâncias químicas, bem como do sítio ativo ou de grupos de compostos do metabolismo secundário das plantas.

Por exemplo, compostos fenólicos são substâncias com atividade antifúngica, antibacteriana e antiviral (Sivaprakasan & Vidhyasekaran, 1993), que são produzidos

rapidamente em variedades resistentes às doenças e se acumulam nos tecidos vegetais após a infecção, como resposta à injúria, sendo tóxicos aos patógenos e restringindo seu crescimento (Matern & Kneusal, 1988). As enzimas envolvidas na produção de fenóis são sintetizadas em células especializadas, distribuídas pelos tecidos, e associam-se ao retículo endoplasmático sendo, posteriormente, armazenadas em vesículas, em sua forma original ou glicosada (Labanca, 2002). Após qualquer tipo de estresse biótico ou abiótico, esses fenóis são descompartmentalizados e passam de uma forma atóxica para tóxica, auxiliando no sistema de proteção da planta (Hrazdina, 1994; Silva *et al.*, 2008).

Os ácidos clorogênico, caféico e ferúlico são exemplos de alguns desses compostos. Algumas formas de fenóis podem ser convertidas em derivados com radicais de oxigênio, extremamente reativos, tornando-se muito tóxicos (Hartleb *et al.*, 1997). Os fenóis possuem pelo menos um anel benzênico, com um ou mais grupos hidroxila livres ou substituídos (Piñol & Palazón, 1996). O composto fenólico mais bem caracterizado em feijão (*Phaseolus vulgaris*) é a faseolina. De acordo com Rahe *et al.*, 1969, essa substância é produzida quando as plantas de *P. vulgaris* são atacadas por *Colletotrichum lindemuthianum*.

Taninos são polifenóis complexos que podem estar associados a polissacarídeos ou livres no citoplasma (Esau, 1974; Howe & Westley, 1990; Kuklinski, 2000). Segundo Esau (1985) e Castro *et al.* (2001), esses compostos são um grupo heterogêneo de substâncias derivadas do fenol. Eles fornecem proteção ao vegetal contra desidratação, apodrecimento (Harbone, 1993; Rocha *et al.*, 2002; Macedo *et al.*, 2005), ataque de microorganismos fitopatogênicos (Scalbert, 1991; Trugilho *et al.*, 2003) e até mesmo pragas, pois apresentam baixa palatabilidade e efeito adstringente.

Os alcalóides possuem ação alelopática (Medeiros, 1990), antimicrobiana, antifúngica e nociva a alguns insetos e moluscos (Robbers *et al.*, 1996). Tais compostos químicos proporcionam aos órgãos vegetais um paladar amargo (Kuklinski, 2000; Henriques *et al.*, 2002). De acordo com Martins *et al.* (1995), os alcalóides podem ser restritos aos órgãos vegetais em épocas anuais distintas. Segundo Martín *et al.* (1999), estas substâncias não possuem ação definida nos órgãos vegetais, porém Kuklinski (2000) cita a ação defensiva contra fitopatógenos, frente seu caráter tóxico. Acredita-se que tenham também uma função de reserva para síntese de proteínas (Barraca, 1999).

Com relação à lignina e ácidos fenólicos complexos, a ocorrência, velocidade e a extensão da lignificação tem sido relacionada à resistência em muitas interações entre hospedeiro-parasita. Por exemplo, a lignificação da parede celular é estimulada ao redor

em células com lesões virais e nas células vizinhas em cultivares resistentes a nematóides, entretanto esse estímulo não é observado em cultivares suscetíveis (Reed et al., 1979). A lignina parece aumentar a resistência da parede celular a enzimas digestivas dos agressores (Barros *et al.*, 2010), ao contrário de outros compostos. Os amidos podem servir de fonte de nutrientes para o desenvolvimento do patógeno. Sabe-se que os amidos são fontes adequadas de carbono para o crescimento micelial de fungos (Penariol *et al.*, 2008).

Como afirmado por Agrios (2005), lipídios ocorrem em todas as células, e principalmente na constituição das membranas celulares. Muitos patógenos são capazes de degradar lipídios e o utilizam diretamente como fonte de energia. Dessa forma, a mobilização dos lipídios pode ser um indício de utilização dessa fonte energética pelo fungo.

Os géis e as tiloses também são necessários para a efetividade da resistência das plantas. Os géis são formados pelas plantas 48 horas após o ataque do fungo em ambas as cultivares, resistentes e suscetíveis, mas subsequentemente são degradados pelas enzimas do fungo, principalmente nas cultivares suscetíveis (Matiello *et al.*, 1997). As mucilagens (também conhecidas como géis ou gomas) são materiais fibrilares depositados no lúmen dos vasos do xilema como resposta à infecção neste tecido. Por um processo de distensão dos constituintes da parede primária e da lamela média, as mucilagens são sintetizadas nas placas crivadas, nas terminações das paredes celulares e nas pontuações de membranas das paredes dos vasos, para retardar a infecção e a colonização dos tecidos vegetais, auxiliando na resistência da planta às doenças. (Vandermolen *et al.*, 1977).

### **Relação Planta-patógeno**

As plantas, ao longo do processo evolutivo, desenvolveram mecanismos de resistência a doenças que envolvem complexas alterações no metabolismo celular. Este processo é realizado pela interação entre os produtos de genes específicos de resistência do hospedeiro e produtos do(s) gene(s) de avirulência do patógeno. O nível de resistência é uma consequência da velocidade e eficácia da ativação desses sistemas (Nishimura & Somerville, 2002).

Quando o patógeno inicia a penetração através da parede celular com hifas infectivas, a planta hospedeira resistente responde ao ataque com a síntese de novos carboidratos, principalmente calose e celulose, os quais são adicionados ao interior da parede celular. Esta deposição de carboidratos continua mesmo após a penetração do patógeno, até que eles sejam envolvidos como uma cápsula ou alongados, sendo denominados de papila (Aist, 1976). Nos hospedeiros suscetíveis, a papila e a espessura da parede secundária geralmente são formadas mais tardiamente ou são insuficientes para impedir o processo infeccioso do patógeno (Matiello *et al.*, 1997)

Conforme Pascholati & Leite (1995) e Agrios (2005), mecanismos de resistência de um vegetal ao ataque patogênico são geralmente divididos em dois tipos, denominados de pré-formados (passivos ou constitutivos) e pós-formados (ativos ou induzidos), sendo ambos classificados, quanto à natureza, em estruturais e bioquímicos. Para analisar e avaliar os mecanismos de resistência de um patossistema, é necessário conhecer o modo de ataque do patógeno à planta hospedeira.

Alguns organismos dispõem de força mecânica para penetrar diretamente na cutícula e na parede das células da epiderme. Assim ocorre, por exemplo, em conídios de *Erysiphe*, *Colletotrichum*, *Alternaria* e com os fungos causadores de ferrugem, como as espécies de *Phakopsora*, *Puccinia* e outras, que emitem tubo germinativo, fixam-se na superfície de suas hospedeiras por meio de apressório, a partir do qual cresce uma hifa fina, o tubo de penetração, que termina por perfurar a cutícula (através de força mecânica e liberação enzimática) e adentra a epiderme, podendo atingir o mesofilo (Dean, 1997) e lá inicia o processo de colonização (Glawe, 2008).

*E. polygoni* faz parte de um grande grupo de fungos de parasitas biotróficos obrigatórios que retiram o alimento dos tecidos de seu hospedeiro através de haustórios (Sartorato & Yorinori, 2001). Fungos do gênero *Erysiphe* crescem na superfície foliar formando colônias de micélio e numerosos haustórios endofíticos, que retiram nutrientes do interior das células vegetais (epidérmicas e mesofílicas), parasitando-as para garantir seu desenvolvimento e reprodução. Em caso de esporulação abundante e grande produção de conidiósporos e conídios, nutrientes são drenados até mesmo de tecidos distantes não infectados (Stadinik & Mazzafera, 2001; Glawe, 2008).

Estudos comparativos anatômicos e histoquímicos entre os gêneros *Phaseolus* e *Vigna* são inéditos para o patossistema oídio em feijão-vagem, mas correlações entre fatores estruturais de outras culturas agrícolas e sua resistência e suscetibilidade a vários patógenos já foram registrados, tais como direcionadas à cercosporiose (*Cercospora*

*zea-maydis*) em milho (*Zea mays*) (Beckman & Payne, 1982); cercosporiose (*Cercospora arachidicola* e *C. personata*) em amendoim (*Arachis hypogaea*) e resistência a moléstias fúngicas foliares (Veiga *et al.*,1992); ferrugem (*Puccinia horiana*) em variedades de crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) (Zoccoli, 2008); feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*) e antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) (Rahe *et al.*, 1969; Jerba *et al.*, 2005); oídio (*Leveillula taurica*) em pimentão (*Capsicum annuum*) (Paz & Lima *et al.*,2010); mancha-de-estenfílio (*Stemphylium solani*) em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) (Bentes & Matsuoka, 2005) e ramulária (*Ramularia areola*) em algodoeiro (*Gossypium hirsutum*) (Curvelo *et al.*, 2010).

## **OBJETIVOS**

O presente trabalho objetivou analisar a anatomia e histoquímica foliar de duas espécies de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata*), em condições pré e pós-infeccionais, correlacionando com sua resistência ao oídio (*Erysiphe polygoni*). Os resultados permitirão um melhor entendimento das interações patógeno-hospedeiro e poderão constituir ferramenta auxiliar ao melhoramento genético dos hospedeiros.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os acessos de *P. vulgaris* (TSMB) e de *V. unguiculata* (G14 e G17) foram selecionados a partir de diferentes respostas de resistência ao oídio (*E. polygoni*), em campo, durante os anos de 2009 e 2010 (capítulos 1 e 2). TSMB foi considerado resistente ao oídio, enquanto G14 e G17, suscetíveis. Em decorrência de diferentes incidências entre os materiais com moscas-brancas (*Bemisia tabaci*) e com pulgões-pretos do feijoeiro (*Aphis craccivora*), buscou-se correlacionar, também, a anatomia e histoquímica foliares com a ocorrência dessas pragas.

As amostras foliares foram coletadas de plantas adultas (com 90 dias), cultivadas no ano de 2010, dos materiais TSMB, G14 e G17. Foi retirada uma folha por planta (da porção mediana da mesma- do 5º. ao 7º. nó), de indivíduos diferentes escolhidos ao acaso, sendo 15 amostras assintomáticas e 15 sintomáticas, num total de 30 folhas por acesso.

O estudo foi realizado no Laboratório de Anatomia Vegetal, do Departamento de Botânica, da Universidade de Brasília. Os materiais frescos foram fixados em FAA 50 (formaldeído 37-40%, ácido acético glacial e álcool etílico 50% 1:1:18, v/v), por cerca de 48h sob vácuo (Johansen, 1940), sendo transferidos para etanol 70%, onde ficaram armazenados.

Para a análise estrutural da epiderme e mesófilo foliares de cada acesso, assim como para os testes histoquímicos, secções paradérmicas e transversais foram obtidas em micrótomo de mesa tipo Ranvier. Para a realização dos cortes de cada acesso, escolheu-se, ao acaso, 5 amostras foliares sintomáticas e 5 assintomáticas. Os cortes transversais foram retirados da região mediana da lâmina foliar, com cerca de 15 µm de espessura, clarificados em solução comercial de hipoclorito de sódio a 2-2,5%, lavados em água destilada e corados com safranina 1% e azul de alcian 2% (Kraus & Arduin, 1997). Os cortes paradérmicos (da superfície adaxial), também retirados da região mediana da lâmina foliar, foram obtidos por dissociação em solução aquosa de ácido nítrico a 30% (Ghouse & Yunus, 1972), sendo corados com azul de alcian 1% e safranina 1% (4:1). As lâminas, contendo os cortes foliares, foram montadas em verniz vitral incolor (Paiva *et al.*, 2006) e tinham 4 repetições, para posteriores avaliações.

Todos os resultados foram registrados através de fotomicroscópio Leica, acoplado ao sistema de captura de imagens com Software “LazEs”.

Nos testes histoquímicos, secções transversais de folhas assintomáticas e com oídio (com cerca de 15 µm de espessura, também obtidos em micrótomo de mesa) foram submetidas aos reagentes específicos, para avaliar a presença de diversos grupos de metabólitos, de acordo com a TABELA 1. As reações, quanto a presença dos compostos, foram qualificadas através dos seguintes sinais: (+) positiva; (+/-) fracamente positiva e (-) negativa.

## **RESULTADOS**

### **Anatomia comparativa das espécies**

Os resultados encontram-se reunidos nas FIGURAS 1A-I. A epiderme, nas duas faces foliares e em ambas espécies, é uniestratificada, com células mais largas que espessas, sem espaços intercelulares, e revestidas por uma fina camada de cutícula .

As folhas são anfiestomáticas, com estômatos do tipo paracítico em *P. vulgaris* (FIGURA 1A-C) e em *V. unguiculata* (FIGURAS 1D-I). O estômato consiste de duas células-guarda, duas células subsidiárias e um ostíolo. A epiderme de *V. unguiculata* apresenta paredes anticliniais sinuosas, ao contrário de *P. vulgaris* (TSMB). A análise da densidade estomática, em todos os acessos, permite verificar que a mesma é maior nos acessos de *V. unguiculata* (principalmente no acesso G17) que em *P. vulgaris*.

Três tipos de tricomas foram encontrados nos acessos, sendo dois tectores e um glandular. Os tricomas tectores uncinados ou aciculares (FIGURA 2A-B) estão presentes somente no acesso TSMB (*P. vulgaris*), enquanto que os tricomas glandulares (FIGURA 2C) e retos (FIGURAS 2D) estão presentes em ambas espécies. Os tricomas tectores têm células basais curtas acompanhadas por uma célula terminal alongada que, na maioria das vezes, possui terminação em “gancho” (FIGURA 2B). Verificou-se maior número de tricomas glandulares nos materiais de *V. unguiculata*.

Os bordos do limbo são arredondados, conforme FIGURAS 3A-C. No acesso de *P. vulgaris*, TSMB (FIGURAS 3A e 4A), o mesófilo apresenta uma camada de parênquima paliçádico, com células mais altas, ocupando mais da metade do mesófilo. Já nos materiais de *V. unguiculata* (FIGURAS 3B-C; 4B-C), verifica-se um paliçádico com células menos altas (especialmente em G17), ocupando apenas a metade (ou menos) da secção foliar. O parênquima lacunoso é composto de cinco a seis camadas de células, praticamente sem espaços intercelulares.

O sistema vascular de todos os acessos compreende uma nervura principal, várias secundárias de pequeno porte (FIGURAS 5A-F) e outras terciárias que são muito mais estreitas. O xilema posiciona-se perto da superfície adaxial e o floema da abaxial. O córtex tem células parenquimáticas mais volumosas em TSMB (FIGURA 5A), sendo reduzidas em G14 e G17 (FIGURAS 5C-E) e, aparentemente, com mesmo número de camadas entre elas (seis). Registra-se em TSMB maior quantidade de fibras no xilema que nos materiais de *V. unguiculata*. A medula é colênquimática e bastante saliente na região adaxial da nervura principal em G14 e G17, sendo inexistente em TSMB. O colênquima é do tipo anelar.

Observou-se o desenvolvimento micelial foliar típico de oídio (*E. polygoni*) nos três acessos, mas muito fracamente na cultivar resistente, TSMB, de *P. vulgaris*. Aparentemente, entre os materiais de *V. unguiculata*, houve maior colonização fúngica em G17.

Constatou-se penetração fúngica direta através das células comuns da epiderme (FIGURA 6 A-F).

### **Histoquímica comparativa das espécies**

Os resultados encontram-se na TABELA 2, reunindo as reações em folhas assintomáticas (pré-infecção) e com sintomas de oídio (pós-infecção), respectivamente. As imagens representativas de cada uma das reações encontram-se reunidas nas FIGURAS 7-9.

## **DISCUSSÃO**

Observou-se correlação negativa entre a densidade de estômatos na superfície adaxial e a suscetibilidade à doença. Percebe-se que o acesso mais suscetível, o G17, possui maior quantidade de estômatos, mas o material TSMB, resistente, também apresentou elevado número dessas células, além de possuir, aparentemente, maiores aberturas ostiolares (FIGURA 1). Acrescenta-se que, de acordo com observações dos processos de pré-infecção (FIGURA 6), não houve constatação de penetração através dos estômatos, contrariamente a vários relatos quanto a preferência de inserção dos fungos nos tecidos dos seus hospedeiros via estomatal (Ruehle, 1964; Moscow & Lindow, 1989). Segundo Molot *et al.* (1990), os esporos de oídio (*Leveillula taurica*) em tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) germinam bem em meio líquido e seus tubos germinativos penetram nos tecidos vegetais através dos estômatos, preferencialmente na superfície abaxial. Já se confirmou a emergência de conidióforos da forma anamórfica de *Leveillula taurica* através dos estômatos de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum*), pimentão (*Capsicum annuum*) e hibiscos (*Hibiscus cannabinus*) (Cook 1995; Liberato *et al.*, 1998 e 2000)

Por outro lado, verificaram-se células comuns da epiderme muito sinuosas em G14 e G17, acessos de *V. unguiculata*, ao contrário do observado em TSMB (*P. vulgaris*) (FIGURA 1). Sugere-se que a relação entre a suscetibilidade de feijoeiro a *E. polygoni* possa estar ligada à forma, tamanho e quantidade de células comuns da epiderme na hospedeira.

Shaik (1985) registrou que a densidade estomática na superfície adaxial da folha de feijão comum foi correlacionada positivamente com a densidade de pústulas de ferrugem do feijão (*Uromyces appendiculatus*). Da mesma forma, Paz Lima *et al.* (2010) relacionou o número e frequência de estômatos na epiderme de *Capsicum* sp. ao número de sítios de infecção de *Oidiopsis haplophylli* e a suscetibilidade à doença.

Em todos os materiais aqui estudados, constatou-se presença de cutícula fina (recobrando as células epidérmicas), assim como epiderme uniestratificada, o que facilita o processo de penetração fúngica. A cutícula, que consiste predominantemente de dois lipídeos (cutina insolúvel, que constitui a matriz da cutícula, e as ceras solúveis, que são depositadas na superfície da cutícula), serve como uma barreira protetora contra perda de água, entrada de substâncias tóxicas e também contra entrada de pragas e patógenos no interior do hospedeiro. Tem-se correlacionado os lipídeos cuticulares à resistência e imunidade da planta (Reyna-Pinto & Yephremov, 2009). Neste trabalho, não se verificaram diferenças quanto a presença desse composto entre os acessos suscetíveis e resistente, demonstrando que ele é apenas constituinte da cutícula e, supostamente, não confere resistência à planta.

As plantas têm desenvolvido vários mecanismos de defesa contra insetos fitófagos e patógenos. Duas dessas defesas morfológicas são os tricomas e as glândulas. Quanto aos tricomas, observaram-se três tipos: o uncinado, o reto e o glandular (FIGURA 2). Registros de Beyra & Artiles (2004), Nassar *et al.* (2010) e Snack (2011), relatam haver diferenças entre os gêneros *Phaseolus* e *Vigna* quanto a presença de tricomas uncinados. Há um consenso em afirmar que o gênero *Vigna* não apresenta esse tipo de tricoma, assim como confirmado no presente trabalho.

Os tricomas agem como uma barreira física mantendo pequenos insetos e esporos fúngicos distantes da superfície das células comuns da epiderme. Johnson (1953) estudou os efeitos de tricomas de *P. vulgaris*. em colônias de *A. craccivora*. De acordo com seus resultados, os tricomas em feijoeiro comum estão presentes nos pecíolos, caules e superfície abaxial das folhas, mas estão ausentes na superfície adaxial. Eles são mais densos e prejudiciais aos afídeos nos brotos em crescimento. Elevada densidade de tricomas os deixam “pendurados” e sem acesso à superfície foliar, ferindo-os e levando-os à exaustão. Isso reduz a longevidade e a taxa de reprodução, aumenta a mortalidade e o tempo de desenvolvimento larval, induzindo à redução da fertilidade do inseto. Dados anteriores de plantio (capítulos 1 e 2), que relatam

preferência alimentar de *Aphis craccivora* por *V. unguiculata*, justificam-se, possivelmente, pela ausência de tricomas uncinados nessa espécie.

Estudos de Jerba *et al.* (2005) correlacionaram positivamente a quantidade de tricomas nas superfícies foliares (adaxial e abaxial) de feijoeiro comum (*P. vulgaris*) à resistência à antracnose (*Glomerella cingulata* f. sp. *phaseoli*), durante o estágio pré-infecional do patógeno. Da mesma forma, Zoccoli (2008), ao pesquisar anatomia e histoquímica de crisântemos e incidência de ferrugem (*Puccinia horiana*), também verificou que maior densidade de tricomas na superfície abaxial pode contribuir com a resistência da planta. Além disso, também registrou que determinados compostos estruturais foliares (como lignina, pectina, lipídeos) e químicos (compostos fenólicos e alcalóides) seriam os responsáveis pela defesa das variedades resistentes à ferrugem branca.

A densidade de tricomas em feijoeiro pode variar com a sua localização na folha (em geral, a região periférica é mais pilosa), com a superfície foliar (adaxial e abaxial), com o tipo de folha (primária, secundária, terciária, quaternária) e com o genótipo (Quiring *et al.*, 1992). Não foi verificada no patossistema oídio (*E. polygoni*), em feijão-vagem (de ambas espécies), correlação entre o tipo e densidade de tricomas com a incidência dessa doença, possivelmente pela maior densidade dessas células concentrarem-se na superfície abaxial e, a penetração do fungo, ocorrer na da adaxial.

Voltan *et al.* (1991) compararam a estrutura de folhas lisas e rugosas de folhas de feijoeiro comum, obtendo resultados anatômicos foliares bastantes semelhantes aos encontrados neste trabalho. Descreveram as epidermes abaxial e adaxial com uma única camada de células, providas de tricomas de três tipos, sendo reto (consiste em duas células basais e uma longa e reta, encontrado com frequência na adaxial), uncinado (em forma de gancho, encontrado nas duas superfícies foliares) e glandular (curtos, arredondados e possuem o ápice formado por oito a dez células). Tais características foram primeiramente descritas por Doutt, em 1932, de acordo com Dahlin *et al.* (1992).

Características fisiológicas e morfológicas das hospedeiras têm sido relacionadas com a incidência de mosca-branca (*Bemisia tabaci*), entre as quais incluem-se os tricomas., interferindo na oviposição, fixação e alimentação do inseto. Geralmente, a densidade de tricomas tem sido associada com a preferência para oviposição de *B. tabaci* em diversas culturas, incluindo-se o feijoeiro (Peña *et al.* 1992, Peña *et al.* 1993, Oriani & Lara 2000). Oriani *et al.* (2005) encontraram os mesmos tipos de tricomas em *P. vulgaris*, ao investigarem a inter-relação entre número dessas células e oviposição de

*Bemisia tabaci* biótipo B em diferentes genótipos de feijoeiro. Constataram que *B. tabaci* prefere materiais de feijão com maior número de tricomas aciculares longos para sua ovoposição, em detrimento daqueles materiais com mais tricomas unciformes curtos. De acordo com esses resultados e, comparativamente aos obtidos em campo nos plantios anteriores, nos anos de 2009 e 2010 (capítulos 1 e 2), quanto à incidência de mosaico dourado entre as duas espécies de feijão-vagem, justifica-se que *P. vulgaris* tenha registrado maior incidência dessa doença, já que os acessos de *V. unguiculata* nem possuem tricomas uncinados.

Nassar *et al.* (2010) e Farouk & Osman (2011) descreveram as folhas de feijoeiro comum como dorsiventral, com parênquima paliádico localizado na superfície adaxial (com células alongadas, densamente unidas e arranjas perpendicularmente à epiderme) e o parênquima esponjoso na abaxial (com células desorganizadas, de diferentes formas, com bastante espaço intercelular e constituindo a maior parte do mesofilo). Não foi encontrada descrição anatômica para a espécie *V. unguiculata*.

Quanto aos testes histoquímicos, resultados de detecção de amido (teste com lugol) demonstram não haver produção em quantidades significativas deste composto, na bainha endodérmica, nos três acessos. Da mesma forma, os materiais são plantas deficientes em taninos, o que é bastante comum dentre plantas cultivadas. Os taninos têm sido alvo de diversos estudos, sendo que a maioria aborda interações ecológicas entre vegetais e herbívoros, visto que se têm sugerido que os teores de taninos podem diminuir a taxa de predação por se tornarem impalatáveis, afastando seus predadores naturais (MONTEIRO *et al.*, 2005). Portanto, as diferenças quanto resistência e suscetibilidade nos acessos estudados não podem ser explicadas pela presença ou não de amidos e taninos.

Dentre os acessos trabalhados, percebe-se que as células do floema de TSMB (cultivar resistente à oídio) apresentou maior quantidade de lignina (TABELA 2), o que dificulta colonização fúngica e penetração de estilete de afídeos (como *A. craccivora*). A importância da deposição de lignina foi provada com a técnica do silenciamento gênico de RNA envolvida na biossíntese de subunidades de construção de polímeros de lignina (Qésniewska *et al.*, 2012). Plantas de trigo que não produziam esse fitoquímico mostravam-se incapazes de depositar ligninas na parede celular, exibindo um aumento da susceptibilidade ao oídio *B. graminis* f. sp. *tritici*. Esta informação chama a atenção para a importância de ligninas na composição da parede celular.

Além disso, entre as reações (TABELA 2), observa-se que na de cloreto férrico (única que diferenciou os materiais quanto presença de fenóis), o acesso resistente à doença possui maior quantidade deste composto na epiderme e no parênquima paliçádico como substância pré-infeccional, o que pode servir como uma barreira química protetora contra penetração do fungo. Ao mesmo tempo, este material foi o que apresentou maior quantidade de alcalóides como constituinte da epiderme (pelo resultado do teste de reagente de Wagner), representando um obstáculo químico ao patógeno antes mesmo da sua penetração. Provavelmente foram estes os componentes químicos que conferiram resistência a esta variedade.

## CONCLUSÕES

- Existe relação entre a anatomia e a histoquímica foliar de espécies de feijão-vagem e a incidência de oídio;
- Observou-se correlação negativa entre a densidade de estômatos (na superfície adaxial) e a suscetibilidade ao oídio (*E. polygona*). Além disso, baseado em análises comparativas da epiderme de cada acesso, provavelmente a penetração não ocorre através dos estômatos, e sim, através das células comuns da epiderme;
- Foram observados três tipos de tricomas nos diferentes acessos: o uncinado, o reto e o glandular. Conferiu-se que os acessos de *Vigna* não apresentam tricomas uncinados e que essa é uma característica anatômica de diferenciação de espécies;
- Não foi verificado, no patossistema oídio (*E. polygona*) em feijão-vagem (de ambas espécies), correlação entre o tipo e densidade de tricomas, com a incidência dessa doença;
- Hábitos alimentares de espécies de *A. craccivora* por feijões-de-corda, podem estar correlacionados, possivelmente, à ausência de tricomas uncinados nessa espécie. Por outro lado, *B. tabaci* supostamente prefere materiais de *P. vulgaris* pela existência deste tipo de tricoma;

- As diferenças quanto resistência e suscetibilidade à doença não podem ser explicadas pela presença de amidos e taninos;
  
- Verificou-se que os lipídeos cuticulares são apenas constituintes da cutícula e, supostamente, não conferem resistência à planta;
  
- Provavelmente, os componentes químicos responsáveis pela resistência do acesso TSMB ao oídio são os fenóis e alcalóides, detectados na epiderme deste acesso no estágio pré-infeccional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios GN (2005) How plants defend themselves against pathogens. In: Plant Pathology. San Diego. Academic Press. pp. 208-248.
- Aist JR (1976) Papillae and related wound plugs of plant cells. Annual Review of Phytopathology 14:145-163.
- Balardin RS, Kelly JD (1998). Interaction among races of *Colletotrichum lindemuthianum* and diversity in *Phaseolus vulgaris*. Journal of the American Society for Horticultural Science 123:1038-1047.
- Barbieri RL, Carvalho FIF (2001) Coevolução de plantas e fungos patogênicos. Revista Brasileira de Agrociência 7:79-83.
- Barraca SA (1999) Manejo e produção de plantas medicinais e aromáticas. Relatório do Estágio Supervisionado em Produção Vegetal II. Piracicaba. ESALQ/USP. p.10.
- Barros FC, Sagata É, Ferreira, LCC, Juliatti FC (2010) Indução de resistência em plantas à fitopatógenos. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 26, no. 2, pag 231-239.
- Barthlott W, Neinhuis C (1997) Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. Planta 202:1-8.
- Beckaman PM, Payne GA (1982) External growth, penetration and development of *Cercospora zea-maydis* in corn leaves. Phytopathology 72:810-815.
- Bentes JLS, Matsuoka K (2005) Histologia da interação *Stemphylium solani* e tomateiro. Fitopatologia Brasileira 30:224-231.
- Beyra A & Artiles (2004) Revisión taxonómica de los géneros *Phaseolus* y *Vigna* (Leguminosae-Papilionoideae) en Cuba. Artiles Anales del Jardín Botánico de Madrid 61:135-154
- Bianchini A, Maringoni AC, Carneiro SMTPG (1997) Doenças do feijoeiro. IN: Kimati H, Amorim L, Bergamin Filho A, Camargo Lea, Rezende JAM (1997) Manual de Fitopatologia. Doenças das Plantas Cultivadas, v. 2, 3 ed. P 380-382.
- Bindschedler LF, Blee KA, Butt VS, Davies DR, Gardner SL, Gerrish C, Minibayeva F (2002) The apoplastic oxidative burst in response to biotic stress in plants: a threecomponent system. Journal of Experimental Botany 53:1357-1376.
- Borges OL, Stanford EH, Webster RK (1976) The host pathogen interaction of alfalfa and *Stemphylium botryosum*. Phytopathology 66:749-753.
- Café Filho AC, Coelho MVS, Souza VL (2001) Oídios de Hortaliças. IN: Stadnik MJ, Rivera MC (Eds.) Oídios. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. pp.285-302.

Campos AD, Ferreira AG, Hampe MMV, Antunes IF, Brancão N, Silveira EP, Osorio VA, Augustin E (2004) Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39:637-643.

Castro HG, Ferreira FA, Silva DJH, Mosquim PR (2001) Contribuição ao estudo das plantas medicinais: metabólitos secundários. Viçosa MG. Ed. UFV. pp.1-103.

Cavalcanti LS, Di Piero R, Cia P, Pascholatti SF, Resende MLV, Romeiro RS (2005) Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos. Piracicaba SP. FEALQ. pp.139-153.

Cook CG (1995) First report of powdery mildew of kenaf caused by *Leveillula taurica* in the lower Rio Grande Valley of Texas. *Plant Disease* 79:968.

Corrêa PG, Pimentel RMM, Cortez JSA, Xavier HS (2008) Herbivoria e Anatomia foliar em plantas tropicais brasileiras. *Revista Ciência e Cultura*, vol. 60, no. 3, pag 54-57.

Costa AF & Cunha AP da (2000) *Farmacognosia experimental*, 3 ed, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian 2000, v.3.

Costa AF (1975) *Farmacognosia*. 3ª Ed. Lisboa. Fundação Calouste Gulbenkian.

Cowling WA, Gilchrist DG, Graham JH (1982) Biotypes of *Stemphylium botryosum* on alfalfa in North America. *Phytopathology* 72:679-684.

Cruickshank IAM, Perrin DR (1963) Phytoalexins of the Leguminosae phaseolin from *Phaseolus vulgaris* L. *Life Science* 2:680-682.

Curvelo CRS, Rodrigues FA, Berger PG, Rezende DC (2010) Microscopia eletrônica de varredura do processo infeccioso de *Ramularia areola* em folhas de algodoeiro *Tropical Plant Pathology* vol.35, n.2, pp. 108-113

Dahlin RM, Brick MA, Ogg JB (1992) Characterization and density of trichomes on three common bean cultivars. *Economic Botany* 46:299-304.

Dean RA (1997) Signal pathways and appressorium morphogenesis. *Annual Review of Phytopathology* 35: 211-234

Dores RGR (2007) *Histoquímica de Dimorphandra mollis* Benth. Tese de Doutorado. Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa.

Doutt MT (1932) *Anatomy of Phaseolus vulgaris* L. var. Black Valentine. East Lansing, Michigan State College, 1932. 31 p. (Technical bulletin, 128)

Edwards PJ & Wratten SD (1981) *Ecologia das interações entre insetos e plantas*. EPU. São Paulo.

Esau K (1974) *Anatomia das plantas com sementes*; tradução: Berta Lange de Morretes. Edgard Blücher. São Paulo.

- Esau K (1985). Anatomia Vegetal. 3ª Ed. Barcelona. Omega.
- Farouk S, Osman MA (2011) The effect of plant defense elicitors on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) growth and yield in absence or presence of spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) infestation. Journal of Stress Physiology & Biochemistry 7 (3): 5-22.
- Furr M, Mahlberg PG (1981) Histochemical analyses of laticifers and glandular trichomes in *Cannabis sativa*. Journal of Natural Products 44:153-159.
- Gabe M (1968) Techniques histologiques. Paris. Masson & Cie. 1113p.
- Gersbach, P.V., Willie, S.G. & Sarafis, V. 2001. A new histochemical method for localization of the site of monoterpene phenol accumulation in plant secretory structures. Annals of Botany 88: 521-525.
- Ghouse AKM, Yunus M (1972) Preparation of epidermal peels from leaves of gymnosperms by treatment with hot 60% HNO<sub>3</sub>. Stain technology 47:322-324.
- Glawe DA (2008) The powdery mildews: a review of the world's most familiar (yet poorly known) plant pathogens. Annual Review of Phytopathology 46:27-51.
- Harbone JB (1988) Introduction to Ecological Biochemistry. 4ª Ed. London. Academic Press.
- Harbone JB (1993) Ecological Biochemistry. 4ª Ed. London. Academic Press.
- Hartleb H, Heitefuss, R, Hoppe H (1997) Resistance of Crop Plants Against Fungi. Stuttgart. G. Fischer.
- Henriques ATH, Kerbe VA, Moreno PRH (2002) Alcalóides: generalidades e aspectos básicos IN: Simões et al. (Eds.) Farmacognosia da planta ao medicamento. Porto Alegre e Florianópolis. Editora da UFRGS e Editora da UFSC. pp. 641-656.
- Howe HF & Westley LC (1990) Ecological Relationships of Plants and Animals. Ed. Oxford University Press. 273 pág.
- Hrazdina G (1994) Compartmentation in phenolic metabolism. Acta Horticulturae Wageningen 381, 86-93.
- Jerba VF, Rodella RA, Furtado EL (2005) Relação entre a estrutura foliar de feijoeiro e a pré-infecção por *Glomerella cingulata* f.sp. *phaseoli*. Pesquisa Agropecuária Brasileira 40:217-223.
- Johansen D.A (1940) Plant Microtechnique. New York. McGraw-Hill.
- Johnson B (1953) The injurious Effects of the Hooked Epidermal Hairs of French Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on *Aphis craccivora* Koch. Bulletin of Entomological Research 44:779-788

- Kiraly L, Barna B, Kiraly Z (2007) Plant resistance to pathogen infection: forms and mechanisms of innate and acquired resistance. *Journal of Phytopathology* 155:385-396.
- Kraus JE, Arduin M (1997) Manual básico de métodos em morfologia vegetal. Seropédica RJ. EDUR.
- Kuklinski C (2000) Farmacognosia: Estudio de las drogas y substancias medicamentosas de origen natural. Barcelona. Ediciones Omega.
- Labanca ERG (2002) Purificação parcial de elicitores presentes em *Saccharomyces cerevisiae*: atividades como indutores de resistência em pepino (*Cucumis sativus*) contra *Colletotrichum lagenarium* e da síntese de gliceolinas em soja (*Glycine max*). Dissertação de mestrado. Piracicaba SP. ESALQ.
- Leite B, Pascholati SF, Kitajima EW, Ishida ML (2001) Mecanismos de adesão de bactérias e fungos às plantas hospedeiras. *Revisão Anual de Patologia de Plantas* 9: 119-157.
- Levin DA (1973) Role of trichomes in plant defence. *Quart. Rev. Biol.* 48:3-15.
- Liberato JR, Costa H, Cunha M, Suzuki MS, Silveira SF (2000) Ocorrência de oídio do pimentão causado por *Oidiopsis* no estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira* 25:110.
- Liberato JR, Louro RP, Suzuki MS, Barreto RW (1998) Ocorrência de oídio do tomateiro causado por *Oidiopsis* sp. no estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira* 23:81.
- Lucas JA (1998) *Plant Pathology and Plant Pathogens*. Oxford UK. Blackwell.
- Mac Key J (1986) Genetic interaction and breeding strategies in relation to fungai cereal diseases. In: Siddiqui KA, Faruqui AM (Eds.) *New genetical approaches to crop improvement*. APUD: Matiello RR, Barbieri RL, Carvalho FIF (1997) Resistência das Plantas a Moléstias Fúngicas *Ciência Rural* 27:161-168.
- Mace ME, Howell CR (1974) Histochemistry and identification of condensed tannin precursor in roots of cotton seedlings. *Phytopathology* 64:1297-1302.
- Macedo EG, Filho BGS, Potiguara RCV, Santos DSB (2005). Anatomia e Arquitetura Foliar de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae) Espécie da Várzea Amazônica. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi* 1:19- 43.
- Martín JJ, Moll MCN, & Zurita AZ (1999) Alcaloides. In: Fresno AMD (Ed.). *Farmacognosia General*. Madri. Ed. Síntesis. pp. 251-262.
- Martins R, Castro DM, Castellani DC, Dias JE (1995) *Plantas medicinais*. Viçosa MG. Ed. UFV. pp. 1-220.

- Matern U, Kneusal RE (1988) Phenolic compounds in plant disease resistance. *Phytoparasitica* 16:153-70.
- Matiello RR, Barbieri RL, Carvalho FIF (1997) Resistência das Plantas a Moléstias Fúngicas. *Ciência Rural* 27:161-168.
- Medeiros ARM (1990) Alelopatia: importância e suas aplicações. *Horti Sul* 1:27-32.
- Medeiros BR, Ferreira MASV, Dianese JC (2003) Mecanismos de agressão e defesa nas interações planta-patógeno. Brasília. Ed. Universidade de Brasília.
- Menendez Sevillano MC, D'Ambrogio A, Panadero Pastrana C, Sierra E (1997) Resistance to rust caused by foliar pubescence in Argentinean common bean cultivars. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 40:108-109.
- Misaghi IJ (1983) Physiology and biochemistry of plant-pathogen interactions. New York. Plenum.
- Mmbaga MT, Steadman JR (1990) Adult plant rust resistance and leaf pubescence on dry beans. *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 33:61-62.
- Molot PM, Leroux JP, Diop-Bruckler M (1990) *Leveillula taurica* (Lév) Arn: cultures axéniques, biologie et spécificité parasitaire. *Agronomie* 10:551-559
- Monteiro JM, Albuquerque UP, Araújo EL (2005) Taninos: uma abordagem da química à ecologia, *Química Nova* 28:892-896.
- Moscow D, Lindow SE (1989) Infection of milk thistle (*Silybum marianum*) leaves by *Septoria silybi*. *Phytopathology* 79:1085-1090.
- Mulligan MF, Safir GR, Klomparens KL (1990) Association of *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* with trichomes of *Phaseolus vulgaris*. *Mycological Research* 94:409-411.
- Mussury RM, Betoni R, Silva MA, Decian V, Scalon SPQ, Barbosa EL (2007) Morfoanatomia de *Glycine max* (L.) Merrill infectadas por *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow. *Revista Brasileira de Biociências Porto Alegre* 5: 459-461,
- Nandakumar R, Babu S, Viswanathan R, Raguchander T, Samiyappan R (2001) Induction of systemic resistance in rice against sheath blight disease by *Pseudomonas fluorescens*. *Soil Biology and Biochemistry* 33:603-612.
- Nassar, RMA, Boghdady MS, Ahmed YM (2010) Botanical studies on *Phaseolus vulgaris* L. II- Anatomy of vegetative and reproductive organs. *Journal of American Science* 2010;6(12)
- Nishimura M, Somerville S (2002) Resisting attack. *Science* 295:2032-2033.
- Oconnell RJ & Panstruga R (2006) Tête à tête inside a plant cell: establishing compatibility between plants and biotrophic fungi and oomycetes *New Phytologist* 171:699-718

Oriani MAG, Lara FM (2000) Oviposition preference of *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B (Homoptera: Aleyrodidae) for bean genotypes containing arcelin in the seeds. Anais da Sociedade Entomológica do Brasil An. Soc. Entomol. Brasil 1 29:565-572.

Oriani MAG, Vendramim JD, Brunherotto R (2005) Influência dos Tricomas na Preferência para Oviposição de *Bemisia tabaci* (Genn.) Biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em Genótipos de Feijoeiro. Neotropical Entomology 34:097-103.

Paiva JGA, Fank-De-Carvalho SM, Magalhães MP, Graciano-Ribeiro D (2006) Verniz vitral incolor 500<sup>®</sup>: uma alternativa de meio de montagem economicamente viável. Acta Botânica Brasílica 20:257-264.

Paron MJF O, Lara FM (2005) Relação entre tricomas foliares de genótipos de feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* L. e resistência a *Diabrotica speciosa* Germar, 1824 (Coleoptera: Chrysomelidae). Ciência & Agrotecnologia 29:894-898.

Pascholatti SF, Leite B (1995) Hospedeiro: mecanismos de resistência. In: Bergamin Filho A, Kimati H, Amorin L (Eds.) Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos. Piracicaba. Editora Ceres. pp. 415-453.

Paz Lima ML, Lopes CA, Café Filho AC (2010) Padrão estomático de *Capsicum* spp. resistentes e suscetíveis a *Oidiopsis haplophylli*. Summa Phytopathologica 36:25-29.

Peeters PJ (2002) Correlations between leaf structural traits and the densities of herbivorous insects guilds. Biological Journal of the Linnean Society 77:4365.

Peña EA, Pantoja A, Beaver J (1992) Determinación de la pubescencia de cuatro genotipos de habichuela, *Phaseolus vulgaris* L. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 76:71-82.

Peña EA, Pantoja A, Beaver J, Armstrong A (1993) Oviposición de *Bemisia tabaci* Genn. (Homoptera, Aleyrodidae) en cuatro genotipos de *Phaseolus vulgaris* L. (Leguminosae) con diferentes grados de pubescencia. Folia Entomol. Mex. 87:1-12.

Penariol MC, Monteiro AC, Pitelli RA (2008) Crescimento e esporulação de *Bipolaris euphorbiae* cultivado sob diferentes condições nutricionais. Ciência Rural 38:1907-1913.

MM, Sandroni M, Lummerzheim M, Oliveira DE (1999) A defesa das plantas contra as doenças. Revista Ciência Hoje, 147: 1-11.

Piñol MT, Palazón J (1996) Metabolismo secundário. In: Bietoazcon J, Talon M (Eds.) Fisiologia y bioquímica vegetal. Madri. McGraw-Hill. pp.273-283.

Pizzolato TD, Lillie RD (1973) Mayer's tannic acid-ferric chloride stain for mucins. The Journal of Histochemistry and Cytochemistry 21:56-64.

Qezniewska J, Macioszek VK, Kononowicz AK (2012) Plant-fungus interface: The role of surface structures in plant resistance and susceptibility to pathogenic fungi. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 78:24-30.

Quiring DT, Timmins PR, Park SJ (1992) Effect of variations in hooked trichome densities of *Phaseolus vulgaris* on longevity of *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) adults. *Environmental Entomology* 21:1357-1361.

Rahe JE, Kuc J, Chien-Mei-Chuang, Williams EB (1969) Correlation of phenolic metabolism with histological changes in *Phaseolus vulgaris* inoculated with fungi. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 75:58-71.

Rahe JE, Kuc J, Chuang CM, Williams EB (1969) Induced resistance in *Phaseolus vulgaris* to bean anthracnose. *Phytopathology* 59:1641-1645.

Reina-Pinto JJ & Yephremov A (2009) *Surface lipids and plant defenses. Plant Physiol Biochem* 47: 540-549

Robbers EJ, Speedie KM, Tyler EV (1996) *Farma-cognosia e Biotecnologia*. São Paulo SP. Ed. Premier. pp. 1-372.

Rocha JF, Rosa MMT, Frade CCM, Diersmann EM (2002) Estudo anatômico e histoquímico em folhas de *Plantago major* L. e *Plantago australis* Lam. (Plantaginaceae). *Revista Universidade Rural* 22:33-41.

Rodrigues IMC, Souza Filho APS, Ferreira FA, Ilkiu-Borges F, Gurgel ESC (2009) Anatomia e histoquímica das folhas de *Senna alata*. *Planta Daninha* 27:515-526.

Ruehle GD (1964) A strain of *Alternaria citri* Ellis & Pierce causing a leaf spot of rough lemon in Florida. *Phytopathology* 27:863-865.

Santos RI dos (2004) Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: Simões, C. M. O. et al. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. rev. ampl. Florianópolis: Ed. da UFSC; Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2004. p. 403-434.

Sartorato A, Yorinori JT (2001) Oídios de Leguminosas: Feijoeiro e Soja. In: Stadnik MJ, Rivera MC (Eds.) *Oídios*. Jaguariuna SP: Embrapa Meio Ambiente. pp.255-284.

Scalbert A (1991) Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry* 30:3875-3883.

Shaik M (1985) Race-nonspecific resistance in bean cultivars to races of *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* and its correlation with leaf epidermal characteristics. *Phytopathology* 75:478-481.

Silva RA, Reis MV, Baldani JJ, Olivares FL (2008) Defesa de plantas contra o ataque de fitopatógenos. *Seropédica*. Embrapa Agrobiologia.

Simões, C. M. O. et al. (Org.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. rev. ampl. Florianópolis: Ed. da UFSC; Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2004. p. 403-434.

Sivaprakasan K, Vidhyasekaran P (1993) Phenylalanine ammonia lyase gene for crop disease management. In: Vidhyasekaran P (Ed.) Genetic Engineering, Molecular Biology and Tissue Culture for Crop Pest and Disease Management. Delhi, India. Daya Publishing House. pp.113-122.

Souza Filho APS, Alves SM (2002) Alelopatia – princípios básicos e aspectos gerais. Belém PA. Embrapa Amazônia Oriental.

Stadnik MJ & Mazzafera P (2001) Interações Oídio-Hospedeiro. In: Agrios GN (Ed.). Plant Pathology. California. Academic Press. pp.93-114.

Stadnik MJ, Mazzafera P (2001) Interações Oídio-Hospedeiro. In: Stadnik MJ, Rivera MC (Eds.) Oídios. Jaguariuna SP. Embrapa Meio Ambiente. pp. 79-118.

Steinglein SA, Arambarri AM, Sevillano MCM, Balatti PA (2005) Leaf epidermal characters related with plant's passive resistance to pathogens vary among accessions of wild beans *Phaseolus vulgaris* var. *aborigineus* (Leguminosae-Phaseoleae). Flora 200:285-295.

Suheri H, Price TV (2000) Infection of onion leaves by *Alternaria porri* and *Stemphylium vesicarium* and disease development in controlled environments. Plant Pathology 49:375-382.

Taiz L, Zeiger E (2006) Fisiologia Vegetal. 3ª Ed. Porto Alegre. Artmed.

Trugilho PF, Mori FA, Lima JT & Cardoso DP (2003) Determinação do Teor de Taninos na Casca de *Eucalyptus* spp. Cerne 9(2): 246- 254.

Turner NC & Graniti A (1969) Fusicoccin: a fungal toxin that opens stomata. Nature 223:1070-1071.

Vandermolen GE, Beckman CH, Rodehorst E (1977) Vascular gelation: a general response phenomenon following infection. Physiological and Molecular Plant Pathology 11:95-100.

Veiga RFA, Corso GM, Curi PR, Teixeira JPF (1992) Análise Histoquímica foliar do amendoim: genótipos “tatu” e SO-909. Bragantia 51:129-149.

Voltan RBQ, Wutke EB, Bulisani EA, Ambrosano GS, Pereira JCVNA (1991) comparação da morfologia de folhas lisas e rugosas de plantas de feijoeiro. Bragantia 50:1-15.

Zaiter HZ, Coyne DP, Steadman JR, Beaver JS (1990) Inheritance of abaxial leaf pubescence in beans. Journal of the American Society for Horticultural 115:158-160.

Zoccoli DM (2008) Ferrugem branca do crisântemo: epidemiologia, controle e mecanismos de resistência. Tese de Doutorado. Brasília DF. Universidade de Brasília.

Zucker WV (1993) Tannins: does structure determine function? An ecological perspective. The American Naturalist 121:335-365.

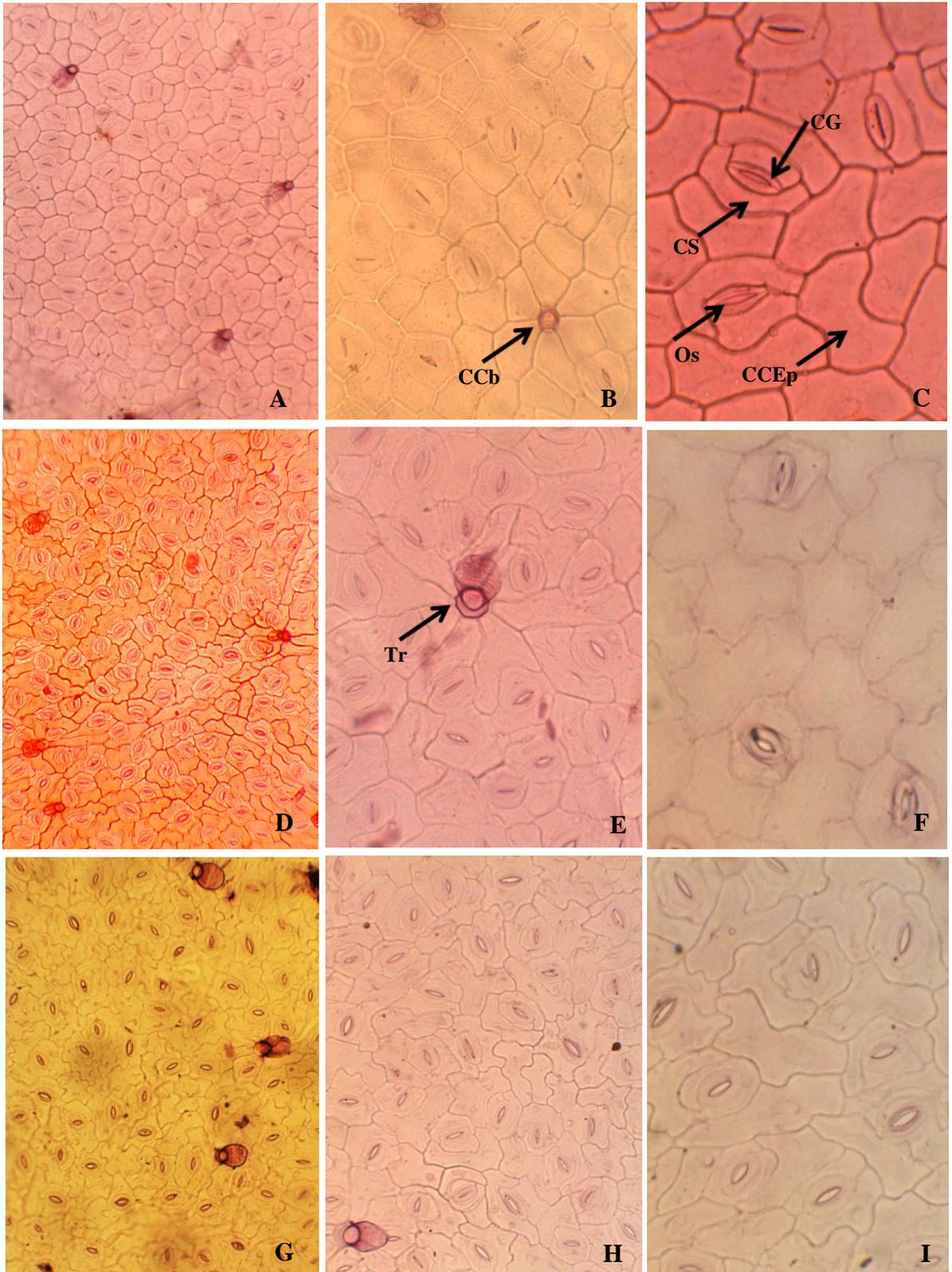
**TABELA 1:** Testes histoquímicos usados na detecção das principais classes de compostos químicos foliares de acessos de feijão-vagem.

<b>REAGENTES</b>	<b>GRUPO METABÓLICO</b>	<b>COR DA REAÇÃO</b>
Floroglucinol (Johansen, 1940)	Lignina	rósea, vermelho
Dicromato de Potássio (Gabe, 1968)	Fenóis / Compostos fenólicos gerais	castanho avermelhado
Vermelho de Rutênio (Johansen, 1940)	Pectinas	rósea intenso
Lugol (Johansen, 1940)	Amido	roxo
Cloreto de Ferro III (Johansen, 1940)	Fenóis / Compostos fenólicos gerais	verde intenso, azul ou negro
Vanilina Clorídrica (Mace & Howell, 1974)	Taninos	vermelho
Reagente de Wagner (Furr & Mahlberg, 1981)	Alcalóides	vermelho
Reagente de Dittmar (Furr & Mahlberg, 1981)	Alcalóides	castanho avermelhado
Acido Tânico (Pizzolato & Lillie, 1973)	Mucilagens	negro
Sudan IV (Pearse, 1980)	Lípidios totais	vermelho

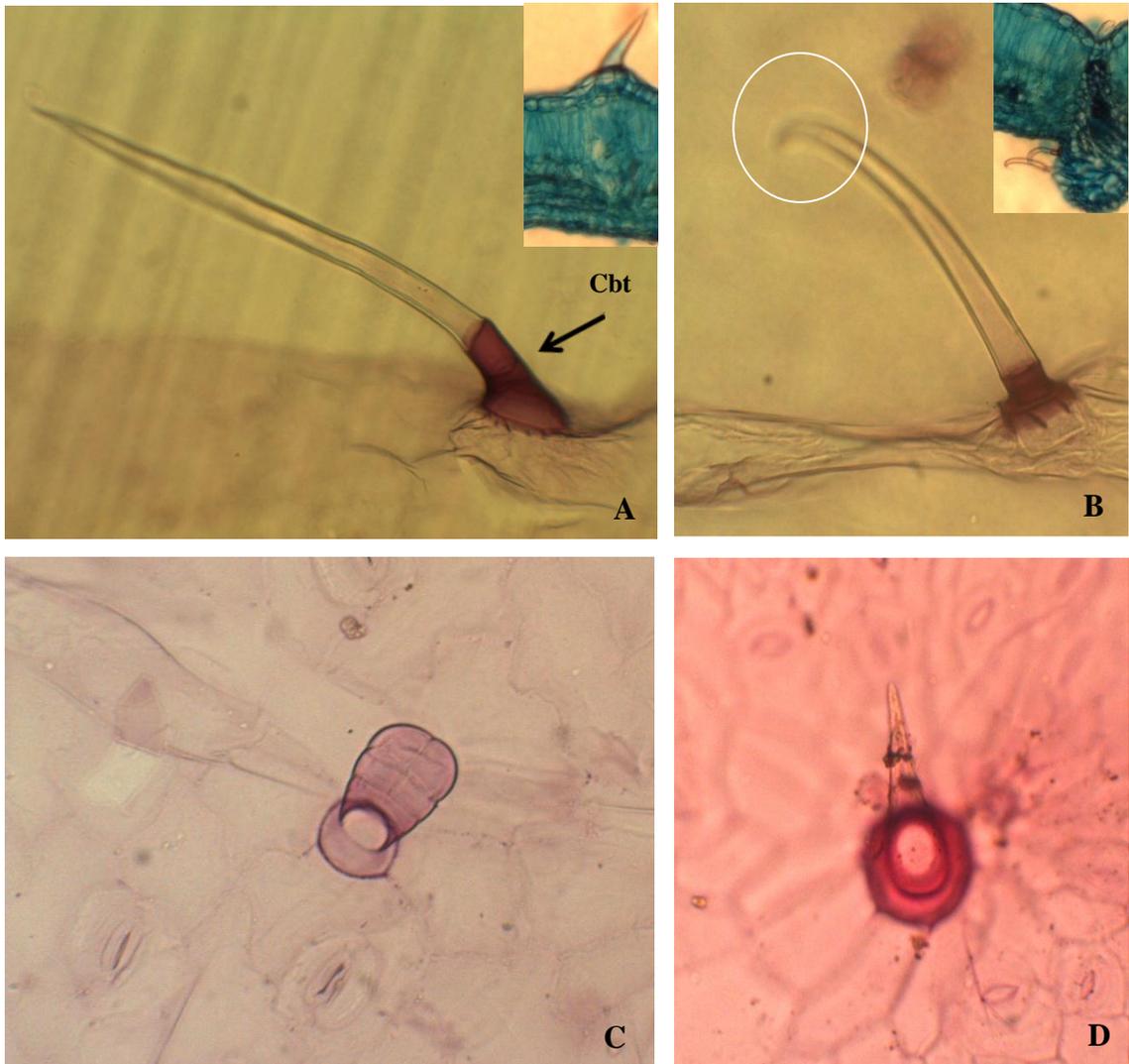
**TABELA 2:** Resultados de testes histoquímicos (Pré e Pós- infeccionais), para cada tecido foliar e em cada acesso (TSMB resistente, da espécie *Phaseolus vulgaris*; G14 e G17, suscetíveis, da espécie *Vigna unguiculata*).

\*\*Reações: (+) Positiva; (+/-) Fracamente Positiva; (-) Negativa.

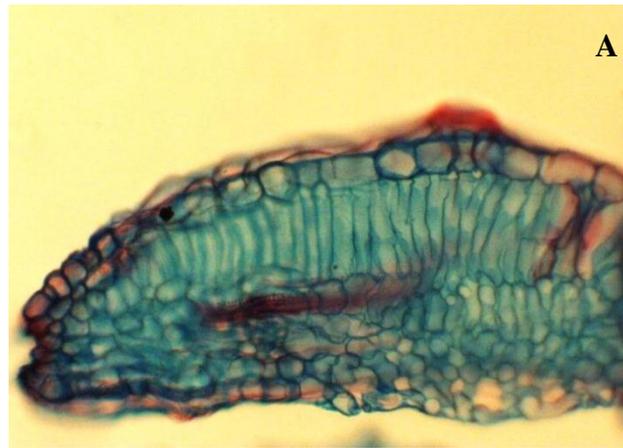
ESTRUTURA ANATÔMICA	GRUPOS METABÓLICOS/ REAGENTES																		
	LIGNINA		AMIDO		FENÓIS				TANINOS		PECTINA	LIPÍDIOS		ALCALÓIDES		MUCILAGENS			
	Floroglucinol	Lugol	D. de Potássio	Cloroto	Férrico	Vanilina	Clorídrica	V. Rutênio	Sudan IV	R. de Wagner	R. de Ditmar	Ácido Tânico							
EPIDERME	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS		
TSMB	-	-	-	+/-	+/-	+	+/-	+	+/-	-	+	+	+	+	+/-	+	+/-	-	
G14	-	-	-	+/-	+/-	+	-	+	+/-	-	+	+	+	+	+/-	+	+	-	
G17	-	-	-	+/-	+/-	+	-	+	+/-	-	+	+	+	+/-	+	+/-	+	-	
<b>P. PALICÁDICO</b>																			
TSMB	-	-	+	+	-	+	+/-	+	+/-	-	+	-	-	+/-	-	+	+	+	+
G14	-	-	+/-	+	-	+	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
G17	-	-	-	+	+/-	+	-	-	+/-	-	+	-	-	-	-	-	+/-	+	+
<b>P. LACUNOSO</b>																			
TSMB	-	-	+	+	-	+	+/-	-	+/-	-	+/-	-	-	+	-	+	+	+	+
G14	-	-	+/-	+	+/-	+	-	-	+/-	+/-	-	-	-	+/-	-	+/-	-	+/-	+
G17	-	-	+/-	+	+/-	+	-	-	+/-	-	+/-	-	-	+/-	-	+/-	+/-	+/-	+
<b>BAINHA VASCULAR</b>																			
TSMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+/-	-	+
G14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+
G17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+
<b>COLÊNQUIMA</b>																			
TSMB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+/-	-	-	+	-	+/-	-	-	-
G14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+/-	-	-	-	-	-	-	+/-	-
G17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+/-	-	-	-	-	-	-	+/-	-
<b>FLOEMA</b>																			
TSMB	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+/-	-	+/-	-
G14	-	+/-	-	-	-	-	-	+	-	-	+/-	-	-	+/-	-	-	-	+/-	-
G17	-	+/-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+/-	-	-	-	+/-	-
<b>XILEMA</b>																			
TSMB	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+/-	-	-	-
G14	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+/-	-	-	-	-	-
G17	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+/-	-	-	-	-	-



**Figura 1.** Cortes foliares paradérmicos da superfície adaxial de acessos de *Phaseolus vulgaris* (TSMB, resistente a oídio) e de *Vigna unguiculata* (G14 e G17, suscetíveis a oídio), em microscopia de luz. Vista frontal da epiderme dos acessos: TSMB (A-C); G14 (D-F) e G17 (G-I). Da esquerda para a direita: aumentos de 100x, 200x e 400x, respectivamente. \*\*CCb: Cicatriz da célula basal do tricoma; CG: Célula-guarda; CS: Célula subsidiária;; Os: Ostíolo; CCEp: Célula comum da epiderme; Tr: Tricoma glandular.

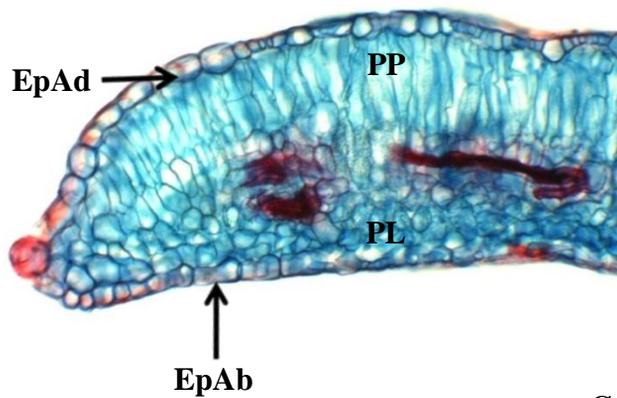


**Figura 2.** Cortes foliares paradérmicos da superfície adaxial de feijão-vagem, em microscopia de luz. Tricomas: agudo, em aumento de 100x (A), com destaque para presença na epiderme adaxial; (B) destaque do gancho terminal (detalhe na epiderme do córtex vascular), ambos em *Phaseolus vulgaris* (acesso TSMB). Tricomas glandular (C) e reto (D), em *Vigna unguiculata* (acesso G14). Aumento de 400x. \*\*Cbt: Célula basal do tricoma.

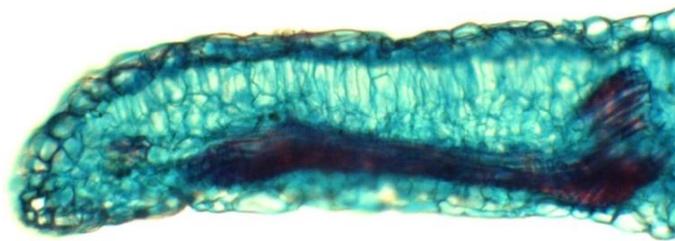


A

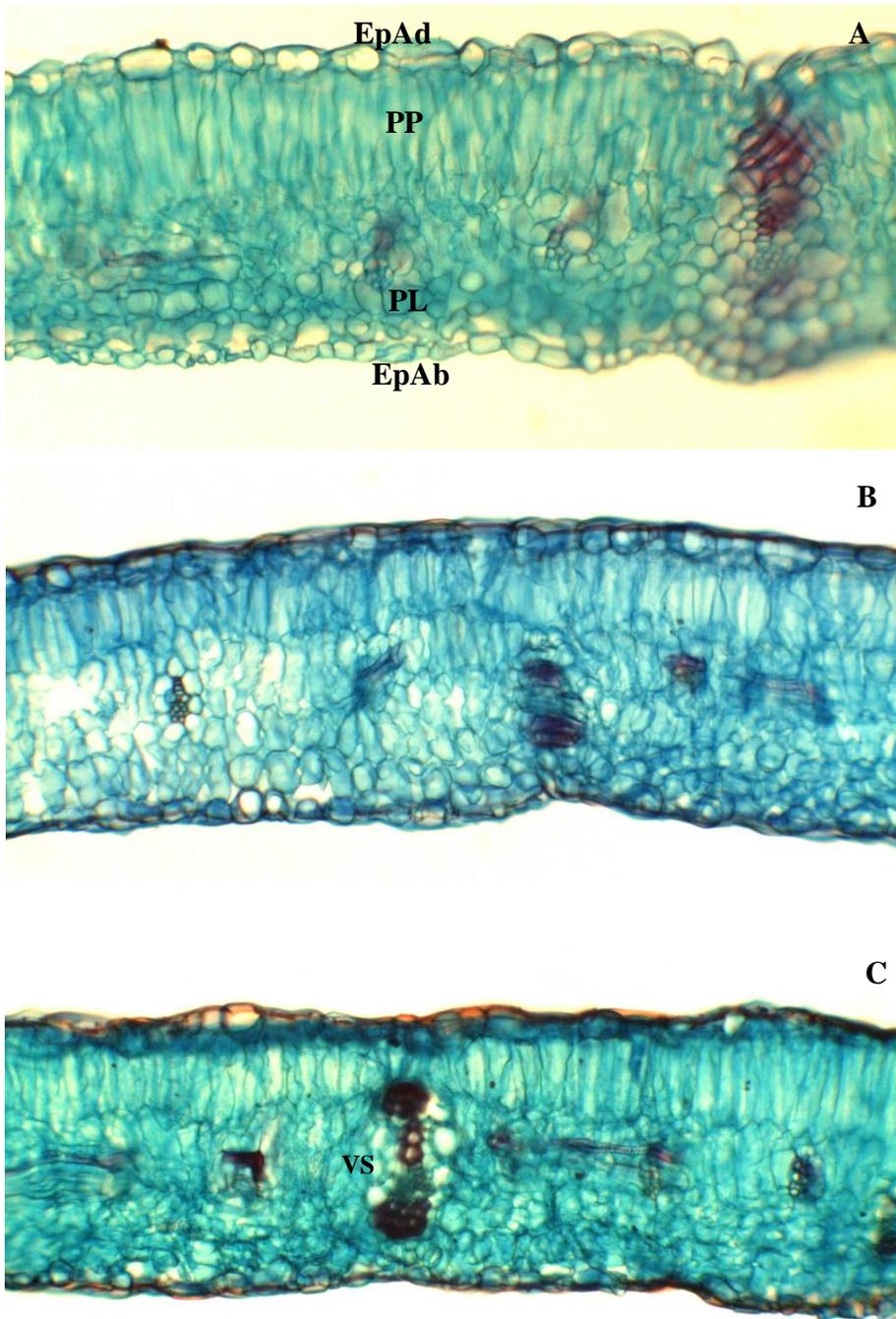
B



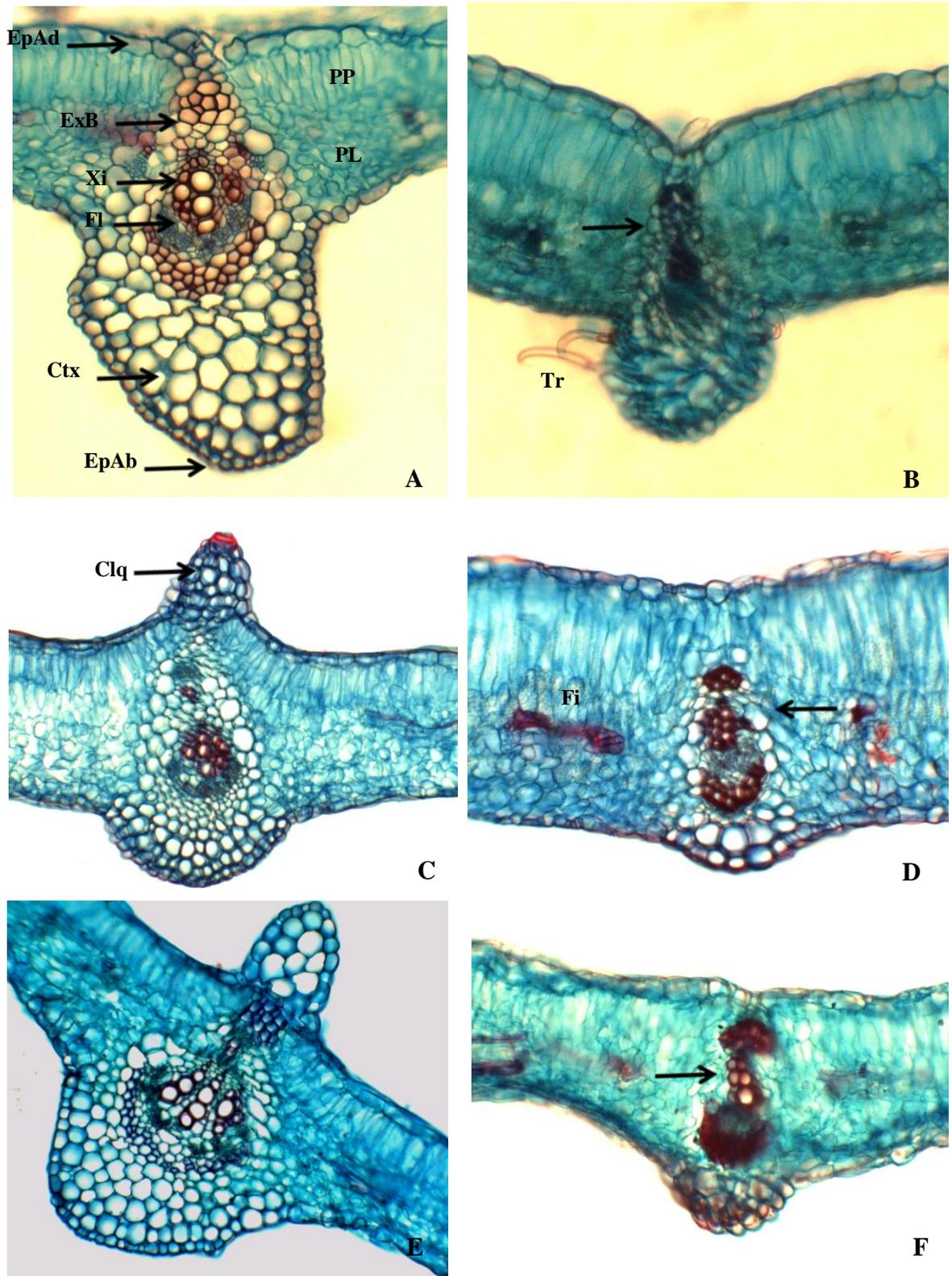
C



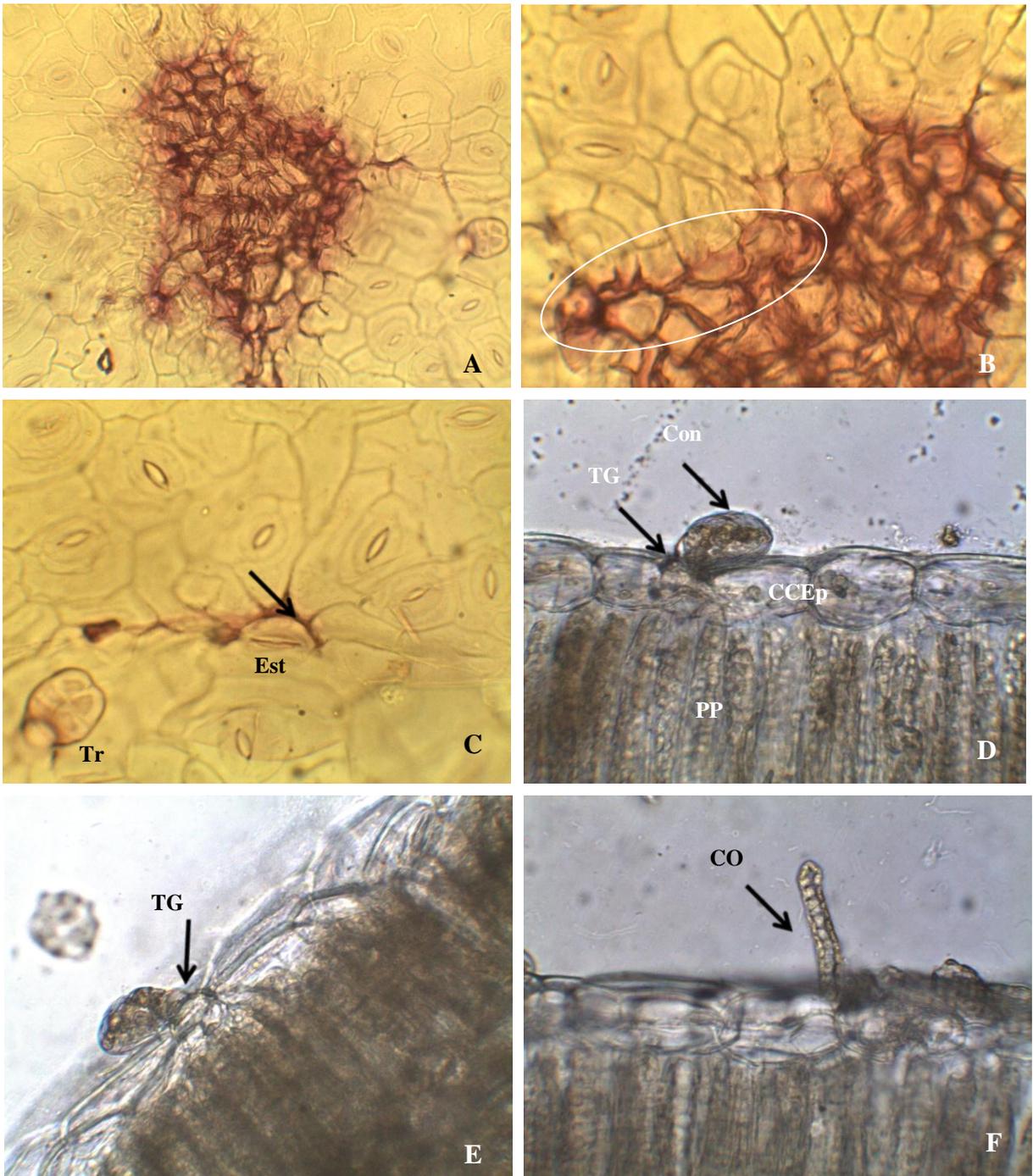
**Figuras 3.** Secções foliares transversais de acessos de *Phaseolus vulgaris* (TSMB) e de *Vigna unguiculata* (G14 e G17), em microscopia de luz. Detalhes do bordo foliar. **A.** TSMB; **B.** G14 e G17. Aumento de 200x. \*\*EpAd: Epiderme Adaxial; PP: Parênquima Paliçádico; PL: Parênquima Lacunoso; EpAb: Epiderme Abaxial.



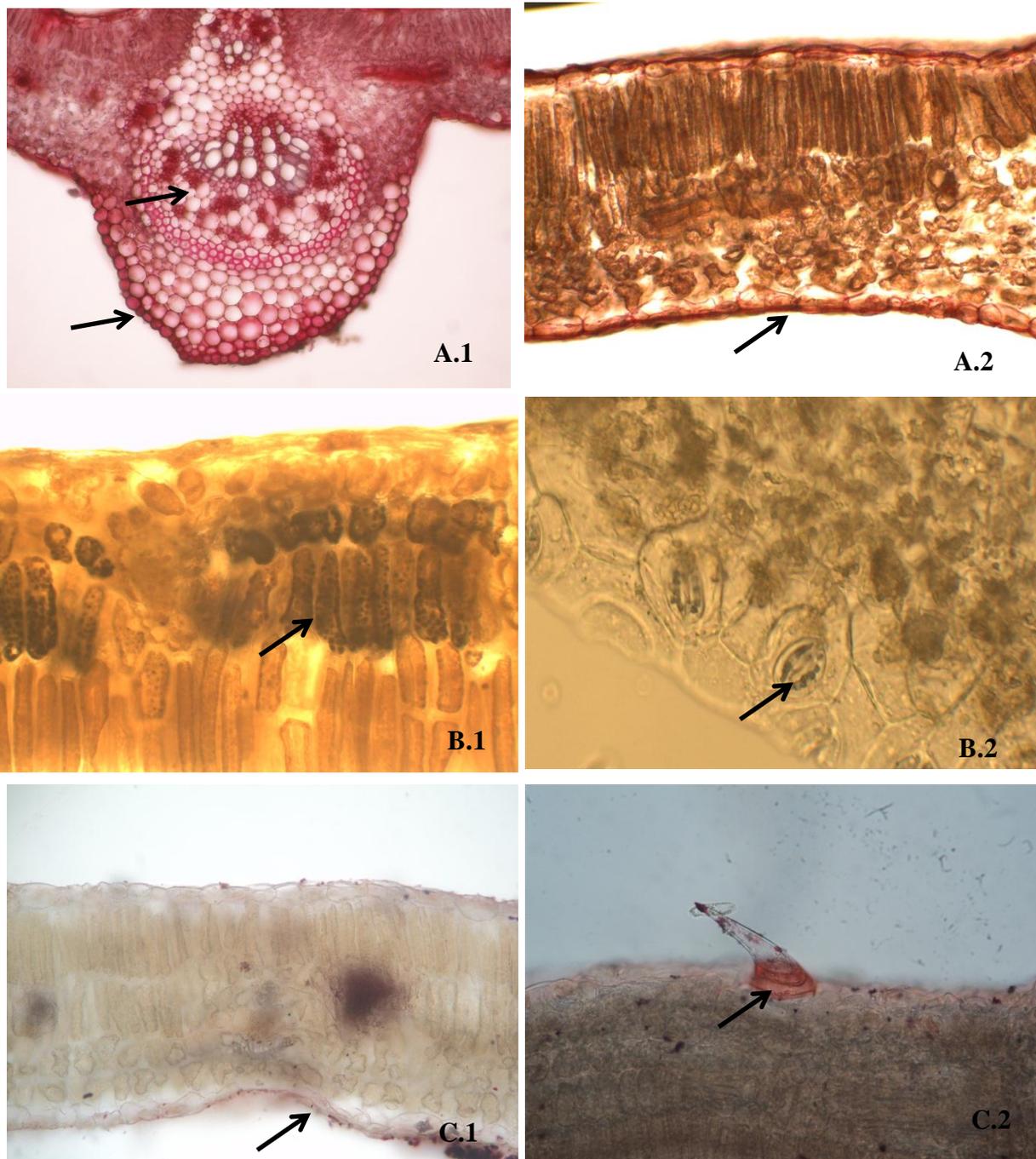
**Figuras 4.** Secções foliares transversais de acessos de *Phaseolus vulgaris* (TSMB) e de *Vigna unguiculata* (G14 e G17), em microscopia de luz. Detalhes do mesófilo foliar. **A.** TSMB; **B.** G14 e **C.** G17. Aumento em 200x. \*\*EpAd: Epiderme Adaxial; PP: Parênquima Paliádico; PL: Parênquima Lacunoso; EpAb: Epiderme Abaxial; VS: vaso secundário.



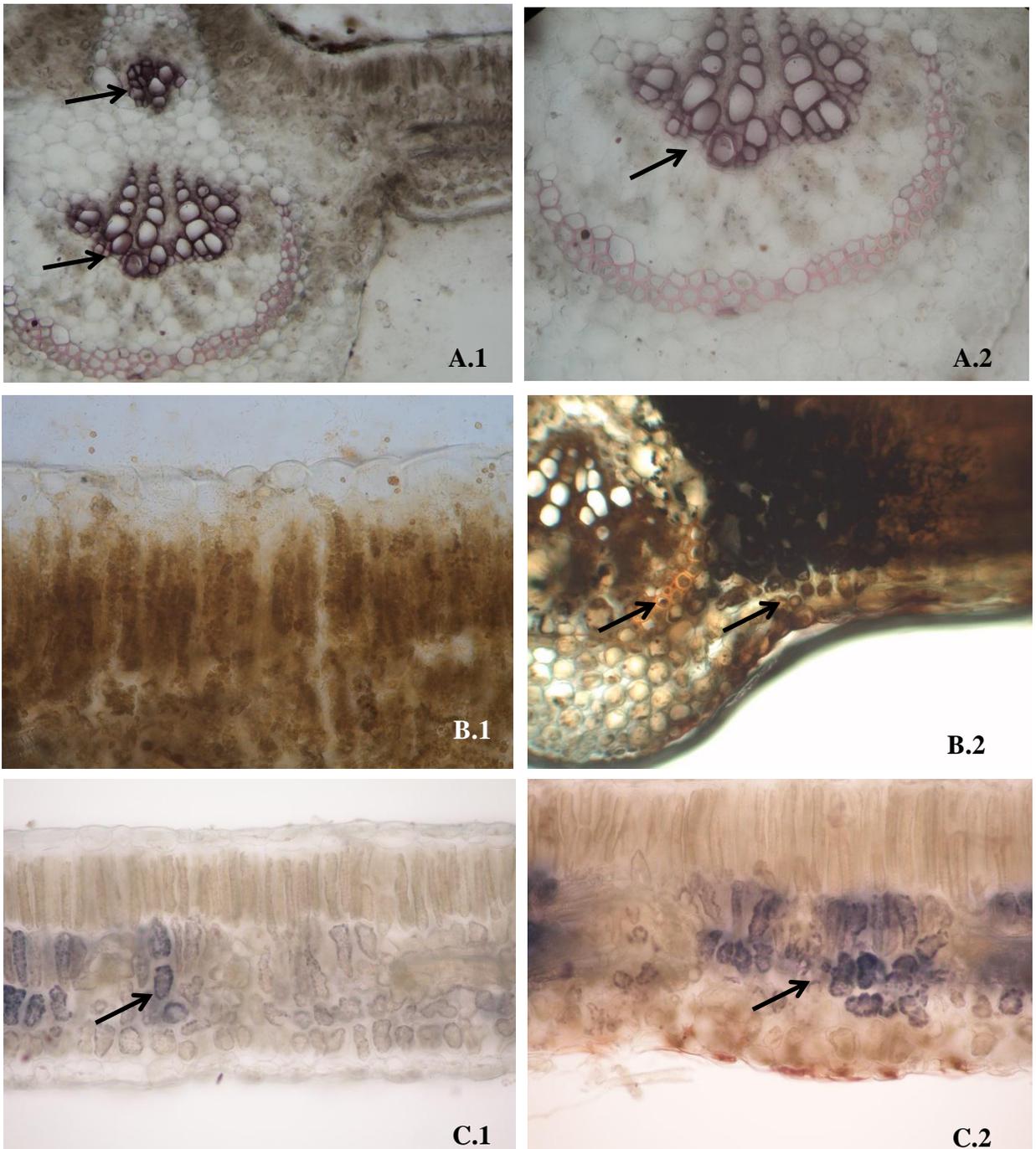
**FIGURA 5.** Secções foliares transversais de acessos de *Phaseolus vulgaris* (TSMB, **A-B**) e de *Vigna unguiculata* (G14 e G17, respectivamente, **C-D** e **E-F**), em microscopia de luz. Detalhes das nervuras principais do sistema vascular (**A,C,E**, em aumento de 100x) e das nervuras secundárias (**B,D,F**, em aumento de 200x), indicadas pelas setas. \*\*EpAd: Epiderme Adaxial; ExB: Extensão da Bainha Vascular; Xi: Xilema; Fl: Floema; Ctx: Córtex; EpAb: Epiderme Abaxial; PP: Parênquima paliçádico; PL: Parênquima lacunoso; Clq: Colênquima; Tr: Tricomas tectores; Fi: Fibras.



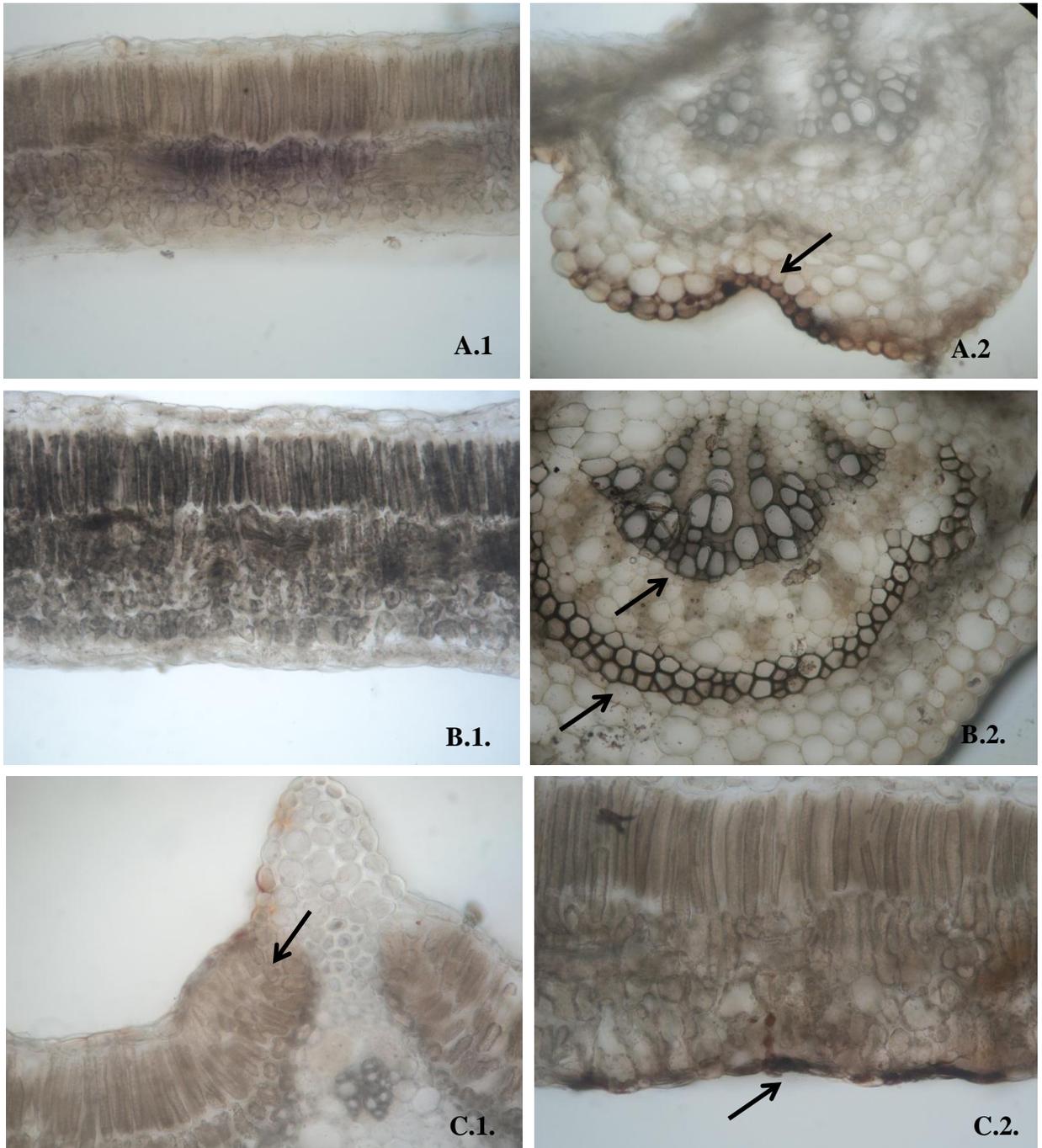
**FIGURA 6.** Secções foliares paradérmicas e transversais de G17 (*Vigna unguiculata*), em microscopia de luz, com aumento de 400x. Detalhes dos sinais do patógeno (*Erysiphe polygoni*) e da penetração na hospedeira . **A.** Micélio fúngico sobre a epiderme adaxial foliar; **B.** Detalhe das hifas ao redor das células comuns da epiderme; **C.** Hifa envolvendo estômato; **D-E.** Conídio emitindo tubo germinativo em célula comum da epiderme; **F.** Conidióforo emergindo através das células comuns da epiderme. \*\*Est: estômato; Tr: Tricoma (glandular); Con: Conídio; TG: tubo germinativo; CCEp: Célula comum da epiderme; PP: Parênquima Paliçádico; CO: Conidióforo.



**Figuras 7.** Secções transversais de acessos de feijão-vagem e detalhes de reações histoquímicas representativas em tecidos foliares com *Erysiphe polygoni*, em microscopia de luz. **A. Pectinas (Vermelho de Rutênio):** **A.1.** Na epiderme abaxial e células do floema (TSMB). Aumento de 100x; **A.2.** Na epiderme abaxial (G14). Aumento de 200x; **B. Amido (Lugol):** **B.1.** Parênquima paliçádico (G17). Aumento de 400x; **B.2.** Células Guarda (G17). Aumento de 400x; **C. Lipídios totais (Sudan IV):** **C.1.** Epiderme adaxial (G14). Aumento de 200x; **C.2** Célula da base do tricoma (G17). Aumento de 400x.



**FIGURA 8.** Secções transversais de feijão-vagem e detalhes de reações histoquímicas típicas em tecidos foliares, em microscopia de luz. **A. Lignina (Floroglucinol):** A.1 e A.2. Células xilemáticas (TSMB). Aumentos de 200x e 400x, respectivamente. **B. Alcalóides (Reagente de Ditmar):** B.1. Parênquima paliçádico (TSMB). Aumento de 400x; B.2. Células da bainha do feixe e do parênquima paliçádico (G17).Aumento de 200x; **C. Alcalóides (Reagente de Wagner):** C.1. e C.2. Parênquima lacunoso (G17). Aumento de 200x.



**FIGURA 9.** Secções transversais de feijão-vagem e detalhes de reações histoquímicas típicas em tecidos foliares, em microscopia de luz. **A. Taninos (Vanilina Clorídrica):** **A.1.** Parênquima esponjoso (G14). Aumento de 200x; **A.2.** Células comuns da epiderme (na região do córtex)-G14. Aumento de 200x; **B. Mucilagens (Ácido Tânico):** **B.1.** Mesofilo (Parênquima paliçádico e lacunoso)-G14. Aumento de 200x; **B.2.** Células floema e bainha feixa vascular (G14).Aumento de 400x; **C. Compostos fenólicos (Dicromato de potássio):** **C.1.** Parênquima paliçádico (TSMB). Aumento de 200x; **C.2.** Epiderme abaxial (TSMB). Aumento de 400x.