

**EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DA SECA DA  
HASTE (*Botrytis cinerea*) EM *Hibiscus sabdariffa***

**CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA**

2004

**CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA**

**EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DA SECA DA  
HASTE (*Botrytis cinerea*) EM *Hibiscus sabdariffa***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de concentração em Fitopatologia, para obtenção do título de "Doutor".

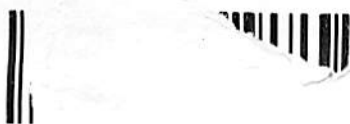
**Orientador:**

Prof. Dr. Paulo Estevão de Souza

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2004

BIBI

NTRAL - UFLA



**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Oliveira, Carlos Alberto de

Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus  
sabdarriffa* / Carlos Alberto de Oliveira. -- Lavras : UFLA, 2004.

116 p. : il.

Orientador: Paulo Estevão de Souza.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Planta medicinal. 2. Hibisco. 3. Doença fúngica. 3. Controle. I. Universidade  
Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.88

-583.17

**CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA**

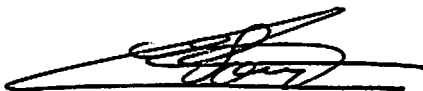
**EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DA SECA DA  
HASTE (*Botrytis cinerea*) EM *Hibiscus sabdariffa***

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras,  
como parte das exigências do Programa de Pós-  
graduação em Agronomia/Fitopatologia, área de  
concentração em Fitopatologia. para obtenção do título  
de “Doutor”.

APROVADA em 14 de julho de 2004

Prof. Dr. Edson Ampélio Pozza  
Prof. Dr. Eduardo Alves  
Prof. PhD. José Eduardo Brasil Pereira Pinto  
Pesq. Dr. Marcelo Augusto Boechat Morandi

UFLA  
UFLA  
UFLA  
EMBRAPA



Prof. Dr. Paulo Estevão de Souza  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL

Á minha grande família  
(papai, mamãe, irmãos, irmãs,  
sogro, sogra, cunhados,  
cunhadas, sobrinhos e  
sobrinhas), pelo apoio e  
confiança,

**OFEREÇO**

Á minha esposa Marta,  
companheira de todas as  
horas, e aos meus filhos  
Vinícius e Vanessa, cujo  
sorriso me contagia,

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência.

À Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal/Universidade Federal de Viçosa, pela minha liberação para o treinamento.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Fitopatologia, pela oportunidade de realizar o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)/PICDT, pela concessão da bolsa.

Aos Professores Paulo Estevão de Souza, Edson Ampélio Pozza e José Eduardo Brasil Pereira Pinto pela orientação, amizade e companheirismo.

Ao Professor Eduardo Alves e ao Pesquisador Marcelo Augusto Boechat Morandi pelas sugestões e participação na banca examinadora.

Aos Professores da CEDAF/UFV, Antônio César Pereira Calil, Antônio Wilson de Oliveira Malta e Ernesto José Resende Rodrigues, por terem possibilitado a minha saída para o treinamento.

À todos os Professores do Departamento de Fitopatologia pelos ensinamentos.

Aos funcionários do Horto de Plantas Medicinais/UFLA, Luiz Gonzaga, Geraldo Luiz e Dico, pela contribuição e amizade.

À Professora Suzan Kelly Villela Bertolucci e ao Sr. Evaldo Arantes de Souza, pela amizade e contribuições.

2.3 Produção do inóculo e inoculação.....	32
2.4 Delineamento experimental.....	33
2.5 Avaliação da doença e análise dos dados.....	33
3 Resultados e Discussão.....	34
4 Conclusões.....	38
5 Referências Bibliográficas.....	39
CAPÍTULO 3 - Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar na infecção de <i>botrytis cinerea</i> em hastes de <i>hibiscus sabdariffa</i> .....	
Resumo.....	42
Abstract.....	44
1 Introdução.....	45
2 Material e Métodos.....	47
2.1 Área experimental.....	47
2.2 Produção do hospedeiro.....	47
2.3 Produção do inóculo e inoculação.....	48
2.4 Delineamento experimental.....	49
2.5 Avaliação da doença e análise dos dados.....	49
3 Resultados e Discussão.....	50
4 Conclusões.....	56
5 Referências Bibliográficas.....	57
CAPÍTULO 4 - Progresso da seca da haste do hibisco ( <i>hibiscus sabdariffa</i> ) em quatro épocas e dois métodos de plantio.. ..	
	60

## BIOGRAFIA

Carlos Alberto de Oliveira, filho de Joaquim José de Oliveira e Elzita Duarte de Oliveira, nasceu em Pará de Minas, no Estado de Minas Gerais, em 7 de maio de 1960.

Em março de 1981, ingressou na Universidade Federal de Viçosa, onde obteve o título de Engenheiro Agrônomo em julho do ano de 1985.

De outubro de 1985 a junho de 1987 trabalhou em projetos de agricultura irrigada na região Norte de Minas Gerais.

Em junho de 1987 ingressou na CEDAF/UFV como Professor Substituto na área de Defesa Sanitária Vegetal e em maio de 1990 ingressou na mesma instituição, através de concurso público, onde atualmente exerce a mesma função.

Em março de 1992 iniciou o curso de Mestrado em Fitopatologia na Universidade Federal de Lavras, sob a orientação do Prof. Paulo Estevão de Souza, concluindo-o em agosto de 1994.

Em agosto de 2000 ingressou no curso de Doutorado em Fitopatologia na Universidade Federal de Lavras, sob a orientação do Prof. Paulo Estevão de Souza, concluindo-o em julho de 2004.

Na CEDAF/UFV ocupou os cargos de Coordenador de Pesquisa e Estágio Supervisionado. Sua linha de pesquisa está sempre voltada para a Epidemiologia e Manejo de Doenças.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
CAPÍTULO 1 - Epidemiologia e manejo da seca da haste ( <i>hibiscus sabdariffa</i> ) em <i>hibiscus sabdariffa</i> .....	1
1 Introdução Geral.....	2
2 Referencial Teórico.....	6
2.1 O patógeno.....	6
2.2 O hospedeiro.....	7
2.2.1 Estádio fenológico do hospedeiro, ferimento e infecção de <i>botrytis cinerea</i> .....	9
2.3 O ambiente.....	17
3 Referências Bibliográficas.....	18
CAPÍTULO 2 - Efeito do estágio fenológico do hospedeiro e ferimentos na infecção de <i>botrytis cinerea</i> em hastes de <i>hibiscus sabdariffa</i> .....	24
Resumo.....	25
Abstract.....	26
1 Introdução.....	27
2 Material e Métodos.....	31
2.1 Área experimental.....	31
2.2 Produção do hospedeiro.....	31

2.3 Produção do inóculo e inoculação.....	32
2.4 Delineamento experimental.....	33
2.5 Avaliação da doença e análise dos dados.....	33
3 Resultados e Discussão.....	34
4 Conclusões.....	38
5 Referências Bibliográficas.....	39
<b>CAPÍTULO 3 - Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar na infecção de <i>botrytis cinerea</i> em hastes de <i>hibiscus sabdariffa</i>.....</b>	<b>42</b>
Resumo.....	43
Abstract.....	44
1 Introdução.....	45
2 Material e Métodos.....	47
2.1 Área experimental.....	47
2.2 Produção do hospedeiro.....	47
2.3 Produção do inóculo e inoculação.....	48
2.4 Delineamento experimental.....	49
2.5 Avaliação da doença e análise dos dados.....	49
3 Resultados e Discussão.....	50
4 Conclusões.....	56
5 Referências Bibliográficas.....	57
<b>CAPÍTULO 4 - Progresso da seca da haste do hibisco (<i>hibiscus sabdariffa</i>) em quatro épocas e dois métodos de plantio..</b>	<b>60</b>

Resumo.....	61
Abstract.....	63
1 Introdução.....	65
2 Material e Métodos.....	67
2.1 Área experimental.....	67
2.2 Preparo da área experimental e condução do experimento.....	67
2.3 Delineamento experimental.....	68
2.4 Avaliação da doença e análise do progresso temporal.....	69
3 Resultados e Discussão.....	71
3.1 Área Abaixo da Curva de Progresso da Incidência (AACPI) da seca da haste.....	71
3.1 Curvas de progresso da seca da haste.....	75
3.2 Taxas de progresso da seca da haste em <i>Hibiscus sabdariffa</i> .....	80
4 Conclusões.....	87
5 Referências Bibliográficas.....	88
CAPÍTULO 5 - Efeito de épocas de plantio e métodos de colheita no controle da seca da haste ( <i>botrytis cinerea</i> ) e produção de cálices de <i>hibiscus sabdariffa</i> em lavras-MG.....	90

Resumo.....	91
Abstract.....	93
1 Introdução.....	95
2 Material e Métodos.....	98
2.1 Área experimental.....	98
2.2 Preparo da área experimental e condução do experimento.....	98
2.3 Delineamento experimental.....	99
2.4 Colheita e avaliação da produção.....	100
2.5 Avaliação da doença e análise dos dados.....	100
3 Resultados e Discussão.....	102
3.1 Incidência em hastes.....	102
3.2 Incidência em cálices.....	104
3.3 Peso seco de cálice.....	107
4 Conclusões.....	111
5 Referências Bibliográficas.....	112
Considerações Finais.....	115

## RESUMO

OLIVEIRA, Carlos Alberto. **Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa***. 2004. 116 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

No Brasil, o aumento na demanda por plantas medicinais tem sido verificado. Dentre as plantas de interesse, o hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) destaca-se por apresentar eficácia terapêutica como diurético, laxante, estomáquico, entre outras. Para atender a demanda é necessário, além de aumentar a área de cultivo e a produtividade, evitar ou reduzir as perdas causadas por pragas, doenças e plantas daninhas. Entretanto, a seca da haste, cujo agente etiológico é o fungo *Botrytis cinerea*, tem-se constituído no principal problema fitossanitário da cultura. Em plantas medicinais, onde a aplicação de fungicidas não condiz com o princípio da fitoterapia, é necessário adotar medidas alternativas de controle. Entretanto, antes de propor qualquer medida de controle é necessário estudar o efeito do ambiente e sua relação com o patógeno e o hospedeiro. A partir desses estudos pode-se sugerir medidas alternativas de controle, como a evasão. Sendo assim, conduziram-se estudos para verificar o efeito dos estádios de 50 dias; 85 dias; 120 dias e 155 dias de hibisco na infecção de *B. cinerea*; o efeito da temperatura (15, 20, 25 e 30°C) e do período de molhamento foliar (0, 6, 12 e 24 horas) na infecção de *B. cinerea* em hastes de *H. sabdariffa*; o progresso da seca da haste do hibisco em quatro épocas (setembro, outubro, novembro e dezembro) e dois métodos de plantio (semeadura direta e transplantio de mudas); o efeito de épocas de plantio (agosto, setembro e outubro) e métodos de colheita (única e escalonada) no controle da seca da haste e produção de cálices de *H. sabdariffa* em Lavras-MG. Não houve diferença estatística entre os estádios de crescimento de *H. sabdariffa* em relação à infecção de *B. cinerea*. Maior incidência e severidade da seca da haste foram registradas na temperatura de 15° C e duração de 24 horas de molhamento foliar. Menor incidência da seca da haste foi registrada no método de transplantio de mudas comparado à semeadura direta. Verificou-se aumento da incidência proporcionado pelo atraso na época de plantio. O modelo

exponencial foi o que melhor descreveu o comportamento da doença em todos os tratamentos. Temperatura baixa e pouca chuva comprometeram o ciclo inicial de crescimento das plantas no plantio de agosto, resultando em menor número de hastes por planta e menor incidência da doença. A menor incidência não constituiu em maior produção de cálices. Maior produção de fitomassa seca de cálices foi obtida nos plantios de setembro e outubro, mesmo com maior incidência da seca da haste e podridão de cálices. Colheita escalonada proporcionou menor incidência da podridão de cálices e maior produção de fitomassa seca. Nas condições de Lavras, o plantio de hibisco em outubro é mais recomendado.

---

\* Comitê de orientação: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Professor Orientador); Édson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Carlos Alberto. **Epidemiology and management of stem blight (*Botrytis cinerea*) in *Hibiscus sabdariffa***. 2004. 116 p. Thesis (Doctoral in Phytopathology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.\*

In Brazil, the increase in the use of medicinal plants has been verified. Among the plants of interest, the roselle stands out for presenting therapeutic effectiveness as diuretic, laxative, stomachic, among other. To assist the demand it is necessary, besides increasing the planting area and the productivity, to avoid or to reduce the losses caused by pests, diseases and weed. However, of stem blight, caused by *Botrytis cinerea*, has been constituting in the main problem phytosanitary of the culture. In medicinal plants, where the application of fungicides non combine with the beginning of the phytotherapy, is necessary to adopt measures control alternatives. However, before proposing any control measure it is necessary to study the effect of the atmosphere and its relationship with the pathogen and the host. From of those studies it can be suggested measures control alternatives, as the escape. Initially studies were conducted to verify the effect of the age of 50; 85; 120 and 155 days of roselle in the infection of *B. cinerea*; the effect of the temperature (15, 20, 25 and 30°C) and of the leaf wetness period (0, 6, 12 and 24 hours) in the infection of *B. cinerea* in stems of *H. sabdariffa*; the progress of stem blight of roselle in four times (september, october, november and december) and two planting methods (direct sow and transplant); the effect of planting times (august, september and october) and harvest methods (one and interval) in the control of stem blight and production of calyces of *H. sabdariffa* in Lavras-MG. There was not statistical difference among the age of growth of *H. sabdariffa* in relation to the infection of *B. cinerea*. Larger incidence and severity of stem blight were registered in the temperature of 15°C and duration of 24 hours of leaf wetness. Smaller incidence of stem blight was registered in the method of transplant compared to the direct sow. Increase of the incidence was verified provided at that time by the delay of planting. The exponential model was what best described the behavior of the disease in all the treatments. Temperature lowers and little rain committed the

initial cycle of the plants in the planting of August, resulting in smaller numbers of stems for plant and smaller incidence of the disease. The smallest incidence did not constitute in larger production of calyces. Larger production of dry matter of calyces was obtained in the planting of September and October, even with larger incidence of the stem blight and rot of calyces. The harvest with interval provided smaller incidence of rot of calyces and larger yield of dry matter. In the conditions of Lavras, the roselle planting in October is recommended.

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Major Professor); Edson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.



## CAPÍTULO 1

### EPIDEMIOLOGIA E MANEJO DA SECA DA HASTE (*Hibiscus sabdariffa*) EM *Hibiscus sabdariffa*

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

As plantas medicinais vêm reconquistando sua importância na medicina. Devido ao amplo espectro de efeitos colaterais e contra-indicações no uso de medicamentos sintéticos, o uso dos fitoterápicos é crescente, embora, obviamente, estes não sejam desprovidos de efeitos tóxicos. Entretanto, se for levada em consideração a lei da razão, pode-se concordar, em todos os aspectos, que os vegetais são, além de fonte de alimento, fiéis portadores dos elementos minerais, aminoácidos, vitaminas, proteínas e todo o universo de fatores que nutrem os seres vivos. Tem-se, portanto, a fitoterapia como boa opção para restabelecer a saúde, desde que recomendada por médicos especialistas.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), na sua 31ª Assembléia, em 1978, recomendou aos países membros o desenvolvimento de pesquisas visando utilizar plantas medicinais nativas com o propósito terapêutico. Atendendo a este apelo, o Ministério da Saúde do Brasil editou as "Diretrizes e Prioridades de investigação em Saúde" (Brasil, 1981), no qual está incluído o estudo das plantas medicinais (Mors, 1982).

Atualmente existe grande demanda por plantas medicinais na tentativa de evitar efeitos colaterais devido ao uso de medicamentos sintéticos. Com a grande procura por produtos naturais, houve uma corrida em busca das plantas medicinais, o que pode acarretar em uma erosão genética e ameaçar algumas espécies de extinção. Essa demanda torna a planta medicinal boa alternativa de

renda e ajuda a acelerar os estudos de domesticação e o seu cultivo em várias regiões do Brasil, para obter matéria-prima de qualidade e quantidade.

Outra contribuição para aumentar o cultivo de plantas medicinais é o fato de 30% dos US\$300 bilhões referentes ao mercado de medicamentos estarem relacionados aos produtos obtidos de vegetais. Portanto, o Brasil poderá ter grandes ganhos, considerando que possui uma das floras mais ricas do mundo. A Organização Mundial de Saúde (OMS) concluiu que 50 milhões de brasileiros não têm acesso aos medicamentos. Mesmo assim, os brasileiros desembolsam anualmente cerca de US\$ 3 bilhões com aquisição de cerca de 6.000 medicamentos, correspondente a 95% de todos os fármacos comercializados no país (Cerri, 1991).

No Brasil, nos últimos dez anos, o aumento na demanda por plantas medicinais tem exigido maior produtividade, bem como informações fitotécnicas para o cultivo (Ming, 1997). Dentre as plantas de interesse, o hibisco destaca-se por apresentar eficácia terapêutica como diurético, laxante, estomáquico, calmante e antiescorbútico, entre outras, com a utilização dos cálices em chás, refrescos, geléias e condimentos. Para atender a demanda é necessário, além de aumentar a área de cultivo e a produtividade, evitar ou reduzir as perdas causadas por pragas, doenças e plantas daninhas.

Em maio de 1999 a seca da haste em hibisco, cujo agente etiológico é o fungo *Botrytis cinerea* Pers.:Fr., foi registrada em campos comerciais de hibisco na África do Sul (Swart & Langenhoven, 2000). No levantamento de doenças realizado no horto de plantas medicinais da Universidade Federal de Lavras, em

2001, registrou-se a ocorrência da seca da haste em planta de hibisco (Lima, 2002). Na área experimental de hibisco localizada no setor de Plantas Medicinais da UFLA, também registrou-se incidência da seca da haste e apodrecimento de cálices em quatro épocas de plantio, sendo verificado maior incidência em plantios tardios realizados em dezembro/2000 e janeiro/2001 (Castro, 2003).

*B. cinerea* é agente etiológico de doenças em plantas ornamentais, hortícolas, frutíferas e cereais (Agrios, 1988). O controle da doença em eucalipto, morangueiro, videira, roseira e gerânio cultivado em casa-de-vegetação depende de aplicações sistemáticas de fungicidas. Isso, além de aumentar o resíduo tóxico do fungicida no produto colhido e o risco de intoxicação de trabalhadores, onera o custo de produção e aumenta a possibilidade de selecionar populações resistentes aos fungicidas (Moorman & Lease, 1992).

Em plantas medicinais, nas quais a aplicação de fungicidas não condiz com o princípio da fitoterapia, é necessário adotar medidas alternativas de controle. Entretanto, antes de propor qualquer medida de controle é necessário estudar o efeito do ambiente, com destaque para a temperatura, molhamento foliar e umidade relativa, e sua relação com o patógeno e o hospedeiro. A partir desses estudos poderá-se sugerir medidas alternativas de controle, como a evasão. Esse método consiste na escolha de épocas ou local de plantio favorecendo e hospedeiro e desfavorecendo o patógeno de maneira a reduzir ou até eliminar a aplicação de agroquímicos.

Em outros hospedeiros, temperaturas na faixa de 12 a 25°C e período de molhamento na faixa de 12 a 24 horas têm sido registrados como ótimos para infecção de *B. cinerea*.

Diante do exposto, os objetivos do trabalho foram: i) avaliar os diferentes estádios fenológicos de plantas de hibisco quanto à suscetibilidade a *B. cinerea*; ii) avaliar os efeitos da temperatura e período de molhamento foliar na incidência e severidade da seca da haste em hibisco; iii) avaliar o progresso da seca da haste em 4 épocas e 2 métodos de plantio; iv) em função dos resultados obtidos nestes estudos e dos dados meteorológicos da região, propor e avaliar época(s) de plantio e método (s) de colheita de hibisco no município de Lavras, visando ao controle da seca da haste e produção de fitomassa seca de cálices de hibisco.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O PATÓGENO

*Botrytis cinerea* Pers.:Fr é um fungo mitospórico, tendo teleomorfo no filo Ascomycota, classe Leotiomycetes, ordem Helotiales, família Sclerotiniaceae, gênero *Botryotinia* e espécie *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel (Eriksson et al., 2002). A produção de conídios é abundante, tanto em meios de cultura como em tecidos de hospedeiros infectados. O fungo produz escleródios em meio de cultura e restos culturais, de cor negra, com tamanho de poucos milímetros até mais de 1 cm, sendo determinantes da sobrevivência do patógeno em condições adversas (Kimura, 1999; Agrios, 1997; Krugner & Bacchi, 1995; Ferreira, 1989). Saprofiticamente o fungo sobrevive em folhas e outros órgãos vegetais mortos, especialmente de seus hospedeiros na superfície do solo. Sobre os tecidos desses materiais, o fungo produz hifas e escleródios. Em condições de temperatura de 20 a 24°C e umidade 100%, os escleródios germinam produzindo hifas aptas a colonizar tecidos vegetais sadios ou necrosados, produzindo conidióforos e conídios (Souza, 1991).

Os conídios de *Botrytis sp* são facilmente disseminados pelo vento ou pela água. Ao serem depositados na superfície do hospedeiro suscetível e em condições de ambiente favorável, germinam, formam tubos germinativos, infectam e, posteriormente, colonizam os seus tecidos. Ascósporos, fragmentos

de micélio e escleródios são outras importantes formas de disseminação do patógeno. O conídio de *B. cinerea* requer nutrientes para germinar e crescer o tubo germinativo na superfície do hospedeiro (Blackeman, 1993; Hyre, 1972; Moorman & Lease, 1992; Yoder & Whalen, 1975). A penetração do tubo germinativo ocorre por ferimentos, direto pela cutícula ou, provavelmente, pelos estômatos. A penetração direta ocorre em função da secreção de enzimas na extremidade da hifa (Williamson et al., 1995).

Em outras plantas hospedeiras foi observada a origem do inóculo inicial em resíduos de folhas mortas colonizadas pelo fungo (Ferreira, 1997; Braun & Sutton, 1987). Os conídios em contato com tecidos de folhas e flores em senescência germinam e iniciam a fase de patogênese (Ferreira, 1997; Zhang & Sutton, 1994; Hausbeck & Pennypacker, 1991; Ford & Haglund, 1963). A colonização de tecidos sadios pode ocorrer após a penetração do tubo germinativo ou por contato dos órgãos infectados com os órgãos sadios (Hausbeck & Pennypacker, 1991; Ferreira, 1997; Sirjusingh et al., 1996).

## 2.2 O HOSPEDEIRO

*Hibiscus sabdariffa* é nativa dos trópicos do Velho Mundo, provavelmente da África Oriental (Ernane et al., 1994). Foi introduzida na Europa no final do século XIX e hoje está presente na formulação da maioria dos chás aromáticos consumidos naquele continente. É conhecida na Inglaterra como “roselle”, na França como “L'oiselle”, na Espanha como “jamaica” e na

Arábia como “Karkade” (McCaleb, 1998). No Brasil foi introduzida pelos escravos e popularmente é conhecida por hibisco, rosele (a), quiabo-azedo, quiabo-róseo ou roxo, azedinha, vinagreira, entre outros (Panizza, 1997).

É um arbusto anual, membro da família Malvaceae, atinge de 1,5 a 1,8m de altura, de caule pouco ramificado em forma de taça com tonalidade vermelha, sistema radicular profundo e flor rósea ou púrpura. Após a fecundação retém o cálice que cresce até a maturidade, sendo carnoso e vermelho brilhante. O cálice é a parte de maior interesse, pois fresco ou desidratado é utilizado para fazer bebida quente (chá) ou fria (refresco), geléia, gelatina, licor, vinho, xarope, pudim, bolo, creme, sorvete, manteiga, molho, torta e outras sobremesas, além de corante e aromatizante (Panizza, 1997).

Além de suas propriedades terapêuticas, é utilizado como suplemento alimentar contra anemia, sendo suas sementes e folhas trituradas, polvilhadas e servidas como farinha enriquecida em nutrientes. Também é cultivada para obter fibras das hastes, substituindo a juta na confecção de cordas e sacos de aniagem.

É uma planta rústica, cresce bem em solos pobres, porém bem drenados. A aração deve ser profunda e, para produzir cálice grande, recomenda-se a aplicação de 2800 a 5600 Kg de esterco por ha. O semeio é feito no início da estação chuvosa, utilizando-se 7 a 9 Kg de sementes por ha em espaçamento de 60 a 100 cm entre linhas e 45 a 60 cm entre plantas. O semeio pode ser manual ou mecanizado. Nos primeiros 3 a 4 meses é mais exigente em precipitação; entretanto, o período seco pode ser desejável nos últimos meses de crescimento, durante o período de colheita (McCaleb, 1998).



A colheita é feita em função da maturação das sementes, sendo a maturação iniciada nas cápsulas da base da planta em direção ao topo. Cálices vermelhos brilhantes e carnosos são colhidos após a queda das pétalas, porém antes da cápsula secar e abrir. Toda a colheita é feita manualmente. Diferentes métodos de colheita são usados. No México, plantas inteiras são cortadas e os cálices, posteriormente colhidos. Na China, somente cálices maduros são colhidos com tesoura, deixando na haste os cálices imaturos para completarem a maturação. A colheita é efetuada em intervalos aproximados de 10 dias até o final da estação de cultivo. O cálice é separado da cápsula manualmente ou utilizando uma ferramenta de metal pontiaguda. Após a colheita os cálices são desidratados em condições controladas e, posteriormente, comercializados. O rendimento da colheita é de aproximadamente 560 Kg de cálice/ha (McCaleb, 1998).

### **2.2.1 ESTÁDIO FENOLÓGICO DO HOSPEDEIRO, FERIMENTO E INFECÇÃO DE *Botrytis cinerea***

A primeira ocorrência de *Botrytis cinerea* causando seca da haste em *Hibiscus sabdariffa* foi relatada na África do Sul, em maio de 1999 (Swart & Langenhoven, 2000). Posteriormente sua ocorrência foi registrada no Brasil (Lima, 2002).

O estágio fenológico do hospedeiro é uma importante variável, tendo correlação direta com infecção de *B. cinerea* em vários hospedeiros (Braun &

Sutton, 1988; Hunter et al., 1972). Em gerânio, infecções foram verificadas em sépalas inoculadas após 1(um) dia da abertura da flor; entretanto, após 2 ou mais dias da abertura, infecções foram observadas em todas as partes do órgão floral. A incidência alcançou 95-100% em sépalas, pétalas, estames, pistilos e pedicelos inoculados com 6; 4; 4; 5 e 6 ou mais dias após abertura, respectivamente (Sirjusingh et al., 1996).

Em repolho armazenado a infecção foi primeiro observada em folhas externas, nos pontos de ferimentos ou nas margens das mesmas, e posteriormente avançou em direção às folhas mais internas até atingir porção significativa da cabeça (Yoder & Whalen, 1975). Barnes & Shaw (2002), ao avaliarem os estádios de um mês e três meses de híbridos polianthus (*Primula x polyantha*) em relação à infecção de *B. cinerea*, registraram infecções em híbridos de um mês, somente seis semanas após a inoculação. Já em híbridos de três meses a infecção ocorreu rapidamente. Em morangueiro os estádios de flor aberta, botão branco e flor senescente foram mais suscetíveis (Jarvis & Borecka, 1968) e flores no estágio de botão verde foram relativamente resistentes à doença. Entretanto, as possibilidades de flores brancas conduzirem ao mofo cinzento em frutos foram reduzidas em relação às infecções de flores abertas.

Em tomateiro, *B. cinerea* infecta flores, frutos, folhas e hastes, geralmente associado a um dano mecânico e contato físico com tecido infectado (Eden et al., 1996). Os estádios florais mais suscetíveis a *B. cinerea* foram de pétalas totalmente dilatadas, iniciando o fechamento e não recurvadas, e pétalas

fechadas, porém ainda amarelas e totalmente túrgidas. O'Neill et al. (1997), ao inocularem *B. cinerea* em pedaços de haste principal, broto lateral e pecíolo de tomateiro, verificaram menor suscetibilidade do pecíolo em relação aos pedaços de haste e broto lateral, entretanto, a taxa de apodrecimento em broto lateral foi superior à haste principal.

Embora exista uma tendência de estádios mais avançados serem mais suscetíveis a *B. cinerea*, a ocorrência de infecção também foi observada em estádios iniciais. Zhang & Sutton (1994) registraram incidência do mofo cinzento em mudas de *Picea mariana* nos estádios de dois, quatro, seis e oito meses após a exposição a altas temperaturas (30 a 45° C) e escuro ou stress hídrico, antes da inoculação. Em mudas de *Eucalyptus grandis*, folhas senescentes foram mais receptivas à colonização de *B. cinerea*, entretanto, porções basais de hastes de mudas foram mais resistentes às infecções do patógeno que as apicais (Souza, 1991).

Em outros patossistemas, a relação do estágio de crescimento com intensidade de doenças também não tem obtido consenso. A síndrome da morte súbita (*Fusarium solani*) em soja normalmente ocorre no estágio reprodutivo; entretanto, sua ocorrência foi registrada em casa-de-vegetação de duas para três semanas após a semeadura (Roy et al., 1989 e Rupe, 1989).

Além da influência do estágio fenológico, a presença de ferimentos no hospedeiro é também importante variável associada a epidemias de *B. cinerea*. Hastes de gerânio com ferimentos recentes foram comumente infectadas por conídios de *B. cinerea* (Hausbeck & Pennypacker, 1991).

Segundo O'Neill et al. (1997), a suscetibilidade de hastes de tomateiro à infecção declinou de 60 para 8%, quando o estágio do ferimento aumentou de 0 (zero) para 24 horas antes da inoculação. Não foi verificada ocorrência de sintomas em tecidos intactos (sem ferimentos). Ainda com relação ao tomateiro, ferimentos localizados no topo da haste mostraram-se altamente suscetíveis, enquanto aqueles localizados na lateral foram menos suscetíveis (Eden et al., 1996).

A presença de ferimentos é uma importante variável associada à epidemias de *B. cinérea*; entretanto, não constitui fator limitante. Nelson (1951b) registrou incidência da podridão cinzenta (*B. cinerea*) em bagas de uva sem ferimentos na casca. A presença de lenticelas, ferimentos causados por insetos e injúrias microscópicas, não foi essencial para a infecção. A incidência do mofo cinzento em frutos de *Rubus idaeus* foi registrada, mesmo na ausência de ferimentos, embora tenha sido mais elevada em frutos com ferimentos (McNicol et al., 1990).

### 2.3 O AMBIENTE

Temperatura moderada, molhamento foliar e umidade relativa elevada são consideradas as variáveis climáticas mais importantes no progresso de epidemias de *B. cinerea* (Morgan, 1984 e Winspear et al., 1970). Porém, infecções em hastes de tomateiro com ferimento ocorreram na faixa de temperatura de 5 - 26°C (O'Neill et al., 1997), com maior taxa de progresso e

maior esporulação a 15°C. Não se observou esporulação em 20 dias de incubação a 5 ou 26°C. No mesmo patossistema, a incidência do mofo cinzento em flores aumentou com o período de exposição contínua à umidade relativa de 56 a 100%. Na temperatura de 20°C e umidade relativa de 100%; 76% e 56%, a incidência foi de 60%; 9% e 7,2%, respectivamente. Entretanto, a incidência em hastes com ferimento foi menos dependente de umidade relativa. Na temperatura de 15°C e umidade relativa de 100%; 87%; 76% e 56%, a incidência foi de 100%; 95,2%; 95,2% e 80,9%, respectivamente (Eden et al., 1996). Segundo os autores, a redução da umidade relativa pode reduzir, mas não elimina infecções em flores e tem somente um pequeno efeito sobre infecções de hastes.

A incidência do mofo cinzento no período de florescimento do morangueiro foi altamente correlacionada com duração da umidade relativa > 80% e > 90%, molhamento foliar e temperatura na faixa de 15 a 25°C (Wilcox & Seem 1994). No mesmo patossistema, Bulger et al. (1987) registraram aumento da incidência do mofo cinzento em flores quando aumentaram o período de molhamento em todas as temperaturas avaliadas (5 a 30°C). Maior incidência (100%) foi registrada com 24 horas de molhamento e temperatura de aproximadamente 20°C. Segundo Yoder & Whalen (1975), a temperatura e umidade relativa favoráveis para *B. cinerea* causar infecção em folhas de repolho armazenado foram de 20 a 25°C e > 97%, respectivamente. Em umidade relativa abaixo de 93% não ocorreu infecção, entretanto o progresso da doença foi rápido quando a umidade relativa esteve entre 97% e 100%.

Zhang & Sutton (1994) não registraram incidência do mofo cinzento em mudas de *Picea mariana* (Mill.) B.S.P. quando a temperatura no período de 32 horas de molhamento, após a inoculação, foi de 1; 4 e 36°C. Entretanto, a 12°C ocorreram cerca de 7 a 10% de incidência; a 28°C ocorreram de 40 a 47% e a 20°C ocorreram de 44 a 56% de incidência. Incidência da doença também não foi observada em todas as temperaturas avaliadas (1 - 36°C), quando a duração do molhamento foliar foi  $\leq 8$  horas. A 20°C a incidência aumentou de 4 a 7% para 44 a 56%, quando o período de molhamento aumentou de 12 para 32 horas.

A incidência de 100% do mofo cinzento em flores de gerânio foi observada nas temperaturas de 21° e 25°C com 12 horas de molhamento foliar (Sirjusingh & Sutton, 1996). O patógeno não esporulou após curto período de molhamento foliar (4 horas) nestas temperaturas ou após 24 horas de molhamento foliar a 5 e 10°C. Araújo (1995), ao avaliar o efeito de temperatura (10; 15; 20 e 25°C) e período de molhamento foliar (8; 16; 24 e 32 horas) na severidade do mofo cinzento em pétalas de rosa, registrou aumento da severidade em maiores períodos de molhamento foliar. Menor severidade da doença foi verificada a 10°C em todos os períodos de molhamento e em período de 8 horas, a 25°C. Com 8 horas de molhamento foliar registraram-se os menores índices de severidade em todas as temperaturas. A maior severidade foi observada a 20°C, com 24 horas de molhamento. No mesmo patossistema, Willianson et al. (1995) registraram lesões em pétalas de rosa dentro de 24 horas em condições de UR  $\geq 94\%$ , mesmo na ausência de água livre. Germinação de conídios nas mesmas condições também foi verificada.

No mesmo patossistema, Broome et al. (1995), ao avaliarem as temperaturas de 12; 16; 20; 24; 28 e 32°C e períodos de molhamento de 4; 8; 12; 16; 20 e 24 horas sobre a incidência da podridão de cachos de uva, registraram incidência na faixa de 12 a 32°C. Em período de molhamento correspondente a quatro horas, a incidência foi de 9% a 12°C, enquanto a 20°C observaram-se 37% de incidência. Após 24 horas de molhamento foliar a incidência foi de 54% a 30°C, e acima de 90% quando a temperatura esteve na faixa de 12 a 20°C. Incidência abaixo de 10% também foi registrada na temperatura de 32°C e 24 horas de molhamento. Latorre et al. (2002), ao avaliarem o efeito de temperaturas (0; 5; 10; 15; 20; 25 e 30°C) sobre a incidência do mofo cinzento em flores e podridão cinzenta em bagas de uva, registraram incidência em todas as temperaturas avaliadas, entretanto a temperatura ótima foi de 20°C. Em outro estudo, Latorre & Rioja (2002), ao avaliarem os efeitos de temperaturas na faixa de 0 a 30°C e umidade relativa de 86%; 98% e 100% sobre a germinação de conídios de *B. cinérea*, verificaram germinação na faixa de 5 a 30°C, entretanto a temperatura ótima foi de 20°C. A germinação de conídios não ocorreu na ausência de água livre em condições de baixa umidade relativa.

Segundo Hunter et al. (1972), a incidência da queima das flores (*B. cinerea*) em macadâmia foi correlacionada com temperatura na faixa de 18°C a 22°C, UR > 95% e molhamento foliar. Também observou-se menor incidência após um período de fortes chuvas, mesmo em condições de temperatura favorável. Esse comportamento foi atribuído à queda prematura de rácimos senescente e à lavagem de esporos de rácimos e da atmosfera.

Zhang & Sutton (1994) não registraram incidência do mofo cinzento em mudas de *Picea mariana* (Mill.) B.S.P. quando a temperatura no período de 32 horas de molhamento, após a inoculação, foi de 1: 4 e 36°C. Entretanto, a 12°C ocorreram cerca de 7 a 10% de incidência; a 28°C ocorreram de 40 a 47% e a 20°C ocorreram de 44 a 56% de incidência. Incidência da doença também não foi observada em todas as temperaturas avaliadas (1 - 36°C), quando a duração do molhamento foliar foi  $\leq 8$  horas. A 20°C a incidência aumentou de 4 a 7% para 44 a 56%, quando o período de molhamento aumentou de 12 para 32 horas.

A incidência de 100% do mofo cinzento em flores de gerânio foi observada nas temperaturas de 21° e 25°C com 12 horas de molhamento foliar (Sirjusingh & Sutton, 1996). O patógeno não esporulou após curto período de molhamento foliar (4 horas) nestas temperaturas ou após 24 horas de molhamento foliar a 5 e 10°C. Araújo (1995), ao avaliar o efeito de temperatura (10; 15; 20 e 25°C) e período de molhamento foliar (8; 16; 24 e 32 horas) na severidade do mofo cinzento em pétalas de rosa, registrou aumento da severidade em maiores períodos de molhamento foliar. Menor severidade da doença foi verificada a 10°C em todos os períodos de molhamento e em período de 8 horas, a 25°C. Com 8 horas de molhamento foliar registraram-se os menores índices de severidade em todas as temperaturas. A maior severidade foi observada a 20°C, com 24 horas de molhamento. No mesmo patossistema, Willianson et al. (1995) registraram lesões em pétalas de rosa dentro de 24 horas em condições de UR  $\geq 94\%$ , mesmo na ausência de água livre. Germinação de conídios nas mesmas condições também foi verificada.



De um modo geral, o ótimo para o progresso da doença é na faixa de temperatura de 12 a 25°C e molhamento foliar de no mínimo 12 horas. A variação na faixa de temperatura e período de molhamento foliar ideais ocorre em função do hospedeiro e do órgão infectado. Dentro da faixa de temperatura ótima, verifica-se a ocorrência da doença em plantas ornamentais nos maiores níveis de temperatura; o oposto foi verificado nas plantas frutíferas, ficando as hortaliças nos níveis intermediários.

- HAUSBECK, M. K.; PENNYPACKER, S. P. Influence of time intervals among wounding, inoculation, and incubation on stem blight of geranium caused by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, n. 11, p. 1168-1172, Nov. 1991.
- HUNTER, J. E.; ROHRBACH, K. G.; KUNIMOTO, R. K. Epidemiology of *Botrytis blight* of macadamia racemes. **Phytopathology**, St. Paul, v. 62, n. 3, p. 316-319, Mar. 1972.
- HYRE, R. A. Effect of temperature and light on colonization and sporulation of the *Botrytis* pathogen on geranium. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 56, n. 2, p. 126-130, Feb. 1972.
- JARVIS, W. R.; BORECKA, H. The susceptibility of strawberry flowers to infection by *Botrytis cinerea*. **Horticultural Research**, Edinburgh, v. 8, n. 2, p. 147-154, 1968.
- KIMURA, M. K. **Sensibilidade e resistência in vitro de *Botrytis cinerea* a fungicidas**. 1999. 131 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- KRUGNER, T. L.; BACCHI, L. M. A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, 1995.
- LATORRE, B. A.; RIOJA, M. E. Efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la germinación de conidias de *Botrytis cinerea*. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago, v. 29, n. 2, p. 67-71, apr./jun. 2002.
- LATORRE, B. A.; RIOJA, M. E.; LILLO, C. Efecto de la temperatura en el desarrollo de la infección producida por *Botrytis cinerea* en flores y bayas de uva de mesa. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago, v. 29, n. 3, p. 145-151, jul./sept. 2002.

BULGER, M. A.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. **Phytopathology**, St. Paul, v. 77, n. 8, p. 1225-1230, Aug. 1997.

CASTRO, N. E. A. **Época de plantio e método de colheita para maximização da produção de cálices de *Hibiscus subdariffa* L.** 2003. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CERRI, C. Farmácia da terra. **Globo Rural**, v. 4, p. 42-50, 1991.

EDEN, M. A.; HILL, R. A.; BERESFORD, R. ; STEWART, A. The influence of inoculum concentration, relative humidity, and temperature on infection of greenhouse tomatoes by *Botrytis cinerea*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 45, n. 4, p. 795-806, Aug. 1996.

ERIKSSON, O. E. (Web Editor). **Myconet**. 2002. 11 p. Disponível em: <<http://www.umu.se/myconet/curr/current.html>>. Acesso em: 11 jun. 2004

ERNANE, R. M.; DANIEL, M. de C.; DÉBORA, C. C.; JAQUELINE, E. D. **Plantas medicinais**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 220 p.

FERREIRA, F. A. Doenças do Eucalipto. In: FERREIRA, F. A. Patologia florestal - principais doenças florestais no Brasil. Viçosa, MG: UFV. Editora Folha de Viçosa, 1989. 570 p.

FERREIRA, F. A. Enfermidades do Eucalipto no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 186, p. 5-19, 1997.

FORD, R. E.; HAGLUND, W. A. *Botrytis cinerea* blight of peas associated with senescent blossoms in northwestern Washington. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 47, n. 5, p. 483-485, May 1963.

- HAUSBECK, M. K.; PENNYPACKER, S. P. Influence of time intervals among wounding, inoculation, and incubation on stem blight of geranium caused by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, n. 11, p. 1168-1172, Nov. 1991.
- HUNTER, J. E.; ROHRBACH, K. G.; KUNIMOTO, R. K. Epidemiology of *Botrytis blight* of macadamia racemes. **Phytopathology**, St. Paul, v. 62, n. 3, p. 316-319, Mar. 1972.
- HYRE, R. A. Effect of temperature and light on colonization and sporulation of the *Botrytis* pathogen on geranium. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 56, n. 2, p. 126-130, Feb. 1972.
- JARVIS, W. R.; BORECKA, H. The susceptibility of strawberry flowers to infection by *Botrytis cinerea*. **Horticultural Research**, Edinburgh, v. 8, n. 2, p. 147-154, 1968.
- KIMURA, M. K. **Sensibilidade e resistência in vitro de *Botrytis cinerea* a fungicidas**. 1999. 131 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- KRUGNER, T. L.; BACCHI, L. M. A. Fungos. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. v. 1, 1995.
- LATORRE, B. A.; RIOJA, M. E. Efecto de la temperatura y de la humedad relativa sobre la germinación de conidias de *Botrytis cinerea*. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago, v. 29, n. 2, p. 67-71, apr./jun. 2002.
- LATORRE, B. A.; RIOJA, M. E.; LILLO, C. Efecto de la temperatura en el desarrollo de la infección producida por *Botrytis cinerea* en flores y bayas de uva de mesa. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago, v. 29, n. 3, p. 145-151, jul./sept. 2002.

LIMA, C. S. **Doenças fúngicas em plantas medicinais em Lavras, Minas Gerais**. 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

McCALEB, R. S. **Roselle production manual (*Hibiscus sabdariffa*)**. Herb Research Foundation, 1998. 6 p.

McNICOL, R. J.; WILLIAMSON, B.; DOLAN, A. Effects of inoculation, wounding and temperature on post-harvest grey mould (*Botrytis cinerea*) of red raspberry. **Journal of Horticulture Science**, Ashford, v. 65, n. 2, p. 157-165, Mar. 1990.

MING, L. C. Plantas medicinais e aromáticas no ensino de Agronomia no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 85-88, nov. 1997.

MOORMAN, G. W.; LEASE, R. J. Benzimidazole-resistant and dicarboximide-resistant *Botrytis cinerea* from Pennsylvania greenhouses. **Plant Disease**, St. Paul, v. 76, n. 5, p. 477-480, May 1992.

MORGAM, W. M. The effect of night temperature and glasshouse ventilation on the incidence of *Botrytis cinerea* in a late-planted tomato crop. **Crop Protection**, Oxford, v. 3, p. 243-251, 1984.

MORS, W. Plantas medicinais. **Ciência hoje**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 14-19, jul./ago. 1982.

NAIR, N. G.; ALLEN, R. N. Infection of grape flowers and berries by *Botrytis cinerea* as a function of time and temperature. **Mycological Research**, Cambridge, v. 97, n. 8, p. 1012-1014, Aug. 1993.

NELSON, K. E. Effect of humidity on infection of table grapes by *Botrytis cinerea*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 41, n. 10, p. 859-864, Oct. 1951a.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Effect of phenological stage of host and wounds in the infection of *Botrytis cinerea* on stem of *Hibiscus sabdariffa*. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiology and management of stem blight (*Botrytis cinerea*) in *Hibiscus sabdariffa***. 2004. Cap.2, p. 24-41. Thesis (Doctoral in Phytopathology) –Federal University of Lavras, Lavras, MG.\*

The present work objectified to evaluate four growth stage of *Hibiscus sabdariffa* in relation to the infection of *Botrytis cinerea* and to study the effect of wounds, from harvest interval, in the severity of the disease. The experimental design was in randomized blocks with four replicates and five treatments: Plants with 50; 85; 120; 155 days with and without wounds. The plants were cultivated in greenhouse with of minimum temperature averages of 20.3°C and maximum of 25.8°C and inoculated with conidial suspension in the concentration of  $4,4 \times 10^4$  conidial. mL<sup>-1</sup>. After the inoculation and the prepare of the humidity chamber, the plants were placed in growth chamber with temperature of 20°C ± 1 and relative humidity of the air varying among 62 to 93%, where remained for 21 days. In the end of the experiment it was measured the total stems length and the total infected length. The data were submitted to the variance analysis and regression. There was not statistical difference among growth stage of *H. sabdariffa* in relation to the infection of *B. cinerea* and the presence of wounds did not constitute in factor determinant of the epidemic of stem blight in the age of 155 days. The preference of the fungi was verified to shoot apex, present in all the evaluated age.

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Major Professor); Edson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA

WILCOX, W. F.; SEEM, R. C. Relationship between strawberry gray mold incidence, environmental variables, and fungicide applications during different periods of the fruiting season. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 264-270, Mar. 1994

WILLIAMSON, B.; DUNCAN, G. H.; HARRISON, J. G.; HARDING, L. A.; ELAD, Y; ZIMAND, G. Effect of humidity on infection of rose petals by chymotrypsin-inoculated conidia of *Botrytis cinerea*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 99, n. 11, p. 1303-1310, Nov. 1995.

WINSPEAR, K. W.; POSTLETHWAITE, J. D.; COTTON, R. F. The restriction of *Cladosporium fulvum* and *Botrytis cinerea* attacking greenhouse tomatoes, by automatic humidity control. **Annals of Applied Biology**, London, v. 65, n. 1, p. 75-83, Feb. 1970.

YODER, O. C.; WHALEN, M. L. Factors effecting postharvest infection of stored cabbage tissue by *Botrytis cinerea*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 53, n. 8, p. 691-699, Apr. 1975.

ZHANG, P. G.; SUTTON, J. C. Effects of wetness duration, temperature, and light on infection of black spruce seedlings by *Botrytis cinerea*. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 24, n. 4, p. 707-713, Apr. 1994.

## CAPÍTULO 2

### **EFEITO DO ESTÁDIO FENOLÓGICO DO HOSPEDEIRO E FERIMENTOS NA INFECÇÃO DE *Botrytis cinerea* EM HASTES DE *Hibiscus sabdariffa***



## RESUMO

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Efeito do estágio fenológico do hospedeiro e ferimentos na infecção de *Botrytis cinerea* em hastes de *Hibiscus sabdariffa*. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa***. 2004. Cap. 2, p. 24-41. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O presente trabalho objetivou avaliar quatro estádios de crescimento de *Hibiscus sabdariffa* em relação à infecção de *Botrytis cinerea* e estudar o efeito da abertura de ferimentos, oriundos da colheita escalonada, na severidade da doença. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco tratamentos: plantas com 50 dias; 85 dias; 120 dias; 155 dias com e sem ferimentos. As plantas foram cultivadas em casa-de-vegetação com médias de temperatura mínima de 20,3°C e máxima de 25,8°C e inoculadas com suspensão de conídios na concentração de  $4,4 \times 10^4$  conídios.mL<sup>-1</sup>. Logo após a inoculação e o preparo da câmara úmida, as plantas foram conduzidas à câmara de crescimento com temperatura de 20°C ± 1 e umidade relativa do ar variando entre 62 a 93%, onde permaneceram por 21 dias. No final do experimento mediu-se o comprimento total das hastes das plantas e o comprimento total lesionado. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Não houve diferença estatística entre os estádios de crescimento de *H. sabdariffa* em relação à infecção de *B. cinerea* e a presença de ferimentos não constituiu em fator determinante de epidemias da seca da haste no estágio de 155 dias. Verificou-se a preferência do fungo por ápices, presente em todos os estádios avaliados.

---

\* Comitê de orientação: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Professor Orientador); Édson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Effect of phenological stage of host and wounds in the infection of *Botrytis cinerea* on stem of *Hibiscus sabdariffa*. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiology and management of stem blight (*Botrytis cinerea*) in *Hibiscus sabdariffa***. 2004. Cap.2, p. 24-41. Thesis (Doctoral in Phytopathology) –Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The present work objectified to evaluate four growth stage of *Hibiscus sabdariffa* in relation to the infection of *Botrytis cinerea* and to study the effect of wounds, from harvest interval, in the severity of the disease. The experimental design was in randomized blocks with four replicates and five treatments: Plants with 50; 85; 120; 155 days with and without wounds. The plants were cultivated in greenhouse with of minimum temperature averages of 20.3°C and maximum of 25.8°C and inoculated with conidial suspension in the concentration of  $4,4 \times 10^4$  conidial. mL<sup>-1</sup>. After the inoculation and the prepare of the humidity chamber, the plants were placed in growth chamber with temperature of 20°C ± 1 and relative humidity of the air varying among 62 to 93%, where remained for 21 days. In the end of the experiment it was measured the total stems length and the total infected length. The data were submitted to the variance analysis and regression. There was not statistical difference among growth stage of *H. sabdariffa* in relation to the infection of *B. cinerea* and the presence of wounds did not constitute in factor determinant of the epidemic of stem blight in the age of 155 days. The preference of the fungi was verified to shoot apex, present in all the evaluated age.

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Major Professor); Edson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

As plantas medicinais e suas formas derivadas constituíram, durante séculos, a base da terapêutica. Com a evolução da química a partir do século XIX, modificou-se a forma de utilização das plantas. Dessa forma, do uso direto de seus preparados, passou-se a utilizar as moléculas ativas contidas nas plantas, chegando-se a reproduzir artificialmente a substância ativa isolada, relegando ao segundo plano as plantas que originaram estas substâncias (Neves, 1982).

No Brasil, somente 20% da população consomem 63% dos medicamentos disponíveis, enquanto o restante encontra nos medicamentos de origem natural, especialmente nas plantas medicinais, a única fonte de recurso terapêutico. Na Alemanha a medicina alternativa participa com 30% dos medicamentos, enquanto no Brasil calcula-se por volta de 5% (Castro, 2003).

A utilização das plantas com valor terapêutico confirmado por pesquisas farmacológicas, na forma de fitoterápicos, esbarra na dificuldade de obtenção de matéria-prima em qualidade e quantidade necessárias à demanda, sendo, dessa forma, a produção comercial considerada a principal solução para obter a matéria-prima de forma satisfatória.

Dentre as plantas listadas entre as cem de maior interesse das indústrias farmacêuticas, *Hibiscus sabdariffa* destaca-se pela sua eficácia terapêutica como diurético, laxante, estomáquico, calmante, antiescorbútico, entre outras.

Praticamente todo hibisco comercializado no Brasil é importado da Europa. Com o aumento da demanda e a elevação no custo de importação, esta

cultura passou a despertar interesse entre os produtores, com possibilidade de aumento da área de plantio. Entretanto, o potencial do aumento da área cultivada com hibisco pode ser limitado pela ocorrência de doenças. Dentre as doenças que ocorrem em *H. sabdariffa* na região de Lavras destaca-se a seca da haste, cujo agente etiológico é o fungo *Botrytis cinerea*. A doença causa seca na haste e apodrecimento de cálices, reduzindo drasticamente a produção.

A condição básica para ocorrerem doenças é a correlação dos fatores hospedeiro, ambiente e patógeno sob a interferência do homem. No fator hospedeiro o estágio de desenvolvimento correlaciona-se com a infecção de *B. cinerea* em vários hospedeiros (Braun & Sutton, 1988; Hunter et al., 1972). A incidência da queima de ráculos (*B. cinerea*) da macadâmia somente foi verificada em flores senescentes. Não houve infecção em botões imaturos (Hunter et al., 1972). Este comportamento foi atribuído à ausência de nutrientes exudados de botões imaturos. Exudados de ráculos maduros e senescentes estimularam a germinação de esporos.

Em folhas de gerânio com uma semana, a incidência do mofo cinzento foi elevada, entretanto declinou quando as folhas tinham quatro semanas e voltou a aumentar em folhas de 4 a 10 semanas. A incidência foi significativamente maior em folhas de 1 e 10 semanas e menor em folhas de 3 e 4 semanas (Sirjusingh et al., 1996). Folhas com 10 semanas estavam no estágio senescente. O padrão de infecção observado em folhas e flores foi atribuído à disponibilidade de nutrientes e à receptividade do tecido; entretanto, em folhas de morango a receptividade continuou baixa após a expansão do limbo foliar.

exceto se as folhas foram esterilizadas antes da inoculação (Braun & Sutton, 1988).

Embora exista uma tendência de estádios mais avançados serem mais suscetíveis a *B. cinerea*, alguns estudos têm mostrado a ocorrência de infecção, também, em estádios iniciais. Em mudas de *Eucalyptus grandis*, folhas senescentes foram mais receptivas à colonização de *B. cinerea*; entretanto, porções basais de hastes de mudas foram mais resistentes às infecções do patógeno que as apicais (Souza, 1991).

A presença de ferimentos no hospedeiro é, também, uma importante variável associada a epidemias de *B. cinerea* (Eden et al., 1996). Ferimentos em folhas de repolho foram associados a germinação de conídios, crescimento do tubo germinativo, penetração e infecção de *B. cinerea* (Yoder & Whalen, 1975). Hastes de gerânio com ferimentos recentes foram comumente infectadas por conídios de *B. cinerea* (Hausbeck & Pennypacker, 1991). O'Neill et al. (1997) não registraram ocorrência do mofo cinzento em hastes intactas (sem ferimentos) de tomateiro.

Apesar de sua importância, a presença de ferimentos não constitui fator limitante. Nelson (1951) registrou incidência da podridão cinzenta (*B. cinerea*) em bagas de uva sem ferimentos na casca. A presença de lenticelas, ferimentos causados por insetos e injúrias microscópicas não foi essencial para a infecção.

Diante do exposto, objetiva-se, com esse trabalho: i) avaliar 4 (quatro) estádios de crescimento de *H. sabdariffa* quanto à suscetibilidade a *B. cinerea* e

ii) estudar o efeito da abertura de ferimentos, oriundos da colheita escalonada, na incidência e severidade da seca da haste (*B. cinerea*) em hibisco.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em câmara de crescimento localizada no Departamento de Agricultura da UFLA, com temperatura de  $20^{\circ}\text{C} \pm 1$ , UR na faixa de 62 a 93% e fotoperíodo de 12 horas entre 27 de novembro de 2002 e 18 de dezembro de 2002.

### 2.6 PRODUÇÃO DO HOSPEDEIRO

Procedeu-se à sementeira em bandejas de isopor de 128 células e substrato Plantmax<sup>©</sup> hortaliça em quatro épocas diferentes: 25/06; 30/07; 03/09 e 08/10. Utilizaram-se três sementes por célula. Aos quinze dias após a sementeira realizou-se um desbaste, deixando-se uma planta por célula. As plantas com 30 dias foram transplantadas para vasos de 10 litros (estádios de 120 e 155 dias), 8 litros (estádio de 85 dias) e 5 litros (estádio de 50 dias) com latossolo vermelho escuro, adubado com 1,63g da formulação 8 – 28 – 16 por litro de solo, e mantidas em casa-de-vegetação com temperatura variando de 20,3 a 25,8°C. Duas adubações nitrogenadas em cobertura foram realizadas, a primeira aos 15 dias e a segunda, aos 30 dias após o transplântio. Utilizou-se 0,19g de uréia/ litro de solo/aplicação.

## 2.7 PRODUÇÃO DO INÓCULO E INOCULAÇÃO

O isolamento do fungo a partir de hastes de hibisco doentes se deu em meio Batata – Dextrose – Agar (BDA) e, cinco dias após, procedeu-se à transferência de discos com 5 mm de diâmetro contendo micélio fúngico para placas de Petri (9cm) com meio BDA. As placas foram incubadas em câmara BOD com temperatura de  $20^{\circ} \text{C} \pm 1$  e fotoperíodo de 12 horas por 12 dias.

A suspensão de inóculo foi obtida adicionando-se 10 mL de água destilada esterilizada e Tween 80 na proporção de 0,05% às placas contendo cultura pura de 12 dias. Após homogeneização com alça de Drigalsky, a suspensão foi filtrada com gaze esterilizada e a concentração, ajustada para  $4,6 \times 10^4$  conídios/ml com auxílio de câmara de “Newbauer”.

Procedeu-se à inoculação das plantas, por aspersão da suspensão de conídios, utilizando-se um pulverizador De-vilbs. A testemunha foi pulverizada somente com água destilada esterilizada e Tween 80 na proporção de 0,05%. Logo após a inoculação, cada planta com estádio de 120 e 155 dias foi envolvida com dois sacos de plástico transparentes colocados em sentidos opostos e vedados com fita adesiva, de modo a formar câmara úmida. Nos estádios de 50 e 85 dias utilizou-se somente um saco plástico por planta. Os períodos de molhamento foram interrompidos com a retirada dos sacos 24 horas após a inoculação.



## 2.8 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

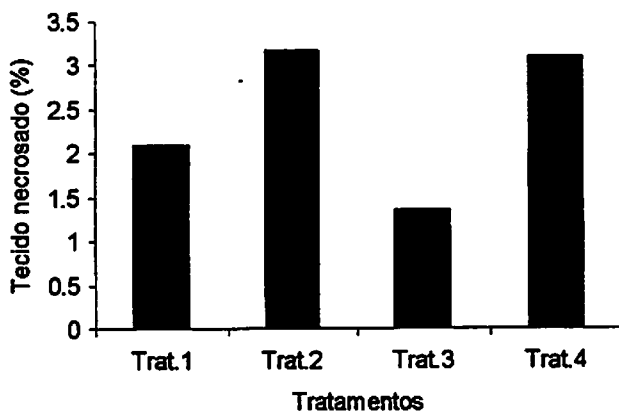
O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 4 repetições. A unidade experimental foi constituída de 2 plantas (1 planta/vaso). Foram avaliados os seguintes tratamentos: T1 - Plantas com 50 dias; T2 - Plantas com 85 dias; T3 - Plantas com 120 dias; T4 - Plantas com 155 dias sem ferimentos e T5 - Plantas com 155 dias com ferimentos ocasionados pela colheita no momento da inoculação.

## 2.9 AVALIAÇÃO DA DOENÇA E ANÁLISE DOS DADOS

No final do experimento mediram-se o comprimento total das hastes de todas as plantas e o comprimento total lesionado, obtendo-se, assim, a proporção do tecido lesionado em cada parcela. A distribuição normal dos resíduos foi verificada utilizando-se o software estatístico Statistical Analysis System - SAS<sup>®</sup>. Na análise de variância utilizou-se o programa estatístico SISVAR.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo teste F, não houve diferença estatística entre os estádios fenológicos de plantas do hibisco ( $P < 0,05$ ) em relação à infecção por *B. cinerea*. Embora não se tenha verificado diferença entre os estádios, verificou-se menor severidade no estágio de 120 dias (Figura 1). No presente estudo, observou-se a preferência do fungo por ápices e botões florais. O fato de não se ter verificado diferença entre os estádios pode ser atribuída à disponibilidade de tecidos suscetíveis em todos os estádios. A preferência do fungo por ápices e botões florais pode ser atribuída à disponibilidade de nutrientes, devido à intensa



**FIGURA 1** – Porcentagem de tecido necrosado por *B. cinerea* nos estádios de 50 dias (T 1); 85 dias (T 2); 120 dias (T 3) e 155 dias (T 4).

atividade metabólica (Taiz & Zeiger, 2004). A necessidade de nutrientes prontamente disponíveis para iniciar a germinação de conídios também foi observada por outros autores (Hyre, 1972; Yoder & Whalen, 1975; Blackeman, 1993 e Sirjusingh et al., 1996).

A maioria dos estudos envolvendo o efeito do estágio do hospedeiro e estádios de folhas e flores em relação à infecção de *B. cinerea* associaram estádios mais avançados com infecção. A incidência da queima de ráculos (*B. cinerea*) de macadâmia somente foi verificada em flores senescentes. Não houve infecção em botões imaturos (Hunter et al., 1972).

No gerânio, a incidência foi registrada em sépalas inoculadas após 1 dia da abertura da flor; entretanto, após 2 ou mais dias da abertura, foi observada em todas as partes do órgão floral (Sirjusingh et al., 1996). Em repolho armazenado, a infecção foi primeiro observada em folhas externas nos pontos de ferimentos ou nas margens das mesmas, a qual posteriormente avançou em direção às folhas mais internas até atingir porção significativa da cabeça (Yoder & Whalen, 1975). Barnes & Shaw (2002), ao avaliarem os estádios de um mês e três meses de híbridos polianthus (*Primula x polyantha*) em relação à infecção de *B. cinerea*, registraram ocorrência de sintomas em híbridos de um mês somente seis semanas após a inoculação. Já em híbridos de três meses, a ocorrência se deu rapidamente.

Segundo Eden et al. (1996), os estádios florais de tomateiro mais suscetíveis a *B. cinerea* foram de pétalas totalmente dilatadas, iniciando o fechamento e não recurvadas, e pétalas fechadas, porém ainda amarelas e

totalmente túrgidas. Em morangueiro os estádios de flor aberta, botão branco e flor senescente foram mais suscetíveis (Jarvis & Borecka, 1968) e flores no estádio de botão verde foram relativamente resistentes à doença.

Por outro lado, em alguns estudos, esse padrão não foi observado. Zhang & Sutton (1994) registraram incidência do mofo cinzento em mudas de *Picea mariana* nos estádios de dois, quatro, seis e oito meses após a exposição em alta temperatura (30 a 45° C) e escuro ou stress hídrico, antes da inoculação. Em pedaços de haste principal, broto lateral e pecíolo de tomateiro inoculados com *B. cinerea* verificou-se menor suscetibilidade do pecíolo em relação aos pedaços de haste e broto lateral; entretanto, a taxa de apodrecimento em broto lateral foi superior à haste principal (O'Neill et al., 1997). Em mudas de *Eucaliptus grandis*, folhas senescentes foram mais receptivas à colonização de *B. cinérea*; entretanto, porções basais de hastes de mudas foram mais resistentes às infecções do patógeno que as apicais (Souza, 1991).

Os tratamentos com e sem ferimento no estádio de 155 dias também não diferiram entre si ( $P < 0,05$ ). Além da influência do estádio fenológico, a presença de ferimentos também tem constituído uma importante variável associada a epidemias de *B. cinerea* (Eden et al., 1996). Hastes de gerânio com ferimentos recentes foram comumente infectadas por conídios de *B. cinerea* (Hausbeck & Pennypacker, 1991). Ferimentos em folhas de repolho foram associados a germinação de conídios, crescimento do tubo germinativo, penetração e infecção de *B. cinerea* (Yoder & Whalen, 1975).

Segundo O'Neill et al. (1997), a suscetibilidade de hastes de tomateiro à infecção declinou de 60 para 8% quando o estágio do ferimento aumentou de 0 (zero) para 24 horas, antes da inoculação. Não foi verificada ocorrência de sintomas em tecidos intactos (sem ferimentos).

Apesar de alguns estudos demonstrarem a importância de ferimentos em epidemias de *B. cinerea*, existem alguns relatos de epidemias do mofo cinzento, mesmo na ausência de ferimentos. Nelson (1951) registrou incidência da podridão cinzenta (*B. cinerea*) em bagas de uva sem ferimentos na casca. A presença de lenticelas, ferimentos causados por insetos e injúrias microscópicas não foi essencial para a infecção. A incidência do mofo cinzento em frutos de *Rubus idaeus* foi registrada mesmo na ausência de ferimentos, embora tenha sido mais elevada em frutos com ferimentos (McNicol et al., 1990).

Nesse estudo, a presença de ferimentos não constituiu fator limitante para o início da epidemia da seca da haste em hibisco. Como *B. cinerea* penetra diretamente pela epiderme (Williamson et al., 1995), é bem provável que a preferência por ápices ocorreu, além da disponibilidade de nutrientes, pela facilidade de penetração, devido a ausência de barreiras pré - formadas. A formação da parede secundária com deposição de lignina somente ocorre nas células em diferenciação (Gloria & Carmello-Guerreiro, 2003). Segundo Taiz & Zeiger (2004), depois da celulose, a lignina é a substância orgânica mais abundante nas plantas, sendo constituída por polímero de grupos fenil propanóides altamente ramificado, a qual, além de conferir rigidez mecânica, é considerada a principal barreira estrutural à infecção por patógenos.

## 4 CONCLUSÕES

- 1) Estádios de crescimento de *Hibiscus sabdariffa* não influenciaram a epidemia da seca da haste (*Botrytis cinerea*).
- 2) Presença de ferimentos em *Hibiscus sabdariffa*, ocasionados pela colheita, não aumentou a taxa de progresso da epidemia da seca da haste (*Botrytis cinerea*).

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNES, S. E.; SHAW, M. W. Factors affecting symptom production by latent *Botrytis cinerea* in Primula x polyantha. **Plant Pathology**, Oxford, v. 51, n. 6, p. 746-754, Dec. 2002.
- BLAKEMAN, J. P. Pathogens in the foliar environment. **Plant Pathology**, Oxford, v. 42, n. 4, p. 479-493, Aug. 1993
- BRAUN, P. G.; SUTTON, J. C. Infection cycles and population dynamics of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. **Canadian Journal Plant Pathology**, Ottawa, v. 10, p. 133-141, 1988.
- CASTRO, N. E. A. **Época de plantio e método de colheita para maximização da produção de cálices de *Hibiscus sabdariffa* L.** 2003. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- EDEN, M. A.; HILL, R. A.; BERESFORD, R. ; STEWART, A. The influence of inoculum concentration, relative humidity, and temperature on infection of greenhouse tomatoes by *Botrytis cinerea*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 45, n. 4, p. 795-806, Aug. 1996.
- GLORIA, B. A.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. 438 p.
- HAUSBECK, M. K.; PENNYPACKER, S. P. Influence of time intervals among wounding, inoculation, and incubation on stem blight of geranium caused by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, n. 11, p. 1168-1172, Nov. 1991.

HUNTER, J. E.; ROHRBACH, K. G.; KUNIMOTO R. K. . Epidemiology of *Botrytis blight* of macadamia racemes. *Phytopathology*, St. Paul, v. 62, n. 3, p. 316-319, Mar. 1972.

HYRE, R. A. Effect of temperature and light on colonization and sporulation of the *Botrytis* pathogen on geranium. *Plant Disease Reporter*, Beltsville, v. 56, n. 2, p. 126-130, Feb. 1972.

JARVIS, W. R.; BORECKA, H. The susceptibility of strawberry flowers to infection by *Botrytis cinerea*. *Horticultural Research*, Edinburgh, v. 8, n. 2, p. 147-154, 1968.

McNICOL, R. J.; WILLIAMSON, B.; DOLAN, A. Effects of inoculation, wounding and temperature on post-harvest grey mould (*Botrytis cinerea*) of red raspberry. *Journal of Horticulture Science*, Ahsford, v. 65, n. 2, p. 157-165, Mar. 1990.

NELSON, K. E. Factors influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (Pers). *Phytopathology*, St. Paul, v. 41, n. 4, p. 319-326, Apr. 1951.

NEVES, E. S. Plantas medicinais na saúde pública. *Silvicultura em São Paulo*, São Paulo, v. 6-A, p. 181-186, 1982.

O'NEILL, T. M.; SHTIENBERG, D.; ELAD, Y. Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. *Plant disease*, St. Paul, v. 81, n. 1, p. 36-40, Jan. 1997.

SIRJUSINGH, C.; SUTTON J. C.; TSUJITA, M. J. Effects of inoculum concentration and host age on infection of geranium by *Botrytis cinerea*. *Plant Disease*, St. Paul, v. 80, n. 2, p. 154-159, Feb. 1996.



SOUZA, M. G. Etiologia e controle do tombamento de mudas de eucaliptos, causado por *Botrytis cinerea*, no estágio de fechamento de canteiros. 1991. 53 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p. Tradução de Plant Physiology.

WILLIAMSON, B.; DUNCAN, G. H.; HARRISON, J. G.; HARDING, L. A.; ELAD, Y.; ZIMAND, G. Effect of humidity on infection of rose petals by chynoculated conidia of *Botrytis cinerea*. *Mycological Research*, Cambridge, v. 99, n. 11, p. 1303-1310, Nov. 1995.

YODER, O. C.; WHALEN, M. L. Factors effecting postharvest infection of stored cabbage tissue by *Botrytis cinerea*. *Canadian Journal of Botany*, Ottawa, v. 53, n. 8, p. 691-699, Apr. 1975.

ZHANG, P. G.; SUTTON, J. C. Effects of wetness duration, temperature, and light on infection of black spruce seedlings by *Botrytis cinerea*. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 24, n. 4, p. 707-713, Apr. 1994.

## CAPÍTULO 3

### **EFEITO DA TEMPERATURA E DO PERÍODO DE MOLHAMENTO FOLIAR NA INFECCÃO DE *Botrytis cinerea* EM HASTES DE *Hibiscus sabdariffa***

## RESUMO

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Efeito da temperatura e do período de molhamento foliar na infecção de *Botrytis cinerea* em hastes de *Hibiscus sabdariffa*. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa***. 2004. Cap. 3, p. 42-59. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O presente estudo objetivou avaliar o efeito da temperatura (15, 20, 25 e 30°C) e do período de molhamento foliar (0, 6, 12 e 24 h) na incidência e severidade da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa*. O ensaio foi conduzido em ambiente controlado. Plantas com 155 dias, cultivadas em casa-de-vegetação com médias de temperatura máxima de 26,5°C e mínima de 20,9°C, foram inoculadas com suspensão de conídios na concentração de  $4,2 \times 10^4$  conídios.mL<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial (4 x 4). Após a manifestação dos primeiros sintomas registrou-se, diariamente, o número de lesões por planta, e no final do experimento, o comprimento de todas as lesões. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão e, em seguida, plotadas as superfícies de resposta. A temperatura e a duração do período de molhamento foliar influenciaram a incidência e severidade da seca da haste. Houve aumento da incidência e da severidade com o incremento do tempo de molhamento e redução da temperatura. Os modelos ajustados apresentaram R<sup>2</sup>= 0,96 e 0,93 para os dados observados de incidência e severidade, respectivamente. A doença foi mais severa na temperatura de 15°C e duração de 24 horas de molhamento foliar. Na ausência de molhamento foliar houve manifestação dos sintomas somente a 15°C. Em condições de temperatura mais elevada houve uma dependência de maior período de molhamento foliar.

---

\* Comitê de orientação: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Professor Orientador); Edson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Effect of temperature and leaf wetness in the infection of *Botrytis cinerea* on stem of *Hibiscus Sabdariffa*. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiology and management of stem blight (*Botrytis cinerea*) in *Hibiscus sabdariffa***. Lavras: UFLA, 2004. Cap.3, p. 42-59. Thesis (Doctoral in Phytopathology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.\*

The present study objectified to evaluate the effect of the temperature (15, 20, 25 and 30°C) and of the leaf wetness (0, 6, 12 and 24 h) in the incidence and severity of the stem blight (*Botrytis cinerea*) in *Hibiscus sabdariffa*. The assay was realized in controlled atmosphere. Plants with 155 days, cultivated in greenhouse with maximum temperature averages of 26,5°C and minimum of 20,9°C, were inoculated with conidial suspension in the concentration of  $4,2 \times 10^4$  conidial.mL<sup>-1</sup>. The experimental design was in randomized blocks with three replicates and the treatments were disposed in factorial (4 x 4). After the manifestation of the first symptoms was registered daily the number of lesions for plant and the length of all the lesions in the end of the experiment. The data were submitted to the variance analysis and regression and were plotted the answer surfaces. The temperature and the leaf wetness influenced the incidence and severity of the stem blight. There was increase of the incidence and severity with the increment of the time of leaf wetness and reduction of the temperature. The adjusted models presented  $R^2 = 0,96$  and  $0,93$  for the observed data of incidence and severity, respectively. The disease went more severe in temperature of 15°C and duration of 24 hours of leaf wetness. In the wetness absence there was only manifestation of the symptoms to 15°C. In conditions of higher temperature there was a dependence of larger periods leaf wetness.

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Major Professor); Edson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O ambiente influencia o progresso de uma epidemia por influenciar as várias fases do ciclo de vida do patógeno, bem como a interação com fases específicas do crescimento do hospedeiro (Campbell & Madden, 1990). Dentre as variáveis ambientais, temperatura é a mais frequentemente correlacionada com respostas biológicas, sendo avaliada em quase todos os estudos de epidemias de doenças (Sutton et al., 1984).

Epidemias de *Botrytis cinerea* foram correlacionadas com temperatura moderada, maior período de molhamento foliar e umidade relativa elevada (Nelson, 1951a e b; Hunter et al., 1972; Yoder & Whalen, 1975; Bulger et al., 1987; Wilcox & Seem, 1994; Broome et al., 1995; Araújo, 1995; Eden et al., 1996 e O'Neill et al., 1997). Entretanto, existem relatos de infecções de *B. cinerea* em menor período de molhamento ou baixa umidade relativa e temperatura favorável (Nelson, 1951a; Hausbeck & Pennypacker, 1991; Nair & Allen, 1993; Williamson et al., 1995; Broome et al., 1995 e Eden et al., 1996) ou em condições de temperatura elevada e maior período de molhamento (Nelson, 1951b, Bulger et al., 1987; Nair Allen, 1993 e Broome et al., 1995).

A maioria das epidemias de patógenos foliares é influenciada por molhamento foliar, sendo esta a variável elementar em sistemas de previsão de doença (Campbell & Madden, 1990). A duração do período de molhamento necessário para infecção varia com o hospedeiro (Jarvis, 1980) e também entre

diferentes patógenos (Sutton et al., 1983). Patógenos biotróficos geralmente infectam seus hospedeiros em período de molhamento relativamente curto. Entretanto, os hemibiotróficos e necrotróficos exigem longos ou moderados períodos de molhamento para causar infecção.

O conhecimento das condições favoráveis ao patógeno é de fundamental importância na epidemiologia, possibilitando definir medidas de controle para reduzir as perdas causadas pela seca da haste em hibisco. Não existem informações a respeito do efeito do ambiente na infecção de hastes de hibisco por *B. cinerea*, especialmente tratando-se do binômio temperatura e período de molhamento. Desta forma, objetiva-se, com esse trabalho: i) avaliar os efeitos de quatro níveis de temperatura e quatro períodos de molhamento foliar na incidência e severidade da seca da haste em *Hibiscus sabdariffa*.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido em três câmaras de crescimento ( $15^{\circ}\text{C} \pm 2$ , UR na faixa de 68,8 a 95,7% e fotoperíodo de 12 horas ;  $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ , UR na faixa de 83,9 a 95,1% e fotoperíodo de 12 horas;  $30^{\circ}\text{C} \pm 2$ , UR na faixa de 61,8 a 85,4% e fotoperíodo de 12 horas), localizadas no Departamento de Fitopatologia, e uma ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2$ , UR na faixa de 60,82 a 83,95% e fotoperíodo de 12 horas) localizada no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, durante o período de 18/02/03 a 11/03/03.

### 2.2 PRODUÇÃO DO HOSPEDEIRO

Procedeu-se à sementeira em bandejas de isopor de 128 células e substrato Plantmax<sup>®</sup> hortaliça, utilizando-se três sementes por célula. Quinze dias após a sementeira realizou-se desbaste, deixando-se uma planta por célula. Plantas com 30 dias foram transplantadas para vasos de oito litros com latossolo vermelho escuro adubado com 1,63g da formulação 8 – 28 – 16 por litro de solo e mantidas em casa de vegetação. A temperatura variou entre 20,89 e 26,51°C. Realizaram-se duas adubações nitrogenadas em cobertura, sendo uma aos 15 dias e a outra aos 30 dias após o transplante, utilizando-se 0,19g de uréia/litro de solo/aplicação. Plantas com 155 dias foram utilizadas para a inoculação.

$$Y = 31,667 - 2,48*t + 0,602*m - 0,019*t*m + 0,0478*t^2$$

$$R^2_{ajust} = 0,95$$

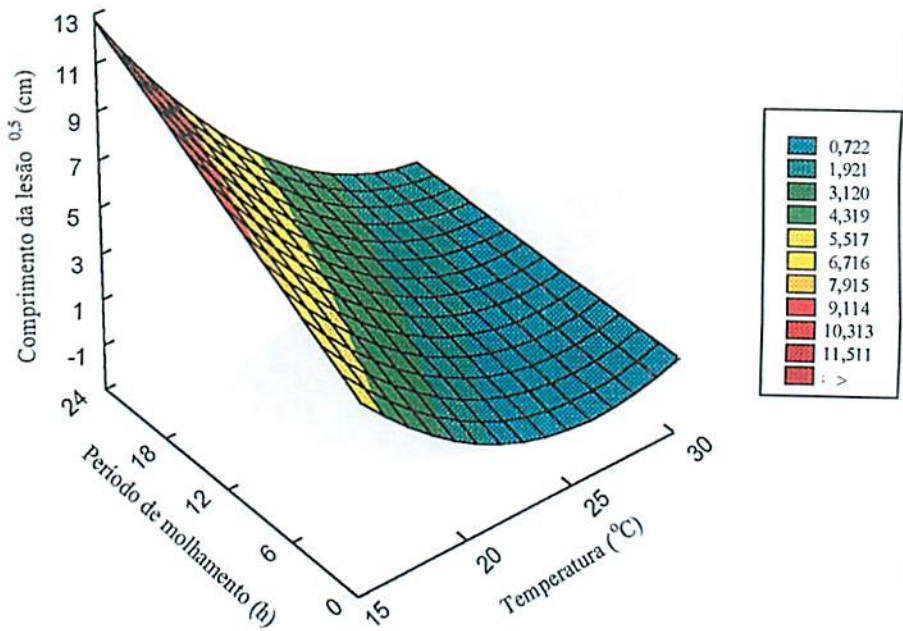


FIGURA 2 - Efeito da temperatura (t) e do período de molhamento foliar (m) sobre o comprimento de lesão em haste de *Hibiscus sabdariffa* incitada por *Botrytis cinerea*.



## 2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 4, sendo constituídos pelas combinações das temperaturas correspondentes a 15°C, 20°C, 25°C e 30°C e aos períodos de molhamento foliar correspondentes a 0h, 6h, 12h e 24h, perfazendo um total de 16 tratamentos. A unidade experimental foi constituída de três plantas (uma planta/vaso).

## 2.5 AVALIAÇÃO DA DOENÇA E ANÁLISE DOS DADOS

Diariamente, após a ocorrência dos primeiros sintomas, em torno de sete dias, registrou-se o número de lesões por planta (incidência), e no encerramento do período de observações (21º dia), mediu-se o comprimento das lesões (severidade) em todas as hastes.

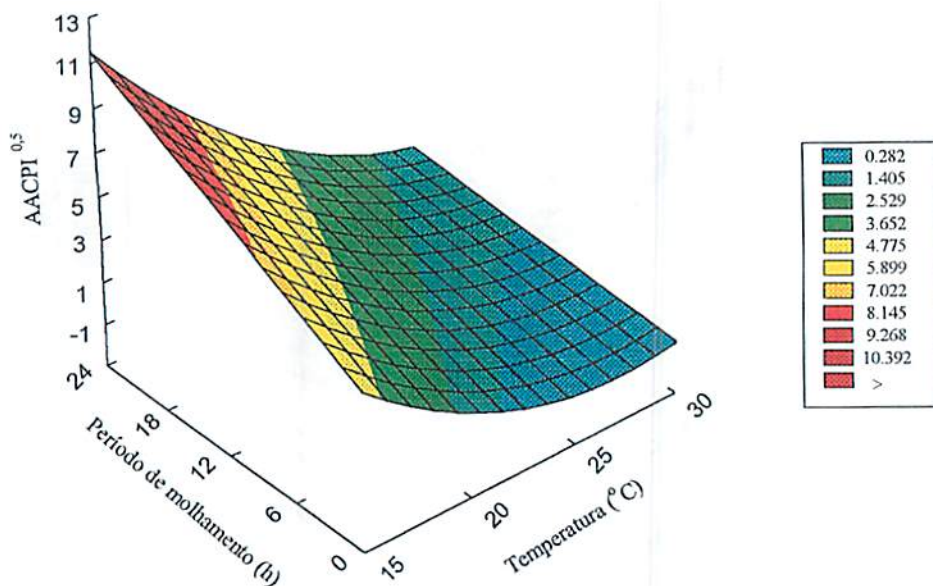
Utilizou-se o programa AVACPD/UFV para calcular a Área Abaixo da Curva de Progresso para a Incidência (AACPI) da seca da haste. Os dados da incidência e da severidade foram transformados utilizando-se raiz quadrada de X e analisados utilizando o programa estatístico SISVAR. Os gráficos de superfície de resposta foram obtidos utilizando-se o programa “STATISTICA”, versão 6.0.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A temperatura e o período de molhamento foliar influenciaram a incidência e a severidade da seca da haste de hibisco. Houve aumento da incidência e da severidade com o incremento do tempo de molhamento e redução da temperatura (Figuras 1 e 2). Maiores incidência e severidade foram observadas a 15° C e 24 horas de molhamento foliar. No período de 0 (zero) hora de molhamento foliar houve ocorrência de sintomas somente a 15° C. A 30° C, os sintomas só foram observados nos maiores períodos de molhamento foliar.

$$Y = 24,94 - 1,90*t + 0,54*m - 0,016*t*m + 0,035*t^2$$

$$R^2_{ajust} = 0,92$$



**FIGURA 1** - Efeito da temperatura (t) e do período de molhamento foliar (m) sobre a Área Abaixo da Curva de Progresso para a Incidência (AACPI) da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa*.

$$Y = 31,667 - 2,48*t + 0,602*m - 0,019*t*m + 0,0478*t^2$$

$$R^2_{ajust} = 0,95$$

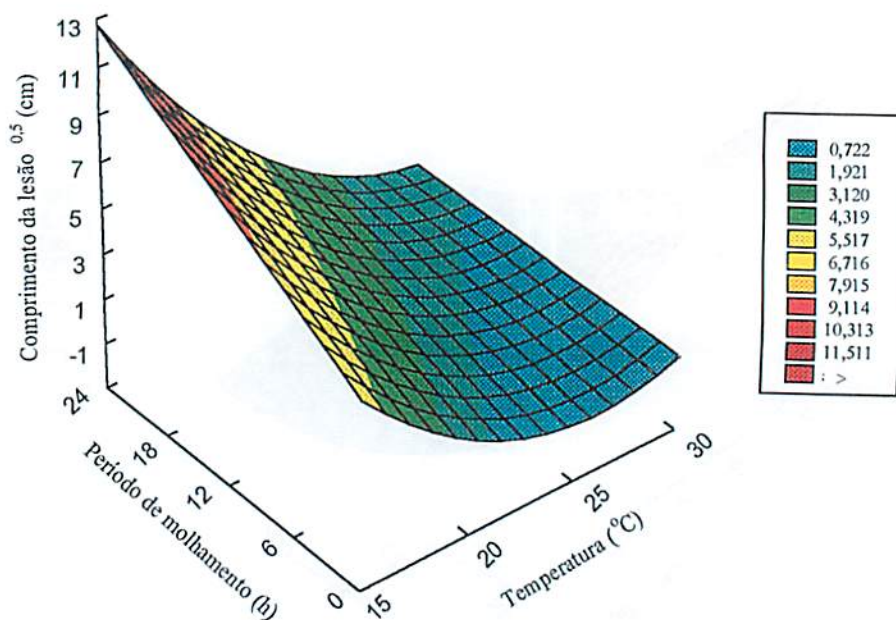


FIGURA 2 - Efeito da temperatura (t) e do período de molhamento foliar (m) sobre o comprimento de lesão em haste de *Hibiscus sabdariffa* incitada por *Botrytis cinerea*.

Os resultados obtidos apresentam tendências similares à de vários estudos em outros patossistemas envolvendo *B. cinerea*, especialmente quanto ao período de molhamento em torno de 12 a 24 horas e à faixa ideal de temperatura, variando de 12 a 25°C. Em pétalas de rosa, Araújo (1995) registrou maior severidade do mofo cinzento a 20°C e 24 horas de molhamento foliar.

O'Neill et al. (1997) verificaram progresso mais rápido do mofo cinzento e maior esporulação de *B. cinerea* em hastes de tomateiro a 15°C. No mesmo patossistema, a incidência do mofo cinzento em hastes de tomateiro com ferimento foi de 100%; 95,2%; 95,2% e 80,9%, na temperatura de 15°C e umidade relativa de 100%; 87%; 76% e 56%, respectivamente (Eden et al., 1996). Entretanto, em folhas de repolho armazenadas, a umidade relativa ótima para *B. cinerea* causar infecção foi acima de 97% em temperatura, na faixa de 20 a 25°C. O progresso da doença foi rápido quando a umidade relativa esteve entre 97% e 100% (Yoder & Whalen, 1975).

A incidência do mofo cinzento no período de florescimento do morangueiro foi altamente correlacionada com duração da umidade relativa > 80%, molhamento foliar e temperatura na faixa de 15 a 25°C (Wilcox & Seem, 1994). No mesmo patossistema, Bulger et al. (1987) registraram incidência de 100% do mofo cinzento em flores de morangueiro com 24 horas de molhamento e temperatura de aproximadamente 20°C.

A incidência de podridão cinzenta (*B. cinerea*) em cachos de uva foi superior a 90% após 24 horas de molhamento e temperatura na faixa de 12; 16 e 20°C (Broome et al., 1995). Nelson (1951a) também registrou maior incidência

de podridão cinzenta em bagas de uva nas mesmas condições. Entretanto, no mesmo patossistema, Latorre et al. (2002) registraram maior incidência da podridão cinzenta em bagas de uva e maior germinação de conídios de *B. cinerea* na temperatura de 20°C. Segundo Hunter et al. (1972), a incidência da queima de flores (*B. cinerea*) em macadâmia foi correlacionada com duração da umidade relativa > 95%, temperatura na faixa de 18°C a 22°C e duração do período de molhamento foliar.

Nesses estudos a variação na faixa ideal de temperatura e período de molhamento ocorreu em função do hospedeiro e do órgão infectado. Em hibisco a doença manifestou-se na haste. De modo semelhante ocorreu em tomateiro, o que provavelmente conduziu ao mesmo comportamento, em termos de temperatura e período de molhamento foliar ideal.

No presente estudo, aparentemente, temperaturas mais baixas foram mais favoráveis à doença, pois, mesmo em período 0 (zero) de molhamento e temperatura de 15°C, incidência e severidade foram registradas. Incidência e severidade também foram registradas em temperatura de 30°C, entretanto em menores níveis e somente em maiores períodos de molhamento. A ocorrência de infecções de *B. cinerea* em período 0 (zero) de molhamento foliar e temperatura ótima foi também registrada em outros estudos. Segundo Eden et al. (1996), baixo nível de infecção em flores de tomateiro foi ainda evidente sob umidade relativa contínua de 56%. Williamson et al. (1995) registraram lesões em pétalas de rosa e germinação de conídios de *B. cinerea* dentro de 24 horas em condições de UR ≥ 94%, mas na ausência de água livre.

Nair & Allen (1993) registraram incidência de 63% de mofo cinzento em flores de videira com apenas 1,3 horas de molhamento em condições de temperatura ótima. Em cachos de uva, a incidência da podridão cinzenta foi de 9% a 12°C, enquanto a 20°C foi de 37%, com período de molhamento de apenas quatro horas (Broome et al., 1995). No mesmo patossistema, Nelson (1951b) registrou alta incidência de podridão cinzenta mesmo em condições de umidade relativa baixa (88%) e temperatura de 12°C. Em gerânio, mesmo com incubação em UR < 60%, foram registradas 35% de hastes infectadas (Hausbeck & Pennypacker, 1991).

A ocorrência de sintomas em temperatura de 30°C e maiores períodos de molhamento também foi registrada em outros estudos. Broome et al. (1995) registraram incidência de 54% de podridão cinzenta em cachos de uva a 30°C e 24 horas de molhamento. No mesmo patossistema, Nelson (1951a) e Nair & Allen (1993) registraram incidência da podridão cinzenta em bagas de uva a 30°C e 24 horas de molhamento. Em flores de morangueiro, Bulger et al. (1997) também registraram incidência do mofo cinzento nas mesmas condições. Os autores observaram maior exigência em períodos de molhamento à medida que a temperatura se distanciou do ótimo. Esse comportamento foi denominado de compensação e também foi verificado nesse estudo.

#### **4 CONCLUSÕES**

- 1) Maior incidência e severidade da seca da haste foram registradas em condições de temperatura de 15°C e período de molhamento foliar de 24 horas.
- 2) Na temperatura de 15°C, infecções foram observadas mesmo na ausência de molhamento foliar.
- 3) Nas temperaturas de 25 e 30°C, foi necessário maior período de molhamento foliar (12 a 24 horas) para a ocorrência da infecção.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. E. **Sobrevivência de *Botrytis cinerea* em restos de cultura, efeito de fatores do ambiente sobre o patógeno e progresso do mofo cinzento em roseiras cultivadas em casas-de-vegetação.** 1995. 98 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

BROOME, J. C.; ENGLISH, J. T.; LATORRE, B. A.; AVILES, J. C. Development of an infection model for *Botrytis* bunch rot of grapes based on wetness duration and temperature. **Phytopathology**, St. Paul, v. 85, n. 1, p. 97-102, Jan. 1995.

BULGER, M. A.; ELLIS, M. A.; MADDEN, L. V. Influence of temperature and wetness duration on infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* and disease incidence of fruit originating from infected flowers. **Phytopathology**, St. Paul, v. 77, n. 8, p. 1225-1230, Aug. 1997.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology.** New York. John Wiley, 1990. 532 p.

EDEN, M. A.; HILL, R. A.; BERESFORD, R. ; STEWART, A. The influence of inoculum concentration, relative humidity, and temperature on infection of greenhouse tomatoes by *Botrytis cinerea*. **Plant Pathology**, Oxford, v. 45, n. 4, p. 795-806, Aug. 1996.

HAUSBECK, M. K.; PENNYPACKER, S. P. Influence of time intervals among wounding, inoculation, and incubation on stem blight of geranium caused by *Botrytis cinerea*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 75, n. 11, p. 1168-1172, Nov. 1991.

HUNTER, J. E.; ROHRBACH, K. G.; KUNIMOTO, R. K. Epidemiology of *Botrytis blight* of macadamia racemes. **Phytopathology**, St. Paul, v. 62, n. 3, p. 316-319, Mar. 1972.

JARVIS, W. R. Epidemiology. In: COLEY-SMITH, J. R.; VERHOEFF, K.; JARVIS, W. R. **The biology of *Botrytis***. London: Academic Press, 1980. p. 219-245.

LATORRE, B. A.; RIOJA, M. E.; LILLO, C. Efecto de la temperatura en el desarrollo de la infección producida por *Botrytis cinerea* en flores y bayas de uva de mesa. **Ciencia e Investigación Agraria**, Sanatiago, v. 29, n. 3, p. 145-151, jul./sept. 2002.

NAIR, N. G.; ALLEN, R. N. Infection of grape flowers and berries by *Botrytis cinerea* as a function of time and temperature. **Mycological Research**, Cambridge, v. 97, n. 8, p. 1012-1014, Aug. 1993.

NELSON, K. E. Effect of humidity on infection of table grapes by *Botrytis cinerea*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 41, n. 10, p. 859-864, Oct. 1951a.

NELSON, K. E. Factors influencing the infection of table grapes by *Botrytis cinerea* (Pers). **Phytopathology**, St. Paul, v. 41, n. 4, p. 319-326, Apr. 1951b.

O'NEILL, T. M.; SHTIENBERG, D.; ELAD, Y. Effect of some host and microclimate factors on infection of tomato stems by *Botrytis cinerea*. **Plant disease**, St. Paul, v. 81, n. 1, p. 36-40, Jan. 1997.

SUTTON, J. C.; GILLESPIE, T. J.; HILDEBRAND, P. D. Monitoring weather factors in relation to plant disease. **Plant Disease**, St. Paul, v. 68, n. 1, p. 78-84, Jan. 1984.

SUTTON, J. C.; JAMES, T. D. W.; ROWELL, P. M. Relation of weather and host factors to an epidemic of botrytis leaf blight in onions. **Canadian Journal Plant Pathology**, Ottawa, v. 5, n. 2, p. 256-265, 1983.

WILCOX, W. F.; SEEM, R. C. Relationship between strawberry gray mold incidence, environmental variables, and fungicide applications during different periods of the fruiting season. **Phytopathology**, St. Paul, v. 84, n. 3, p. 264-270, Mar. 1994

WILLIAMSON, B.; DUNCAN, G. H.; HARRISON, J. G.; HARDING, L. A.; ELAD, Y.; ZIMAND, G. Effect of humidity on infection of rose petals by dry-inoculated conidia of *Botrytis cinerea*. **Mycological Research**, Cambridge, v. 99, n. 11, p. 1303-1310, Nov. 1995.

YODER, O. C.; WHALEN, M. L. Factors affecting postharvest infection of stored cabbage tissue by *Botrytis cinerea*. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 53, n. 8, p. 691-699, Apr. 1975.

## **CAPÍTULO 4**

### **PROGRESSO DA SECA DA HASTE DO HIBISCO (*Hibiscus sabdariffa*) EM QUATRO ÉPOCAS E DOIS MÉTODOS DE PLANTIO**

## RESUMO

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Progresso da seca da haste do hibisco (*Hibiscus sabdariffa*) em quatro épocas e dois métodos de plantio. In:\_\_\_\_\_. **Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinérea*) em *Hibiscus sabdariffa***. 2004. Cap. 4, p. 60-89. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

O progresso da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em hibisco foi estudado em quatro épocas e dois métodos de plantio. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quatro repetições, e os oito tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 2, sendo: semeadura direta em 01/09/02; transplântio em 01/09/02; semeadura direta em 01/10/02; transplântio em 01/10/02; semeadura direta em 01/11/02; transplântio em 01/10/02; semeadura direta em 01/12/02 e transplântio em 01/12/02. Imediatamente após o surgimento dos sintomas, avaliou-se a doença a cada 10 dias até o final do ciclo, aos 205 dias, calculando-se a porcentagem de hastes infectadas por planta. Calculou-se a área abaixo da curva de progresso para a incidência (AACPI). As curvas de progresso da doença nos tratamentos foram ajustadas aos modelos linear, exponencial, monomolecular, logístico e gompertz. Houve interação significativa de métodos e épocas de plantio na incidência da doença. Constatou-se menor incidência da seca da haste em transplântio de mudas comparado à semeadura direta em todas as épocas de plantio. Verificou-se aumento da incidência proporcionado pelo atraso na época de plantio nos dois métodos. O modelo exponencial foi o que melhor descreveu o comportamento da doença em todos os tratamentos. As diferenças estatísticas entre os tratamentos considerando o parâmetro taxa de progresso ( $r$ ) não refletiram a intensidade da doença no campo. Esse resultado realça a importância da avaliação de outros componentes de uma epidemia. Na mesma época de plantio, o  $Y_0$  e o  $Y_{max}$  observados no método de semeadura direta foram superiores aos tratamentos referentes ao transplântio de mudas, coerentes com os valores da AACPI.

Registrou-se uma relação direta entre queda de temperatura e aumento da incidência da seca da haste.

---

\* Comitê de orientação: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Professor Orientador); Édson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Stem blight progress of roselle in four times and two planting methods. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiology and management of stem blight (*Botrytis cinerea*) in *Hibiscus sabdariffa***. Lavras: UFLA, 2004. Cap. 4, p. 60-89. Thesis (Doctoral in Phytopathology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

Stem blight (*Botrytis cinerea*) progress in roselle it was studied in four times and two planting methods. The experimental design was in randomized blocks with four replicates and eight treatments were disposed in factorial 4 x 2, being: direct sow in 01/09/02; transplant in 01/09/02; direct sow in 01/10/02; transplant in 01/10/02; direct sow in 01/11/02; transplant in 01/10/02; direct sow in 01/12/02 and transplant in 01/12/02. Immediately after the appearance of the symptoms, the disease was evaluated every 10 days until the end of the cycle, at 205 days, and the percentage of stems infected was calculated. The area was calculated under the progress curve of the incidence (AUPCI). The curves of progress of the disease in the treatments were adjusted to the linear, exponential, monomolecular, logistic and gompertz models. There were significant interaction of methods and planting times in the incidence of the disease. Smaller incidence of stem blight was verified in transplant compared to the direct sow in all the planting times. Increase of the incidence was verified due culture delay in the two methods. The exponential model was what best described the behavior of the disease in all the treatments. The statistical differences among the treatments considering the parameter rate of progress ( $r$ ) they did not reflect the intensity of the disease in the field. That result enhances the importance of the evaluation of another components of an epidemic. In the same planting time, the  $Y_0$  and  $Y_{max}$  observed in the method of direct sow, they went superiors to the referring treatments to the transplant, coherent with the values of AUPCI.

Direct relationship registered between temperature fall and increase of the incidence of stem blight.

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Major Professor); Edson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.



## 1 INTRODUÇÃO

O progresso de determinada doença representa a integração dos efeitos do hospedeiro, patógeno e ambiente durante a epidemia e pode oferecer subsídios para analisar, comparar e entender a dinâmica das doenças de plantas (Campbell & Madden, 1990). A melhor representação de uma epidemia pode ser feita por meio da curva de progresso da doença, expressa na plotagem da proporção de doença *versus* tempo. Desta forma, pode-se determinar a época de início da epidemia, a quantidade de inóculo inicial ( $Y_0$ ), a taxa de progresso da doença ( $r$ ), a área abaixo da curva de progresso, a quantidade máxima ( $Y_{max}$ ) da doença e a duração da epidemia (Bergamin Filho, 1995). O uso de modelos adaptados especialmente para epidemias de doenças de plantas constitui ferramenta para auxiliar na análise de curvas de progresso de doença (Campbell & Madden, 1990).

*Hibiscus sabdariffa* é um arbusto anual com duração do ciclo de aproximadamente 180 dias e apropriado para plantio em climas tropicais, requerendo temperaturas noturnas acima de  $21^{\circ}$  C e fotoperíodo mínimo de 13 horas (McCaleb, 1998). Portanto, em Lavras, onde predomina o clima do tipo Cwb, caracterizado por verão chuvoso, inverno seco, precipitação média anual de 1411mm e temperatura média anual de  $19,3^{\circ}$  C (Castro, 2003), as estações primavera e verão são as mais apropriadas para o cultivo da espécie.

No levantamento de doenças realizado no horto de plantas medicinais da Universidade Federal de Lavras, registrou-se a ocorrência de *Botrytis cinerea*

As irrigações por aspersão, quando necessárias, foram realizadas somente no início do ciclo nos plantios de setembro e outubro. Capinas manuais com enxadas foram realizadas em todas as parcelas até o completo estabelecimento da cultura.

### **2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 2, sendo constituídos pelas combinações de quatro épocas e dois métodos de plantio, conforme esquema abaixo:

**T1** – Semeadura direta em 01/09/02; **T2** – Transplântio de mudas em 01/09/02;  
**T3** – Semeadura direta em 01/10/02; **T4** – Transplântio de mudas em 01/10/02;  
**T5** – Semeadura direta em 01/11/02; **T6** – Transplântio de mudas em 01/11/02;  
**T7** – Semeadura direta em 01/12/02 e **T8** – Transplântio de mudas em 01/12/02

Cada parcela de 16,80 m<sup>2</sup> (4,20m x 4,00m) foi constituída de 4 fileiras de plantio com espaçamento de 1,00 metro e 7 covas na fileira com espaçamento de 0,60 metro, perfazendo um total de 28 plantas por parcela. A unidade amostral foi constituída de 10 plantas centrais, sendo as duas fileiras externas e a planta de cada extremidade das duas fileiras internas constituídas de bordadura. A área experimental foi composta de 18 parcelas, correspondendo a

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido seguindo os preceitos da agricultura orgânica para plantas medicinais, no Setor de Olericultura do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras-MG, em latossolo vermelho escuro, latitude sul de 21° 14', longitude oeste de 45° 00' e altitude de 920 metros. Os dados meteorológicos relativos ao período de condução do experimento (01/09/02 a 26/06/03) foram obtidos da estação meteorológica da Universidade Federal de Lavras, localizada a 500 metros do experimento.

### 2.2 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Antes da instalação do experimento foram retiradas amostras de solo, as quais foram encaminhadas ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Lavras para análise química. No preparo do solo foram necessárias uma aração e duas gradagens. A fertilização do solo e das plantas foi realizada utilizando-se esterco bovino curtido ( $500\text{g.cova}^{-1}$  para base seca), incorporado manualmente com enxada.

As irrigações por aspersão, quando necessárias, foram realizadas somente no início do ciclo nos plantios de setembro e outubro. Capinas manuais com enxadas foram realizadas em todas as parcelas até o completo estabelecimento da cultura.

### **2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4 x 2, sendo constituídos pelas combinações de quatro épocas e dois métodos de plantio, conforme esquema abaixo:

**T1** – Semeadura direta em 01/09/02; **T2** – Transplântio de mudas em 01/09/02;  
**T3** – Semeadura direta em 01/10/02; **T4** – Transplântio de mudas em 01/10/02;  
**T5** – Semeadura direta em 01/11/02; **T6** – Transplântio de mudas em 01/11/02;  
**T7** – Semeadura direta em 01/12/02 e **T8** – Transplântio de mudas em 01/12/02

Cada parcela de 16,80 m<sup>2</sup> (4,20m x 4,00m) foi constituída de 4 fileiras de plantio com espaçamento de 1,00 metro e 7 covas na fileira com espaçamento de 0,60 metro, perfazendo um total de 28 plantas por parcela. A unidade amostral foi constituída de 10 plantas centrais, sendo as duas fileiras externas e a planta de cada extremidade das duas fileiras internas constituídas de bordadura. A área experimental foi composta de 18 parcelas, correspondendo a

uma área de 268,8 m<sup>2</sup>. Procedeu-se ao semeio de três fileiras adensadas de milho entre as parcelas visando o seu isolamento.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor (128 células) com substrato Plantmax<sup>®</sup> hortaliça, em casa de vegetação. Aos 40 dias, as mesmas foram transplantadas, utilizando-se uma muda por cova. Na semeadura direta utilizaram-se de 4 a 6 sementes por cova, numa profundidade média de 3 cm. Quando as plantas atingiram o estágio de 5 a 6 folhas definitivas realizou-se o desbaste, deixando-se apenas 1 planta por cova.

#### **2.4 AVALIAÇÃO DA DOENÇA E ANÁLISE DO PROGRESSO TEMPORAL**

No início da ocorrência dos primeiros sintomas iniciou-se a avaliação da doença em intervalos de 10 dias, até o final do ciclo (205 dias). Avaliou-se a incidência, registrando-se o número de hastes infectadas por planta. Na última avaliação registrou-se o número total de hastes por planta e procedeu-se ao cálculo da porcentagem de hastes infectadas por planta.

A análise da dinâmica temporal foi realizada de acordo com a área abaixo da curva de progresso para a incidência (AACPI). Os dados foram transformados utilizando-se o Box-Cox (Kim & Hill, 1993) e analisados utilizando-se o programa estatístico SISVAR. Calculou-se a AACPI utilizando-se o programa AVACPD/UFV.

As curvas de progresso da doença dos tratamentos foram submetidas ao ajuste dos modelos linear, exponencial, monomolecular, logístico e gompertz. O ajuste dos modelos aos dados de progresso de doença foi realizado utilizando-se o software Statistical Analysis System - SAS<sup>®</sup>, por meio do procedimento MODEL (SAS, 1995). Esse procedimento fornece, de forma direta, testes para a avaliação das pressuposições (resíduos independentes e homogeneidade de variâncias) necessárias ao processo de estimação dos parâmetros. A escolha do melhor modelo baseou-se no coeficiente de determinação corrigido ( $R^2$ ) proveniente da regressão entre valores observados e valores estimados, no quadrado médio do resíduo (QME) e o gráfico dos resíduos ( $y$  observado –  $y$  estimado /  $QME^{1/2}$ ) em função da variável independente “dias após o plantio” (Campbell & Madden, 1990; Bergamin Filho, 1995).

Os tratamentos foram comparados utilizando-se a área abaixo da curva de progresso para a incidência e as taxas de progresso obtidas a partir da seleção do melhor modelo. As taxas de progresso da doença foram comparadas por meio da equação (Campbell & Madden, 1990):

$$(\theta_1 - \theta_2) \pm t[ P/2; n_1 + n_2 - (2 p) ] s[ d ],$$

em que  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são os parâmetros (taxa de progresso),  $t$  é o valor tabelado da distribuição de “t” de student com nível de significância  $P/2$  e  $n_1 + n_2 - (2 p)$  graus de liberdade ( $n_1$  e  $n_2$  são os números de observações e  $p$  é o número de parâmetros) e  $s[ d ]$  é o erro padrão da diferença entre os parâmetros.

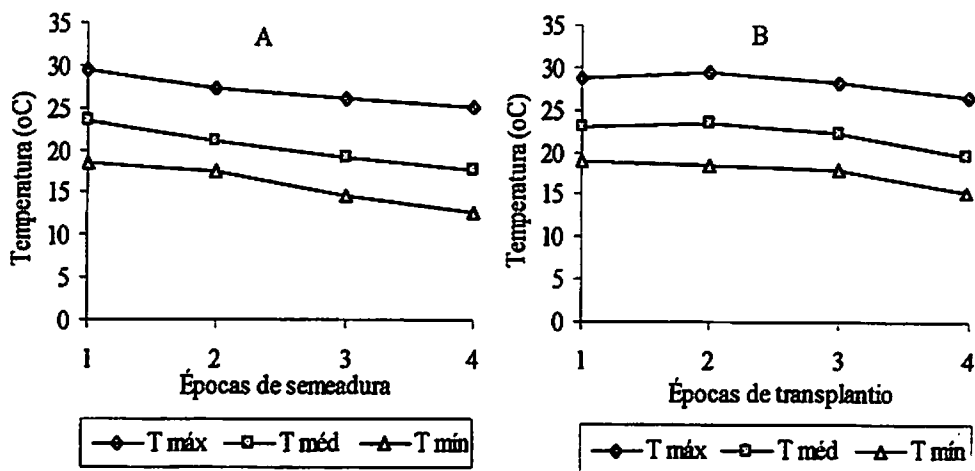
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ÁREA ABAIXO DA CURVA DE PROGRESSO DA INCIDÊNCIA (AACPI) DA SECA DA HASTE.

Houve interação significativa de métodos e épocas de plantio com 99% de confiança na variável AACPI.

No desdobramento de métodos de plantio dentro de épocas constatou-se menor incidência da seca da haste em transplântio de mudas de 40 dias, comparado à sementeira direta em todas as épocas de plantio.

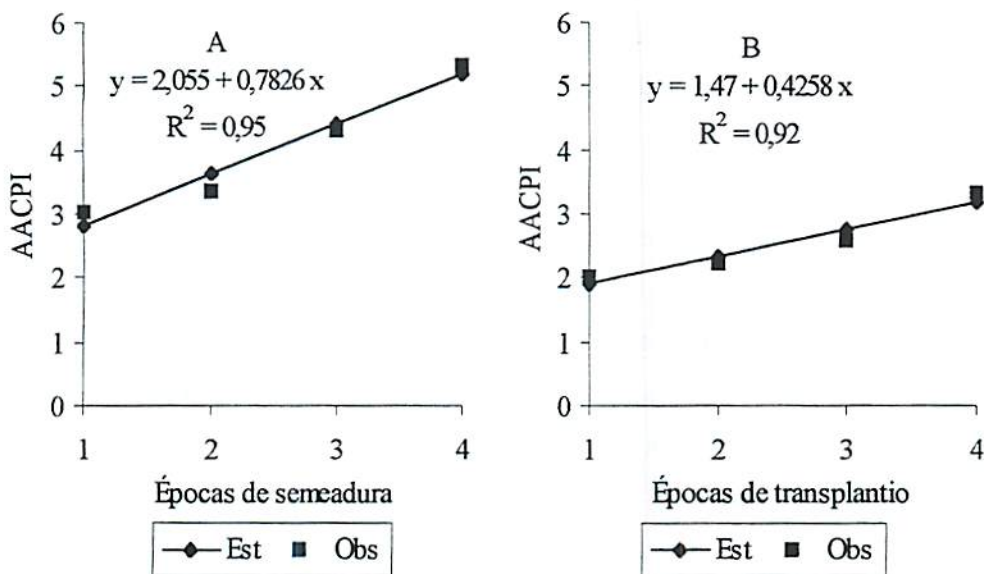
A menor incidência no transplântio de mudas ocorreu em função de três fatores. Primeiro devido ao menor período de exposição das plantas ao patógeno no campo e, conseqüentemente, ao menor número de avaliações, já que as mudas permaneceram em casa-de-vegetação durante os 40 dias iniciais. O segundo fator refere-se ao fato de as plantas oriundas de mudas terem atingido menor volume de copa. Registraram-se médias de 413 hastes por planta no final do experimento, ao passo que, nas plantas oriundas de sementeira direta, registraram-se em média 476 hastes por planta. O menor volume de copa provavelmente proporcionou um microclima menos favorável ao desenvolvimento da epidemia. O terceiro fator foi a ocorrência coincidente do ciclo das plantas oriundas de sementeira direta com variáveis ambientais mais favoráveis ao patógeno nos últimos 50 dias de ciclo, considerando que as mudas transplantadas na mesma época da sementeira chegaram ao campo com 40 dias e que a doença ocorreu, em média, nos últimos 50 dias de ciclo (Figura 1).



**FIGURA 1** - Médias de temperaturas máximas, médias e mínimas nos últimos 50 dias de ciclo de *Hibiscus sabdariffa*. A (semeadura direta): Época 1 (01/09, período de 05/02/03 a 25/03/03), época 2 (01/10, período de 06/03/03 a 23/04/03), época 3 (01/11, período de 05/04/03 a 22/05/03) e época 4 (01/12, período de 15/05/03 a 17/04/03). B (transplântio de mudas): Época 1 (01/09, período de 24/12/02 a 13/02/03), época 2 (01/10, período de 25/01/03 a 17/03/03), época 3 (01/11, período de 24/02/03 a 14/04/03) e época 4 (01/12, período de 25/03/03 a 15/05/03).

Dos modelos testados no desdobramento de épocas dentro de métodos de plantio, o modelo de regressão linear proporcionou o melhor ajuste, tanto para semeadura direta quanto para transplântio de mudas (Figura 2).





**FIGURA 2** - Incidência da seca da haste na época de plantio 1 (01/09); época de plantio 2 (01/10); época de plantio 3 (01/11) e época de plantio 4 (01/12), no método de sementeira direta (A) e transplantio de mudas (B).

Verificou-se, nos dois métodos de plantio, um incremento da incidência da doença em função do atraso na época de plantio. Esse aumento pode ser atribuído ao período coincidente do ciclo da cultura nos plantios tardios com variáveis ambientais mais favoráveis ao patógeno, registradas no período. A temperatura ambiente nos últimos 50 dias de ciclo foi diferenciada nas quatro

épocas de plantio, exceto nos plantios de 01 de setembro e 01 de outubro, no método de transplante de mudas (Figura 1). Verificou-se queda gradual da temperatura, proporcionada pelo atraso na época de plantio, e uma relação estreita entre queda de temperatura e aumento da incidência no campo, comprovada na análise de correlação (Tabela 1).

Na Inglaterra, o semeio antecipado de girassol, realizado no período de 21 de março a 20 de abril, proporcionou maior incidência de *Botrytis cinerea* na inflorescência em relação ao plantio tardio realizado no período de 21 de abril a 10 de maio. Este comportamento foi atribuído ao período coincidente da emissão da inflorescência em plantios antecipados com temperatura mais favorável ao patógeno, na faixa de 14 a 16° C (Dixon & Lutman, 1992).

**TABELA 1** - Coeficiente de correlação entre a incidência da seca da haste nos dois métodos de plantio com as variáveis ambientais registradas nas quatro épocas de plantio.

Var. ambientais	Métodos de plantio	
	Transplante de mudas	Semeadura direta
T <sub>máx</sub> (°C)	-0,62**	-0,45*
T <sub>méd</sub> (°C)	-0,78**	-0,66**
T <sub>mín</sub> (°C)	-0,91**	-0,79**
Prec (mm)	-0,16 <sup>ns</sup>	-0,30 <sup>ns</sup>
UR (%)	-0,08 <sup>ns</sup>	-0,21 <sup>ns</sup>

### 3.2 CURVAS DE PROGRESSO DA SECA DA HASTE

Somente o modelo exponencial obteve significância dos parâmetros no teste t ( $P < 0,05$ ) e um bom ajuste em todos os tratamentos, observando-se os critérios estatísticos citados (tabelas 2 e 3).

**TABELA 2** - Estimativa da incidência inicial ( $Y_0$ ) e taxa de progresso ( $r$ ) da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa* com os respectivos testes t ( $P < 0,05$ ) do modelo estudado no método de semeadura direta em 4 épocas de plantio [01/09/02 (T 1); 01/10/02 (T 3); 01/11/02 (T 5) e 01/12/02 (T 7)].

		MODELOS				
		Exponencial	Gompertz	Logístico	Monomolecular	Linear
T1	$Y_0$	0.499 (0.0038)	9.85E-38 (0.999)	0.33 (0.9419)	0.293 (0.9484)	-0.837 (0.3507)
	$r$	0.056 (<0.0001)	0.122 (0.9443)	1.58E14 (1.0)	0.170 (0.9592)	0.156 (0.0040)
T3	$Y_0$	1.719 (0.0240)	0.166 (0.9789)	0.17 (0.9783)	0.17 (0.9783)	0.307 (0.3968)
	$r$	0.035 (0.0064)	*	2.52E28 (1.0)	*	0.177 (<0.0001)
T5	$Y_0$	1.553 (0.0003)	8.18E-32 (0.999)	0.35 (0.9834)	0.341 (0.9838)	-3.877 (0.1646)
	$r$	0.043 (<0.0001)	0.095 (0.9817)	8.96E28 (1.0)	*	0.416 (0.0004)
T7	$Y_0$	7.077 (0.0330)	4.88E-38 (1.000)	0.999 (0.9784)	0.988 (0.9785)	-4.504 (0.1752)
	$r$	0,030 (0.0024)	0.107 (0.9919)	6.38E38 (<0.0001)	*	0.827 (<0.0001)

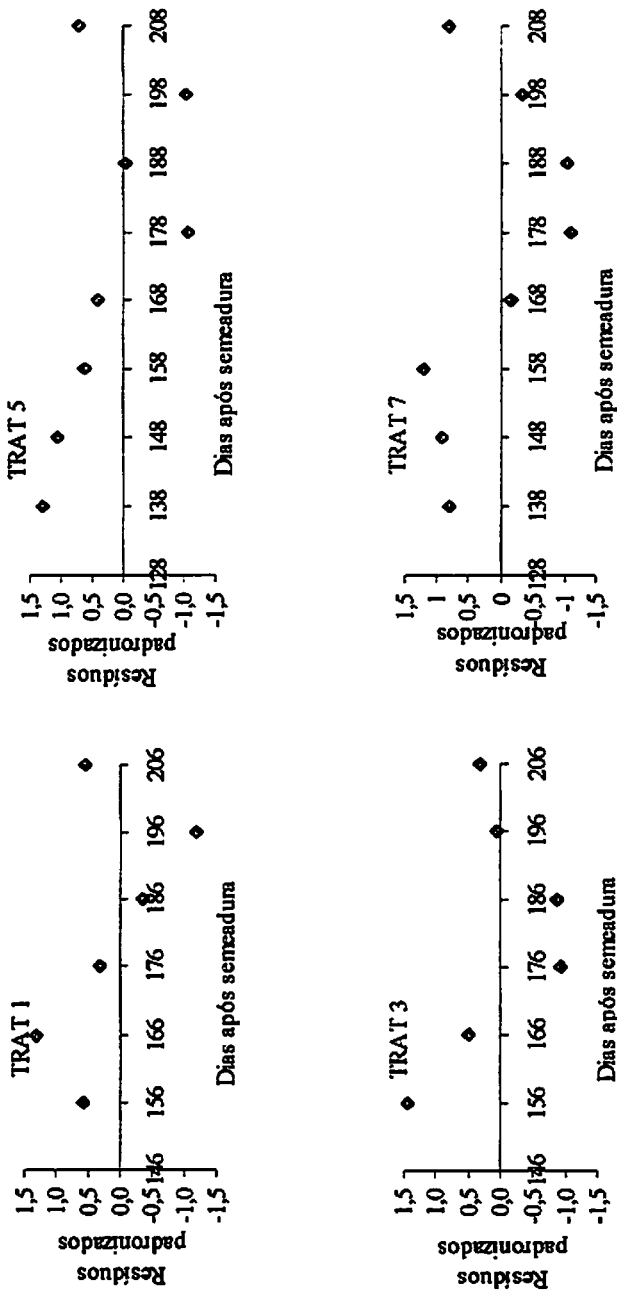
\*Não convergiu

**TABELA 3** - Estimativa da incidência inicial ( $Y_0$ ) e taxa de progresso ( $r$ ) da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa* com os respectivos testes t ( $P < 0,05$ ) do modelo estudado no método de transplântio de mudas em 4 épocas de plantio [01/09/02 (T 2); 01/10/02 (T 4); 01/11/02 (T 6) e 01/12/02 (T 8)].

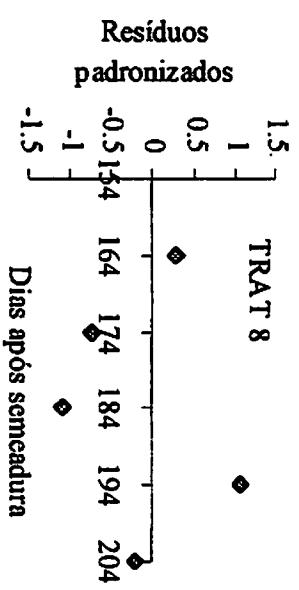
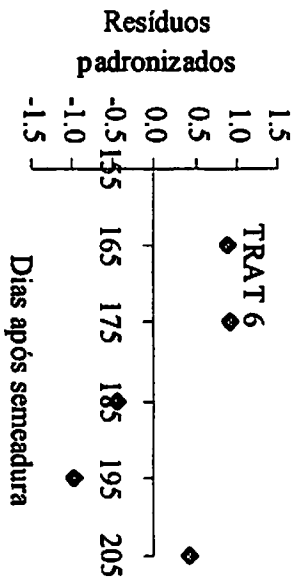
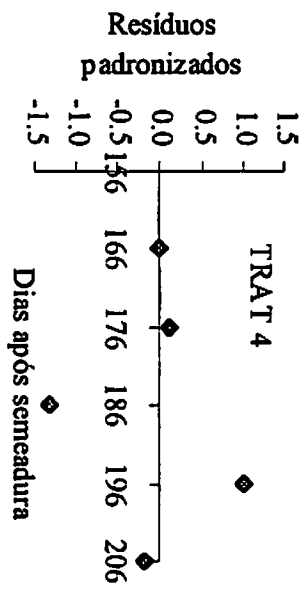
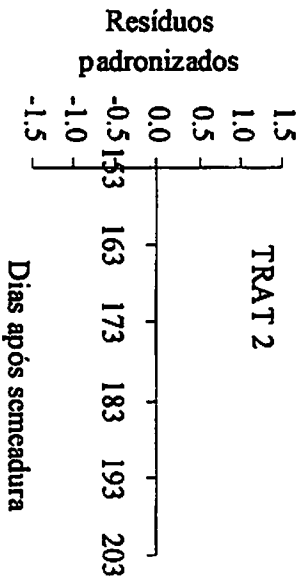
		MODELOS				
		Exponencial	Gompertz	Logístico	Monomolecular	Linear
T2	$Y_0$	0,117 (0.0396)	1.959E-7 (0.987)	0.082 (0.875)	0.017 (0.970)	0.024 (0.826)
	$r$	0.070 (0.0065)	0.236 (0.511)	0.239 (0.628)	0.086 (0.358)	0.039 (0.003)
T4	$Y_0$	0.123 (0.0033)	1.164E-8 (0.996)	0.059 (0.961)	- 0.047 (0.967)	- 0.294 (0.463)
	$r$	0.077 (0.0001)	0.215 (0.756)	0.410 (0.868)	0.094 (0.675)	0.064 (0.021)
T6	$Y_0$	0.452 (0.0462)	6.22E-28 (0.999)	0.13 (0.959)	- 0.094 (0.971)	- 0.312 (0.410)
	$r$	0.058 (0.0060)	0.425 (0.983)	2.035E26 (1.0)	0.188 (0.917)	0.113 (0.004)
T8	$Y_0$	0.358 (0.0485)	3.3E-35 (1.0)	0.17 (0.989)	0.17 (0.989)	- 2.726 (0.307)
	$r$	0.097 (0.0012)	0.122 (0.9846)	9.448E24 (1.0)	*	0.447 (0.057)

\*Não convergiu

Os gráficos de resíduos, bem como os demais critérios estatísticos do modelo exponencial, estão apresentados nas figuras 3 e 4 e tabela 4.



**FIGURA 3** - Resíduo (y real - y estimado)/s(d) versus a variável independente (tempo) do modelo exponencial para os valores de incidência no método de semeadura direta em 4 épocas de semeadura [01/09/02 (T1); 01/10/02 (T3); 30/10/02 (T5) e 30/11/02 (T7)].



**FIGURA 4** - Resíduo (y real - y estimado)/s(d) versus a variável independente (tempo) do modelo exponencial para os valores de incidência no método de transplante de mudas em 4 épocas de transplante [01/09/02 (T2); 01/10/02 (T4); 30/10/02 (T6) e 30/11/02 (T8)].

**TABELA 4** – Quadrado Médio do Resíduo (QMR) e Coeficiente de Determinação Ajustado ( $R^2$ ) para o modelo exponencial nos 8 tratamentos.

	TRATAMENTOS							
	Semeadura direta				Transplântio de mudas			
	T 1	T 3	T 5	T 7	T 2	T 4	T 6	T 8
<b>QMR</b>	0,0886	1,1568	0,8793	57,7756	0,0884	0,00297	0,1287	0,45274
<b>R<sup>2</sup> ajust.</b>	0,9906	0,8960	0,9924	0,8652	0,8248	0,9974	0,9612	0,991

Segundo os trabalhos de Vanderplank (1963), muitos autores, tais como Teng (1985); Waggoner (1986); Berger (1989) e Campbell & Madden (1990), têm considerado o modelo exponencial ou logístico para descrever satisfatoriamente o progresso de doenças em culturas que formam dossel. Em outros patossistemas, o modelo exponencial tem sido usado para descrever o progresso de doenças como a ferrugem (*Puccinia striiformis*) do trigo (Paveley et al., 2000), a síndrome da morte súbita (*Fusarium solani*) da soja (Rupe & Gbur, 1995) e a septoriose (*Mycosphaerella graminicola*) do trigo (Shaw & Royle, 1993). Segundo Shaw & Royle (1993), o ajuste dos dados ao modelo exponencial, no patossistema trigo/*Mycosphaerella graminicola*, foi atribuído ao aumento da taxa de liberação de esporos, concomitante ao aumento da área foliar, devido à emergência de novas folhas.

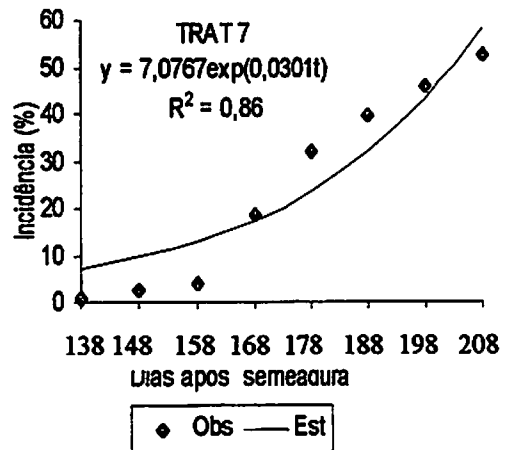
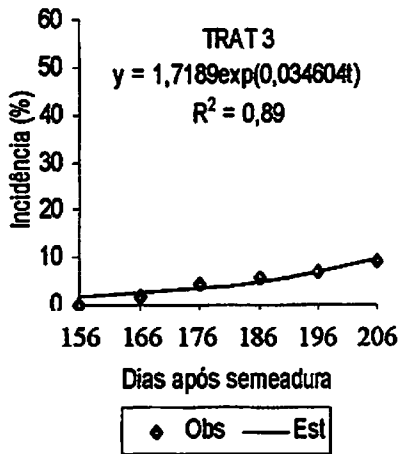
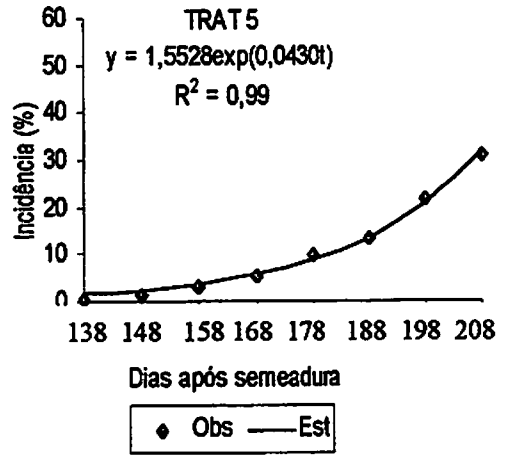
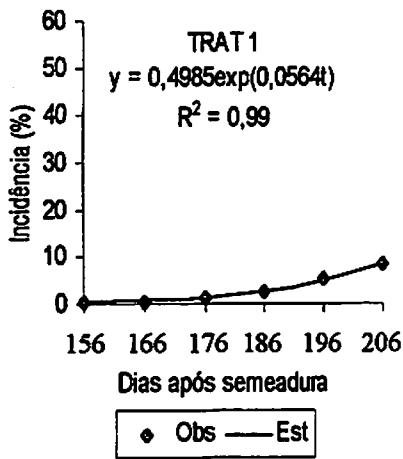
No presente estudo, observou-se a preferência do fungo por ápices ou botões florais e lesões esporulantes, principalmente em dias úmidos. O ajuste dos dados ao modelo exponencial pode ser atribuído à liberação abundante de esporos e à disponibilidade de tecido sadio, pois verificou-se um efeito

compensatório em decorrência da emissão progressiva de hastes laterais e botões florais.

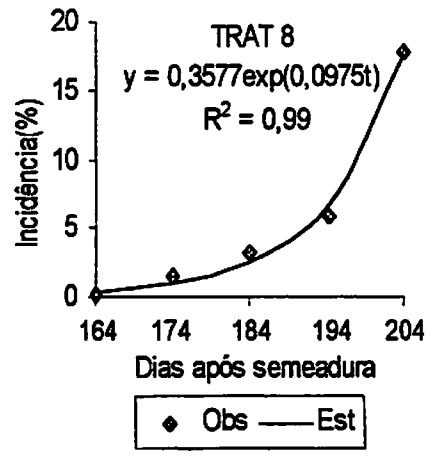
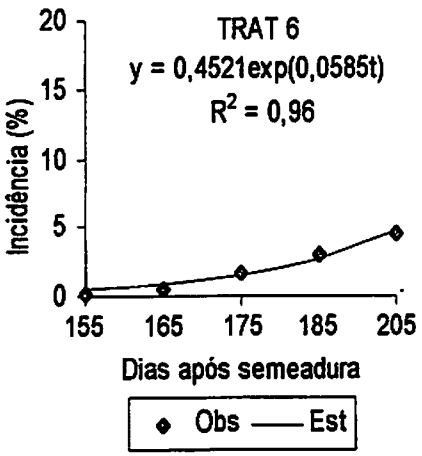
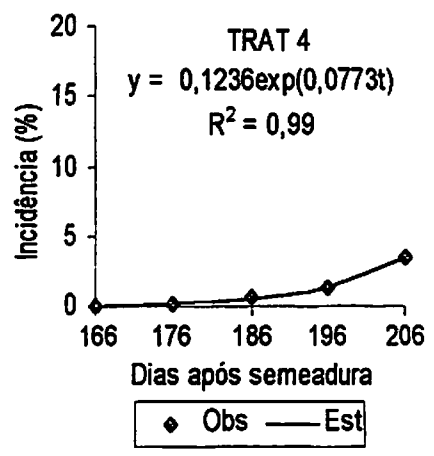
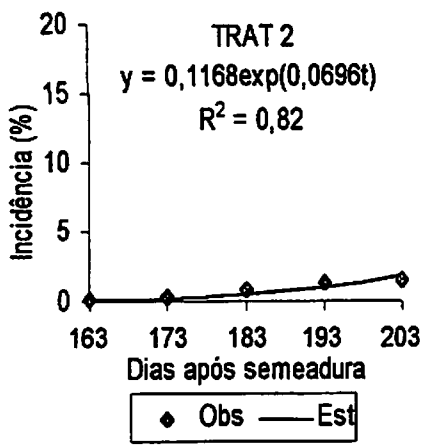
### **3.3 TAXAS DE PROGRESSO DA SECA DA HASTE EM *Hibiscus sabdariffa***

Foram plotados os valores observados e a curva foi estimada a partir do modelo exponencial para a incidência da seca da haste em *H. sabdariffa* (Figuras 5 e 6). Isso permitiu visualizar o progresso da doença de acordo com a taxa em cada tratamento. As maiores taxas de progresso foram visualizadas nos tratamentos referentes ao método de transplântio de mudas em todas as épocas de plantio, entretanto não se verificou um aumento crescente da taxa em relação ao avanço da época de plantio nos dois métodos de plantio (Figuras 5 e 6).





**FIGURA 5** - Dados observados (♦) e curva estimada pelo modelo exponencial (—) da incidência nas 4 (quatro) épocas de plantio (T1- 01/09/02; T3 - 01/10/02; T5 - 31/10/02 e T7 - 30/11/02) no método de sementeira direta.



**FIGURA 6** - Dados observados (◆) e curva estimada pelo modelo exponencial (—) da incidência nas 4 (quatro) épocas de plantio (T1- 01/09/02; T2 - 01/10/02; T3 - 31/10/02 e T4 - 30/11/02) no método de transplântio de mudas.

Para validar as diferenças visualizadas, as taxas de progresso da doença (r) de cada tratamento foram comparadas entre si, por meio do intervalo de confiança ( $P < 0,05$ ) (Tabelas 5; 6 e 7). Quando o intervalo de confiança incluiu 0, não se verificaram diferenças entre as taxas de progresso da doença, aceitando-se a hipótese de nulidade (Campbell & Madden, 1990).

Pela análise dos intervalos de confiança calculados para as taxas de progresso ( $P < 0,05$ ), quando compararam-se as taxas referentes aos dois métodos de plantio em todas as épocas, foram verificadas diferenças entre as taxas em 12 (doze) das 16 (dezesesseis) possibilidades, evidenciando a superioridade das taxas dos tratamentos referentes ao método de transplantio de mudas (Tabela 5). Entretanto, quando compararam-se as taxas de progresso nas 4 (quatro) épocas de plantio em cada método de plantio, somente foram verificadas diferenças entre as taxas nos tratamentos 6 e 8, no método de transplantio de mudas (Tabela 6). Já no método de semeadura direta, diferenças foram observadas entre as taxas dos tratamentos 1 e 3; 1 e 5 e 1 e 7. Nos demais tratamentos (3 e 5; 3 e 7 e 5 e 7), não foram observadas diferenças entre as taxas de progresso (Tabela 7).

**TABELA 5 - Comparação entre taxas de progresso da seca da haste obtidas a partir do modelo exponencial para a incidência, utilizando o intervalo de confiança.**

<b>Taxas a comparar</b>	<b>Intervalo de confiança</b>	<b>Resultado</b>
T2 (0,0695) x T1 (0,0564)	-0,0389 a 0,0125	Iguais
T2 (0,0695) x T3 (0,0346)	0,0061 a 0,0637	Diferentes
T2 (0,0695) x T5 (0,0430)	0,0029 a 0,0501	Diferentes
T2 (0,0695) x T7 (0,0301)	0,0125 a 0,0663	Diferentes
T4 (0,0773) x T1 (0,0564)	-0,0321 a -0,0097	Diferentes
T4 (0,0773) x T3 (0,0346)	-0,06 a -0,0254	Diferentes
T4 (0,0773) x T5 (0,0430)	0,0259 a 0,0427	Diferentes
T4 (0,0773) x T7 (0,0301)	0,0319 a 0,0625	Diferentes
T6 (0,0584) x T1 (0,0564)	-0,0236 a 0,0194	Iguais
T6 (0,0584) x T3 (0,0346)	-0,0491 a 0,0013	Iguais
T6 (0,0584) x T5 (0,0430)	-0,0349 a 0,0041	Iguais
T6 (0,0584) x T7 (0,0301)	0,005 a 0,0516	Diferentes
T8 (0,0975) x T1 (0,0564)	-0,0619 a -0,0203	Diferentes
T8 (0,0975) x T3 (0,0346)	-0,0875 a -0,0383	Diferentes
T8 (0,0975) x T5 (0,0430)	-0,0733 a -0,0357	Diferentes
T8 (0,0975) x T7 (0,0301)	-0,0901 a 0,0447	Diferentes

**TABELA 6** - Comparação entre taxas de progresso da seca da haste nas 4 (quatro) épocas de plantio no método de transplantio de mudas obtidas a partir do modelo exponencial para a incidência, utilizando o intervalo de confiança.

Taxas a comparar	Intervalo de confiança	Resultado
T2 (0,0695) x T4 (0,0773)	-0,034 a 0,0184	Iguais
T2 (0,0695) x T6 (0,0584)	-0,0213 a 0,0435	Iguais
T2 (0,0695) x T8 (0,0975)	-0,0598 a 0,004	Iguais
T4 (0,0773) x T6 (0,0584)	-0,0029 a 0,0407	Iguais
T4 (0,0773) x T8 (0,0975)	-0,0413 a 0,0009	Iguais
T6 (0,0584) x T8 (0,0975)	-0,0675 a -0,0107	Diferentes

**TABELA 7** - Comparação entre taxas de progresso da seca da haste nas 4 (quatro) épocas de plantio no método de semeadura direta obtidas a partir do modelo exponencial para a incidência, utilizando o intervalo de confiança.

Taxas a comparar	Intervalo de confiança	Resultado
T1 (0,0564) x T3 (0,0346)	0,0044 a 0,0392	Diferentes
T1 (0,0564) x T5 (0,0430)	0,0042 a 0,0226	Diferentes
T1 (0,0564) x T7 (0,0301)	0,0107 a 0,0419	Diferentes
T3 (0,0346) x T5 (0,0430)	-0,0239 a 0,0071	Iguais
T3 (0,0346) x T7 (0,0301)	-0,0154 a 0,0244	Iguais
T5 (0,0430) x T7 (0,0301)	-0,0009 a 0,0267	Iguais

Os resultados aqui obtidos não refletiram a intensidade da doença no campo, pois de acordo com os dados da AACPI, verificou-se incidência mais elevada da seca da haste no método de semeadura direta. Comportamento semelhante também foi verificado em relação às épocas de plantio, existindo um

incremento da AACPI à medida que avançou a época de plantio. Este resultado realça a importância da avaliação de outros componentes de uma epidemia, tais como:  $Y_0$  e  $Y_{max}$ . Na mesma época de plantio, o  $Y_0$  e  $Y_{max}$  observados dos tratamentos referentes ao método de semeadura direta foram superiores aos tratamentos referentes ao método de transplantio de mudas (Tabela 8). Nesse estudo, os tratamentos com maior  $Y_0$  propiciaram taxas menores de progresso da seca da haste em relação aos tratamentos com menor  $Y_0$ . Esse comportamento também foi descrito por Campbell & Madden (1990) e Berger (1988) em outros patossistemas. Aumento crescente de  $Y_{max}$  também foi verificado em função do avanço na época de plantio nos dois métodos de plantio. Estes dados estão coerentes com os valores da AACPI. Castro (2003), ao avaliar o efeito de 4 épocas de plantio (15 de outubro; 15 de novembro; 15 de dezembro e 15 de janeiro) na produção de cálices de *H. sabdariffa*, também verificou um aumento proporcional da incidência (%) da doença em frutos à medida que avançou a época de plantio.

**TABELA 8** - Incidência (%) inicial ( $Y_0$ ) e final ( $Y_{max}$ ) de dados observados nas 4 (quatro) épocas de plantio e 2 (dois) métodos de plantio.

	TRATAMENTOS							
	Semeadura direta				Transplantio de mudas			
	T 1	T 2	T 3	T 4	T 2	T 4	T 6	T 8
$Y_0$	0,33	0,17	0,35	0,99	0,09	0,08	0,13	0,17
$Y_{max}$	8,2	9,35	30,9	52,23	1,53	2,71	4,53	17,84

## **4 CONCLUSÕES**

- 1) Houve relação direta entre queda de temperatura e aumento da incidência da seca da haste.**
- 2) Plantios tardios apresentaram maior AACPI nos dois métodos de plantio.**
- 3) O método de semeadura direta apresentou maior AACPI em relação ao método de transplantio de mudas.**

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERGAMIN FILHO, A. Curvas de progresso de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. p. 602-626.

BERGER, R. D. The analysis of effects of control measures on the development of epidemics. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1988. p. 137-151.

BERGER, R. D. Description and application of some general models for plant disease epidemics. In: LEONARD, K. J.; FRY, W. E. **Plant disease epidemiology**. New York: McGraw-Hill, 1989. v. 2, p. 125-149.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley, 1990. 532 p.

CASTRO, N. E. A. **Época de plantio e método de colheita para maximização da produção de cálices de *Hibiscus sabdariffa* L.** 2003. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DIXON, F. L.; LUTMAN, P. J. W. Effects of drilling date on the growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus*) in the UK. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, v. 119, n. 2, p. 197-204, Oct. 1992.

KIM, M.; HILL, R. C. The Box-Cox transformation of variables in regression. **Empirical Economics**, Heidelberg, v. 18, n. 2, p. 307-319, 1993.

LIMA, C. S. **Doenças fúngicas em plantas medicinais em Lavras, Minas Gerais**. 2002. 66 p. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.



McCALEB, R. S. **Roselle production manual (*Hibiscus sabdariffa*)**. Herb Research Foundation, 1998. 6 p.

PAVELEY, N. D.; LOCKLEY, D.; VAUGHAN, T. B.; THOMAS, J.; SCHMIDT, K. Predicting effective fungicide doses through observation of leaf emergence. **Plant Pathology**, Oxford, v. 49, n. 6, p. 748-766, Dec. 2000.

RUPE, J. C.; GBUR JR., E. E. Effect of plant age, maturity group, and the environment on disease progress of sudden death syndrome of soybean. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, n. 2, p. 139-143, Feb. 1995.

SAS INSTITUTE Inc. **SAS/ETS<sup>®</sup> User's Guide**. Version 6. 2.ed. Cary:SAS Institute Inc., 1995.

SHAW, M. W.; ROYLE, D. J. Factors determining the severity of epidemics of *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) on winter wheat in the UK. **Plant Pathology**, Oxford, v. 42, n. 6, p. 882-899, Dec. 1993.

TENG, P. S. A comparison of simulation approaches to epidemic modeling. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 23, p. 351-379, 1985.

VANDERPLANK, J. E. **Plant disease: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963. 349 p.

WAGGONER, P. E. Progress curves of foliar diseases: their interpretation and use. In: LEONARD, K. J.; FRY, W. E. **Plant disease epidemiology and management**. New York:: Macmillan, 1986. v. 1, p. 3-37.

nos plantios de 15 de setembro e 15 de outubro. Temperaturas baixas e pouca chuva comprometeram o ciclo inicial das plantas no plantio de 15 de agosto, resultando em menores números de hastes por planta e menor incidência da doença. A menor incidência não constituiu maior produção de cálices.

---

\* Comitê de orientação: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Professor Orientador);  
Édson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA

## RESUMO

OLIVEIRA, Carlos Alberto. Efeito de épocas de plantio e métodos de colheita no controle da seca da haste (*Botrytis cinerea*) e produção de cálices de *Hibiscus sabdariffa* em Lavras-MG. In:\_\_\_\_\_. **Epidemiologia e manejo da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa***. 2004. Cap. 5, p. 90-114. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

O controle da seca da haste e a produção de cálices de hibisco foram avaliados em três épocas de plantio (15/08/03; 15/09/03 e 15/10/03) e dois métodos de colheita (única e escalonada). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições e os seis tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 3 x 2. Imediatamente após o surgimento dos sintomas, avaliou-se a incidência da seca da haste e da podridão de cálice a cada dez dias até o final do ciclo, aos 180 dias. Calculou-se a área abaixo da curva de progresso para a incidência (AACPI) na haste e no cálice. Na variável seca da haste, não houve interação entre os fatores e somente houve diferença significativa entre as épocas de plantio. A incidência da seca da haste no plantio de 15 de agosto foi significativamente menor em relação aos plantios de 15 de setembro e 15 de outubro, que não diferiram entre si. Na variável podridão de cálice, não houve interação entre épocas de plantio e métodos de colheita, entretanto houve diferença significativa entre as épocas de plantio e métodos de colheita. A maior incidência foi verificada no plantio de 15 de setembro e a menor, no plantio de 15 de agosto. A incidência no método de colheita única foi significativamente superior ao método de colheita escalonada. Com relação à variável fitomassa seca de cálice, houve interação significativa entre épocas de plantio e métodos de colheita. O plantio de 15 de agosto proporcionou a menor produção de fitomassa seca no método de colheita escalonada. Não houve diferença significativa entre os plantios de 15 de setembro e 15 de outubro. Não se verificaram diferenças significativas entre as três épocas de plantio no método de colheita única. Não se verificaram diferenças significativas entre os métodos de colheita no plantio de 15 de agosto; entretanto, o método de colheita escalonada superou o método de colheita única na produção de fitomassa seca

nos plantios de 15 de setembro e 15 de outubro. Temperaturas baixas e pouca chuva comprometeram o ciclo inicial das plantas no plantio de 15 de agosto, resultando em menores números de hastes por planta e menor incidência da doença. A menor incidência não constituiu maior produção de cálices.

---

\* Comitê de orientação: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Professor Orientador);  
Édson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Carlos Alberto. . Effect of planting times and harvest methods in the control of stem blight (*Botrytis cinerea*) and production of calyces of *Hibiscus sabdariffa* in Lavras, Minas Gerais State, Brazil. In: \_\_\_\_\_. **Epidemiology and management of stem blight (*Botrytis cinerea*) in *Hibiscus sabdariffa***. 2004. Cap. 5, p. 90-114. Thesis (Doctoral in Phytopathology) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.\*

The control of stem blight and the production of roselle calyces were evaluated in three planting times (15/08/03; 15/09/03 and 15/10/03) and two crop methods (one and interval). The experimental design was in randomized blocks with three replicates and six treatments were disposed in factorial 3 x 2. Immediately after the appearance of the symptoms, were evaluated the incidence of stem blight and of calyces rot to every ten days after 180 days in the end of the cycle. The area was calculated under the progress curve of the incidence (AUPCI) in the stem and calyces. In the variable of stem blight, there was not interaction among the factors and there was only significant difference among the planting times. The incidence of stem blight in the planting of August 15 was significantly smaller in relation to the planting of september 15 and october 15 that did not differ to each other. In the variable calyces rot, there was not interaction between planting times and harvest methods ,however, there was significant difference between the planting times and harvest methods. The largest incidence was verified in the planting of September 15 and the smallest in the planting of august 15. The incidence in the method of one harvest went superior significantly to the method of harvest interval. With relationship to the variable dry matter of calyces, there was significant interaction between planting times and harvest methods. The planting of august 15 provided the smallest production of dry matter in the interval harvest method. There was not significant difference between the planting of september 15 and october 15. Significant difference was not verified among the three planting times in the one harvest method. Significant difference was not verified among the harvest methods in the planting august 15, however, the method of interval harvest

overcame the method with one harvest in the production of dry matter in the planting september 15 and october 15. Low temperature and little rain committed the initial cycle of the plants in the planting of august 15, resulting in smaller numbers of stems for plant and smaller incidence of the disease. The smallest incidence did not constitute larger production of calyces.

---

\* Guidance Committee: Paulo Estevão de Souza – UFLA (Major Professor); Edson Ampélio Pozza – UFLA; José Eduardo Brasil Pereira Pinto – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A seleção adequada de épocas de plantio é de grande importância no manejo de muitas doenças de plantas. A umidade ou a temperatura podem influenciar a atividade de patógenos, e o ajuste da época de plantio pode permitir escape da cultura ao patógeno (Thurston, 1992).

Na Inglaterra, o semeio antecipado de girassol, realizado no período de 21 de março a 20 de abril, propiciou maior incidência de *Botrytis cinerea* na inflorescência em relação ao plantio tardio realizado no período de 21 de abril a 10 de maio. Este comportamento foi atribuído ao período coincidente da emissão da inflorescência em plantios antecipados com temperatura mais favorável ao patógeno, na faixa de 14 a 16° C (Dixon & Lutman, 1992).

Em outros patossistemas o efeito de épocas de plantio no controle de doenças de plantas tem sido observado. Ao sul do estado de Iowa/EUA, o plantio tardio de milho propiciou maior severidade da mancha cinzenta, *Cercospora zea-maydis*, em experimentos que testaram épocas de plantio variando na faixa de 23 de abril a 24 de junho (Bhatia & Munkvold, 2002). O efeito do semeio de alfafa em maio e agosto (início, meio e final) foi avaliado no controle de *Sclerotinia trifoliorum* em Columbus, estado de Ohio/EUA. A severidade da doença aumentou proporcionalmente ao atraso na época de semeio (Sulc & Rhodes, 1997).

Talamini (2003) verificou maior severidade da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) em feijoeiro no plantio da seca (março a

junho) em relação ao plantio das águas (dezembro a fevereiro), em Lavras-MG. Segundo a autora, temperatura amena e irrigação correlacionaram-se com o desenvolvimento da epidemia.

Para o controle da podridão branca (*Sclerotium cepivorum*) do alho, Pinto (1995) avaliou 5 épocas de plantio (janeiro, fevereiro, março, abril e maio), não verificando sintomas da podridão branca quando plantado em janeiro. Foi verificado um aumento progressivo da incidência, proporcional ao atraso na época de plantio.

A época de plantio também pode influenciar a produtividade das culturas. Castro (2003), ao estudar o efeito de quatro épocas de plantio de *Hibiscus sabdariffa* (15/10; 15/11; 15/12 e 15/01) e dois métodos de colheita (colheita única e escalonada) na produção de fitomassa seca de cálices/ha em Lavras-MG, verificou uma redução gradual da produtividade em função do atraso na época de plantio; entretanto, diferença não foi observada entre os dois métodos de colheita.

Manzanares et al. (1997), ao avaliarem o efeito do semeio de *Hibiscus cannabinus* em 13/05; 03/06 e 01/07/91, na produção de fibras, em Alcalá de Henares/Espanha, registraram redução da produção no semeio tardio (01/07) em relação aos semeios de maio e junho. Esse comportamento foi atribuído à queda de temperatura em setembro, durante o florescimento. Os autores recomendaram o semeio em junho, devido ao período coincidente de temperatura mais baixa e pouca chuva durante o estabelecimento da cultura no semeio de maio.



Considerando a escassez de trabalhos relacionados ao controle da seca da haste em hibisco, à escolha da época adequada de plantio e à necessidade do desenvolvimento de métodos alternativos de controle de doenças em plantas medicinais, objetivou-se, com este trabalho: i) avaliar a incidência da seca da haste em hibisco em três épocas e dois métodos de colheita; ii) avaliar o efeito das três épocas de plantio e dois métodos de colheita na produção de cálices de hibisco e iii) determinar época(s) de plantio e método(s) de colheita mais adequados à cultura, visando o controle da seca da haste e maior produtividade de cálices de hibisco.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.3 ÁREA EXPERIMENTAL**

O experimento foi conduzido seguindo os preceitos da agricultura orgânica para plantas medicinais, na área experimental do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras-MG, em latossolo vermelho escuro, latitude sul de 21° 14', longitude oeste de 45° 00' e altitude de 920 metros. Os dados metereológicos relativos ao período de condução do experimento (15/08/03 a 15/04/04) foram obtidos da estação metereológica da Universidade Federal de Lavras, localizada a 500 metros do experimento.

### **2.4 PREPARO DA ÁREA EXPERIMENTAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO**

Antes da instalação do experimento foram retiradas amostras de solo, as quais foram encaminhadas ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Lavras para ser feita a análise físico-química. Para o preparo do solo foram necessárias uma aração e duas gradagens. A fertilização do solo e das plantas foi realizada utilizando-se esterco bovino curtido (500g.cova<sup>-1</sup> para base seca), incorporado manualmente com enxada.

As irrigações por aspersão, quando necessárias, foram realizadas somente no início do ciclo, principalmente nos plantios de agosto e setembro.

Capinas manuais com enxadas foram realizadas em todas as parcelas até o completo estabelecimento da cultura.

### 2.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 3 x 2, sendo constituídos pelas combinações de três épocas de plantio e dois métodos de colheita, conforme esquema abaixo:

**T1** - Colheita única e semeadura em 15/08/03;

**T2** - Colheita parcelada e semeadura em 15/08/03;

**T3** - Colheita única e semeadura em 15/09/03;

**T4** - Colheita parcelada e semeadura em 15/09/03;

**T5** - Colheita única e semeadura em 15/10/03 e

**T6** - Colheita parcelada e semeadura em 15/10/03.

Cada parcela de 16,80 m<sup>2</sup> (4,20m x 4,00m) foi constituída de 4 linhas de plantio, com espaçamento de 1,00 metro, e 7 covas na linha, com espaçamento de 0,60 metro, perfazendo um total de 28 plantas por parcela. Cada planta constitui uma unidade amostral, no total de 10 plantas amostradas por parcela/tratamento. A área experimental foi composta de 24 parcelas, totalizando uma área de 403,2 m<sup>2</sup>. A semeadura foi realizada utilizando-se de 4 a 6 sementes

por cova, numa profundidade média de 3 cm. Quando as plantas atingiram o estágio de 5 a 6 folhas definitivas realizou-se o desbaste, deixando-se apenas 1 planta por cova. Procedeu-se o semeio de 3 fileiras adensadas de milho entre as parcelas visando o seu isolamento.

## **2.6 COLHEITA E AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO**

A colheita escalonada foi iniciada entre 130 a 140 dias, quando os cálices apresentaram tamanho superior a 3 cm. em intervalos de 10 dias, utilizando-se tesoura de poda. Aos 180 dias realizou-se a colheita final, colhendo-se todos os cálices acima de 2 cm. A colheita única foi realizada no final do ciclo, aos 180 dias, quando colheram-se todos os cálices acima de 2 cm. Após a colheita as cápsulas dos cálices foram extraídas utilizando-se uma faca e, em seguida, procedeu-se a secagem dos cálices em estufa com ventilação forçada de ar e temperatura até 43<sup>0</sup> C, reduzindo a umidade da massa dos cálices para 11%. Foram avaliados peso fresco e seco da fitomassa de cálices e os dados relativos à produção de fitomassa fresca e seca/parcela foram analisados utilizando-se o programa estatístico SISVAR.

## **2.7 AVALIAÇÃO DA DOENÇA E ANÁLISE DOS DADOS**

Avaliou-se a doença em intervalos de 10 dias, logo no início de sua manifestação, até o final do ciclo (180 dias). A avaliação se deu pela incidência,

registrando-se o número de hastes e cálices infectados por planta em todas as avaliações. Na última avaliação registrou-se o número total de hastes e cálices por planta e procedeu-se o cálculo da porcentagem de hastes e cálices infectados por parcela em todas as avaliações. A análise da dinâmica temporal foi realizada de acordo com a área abaixo da curva de progresso para a incidência (AACPI) em hastes e cálices. Calculou-se a AACPI utilizando-se o programa AVACPD/UFV. Os dados da AACPI em hastes foram transformados utilizando-se o Box-Cox (Kim & Hill, 1993). Para a análise dos dados, utilizou-se o programa estatístico SISVAR.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 INCIDÊNCIA EM HASTES

A seca da haste foi registrada em todas as épocas de plantio e métodos de colheita, entretanto, não houve interação entre épocas de plantio e métodos de colheita, o que somente foi significativo ( $P < 0,01$ ) para a variável época de plantio. A incidência da seca da haste no plantio de 15 de agosto foi significativamente menor em relação aos plantios de 15 de setembro e 15 de outubro. A incidência nas épocas de 15 de setembro e 15 de outubro não diferiram entre si (Tabela 1).

**TABELA 1** - Área abaixo da curva de progresso da incidência da seca da haste em *Hibiscus subdariffa* em três épocas de plantio.

Épocas de plantio	
15 de agosto	96,48 A <sup>1</sup>
15 de outubro	203,32 B
15 de setembro	284,71 B

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si por meio do teste de Tukey a 5%.

Pelo fato de a análise de correlação não ter sido significativa ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2), a variação da incidência da seca da haste no plantio de agosto em relação aos plantios de setembro e outubro pode ser atribuída ao microclima

**TABELA 2** - Coeficiente de correlação entre a incidência da seca da haste com as variáveis ambientais registradas em três épocas de plantio nos métodos de colheita escalonada e única.

Var. ambientais	Métodos de colheita	
	Escalonada	Única
T <sub>máx</sub> (°C)	-0,33 <sup>ns</sup>	-0,32 <sup>ns</sup>
T <sub>méd</sub> (°C)	-0,18 <sup>ns</sup>	-0,22 <sup>ns</sup>
T <sub>mín</sub> (°C)	0,14 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Prec (mm)	-0,05 <sup>ns</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>
UR (%)	0,42 <sup>ns</sup>	0,34 <sup>ns</sup>

menos favorável no plantio de agosto (melhor arejamento), devido ao menor número de hastes registrado por planta (155) no final do ciclo, em relação aos plantios de setembro e outubro, que registraram 217 e 192 hastes, respectivamente. Segundo Daugaard (1999), os fatores que promovem a circulação de ar na cultura do morangueiro são cruciais no programa de manejo do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*). Em programas de manejo integrado no nordeste dos Estados Unidos, o espaçamento mínimo de 60 a 70cm e o controle eficiente de plantas daninhas são recomendados no controle do mofo cinzento do morangueiro (Cooley et al., 1996).

O plantio de morangueiro em fileiras duplas ou triplas aumentou a incidência do mofo cinzento (Strik et al., 1997). No estudo do progresso da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa* em quatro épocas e dois métodos de plantio (Capítulo 4), esse comportamento, também, foi verificado nos tratamentos de plantio de mudas, em que se registrou menor volume de copa

e, conseqüentemente, melhor arejamento. Nesse ambiente a incidência foi inferior aos tratamentos de semeadura direta.

O fato de não ter sido verificada diferença significativa entre os métodos de colheita revela a falta de importância da abertura de ferimentos, ocasionados pela colheita escalonada, no progresso da seca da haste, e também confirma os resultados do capítulo 2, em que o tratamento com ferimento se igualou ( $P < 0,05$ ) ao tratamento sem ferimento.

A correlação da incidência da seca da haste com as variáveis ambientais no estudo do progresso da seca da haste em quatro épocas e dois métodos de plantio (Capítulo 4) foi altamente significativa, fato não observado nesse estudo. Esse comportamento pode ser atribuído ao menor período de avaliação da doença (24/01/04 a 14/04/04) e, conseqüentemente, à menor variação climática em relação ao capítulo 4, no qual a doença foi avaliada no período de 03/01/03 a 15/05/03 (transplântio de mudas) e 05/02/03 a 23/06/03 (semeadura direta).

### **3.2 INCIDÊNCIA EM CÁLICES**

O apodrecimento de cálices foi registrado em todas as épocas de plantio e métodos de colheita. Não houve interação entre épocas de plantio e métodos de colheita. Entretanto, houve diferença significativa entre as épocas de plantio ( $P < 0,01$ ) e métodos de colheita ( $P < 0,05$ ). A maior incidência foi verificada no plantio de 15 de setembro e a menor, no plantio de 15 de agosto. A incidência no



método de colheita única foi significativamente superior à do método de colheita escalonada (Tabela 3).

**TABELA 3** - Área abaixo da curva de progresso da incidência da podridão em cálices de *Hibiscus sabdariffa* em três épocas de plantio e dois métodos de colheita.

<b>Épocas de plantio</b>		<b>Métodos de colheita</b>	
15 de agosto	62,62 A <sup>1</sup>	colheita escalonada	138,38 A
15 de outubro	176,06 B	colheita única	200,99 B
15 de setembro	270,39 C		

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si por meio do teste de Tukey a 5%.

A maior incidência no método de colheita única pode ser atribuída ao maior tempo de exposição dos cálices ao patógeno, já que neste tratamento foi realizada somente a colheita no final do ciclo, aos 180 dias. Por se tratar de uma doença policíclica, os cálices infectados e esporulantes serviram de fonte de inóculo, aumentando, desta forma, a probabilidade de desencadear novos ciclos de infecção. Este fato é mencionado em alguns estudos em que a sanitização foi recomendada. Em Ontário (Canadá), Sutton et al. (1988) registraram menor potencial de esporulação de *Botrytis cinerea* em folhas de morangueiro no mês de maio e menor incidência do mofo cinzento em junho, quando os frutos do ano anterior foram colhidos mecanicamente. Os autores atribuíram esse comportamento à maior remoção de folhas e frutos durante a colheita mecanizada em relação à colheita manual. Segundo Daugaard (1999), apesar de a sanitização, como medida isolada de controle, não controlar de modo

satisfatório o mofo cinzento do morangueiro, essa medida é importante dentro do programa de manejo integrado.

A variação da incidência observada nas três épocas de plantio também pode ser atribuída ao microclima (melhor arejamento) formado no interior da copa, em função do número de hastes por planta registrado no final do ciclo, visto que não houve significância ( $P < 0,05$ ) na análise de correlação da incidência com as variáveis ambientais (Tabela 4).

**TABELA 4** - Coeficiente de correlação entre a incidência da podridão de cálices e as variáveis ambientais registradas em três épocas de plantio nos métodos de colheita escalonada e única.

Var. ambientais	Métodos de colheita	
	Escalonada	Única
Tmáx (°C)	-0,17 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>
Tméd (°C)	-0,04 <sup>ns</sup>	-0,14 <sup>ns</sup>
Tmín (°C)	0,15 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>
Prec (mm)	-0,02 <sup>ns</sup>	-0,17 <sup>ns</sup>
UR (%)	0,28 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>

O bom arejamento promovido pela remoção do excesso de folhas de videira foi importante na redução da incidência e severidade da podridão de cachos de uva (*Botrytis cinerea*) (English et al., 1989).

### 3.3 PESO SECO DE CÁLICE

Com relação à variável fitomassa seca de cálice, houve interação significativa entre épocas de plantio e métodos de colheita ( $P < 0,05$ ). No desdobramento de épocas de plantio no método de colheita escalonada, o plantio de 15 de agosto possibilitou a menor produção de fitomassa seca. Não houve diferença significativa entre os plantios de 15 de setembro e 15 de outubro. No desdobramento de épocas de plantio no método de colheita única, não se verificaram diferenças significativas entre as três épocas de plantio. No desdobramento de métodos de colheita no plantio de 15 de agosto, não se verificaram diferenças significativas entre os métodos de colheita. Entretanto, no desdobramento de métodos de colheita nos plantios de 15 de setembro e 15 de outubro, o método de colheita escalonada superou o método de colheita única na produção de fitomassa seca (Tabela 5).

**TABELA 5** - Peso seco (kg.parcela<sup>-1</sup>) de cálices de *Hibiscus sabdariffa* em três épocas de plantio e dois métodos de colheita.

Métodos de colheita	Épocas de plantio			Média <sup>1</sup>
	Ago	Set	Out	
Escalonada	0,455 a A	0,570 a B	0,642 a B	0,555 a
Única	0,416 a A	0,483 b A	0,466 b A	0,455 b
Média <sup>1</sup>	0,435 A	0,526 B	0,554 B	

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si por meio do teste de Tukey a 5%.

A menor produção de fitomassa seca no método de colheita escalonada e plantio em agosto pode ser atribuída ao menor crescimento vegetativo, já que na fase de estabelecimento da cultura (trinta dias iniciais) foram registradas médias de temperatura e precipitação acumulada inferiores aos plantios de setembro e outubro (Tabela 6).

**TABELA 6 - Médias de temperatura e precipitação acumulada no período de estabelecimento da cultura em três épocas de plantio.**

Épocas de plantio	Variáveis ambientais			
	T.máx (°C)	T.méd (°C)	T.mín (°C)	Prec. (mm)
15 de agosto	26,09	18,32	12,99	12,7
15 de setembro	28,9	21,56	16,1	44,3
15 de outubro	28,9	21,53	15,89	63,3

Nessas condições, o número médio de hastes por planta (155) foi inferior aos plantios de setembro (217) e outubro (192), resultando em menor produção de cálices nas colheitas escalonadas (Tabela 7).

**TABELA 7 - Produção média de cálices de Hibisco em quatro colheitas escalonadas e três épocas de plantio.**

<b>Épocas de plantio</b>	<b>Número de cálices por colheita</b>				<b>Total</b>
15 de agosto	53	22	40	321	436
15 de setembro	38	199	545	246	1028
15 de outubro	75	247	367	450	1139

Esse comportamento também foi verificado por Manzanares et. al. (1997) ao recomendarem o plantio de *Hibiscus cannabinus* na Espanha em junho, devido ao período coincidente de temperatura mais baixa e à pouca chuva durante o estabelecimento da cultura no semeio de maio. Na Austrália Ocidental, Wood (1978) também observou a sensibilidade de *H. cannabinus* à temperatura abaixo de 20°C durante o crescimento inicial e estabelecimento da cultura. Carberry & Abrecht (1990) não observaram alteração na porcentagem final de germinação de *H. cannabinus* na faixa de 15 a 35°C de temperatura. A 35°C, a germinação foi mais rápida. Para o crescimento de hipocótilo foi registrado o ótimo de 31°C.

A menor produção de fitomassa seca nos plantios de setembro e outubro, no método de colheita única em relação ao método de colheita escalonada, pode ser atribuída à maior porcentagem de cálices infectados por *B. cinerea*, já que na análise da variável número total de cálices (sadios + infectados) não se verificou diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os métodos de colheita (Tabela 8).

**TABELA 8** - Número total de cálices de Hibisco e porcentagem de cálices infectados por *B. cinerea* nos dois métodos de colheita e três épocas de plantio.

Métodos de colheita	Épocas de plantio			Média <sup>1</sup>
	Ago	Set	Out	
Escalonada	1982 (9,2%)	2540 (17,1%)	2477 (10,7%)	2333 a
Única	2100 (14,1%)	2330 (24,9%)	2517 (30,2%)	2316 a
<b>Média<sup>1</sup></b>	<b>2041 A</b>	<b>2435 B</b>	<b>2497 B</b>	

<sup>1</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si por meio do teste de Tukey a 5%.

Esse resultado difere de Castro (2003) por não ter encontrado diferença significativa entre os métodos de colheita única e escalonada em todas as épocas de plantio avaliadas (15/10/02; 15/11/02; 15/12/02 e 15/01/03). Maior produção de fitomassa seca de cálice.ha<sup>-1</sup> foi obtida no plantio de outubro e a partir dessa data houve uma redução na produção em função do atraso na época de plantio. Por se tratar de uma planta exigente em dias longos (McCaleb, 1998), o autor atribuiu esse comportamento à redução do ciclo vegetativo, devido à redução do fotoperíodo nos plantios tardios. Apesar de o autor não ter feito a avaliação da incidência da podridão de cálices por *B. cinerea*, é bem provável que a redução na produção tenha sido não somente devido à redução do fotoperíodo, mas também ao apodrecimento de cálices, pois foi mencionada pelo autor, em seus comentários, a incidência de 30% de cálices infectados no plantio de outubro, enquanto nos plantio de novembro e dezembro a incidência superou a 60%, e no plantio de janeiro, foi de 50%.

## 4 CONCLUSÕES

- 1) O volume de copa das plantas influenciou a incidência da seca da haste e podridão de cálices provavelmente pela alteração do microclima.
- 2) Menor incidência da seca da haste e podridão de frutos foi verificada no plantio de 15 de agosto.
- 3) A menor incidência da doença no plantio de 15 de agosto não resultou em maior produção.
- 4) Temperatura baixa e pouca chuva comprometeram o ciclo inicial das plantas no plantio de 15 de agosto, resultando em menor produção.
- 5) Colheita escalonada proporcionou menor incidência da podridão de cálices e maior produção de fitomassa seca.
- 6) Nas condições de Lavras, o plantio de hibisco em outubro é mais recomendado.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHATIA, A.; MUNKVOLD, G. P. Relationships of environmental and cultural factors with severity of gray leaf spot in maize. **Plant disease**, St. Paul, v. 86, n. 10, p. 1127-1133, Oct. 2002.

CARBERRY, P. S.; ABRECHT, D. G. Germination and elongation of the hypocotyl and radicle of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) in response to temperature. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 24, n. 3/4, p. 227-240, Oct. 1990.

CASTRO, N. E. A. **Época de plantio e método de colheita para maximização da produção de cálices de *Hibiscus sabdariffa* L.** 2003. 62 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

COOLEY, D. R.; WILCOX, W. F.; KOVACH, J.; SCHLOEMANN, S. G. Integrated pest management programs for strawberries in the northeastern United States. **Plant disease**, St. Paul, v. 80, n. 3, p. 228-237, Mar. 1996.

DAUGAARD, H. Cultural methods for controlling *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. **Biological Agriculture and Horticulture**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 351-361, 1999.

DIXON, F. L.; LUTMAN, P. J. W. Effects of drilling date on the growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus*) in the UK. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 119, n. 2, p. 197-204, Oct. 1992.

ENGLISH, J. T.; THOMAS, C. S.; MAROIS, J. J.; GUBLER, W. D. Microclimates of grapevine canopies associated with leaf removal and control of *Botrytis* bunch rot. **Phytopathology**, St. Paul, v. 79, n. 4, p. 395-401, Apr. 1989.



- KIM, M.; HILL, R. C. The Box-Cox transformation of variables in regression. **Empirical Economics**, Heidelberg, v. 18, n. 2, p. 307-319, 1993.
- MANZANARES, M.; TENORIO, J. L.; AYERBE, L. Sowing time, cultivar, plant population and application of N fertilizer on kenaf in Spain's central plateau. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 12, n. 4, p. 263-271, 1997.
- McCALEB, R. S. **Roselle production manual (*Hibiscus sabdariffa*)**. Herb Research Foundation, 1998. 6 p.
- PINTO, C. M. F. **Controle cultural da podridão branca do alho por meio de épocas de plantio e extratos de plantas**. 1995. 114 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- STRIK, B. C.; STONEROD, P.; BELL, N.; CAHN, H. Alternative production systems in perennial and annual culture of june-bearing strawberry. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 439, p. 433-437, 1997.
- SULC, R. M.; RHODES, L. H. Planting date, fungicide, and cultivar effects on *Sclerotinia* crown and stem rot severity in alfafa. **Plant disease**, St. Paul, v. 81, n. 1, p. 13-17, Jan. 1997.
- SUTTON, J. C.; JAMES, T. D. W.; DALE, A. Harvesting and bedding practices in relation to grey mould of strawberries. **Annals of Applied Biology**, London, v. 113, n. 1, p. 167-175, Aug. 1988.
- TALAMINI, V. **Progresso espacial e temporal da antracnose a partir de diferentes níveis de inóculo inicial em sementes de feijoeiro**. 2003. 144 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- THURSTON, D. H. Adjusting time of planting. In: THURSTON, D. H. **Sustainable practices for plant disease management in traditional farming systems**. Boulder: Westview Press, 1992. p. 48-52.

WOOD, I. M. Preliminary experiments on the growth of kenaf (*Hibiscus cannabinus*) for paper pulp production in the ord irrigation area, western Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Collingwood, v. 18, n. 90, p. 97-106, 1978.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adoção do princípio da evasão no manejo de doenças de plantas, baseado na escolha de épocas adequadas de plantio, requer estudos epidemiológicos em busca de conhecimento do patógeno e da epidemia resultante da associação deste com seu hospedeiro em diferentes condições de ambiente.

A partir de experimentos conduzidos nesse estudo, verificou-se que não existe diferença entre os estádios fenológicos avaliados quanto à infecção de *Botrytis cinerea* e que a intensidade da doença foi maior em condições de temperatura amena e maior período de molhamento foliar.

O progresso de determinada doença representa a integração dos efeitos do hospedeiro, patógeno e ambiente durante a epidemia e pode oferecer subsídios para analisar, comparar e entender a dinâmica das doenças de plantas. Com esse intuito estudou-se o progresso da seca da haste em quatro épocas e dois métodos de plantio. Registrou-se aumento da incidência em função do atraso na época de plantio e menor incidência foi registrada no método de transplantio de mudas.

No método de transplantio de mudas verificou-se maior tombamento pelo vento e menor volume de copa, o que poderá resultar em menor produção, sendo necessária, portanto, a condução de um ensaio para a verificação dessa hipótese.

Em função dos resultados anteriores, avaliaram-se três épocas de plantio e dois métodos de colheita no manejo da seca da haste e produção de cálices. Nas condições de Lavras-MG., recomenda-se o plantio em outubro e o método de colheita escalonada.

É importante salientar a validade desses estudos somente para Lavras. Extrapolar esses resultados para outras regiões não seria uma atitude correta. Estudos semelhantes aos aqui conduzidos são essenciais para o conhecimento do progresso da seca da haste em outras regiões onde o cultivo do hibisco é importante.