

UNIOESTE - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ  
CAMPUS DE CASCAVEL  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENERGIA NA  
AGRICULTURA- PPGEA.

ÉVERLI MARLEI MOERS

**OCORRÊNCIA DE DOENÇAS NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe* Hochst  
*abyssinica*) CULTIVADO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ E EFEITO DE  
*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* NA PRODUÇÃO DA CULTURA**

CASCAVEL  
PARANÁ- BRASIL  
FEVEREIRO – 2012

ÉVERLI MARLEI MOERS

**OCORRÊNCIA DE DOENÇAS NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe* Hochst  
*abyssinica*) CULTIVADO NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ E EFEITO DE  
*Xanthomonas campestris* pv. *campestris* NA PRODUÇÃO DA CULTURA**

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura – Nível Mestrado, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. José Renato Stangarlin  
Co-orientador: Prof. Dr. Affonso Celso Gonçalves Júnior

CASCADEL  
PARANÁ- BRASIL  
FEVEREIRO – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,  
Brasil)

M694o Moers, Éverli Marlei  
Ocorrência de doenças na cultura do crambe (*Crambe Hochst abyssinica*) cultivado na região oeste do Paraná e efeito de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* na produção da cultura / Éverli Marlei Moers. - Cascavel, 2012.  
74 p.

Orientador: Prof. Dr. José Renato Stangarlin  
Coorientador: Prof. Dr. Affonso Celso Gonçalves Júnior

Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) -  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de  
Cascavel, 2012.

1. Crambe - Cultura - Doenças. 2. Crambe - Cultura -  
Paraná, Região Oeste. 3. Biodiesel. I. Universidade  
Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 22.ed. 633.85  
CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539

ÉVERLI MARLEI MOERS

“Ocorrência de doenças na cultura do crambe (*Crambe abyssinica*) cultivado na região oeste do Paraná e efeito de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* na produção da cultura”

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, **aprovada** pela seguinte Banca Examinadora:

Orientador:

  
Prof. Dr. José Renato Stangarlin  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel

  
Prof. Dr. Armin Feiden  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel

  
Prof. Dr. Gilmar Franzener  
Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS/Laranjeiras do Sul

Cascavel, 27 de fevereiro de 2012.

Aos meus pais, Guilherme e Elfrida e a  
minha irmã Camila pelo apoio incondicional

**DEDICO!**

## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, por cada uma das graças concedidas,

A toda minha família, em especial meus pais e irmã, pelo apoio em cada momento,

Ao meu orientador, professor Dr. José Renato Stangarlin, por toda paciência, compreensão, instrução e exemplo,

Ao meu co-orientador, professor Dr. Affonso Celso Gonçalves Júnior e a todos os colegas do Laboratório de Química Agrícola e Ambiental, pelo suporte e companheirismo,

Ao professor Dr. Odair José Kuhn, que sempre esteve disposto a colaborar, sendo também um orientador,

A FAG - Faculdade Assis Gurgacz, em especial à pessoa do professor e colega Cornélio Primieri pela ajuda e disponibilidade da área experimental no início do trabalho,

A Universidade Estadual do Oeste do Paraná- UNIOESTE pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico,

A Capes - Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, pela bolsa concedida,

A cada um de meus amigos e companheiros nessa jornada, ligados direta ou indiretamente ao desenvolvimento desse trabalho, em especial à Cristiane Meinerz, Heloísa Formentini, Gilmar Franzener, Marta Bianchini, Rogério Lopez Estevez, Ana Paula Maneghel, Fernanda Rubio, Ana Carla Vieira, Valdir Zucareli, Angela Tischner, Fernanda Fogaça e Layon Bichofe.

A todos aqueles não nomeados aqui, mas que de alguma forma contribuíram na construção deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II: LEVANTAMENTO DE DOENÇAS NA CULTURA DO CRAMBE (*CRAMBE ABYSSINICA* HOCHST) NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ.

- Figura 1:** Plantas de crambe em campo com sintomas de *damping off* .....25
- Figura 2:** Folhas com mancha amareladas em formato de “V” com vértice voltado para o centro da folha, características de podridão negra causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.....27
- Figura 3:** Folhas de crambe com manchas pardas características do fungo *Alternaria*.....28
- Figura 4:** Esporos característicos do fungo *Alternaria brassicae*. Cada unidade de medida na régua representa 10,5 µm.....28

### CAPÍTULO III: EFEITO DE *XANTHOMONAS CAMPESTRIS* PV. *CAMPESTRIS* (PAMMEL) DOWSON NA PRODUÇÃO EM CRAMBE (*CRAMBE ABYSSINICA* HOCHST).

- Figura 1:** Sacos plásticos vedados com fita adesiva sobre as plantas de crambe em vasos, criando o ambiente de câmara úmida.....43
- Figura 2:** a) Sistema de Soxhlet para extração de óleo; b) Cartuchos imersos em n-hexano; c) Cartuchos preparados para a secagem em estufa.....45
- Figura 3:** Relação entre a produção de grãos e a ACCPD (área sob a curva de progresso da doença) em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.....48
- Figura 4:** Relação entre produção de grãos e a severidade média em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.....48
- Figura 5:** Relação entre o peso de 1000 grãos e a AACPD (área sob a curva de progresso da doença) em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.....50
- Figura 6:** Relação entre o peso de 1000 grãos e a severidade média em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.....50

<b>Figura 7:</b> Relação entre o rendimento de óleo e a AACPD (área sob a curva de progresso da doença) em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> .....	52
<b>Figura 8:</b> Relação entre o rendimento de óleo e a severidade média em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de <i>X. campestris</i> pv. <i>campestris</i> .....	52

## RESUMO

MOERS, Éverli Marlei M. Sc., Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Fevereiro – 2012. Ocorrência de doenças na cultura do crambe (*Crambe Hochst abyssinica*) cultivado na região Oeste do Paraná e efeito de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* na produção da cultura. Orientador: Dr. José Renato Stangarlin; Co-orientador: Dr. Affonso Celso Gonçalves Júnior.

Diversos fatores indicam que o petróleo precisa ser substituído por fontes alternativas de energia. No Brasil existem diversos programas governamentais que incentivam a pesquisa e a comercialização deste tipo de energia. Neste contexto, está se fortalecendo a cadeia produtiva do biodiesel, para o qual diversas matérias primas vêm sendo testadas com o intuito de suprir o mercado de maneira sustentável. Dentre as alternativas está o crambe, que pode ser uma importante alternativa para a safra de inverno, considerada planta rústica, resistente a secas e baixas temperaturas, com grande teor de óleo, baixo custo de produção, além de que seu óleo não comestível torna-o uma boa alternativa para produção de biodiesel, já que não concorre como matéria prima alimentícia. A cultura do crambe começa a ser implantada na região Sul do país, mas pouco se sabe sobre o desempenho da cultura e quais os fatores que podem limitar sua produção sob essas condições ambientais. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento das doenças na cultura, além de avaliar a interferência do patógeno *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* sobre a produtividade em crambe. O levantamento das doenças foi realizado no campo experimental da FAG - Faculdade Assis Gurgacz, em Cascavel/PR. A análise do material coletado ocorreu no Laboratório de Fitopatologia da UNIOESTE, campus Marechal Cândido Rondon, a partir dos sintomas observados e das características do agente patogênico isolado. Além disso, foi realizado teste de sanidade em um lote de sementes comerciais e em outro lote adquirido diretamente do produtor. A interferência de *X. campestris* na produtividade em crambe foi avaliada inoculando-se diferentes concentrações de suspensões bacterianas, avaliando-se a severidade em cada tratamento e a partir desta calculando-se a AACPD (área sob a curva de progresso da doença). Os componentes de produção foram correlacionados à severidade e à AACPD. Nos dois lotes de sementes foram encontradas bactérias e fungos, com destaque para o fato que esses agentes podem se tornar inóculo inicial para o estabelecimento de doenças no campo. No levantamento a campo foram observados sintomas e posteriormente identificadas três doenças: o tombamento causado por *Fusarium* sp., as manchas de alternaria, causadas pelo fungo *Alternaria* sp. e a podridão negra causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, principal agente patogênico das brássicas. Na avaliação do efeito de *X. campestris* na produção do crambe observou-se correlação linear entre a severidade e a AACPD com a produção total de grãos e o peso de 1000 grãos, de maneira que a ocorrência da doença afetou negativamente esses componentes de produção.

**Palavras- chave:** Brassicaceae, biodiesel, fitopatologia.

## ABSTRACT

MOERS, Éverli Marlei M. Sc, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, February – 2012. Occurrence of diseases in the culture of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) grown in western Paraná and effect of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in the production of culture. Mastermind: Dr. José Renato Stangarlin; Co-advisor: Dr. Affonso Celso Gonçalves Júnior.

Several factors indicate that petroleum must be replaced by alternative energy sources. In Brazil there are several government programs that encourage research and commercialization of renewable energy. In this context, is strengthening the productive chain of biodiesel, for which various raw materials have been tested with the aim of supplying the market in a sustainable manner. Among the alternatives is crambe, which can be an important alternative for the winter crop, considered rustic plant, drought resistant and low temperatures, with high oil content, low production cost, and that their becomes non-edible oil a good alternative for biodiesel production, since it does not compete as raw food. The culture of crambe begins to be deployed in the southern region, but little is known about plant performance and the factors that may limit their production under our environmental conditions. The objective of this study was a survey of conditions in culture, as well as evaluating the interference of the pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* on productivity in crambe. The survey was conducted of the disease in the experimental field of FAG-Faculdade Assis Gurcacz in Cascavel / PR. The analysis of the collected material occurred in the Laboratory of Phytopathology of the UNIOESTE campus Marechal Cândido Rondon, from the observed symptoms and characteristics of the pathogen isolated. In addition, was conducted sanity of seeds in a commercial seed lot and another lot purchased directly from the producer. The interference of *X. campestris* in the crambe productivity was evaluated by inoculating different concentrations of bacterial suspensions, evaluating the severity for each treatment and from this calculating the AUDPC (area under disease progress curve). The yield components were correlated to the severity and AUDPC. In both seed lots were found bacteria and fungi, especially the fact that these agents may become the initial inoculum for the establishment of disease in the field. In surveying the field symptoms were observed and subsequently identified three diseases, damping off caused by *Fusarium* sp., Alternaria stains caused by the fungus of the genus *Alternaria* sp. and black rot, caused by the bacterium *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, the main pathogen of brassicas. Evaluating the effect of *X. campestris* in the production of crambe was observed linear correlation between severity and AUDPC with the total production of grain and 1000 grain weight, so the occurrence of the disease negatively affected production of these components.

**Key- words:** Brassicaceae, biodiesel, phytopathology

## SUMARIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. CAPITULO I - REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1 Crambe ( <i>Crambe abyssinica</i> Hochst).....	3
2.2 Produtos e co-produtos do crambe.....	5
2.3 Doenças na cultura do crambe.....	9
2.4 Quantificação de doenças.....	10
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>14</b>
<b>4. CAPÍTULO II - LEVANTAMENTO DE DOENÇAS NA CULTURA DO CRAMBE (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst) NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ.....</b>	<b>19</b>
Resumo.....	19
Abstract.....	19
<b>4.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>22</b>
4.2.1 Levantamento de doenças a campo.....	23
4.2.2 Teste de sanidade de sementes.....	24
<b>4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>31</b>
<b>4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>33</b>
<b>5. CAPÍTULO III - EFEITO DE <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>campestris</i> (Pammel) Dowson NA PRODUÇÃO EM CRAMBE (<i>Crambe abyssinica</i> Hochst).....</b>	<b>38</b>
Resumo.....	38
Abstract.....	38
<b>5.1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
5.2.1 Inoculação do patógeno.....	41
5.2.2 Avaliação de severidade da doença.....	43
5.2.3 Extração de óleo dos grãos.....	44
5.2.4 Análise estatística.....	45
<b>5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
5.3.1 Produção de grãos.....	47
5.3.2 Peso de 1000 grãos.....	49
5.3.3 Rendimento de óleo.....	51
<b>5.4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>56</b>
<b>5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>
<b>6. CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>65</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O constante crescimento da população mundial, os avanços científicos e tecnológicos, a busca por conforto, a crescente demanda mundial de alimentos e o aprimoramento dos recursos tecnológicos usados no setor produtivo estão levando à escassez das fontes tradicionais de energia. Segundo Yadvika et al. (2004), para o atual estilo de vida do homem, que demanda uma grande quantidade de energia, a exploração de fontes renováveis de energia é uma necessidade urgente, com que concorda Rosillo-Calle (2003), quando afirma que no futuro, as energias renováveis irão desempenhar um papel muito importante.

Carlsson (2009), afirmando que 90% do petróleo consumido anualmente é usado como fonte de energia para transporte, geração de calor e eletricidade, também destaca a dependência da sociedade atual em relação ao petróleo. Enfatiza ainda sua situação limitante, já que é um recurso finito, além de influenciar as condições climáticas pela entrada de dióxido de carbono na atmosfera.

Fontes de energia renovável serão cada vez mais comuns globalmente. A geração de energia por fontes limpas é de interesse mundial, visando sempre à redução da dependência dos combustíveis fósseis. Nesse sentido, o Ministério de Minas e Energia (MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA, 2010) destaca o papel do Brasil, que tem 43,9% de sua matriz energética baseada em fontes de energia renovável.

Para auxiliar e incentivar a geração de energia por fontes mais limpas e sustentáveis, o governo brasileiro criou alguns programas, como o PROINFA – Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica, que contempla as tecnologias de PCH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas), energia eólica e biomassa, e o Plano Nacional de Agroenergia (PNA) que abrange os segmentos de etanol, biodiesel, florestas energéticas, resíduos e dejetos animais.

Inserido no PNA está o Plano Nacional de Uso e Produção de Biodiesel (PNPB), que incentiva a produção de biodiesel a partir de matérias primas alternativas e sua comercialização, inserindo-o na matriz energética brasileira.

No entanto, o objetivo de utilizar matérias primas alternativas, como a mamona, o dendê e o girassol, não atingiu o sucesso esperado, como se pode verificar no Boletim Mensal de Biodiesel, divulgado pela ANP (Agência Nacional do

Petróleo) no mês de janeiro de 2011, demonstrando que 75,22% da matéria prima utilizada para a fabricação de biodiesel atualmente é o óleo de soja, devido a diversos fatores (ANP, 2011).

Neste contexto, evidencia-se a importância da pesquisa com outras fontes para produção de biodiesel, adaptadas a diferentes condições climáticas, com sistemas de plantio, colheita e processamento bem instalados, com aproveitamento dos co-produtos, além de que, não sejam concorrentes das culturas alimentares, como propõe o PNA (EMBRAPA, 2006). Neste contexto, e Lu et al. (2010) reforça que o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) surge como alternativa.

Além das características já citadas, o alto teor de óleo e facilidade de extração, a resistência à seca, o baixo custo de produção, a facilidade de mecanização do plantio e colheita, além de ser uma alternativa para a safra de inverno, têm chamado a atenção para o crambe como alternativa para produção de biodiesel (RURAL SEMENTES, 2010). No entanto, são escassas informações técnicas sobre o desempenho da cultura, e ainda mais quando cultivada na região oeste do Paraná, bem como quais fatores poderiam limitar a sua produção, como a ocorrência de doenças.

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivos verificar a ocorrência de doenças na cultura do crambe nessa região, além de averiguar a interferência das doenças na produção de grãos e no teor de óleo da referida cultura.

## 2. CAPITULO I

### REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1 Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst)

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), nativo da região mediterrânea, tem sido cultivado no continente africano, na Ásia central e oeste, Europa, Estados Unidos da América e América do Sul (OPLINGER et al., 1991).

É uma planta da família Brassicaceae, também conhecidas como família das crucíferas, da qual fazem parte plantas como a mostarda (*Brassica campestris* L.), a canola (*Brassica napus* L.) e a nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.) (HERBARIO IAC, 2010).

É uma planta anual, herbácea, com cerca de um metro de altura. Sua haste ramifica-se próxima ao solo, formando 30 ou mais galhos que se ramificam novamente formando galhos terciários. As flores podem ser amarelas ou brancas, na extremidade dos racemos e produzem grande número de pequenas sementes. O fruto é uma síliqua verde, que passa a coloração amarelada à medida que amadurece. Cada síliqua contém uma única semente verde ou marrom esverdeada (DESAI et al., 1997<sup>1</sup> apud OLIVA, 2010).

De acordo com Rural Sementes (2010), o teor de óleo pode chegar até a 38%, podendo variar com as condições de clima e solo, e com a forma de extração de óleo. Glaser (1996) afirma que se as sementes são descascadas o teor de óleo obtido se aproxima dos 50%.

No Brasil, Pitol et al. (2010) registram produções de 1.000 a 1.500 Kg ha<sup>-1</sup> e uma eficiência de extração que pode chegar a 70% do óleo total. O óleo não é comestível, porém possui grande utilidade como matéria prima industrial, pois apresenta cerca de 60% de ácido erúxico (CARLSSON, 2009).

Segundo Oplinger et al. (1991), o crambe pode suportar temperaturas de cerca de -4°C, além de que é relativamente tolerante a seca, adaptando-se melhor a solos bem drenados, com pH entre 6 e 7.

---

<sup>1</sup> DESAI, B. B.; KOTECHA, P M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook: biology , production processing and storage**. New York: Marcel Dekker, 1997. 627 p.

Para Pitol et al. (2010), geadas fortes prejudicam a produção apenas quando ocorrem na fase inicial da plântula e no florescimento, sendo que as geadas leves não causam maiores danos. Nas outras fases toleram-se as fortes geadas, sendo que temperaturas amenas, até 25°C, podem elevar o potencial produtivo e a tolerância à seca. Em relação a altas temperaturas não existem registros, mas sabe-se que o crambe é mais tolerante a estas do que a colza e a canola.

Em relação à temperatura, Silveira et al. (2009) também não observaram danos, pelo menos visuais, nas fases vegetativa e reprodutiva causados por geadas no Rio Grande do Sul.

O crambe exige boa umidade no solo apenas para germinação e estabelecimento da cultura, com necessidade máxima entre 150 e 200 mm de água até o pleno florescimento. Após esse período, o ideal é a ausência de chuvas, sendo que o excesso, associado à alta umidade favorecem a ocorrência de doenças (PITOL et al., 2010).

A tolerância do crambe à estiagem está relacionada à sua capacidade de enraizamento profundo, e este por sua vez depende de um solo corrigido quanto à acidez e a presença de alumínio tóxico. Com um bom sistema radicular pivotante, o crambe melhora o aproveitamento das adubações num sistema de rotação de culturas (PITOL et al., 2010).

Para Rudolff e Wang (2012), existem três razões que fizeram e ainda fazem do crambe uma cultura oleaginosa única: entre as brássicas é a espécie que mais contém ácido erúxico, de grande interesse industrial; possui grande rendimento, se comparado à colza, necessitando, no entanto de menos esforços de cultivo; além de não hibridizar naturalmente com outras brássicas.

Entre culturas oleaginosas que vem merecendo destaque, Li et al. (2011) evidenciam o crambe que, segundo estes autores, apresenta uma importante vantagem, já que esta cultura não realiza fecundação cruzada com outras oleaginosas, permitindo a aplicação de procedimentos de transgenia sem o risco de ocorrer fluxo gênico com outras culturas.

Desde a década de 1950 houve várias tentativas de estabelecer a produção comercial do crambe. No entanto, a espécie ainda não vem sendo amplamente cultivada como cultura agrícola (MEIJER et al., 1999).

Segundo Pitol et al. (2010), nas décadas de 80 e 90, apesar de um grande esforço para expansão da área cultivada, não foram registrados ganhos expressivos

na Europa e EUA, pois nessas regiões o crambe concorre com culturas como soja, milho e trigo, já que as condições climáticas não permitem o cultivo de uma segunda safra, chamada de safrinha. Já no Brasil, o crambe, plantado na “safrinha” constitui uma excelente alternativa para a rotação de culturas, pois possui ciclo curto, cerca de 90 dias, têm grande tolerância a déficit hídrico, rusticidade, precocidade e cultivo mecanizável, empregando os mesmos equipamentos utilizados para as tradicionais culturas de grãos, maximizando o uso das máquinas e equipamentos.

No Brasil foram introduzidos materiais provenientes do México, na década de 90. Pesquisadores da Fundação Mato Grosso do Sul realizaram a seleção, lançando a primeira cultivar de crambe no Brasil, a FMS Brilhante, adaptada às condições brasileiras (PITOL et al., 2010).

Oliva (2010) destaca que, no Brasil, estudos relacionados à cultura e à produção de óleo de crambe são recentes, iniciados quando os produtores e pesquisadores tiveram acesso à cultivar FMS Brilhante.

## **2.2 Produtos e co-produtos do crambe**

Para Rudolff e Wang (2012), as espécies de crambe podem ser utilizadas na culinária, como ervas aromáticas ou raízes, na fitoremediação de solos contaminados e como semente oleaginosa.

Segundo Oplinger et al. (1991), o crambe produz óleo não comestível que é usado para fins industriais, como lubrificante, inibidor de corrosão, entre outros. O óleo de crambe contém cerca de 60% de ácido erúico, (8 a 9% a mais do que o óleo de colza), usado na fabricação de produtos como filmes plásticos, *naylon* e adesivos. Tradicionalmente esse mercado é suprido pela colza, no entanto o crambe vem ocupando espaço já que a colza não tem atendido a demanda, fazendo dobrar o preço desta classe de óleos (GLASER, 1996; PITOL et al., 2010).

Para OLIVA (2010), o fato de o óleo de crambe não ser comestível é uma vantagem, já que a cultura fica destinada apenas a fins industriais. Nesse sentido, Carlsson et al. (2007) afirmam que oleaginosas com finalidades industriais, que possam ser produzidas com tecnologias modernas têm grande potencial, principalmente se esses óleos não forem destinados ao consumo humano.

No setor agrícola, o óleo de crambe pode ser usado como adjuvante em aplicações de herbicidas, fungicidas e inseticidas, substituindo o óleo mineral. Pode

se usado também no setor farmacêutico, como substituto para fontes animais de óleos de cadeia longa (PITOL et al., 2010).

Estudos indicam a possibilidade de utilização do óleo de crambe como óleo vegetal isolante, em substituição ao óleo mineral, por ser biodegradável e apresentar menor ponto de fusão. Gomes Junior (2010), comparando o óleo de crambe ao óleo de soja, constatou a viabilidade daquele como isolante elétrico em transformadores, já que ele apresentou estabilidade à oxidação quatro vezes superior ao óleo de soja, que é o isolante utilizado comercialmente. Atualmente já existem pesquisas avaliando diferentes antioxidantes associados ao óleo vegetal isolante de crambe.

Para Wang et al. (2000), o crambe tem maior rendimento de sementes, grande teor de ácido erúico e menor quantidade de glucosinato, podendo tornar-se importante cultura oleaginosa com utilidades na indústria e como fonte de proteína.

De acordo com a metodologia de extração do óleo o co-produto tem características diferentes. Se a extração é mecânica, o resíduo tem cerca de 20% de óleo e é chamado de torta. Mas se a extração é feita com solvente o resíduo é o farelo, que apresenta cerca de 2% de óleo (PITOL et al., 2010).

Segundo Pitol et al. (2010), os valores de proteína bruta acima de 20% sugerem a torta e o farelo de crambe como alternativa às fontes tradicionais de proteína (farelo de soja e o caroço e torta de algodão) para animais ruminantes.

O farelo de crambe pode ser usado como suplemento protéico na alimentação animal, pois tem um equilibrado teor de aminoácidos, sendo inclusive aprovado pela FDA (*U.S Food and Drug Administration*) para alimentação de gado de corte. Para animais não ruminantes, no entanto, o farelo de crambe, não foi aprovado, pela presença de glucosinatos, que no sistema digestivo são transformados em substâncias tóxicas que podem causar danos ao fígado, ao rim e diminuição no apetite. No entanto, ressaltam ainda que o tratamento com umidade e alta temperatura antes da extração do óleo pode desativar a enzima, mantendo os glucosinatos intactos, permitindo a utilização do farelo, também para não ruminantes (OPLINGER et al., 1991).

Já Pal Vig et al. (2009) destacam também os efeitos benéficos dos glucosinatos e seus produtos hidrolíticos, que tem ação antifúngica, antibacteriana, bioherbicida, biofungicida, antioxidante, antimutagênico e anticarcinogênico.

Glaser (1996) também afirma que os glucosinolatos podem agir no controle natural de pragas como nematóides, moscas, larvas e ácaros.

Walker (1996) identificou redução nas galhas em tomateiros quando farelo de crame e colza foram adicionados ao solo infestado por *Meloidogyne arenaria*. Wu et al. (2011) também comprovaram que produtos sintetizados a partir de isotiocianatos, derivados dos glucosinolatos de brássicas, tem potencial para serem usados como biofumigantes nematicidas.

Plantas que contenham glucosinolatos podem afetar as culturas sucessivas ou próximas. Existem relatos de que a presença de brássicas como plantas voluntárias, reduz o estabelecimento de plântulas de diferentes culturas, sendo assim, a palha da canola (*Brassica napus*) diminui a emergência de plantas de aveia selvagem (*Avena sterilis*); a mostarda negra (*Brassica nigra*) inibe a germinação de gramíneas e brócolis, e seus resíduos diminuem a germinação e crescimento de alface; resíduos de sementes da mostrada branca aplicados ao solo suprimem a emergência de plantas daninhas. No entanto, esses efeitos fitotóxicos são dependentes de uma série de variáveis, como o tipo de extrato, a espécie alvo, o estágio de desenvolvimento da planta e as condições de solo (BROWN e MORRA, 2005).

Segundo Pal Vig et al. (2009), uma extensa literatura demonstra que os glucosinolatos atuam como quimiopreventivos, aumentando a apoptose em células cancerígenas ou mesmo impedindo a progressão do ciclo celular. No entanto, muitas dessas potencialidades ainda precisam ser bem avaliadas, para maiores benefícios aos seres humanos e às plantas (PAL VIG et al., 2009).

Além disso, estudos em andamento pretendem avaliar a utilização dos subprodutos da extração do óleo como adsorventes dos metais pesados Cd, Pb e Cr (cádmio, chumbo e cromo, respectivamente) em águas contaminadas, visando o aproveitamento destes subprodutos (COELHO et al., 2011; LINDNER et al., 2011; RUBIO et al., 2011).

Neste contexto, Oliveira e Franca (2009) apontam também que a torta prensada de crame, que seria um resíduo e pode se tornar um co-produto, é uma alternativa sustentável e promissora no tratamento de efluentes industriais contaminados com corantes básicos. Rudolff e Wang (2012) relatam ainda a habilidade de *C. abyssinica* a tolerar e acumular quantidades bastante elevadas de arsênico (As).

Para Pitol et al. (2010), apesar do mercado menos especializado e com menor remuneração, características como baixo custo de produção, aproveitamento de áreas normalmente ociosas durante o outono e inverno, maior resistência à degradação durante o armazenamento e baixo ponto de fusão tornam o óleo de crambe competitivo também para o mercado de biodiesel, contribuindo para a diversificação da matriz do biodiesel brasileiro.

Para Dabdoub et al. (2009), a viabilidade econômica do biodiesel é freada por limitações tecnológicas, mas principalmente pelo alto preço da matéria prima.

Faria (2010) também destaca que a falta de matéria prima é uma dos maiores problemas da cadeia produtiva de biodiesel e o crambe pode ser produzido rapidamente e em larga escala sem maiores investimentos, pois é uma cultura mecanizável e de baixo custo.

Uma avaliação feita por Silva et al. (2009) indica que o biodiesel obtido a partir de óleo de crambe pode ser produzido dentro das especificações da legislação exigida pela ANP (Resolução n<sup>o</sup>. 7/2008), muito embora alguns parâmetros, como viscosidade e teor de cálcio e magnésio estejam muito próximos dos limites permitidos. Jasper (2009)<sup>2</sup> citado por Oliva (2010) ressalta porém, que em regiões frias o biodiesel de crambe pode comprometer o funcionamento do motor, sendo necessário misturar óleo diesel ou biodiesel de outra matéria prima.

De acordo com Carlsson (2009), para o aperfeiçoamento da cultura de crambe como produtor de óleo, são necessários estudos adicionais, visando o aperfeiçoamento da cadeia produtiva. Concordando, Jasper et al., (2010) afirma que o crambe é uma opção por apresentar menor custo de produção (quando comparado à soja, girassol e canola) e grande potencial produtivo, no entanto é necessário aperfeiçoamento da cadeia produtiva, assim como avaliações do aproveitamento dos co-produtos gerados.

---

<sup>2</sup> JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto**. 2009. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2009.

### 2.3 Doenças na cultura do crambe

Doenças são interferências contínuas nos processos fisiológicos das plantas, de maneira que as funções vitais ficam alteradas, prejudicando sua eficiência fisiológica, o que provoca um desequilíbrio no balanço energético, depreciando a planta (REZENDE et al., 2011).

Já para Agrios (2005), a doença é resultante dos processos fisiológicos anormais e que se manifesta por sintomas, que são a exteriorização da doença, a um nível perceptível pelos sentidos humanos, caracterizando o estado de anormalidade ou doença. Pode-se considerar também o fator econômico ou a intensidade da doença, que leva a danos na produção e consequentes perdas econômicas.

Para Wang et al. (2000), o crambe tem grande potencial como cultura oleaginosa, mas um de seus problemas é a baixa resistência a doenças. Já Pitol et al. (2010) afirmam que em condições de baixa precipitação e umidade relativa do ar a cultura apresenta poucos problemas com doenças fúngicas. Diante disto fica clara a necessidade de mais avaliações em relação à ocorrência de doenças para essa cultura.

Em áreas de cultivo de crambe, Glaser (1996) relata a presença de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e manchas de alternária (*Alternaria* sp.) em épocas de muita umidade, canela preta (*Leptosphaeria maculans*) e podridão de raiz causada por *Pythium*, além de redução na germinação e vigor das sementes quando infectadas por *Alternaria*.

Para Oplinger et al. (1991), a principal doença ligada ao crambe é o fungo *Alternaria brassicicola* que provoca manchas escuras por toda a parte aérea da planta, com grande risco de infecção se a colheita é atrasada. Além disso, este autor cita a suscetibilidade do crambe ao vírus do mosaico do nabo (*Turnip mosaic virus*) do gênero *Potyvirus*, que é relatada por Maringoni (2005), como uma das doenças relacionada às brássicas, sendo transmitido por pulgões.

Corroborando com Oplinger et al. (1991), no Brasil existem dois relatos de *A. brassicicola*. Carneiro et al. (2009) identificaram o citado fungo na estação experimental do IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná, na cidade de Londrina. Já no estado de Goiás, uma das regiões mais importantes na produção de matéria

prima para biodiesel, Macagnan et al. (2010) também identificaram *A. brassicicola* em plantas de crambe.

Pitol et al. (2010) também observaram *Alternaria* sp., além de esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiorum*), fusário (*Fusarium* sp.), plasmodiofora (*Plasmodiophora* sp.) e canela preta (*Leptosphaeria maculans*) em épocas de elevada precipitação e grande umidade relativa do ar. Nesse caso, a esclerotínia deve ser tratada com atenção, pois ataca também outras culturas importantes no Brasil, como é o caso da soja e do feijão.

Já Carlsson et al. (2007) relatam que esporos de fungos, incluindo diferentes gêneros de *Alternaria* são comuns nas sementes de crambe logo após a colheita. Esses autores descrevem suscetibilidade ao mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), podridão de raiz causada por *Pythium*, infecções por *Sclerotinia* spp. podendo ocasionalmente surgir infecções por *Cladosporium* spp., *Epicoccum* spp., *Stemphilium* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp. e *Plasmodiophora brassicae*, além do nematoide *Heterodera schachtii*.

Correr (2008) relatou a ocorrência de *Rhizoctonia solani*, um patógeno de solo com grande capacidade saprofítica, parasitando o crambe, cultivar FMS Brilhante, na cidade de Santa Helena, Oeste do Paraná.

Considerando-se que essas doenças podem ocasionar danos na produção e consequentes perdas econômicas é de suma importância a quantificação de doenças, chamada de fitopatometria, que permite o estudo das curvas de progresso da doença e a quantificação dos danos causados pela doença (BERGAMIM FILHO e AMORIM, 1996).

## **2.4 Quantificação de doenças**

Para Moraes (2007), a quantificação de doenças em plantas, fitopatometria, pretende avaliar os sintomas causados pelo patógeno nas plantas e seus sinais associados aos tecidos doentes.

A fitopatometria pode ter entre seus objetivos, determinar danos ou perdas de rendimentos na cultura, determinar a melhor época de aplicação de fungicidas, estudar o progresso da doença ou até auxiliar na elaboração de modelos de previsão de doenças (Moraes, 2007).

Já para Martins (2007), o principal objetivo da fitopatometria é a determinação dos danos ou perdas no rendimento provocados pelo patógeno, definindo-se a época ideal de controle através do progresso da doença. Assim, quantificar os danos é pré-requisito para o manejo adequado de doenças.

Dois parâmetros quantificáveis em relação à doença são a incidência e a severidade. A incidência é o parâmetro de melhor reprodutibilidade, pois é a simples contagem, que pode ser expressa em porcentagem, de plantas, ou de suas partes, que estejam doentes. Já a severidade é a proporção de área, ou a quantidade de tecido vegetal que apresenta os sintomas (BERGAMIM FILHO e AMORIM, 1996).

Para Amorim e Bergamin Filho (2011), a incidência fornece uma clara idéia da intensidade da doença, sem sombra de subjetividade, e por isso os dados são reprodutíveis, independentemente do avaliador.

No caso da avaliação de danos, a incidência só pode ser utilizada para doenças que afetam toda a planta, ou quando uma única infecção impede a comercialização do produto (BERGAMIM FILHO e AMORIM, 1996).

De acordo com Agrios (2005), para o produtor a severidade tem uma importância maior do que a incidência, no entanto, é mais difícil de mensurar, principalmente em epidemias tardias.

Bergamin Filho e Amorim (1996) defendem que a severidade é apropriada para medir doenças foliares, pois representa a porcentagem de área ou volume de tecido coberto pelos sintomas. Para Moraes (2007), a severidade é mais precisa na expressão do dano real causado pelo patógeno, expressando com maior fidelidade a intensidade da doença no campo.

No entanto, Bergamin Filho e Amorim (1996) ressaltam a dificuldade de quantificar essas áreas de uma maneira padronizada, por ser uma avaliação subjetiva, podendo levar a diferentes estimativas. Para reduzir a subjetividade propõem-se algumas estratégias:

- a) Chaves descritivas fundamentam-se em escalas arbitrárias com diferentes graus, que precisam ser bem descritos e definidos, para quantificar a doença. Para que a escala seja bem elaborada, cada nível deve ser muito bem descrito ou definido, caso contrário a ferramenta de avaliação sistemática de doença acaba fracassando (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996; AMORIM e BERGAMIN FILHO, 2011).

- b) Escalas diagramáticas são representações de uma série de plantas ou parte de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade que são utilizadas para comparação em avaliações a campo. Para Amorim e Bergamin Filho (2011) são as principais ferramentas de avaliação da severidade de várias doenças, principalmente nas doenças foliares.

No caso das escalas diagramáticas, tanto Amorim e Bergamin Filho (2011), quanto Bergamin Filho e Amorim (1996) destacam que para a elaboração das escalas deve se levar em conta que o limite superior da escala deve corresponder ao limite de doença observada no campo; a determinação da quantidade real de doença no campo e sua representação na escala devem ser precisas; as divisões da escala precisam respeitar os limites da acuidade visual humana; e a visão humana percebe o tecido doente para índices de severidade abaixo de 50%, e tecido sadio para índices superiores a 50%.

Outra estratégia que pode ser utilizada é a análise de imagens de vídeo por computador. Neste caso, imagens obtidas com câmeras de vídeo são transferidas para um computador que gera imagens de cores e formas diferentes permitindo determinar a área e o perímetro da porção sadia e doente (AMORIM e BERGAMIN FILHO, 2011).

Este tipo de avaliação apresenta grande precisão, no entanto, o material a ser analisado deve ser transportado do campo ao laboratório, para que o contraste entre tecido sadio e doente seja o maior possível, o que em alguns ensaios pode não ser possível, além do que, algumas amostras podem não resistir ao transporte. Na análise de imagens por computador a acurácia aumenta inversamente ao tamanho da amostra, ou seja, a análise de folhas tem grande acurácia, já de plantas inteiras não (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996).

Com os dados de incidência ou severidade pode se obter a função de dano, visando determinar os prejuízos causados pelo patógeno. Neste contexto, compreende-se dano como a redução na qualidade ou quantidade de produção, o que pode ou não levar à perda, que é a redução do retorno financeiro, causado inicialmente pela injúria, que é o sintoma visível causado pelo patógeno (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996).

Assim, a função de dano relaciona dano (D) e injúria (I) pela equação  $D=f(I)$  e pode ser estabelecida com razoável precisão para qualquer patossistema. Já a função de perda relaciona a perda (P) ao dano (D) pela equação  $P=f(D)$ , no entanto

é um pouco mais difícil de ser determinada, já que depende dos fatores econômicos da região e do momento (AMORIM e BERGAMIM FILHO, 2011).

Diferentes modelos têm sido empregados para descrever a relação entre a injúria e o dano, entre os mais utilizados estão o modelo de ponto crítico e o modelo integral. No modelo de ponto crítico, a intensidade da doença em certa fase do desenvolvimento está altamente relacionada ao dano futuro, de maneira que a severidade pode ser relacionada aos componentes de produção. Já no modelo integral, a produção está relacionada com uma variável que representa a totalidade da epidemia, como por exemplo, a AACPD (área abaixo da curva de progresso da doença) (AMORIM e BERGAMIM FILHO, 2011; BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996). Além destes existem ainda o modelo de múltiplos pontos, o modelo de superfície de resposta e o modelo sinecológico.

O modelo de múltiplos pontos relaciona o dano com variáveis derivadas de avaliações sucessivas ao longo do desenvolvimento da doença, que podem ser os incrementos de doença entre períodos consecutivos ou a severidade da doença. No caso do modelo de superfície de resposta, a estimativa de dano se faz a partir de dois tipos de “input”, que são a severidade da doença e o estágio de desenvolvimento da doença (AMORIM e BERGAMIM FILHO, 2011; BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996).

Normalmente os modelos são desenvolvidos considerando-se apenas uma doença, o que raramente acontece em condições de campo. O modelo sinecológico é uma abordagem que inclui vários fatores limitantes da produção, sejam eles bióticos ou abióticos (BERGAMIN FILHO e AMORIM, 1996).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Boletim mensal de biodiesel – Janeiro de 2011**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?pg=23786&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1274290627765>>. Acesso em: 19 mai. 2011.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5<sup>th</sup> ed. San Diego: Elsevier Academic Press. 2005.

AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011 p. 517- 540.

BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico**. São Paulo. Agronômica Ceres. 1996.

BROWN, J.; MORRA, M.J. **Glucosinolate - Containing seed Meal as a Soil Amendment to Control Plant Pests**. Moscow. 2005. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy05osti/35254.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2011.

CARLSSON, A. S. Plant oils as feedstock alternatives to petroleum – a short survey of potential oil crop platforms. **Biochimie**. n. 91. p. 665- 670. Abr. 2009.

CARLSSON, A. S.; CLAYTON, D.; SALENTIJIN, E. TOONEN, M. **Oil crop platforms for industrial uses**. Outputs from the EPOBIO project. Cplpress. 2007.

CARNEIRO, S. M. T. G. *et al.* Ocorrência de *Alternaria brassicicola* em crambe (*Crambe abyssinica*) no estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**. v.35. n. 2. p. 154. Jun. 2009.

CORRER, C. J. Podridão radicular causada por *Rhizoctonia solani* em crambe. In: XVI Simpósio de Iniciação Científica e I Mostra de trabalhos da Pós-Graduação. 2008. **Anais...2008**. Disponível em: <[http://www.unifil.br/docs/simposio/XVI/Ciencias\\_Biologicas.pdf](http://www.unifil.br/docs/simposio/XVI/Ciencias_Biologicas.pdf)>. Acesso em: 26 mai. 2010.

COELHO, G. F.; GONÇALVES JR. A. C.; MENEGHEL, A. P.; NACKE, H.; GOMES, G. D.; SCHWANTES, D. Remoção de chumbo em águas por meio de adsorção em torta de crambe (*Crambe Hochst abyssinica*). In: 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Resumos**. 2011.

DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M.A. Biodiesel: Visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**. v. 32. n. 3. p. 776- 792. 2009.

EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. 2006. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Produção de Agroenergia. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2 ed. rev. Brasília, DF.

Disponível em:

<[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PLANOS/PNA\\_2006\\_2011/PLANO%20NACIONAL%20DE%20AGROENERGIA%202006%20-%202011-%20PORTUGUES.PDF](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PLANOS/PNA_2006_2011/PLANO%20NACIONAL%20DE%20AGROENERGIA%202006%20-%202011-%20PORTUGUES.PDF)>. Acesso em: 06 abr.2010.

FARIA, R.Q. **Cinética de secagem e qualidade fisiológica das sementes de crambe**. Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás. Goiás. 2010.

GLASER, L.K. Crambe: **An economic assessment of faseability of providing multiple-peril crop insurance**. Economic Research Service of the Risk Management Agency. Federal Crop Insurance Corporation. 1996. Disponível em: <<http://www.rma.usda.gov/pilots/feasible/pdf/crambe.pdf>>. Acesso em: 09 nov. 2011.

GOMES JUNIOR, S. B. **Avaliação técnica e econômica da aplicação de óleo vegetal de crambe como isolante elétrico em comparação com óleo de soja**. Dissertação apresentada ao Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba. 2010.

HERBÁRIO IAC. **Família Brassicaceae**. Disponível em:

<[http://herbario.iac.sp.gov.br/Relatorios/listagens/lfamilia.asp?Tarefa=Brassicaceae\(=Cruciferae\)](http://herbario.iac.sp.gov.br/Relatorios/listagens/lfamilia.asp?Tarefa=Brassicaceae(=Cruciferae))>. Acesso em: 24 mai. 2010.

JASPER, S.P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P.R.A. Comparação do custo de produção do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) com outras culturas oleaginosas em sistemas de plantio direto. **Revista Energia na Agricultura**. v. 25. n. 4. p. 141-153. 2010.

LINDNER, G.; GONÇALVES JR., A. C.; COELHO, G. F.; RUBIO, F.; YOSHIHARA, M. M.; NACKE, H. Utilização da torta de crambe (*Crambe Hoscht abyssinica*) como adsorvente de cromo de soluções aquosas. In: 34<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Resumos**. 2011.

LI, X.; AHLMAN, A.; LINDGREN, H.; ZHU, L. Highly efficient *in vitro* regeneration of the industrial oilseed crop Crambe. **Industrial Crop and Products**. v. 33. p. 170- 175. 2010.

LU, C.; NAPIER, J. A.; CLEMENTE, T. E.; CAHOON, E. B. New frontiers in oilseed biotechnology: meeting the global demand for vegetable oils for food, feed, biofuel, and industrial applications. **Current Opinion in Biotechnology**. v. 22. n. 2. p. 252- 259. 2011.

MACAGNAN, D.; CHAVES, Z. M.; CAFÉ- FILHO, A. C. First report of *Alternaria brassicicola* in Goiás state, Brazil. **Summa Phytopathologica**. v.36. n. 3. p. 260. Jun. 2010

MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.2. Doenças de plantas cultivadas. São Paulo. Agronômica Ceres. 2005. p.285- 292.

MARTINS, F. G. **Desenvolvimento de modelo de ponto crítico para quantificação de danos causados pelo complexo de doenças foliares em soja**. Dissertação apresentada à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. 2007.

MEIJER, W. J. M.; MATHIJSSSEN, E. W.J.M.; KREUZER, A. D. Low pod numbers and inefficient use of radiation are major constraints to high productivity in Crambe crops. **Industrial Crops and Products**. v. 19. p. 221- 233. 1999.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. PROINFA – Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica. 2010. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/tecnologias\\_contempladas.html](http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/tecnologias_contempladas.html)>. Acesso em: 20 jan. 2010.

MORAES, S. A. **Quantificação de doenças em plantas**. 2007. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_1/doencas/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/doencas/index.htm)>. Acesso em: 02 de jan. 2012.

OLIVA, A. C. E. **Qualidade das sementes de crambe a métodos de secagem e períodos de armazenamento.** Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu. 2010.

OLIVEIRA, V. F.; FRANCA, A. S. Estudo do equilíbrio de adsorção da torta prensada de crambe (*Crambe abyssinica*) em sua aplicação como biosorvente em soluções aquosas de corante. VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. 2009. Uberlândia.

OPLINGER, E. S. *et al.* **Alternative Field Crops Manual: Crambe.** 1991. Disponível em: < <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>>. Acesso em: 19 mai. 2010.

PAL VIG, A.; RAMPAL, G.; THIND, T. S.; ARORA, S. Bio- protective effects of glucosinolates – A review. **LWT- Food Science and Technology.** n. 42. p. 1561-1572. 2009.

PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010.** Maracaju. Fundação MS. 1ª ed. 2010.

REZENDE, J. A. M.; MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, I.; KRUGNER, T.L. Conceito de doença, sintomatologia e diagnose. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO (Edt.). **Manual de Fitopatologia.** Vol.1. Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p.37- 58.

ROSILLO-CALLE, F. The role of biomass energy in rural development. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 3. 2003. **Anais...2003.** Disponível em: <[http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200011&script=sci\\_arttext](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022000000200011&script=sci_arttext)>. Acesso em: 28 jan. 2010.

RUBIO, F.; GONÇALVES JR., A. C.; DRAGUNSKI, D. C.; COELHO, G. F.; MENEGHEL, A. P.; GOMES, G. D.; WACHHOLZ, L. Adsorção de cádmio em águas contaminadas utilizando torta de crambe (*Crambe Hoscht abyssinica*) como adsorvente de cromo de soluções aquosas. In: 34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. **Resumos.** 2011.

RUDOLFF, E.; WANG, Y. Crambe. In: KOLE, C. (Edt.) **Wild crop relatives: Genomic and Breeding Resources Oilseed.** Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=zWp--MP3hAC&pg=PA111&lpg=PA111&dq=grain+and+oil+yields+of+crambe+abyssinica&source=bl&ots=8nIrr029yFc&sig=Znc3HumL-1U00hP0WN3WtvJt32Y&hl=pt->

BR&sa=X&ei=5OsKT8CyEMW\_gQfe-5SpDg&ved=0CG4Q6AEwCQ#v=onepage&q=grain%20and%20oil%20yields%20of%20crambe%20abyssinica&f=false>. Acesso em: 09 jan. 2012.

RURAL SEMENTES. **Crambe alternativa para a produção de óleo.** Disponível em: <<http://www.ruralbioenergia.com.br/crambe.asp>>. Acesso em: 15 mai. 2010.

SILVA, P. R.; MONTANHER, A. F.; ADÃO, D. C.; ZAGONEL, G. F.; ALVES, L. Z.; DAMBINSKI, L.; ADAD, L. B.; VECHIATTO, W. W. D.; SUCHEK E. M.; COSTA, B. J.; JASPER, S. P. Caracterização físico-química de óleo e biodiesel metílico de crambe. In: 3º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel. 2009. Brasília. **Anais eletrônicos.** Disponível em: <[http://www.tecpar.br/cerbio/menu/arq/Trabalho\\_Congresso\\_Redde\\_Crambe.pdf](http://www.tecpar.br/cerbio/menu/arq/Trabalho_Congresso_Redde_Crambe.pdf)>. Acesso em: 24 mai. 2010.

SILVEIRA, R. M; LUDTKE, A. N.; BOLZAN, J.; JOBIM, L. Crambe: uma alternativa em Cachoeira do Sul. 1º Salão de Iniciação científica da UERGS. 2009. Porto Alegre.

WALKER, J.T. Crambe and rapessed meal as soil amendments: nematicidal potential and phytotoxic effects. **Crop Protection.** v. 15. n. 5. 1996.

WANG, Y.P. *et al.* A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products.** n. 12. p. 46 – 52. 2000.

WU, H.; WANG, C.; BIAN, X.; ZENG, S.; LIN, K.; WU, B.; ZHANG, G.; ZHANG, X. Nematicidal efficacy of isothiocynates against root-knot nematode *Meloidogyne javanica* in cucumber. **Crop Protection.** v. 30. p. 33- 37. 2011.

YADVIKA; SANTOSH; SREEKRISHNAN, T. R.; KOHLI, S.; RANA, V. Enhancement ok biogas production from solid substrates using different techniques. **Bioresource Technology.** v. 95. n.1. p. 1-10. Out. 2004.

## 4. CAPÍTULO II

### LEVANTAMENTO DE DOENÇAS NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst) NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

**RESUMO:** No cenário das energias renováveis o Brasil tem papel de destaque, principalmente a cadeia produtiva do biodiesel que vem crescendo, mas sua viabilidade ainda depende da matéria prima adequada. Uma alternativa para matéria prima é o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), mas pouco ainda se sabe sobre essa cultura. Assim, desenvolveu-se o trabalho de levantamento das doenças que podem limitar a produção dessa cultura na região Oeste do Paraná. O levantamento de doenças foi realizado pelo teste de sanidade de dois lotes de sementes e pelo levantamento em campo das plantas doentes. Nos dois lotes de sementes avaliadas houve incidência de fungos e bactérias, sendo que no lote de sementes comerciais houve predominância de bactérias, totalizando 20% das sementes, e no lote de sementes obtidas diretamente do produtor, a maior incidência foi de fungos, com predominância de *Penicillium* sp. No levantamento de doenças nas plantas a campo foram identificados *Fusarium* sp. causando tombamento nas plantas jovens, *X. campestris* pv. *campestris* causando podridão negra, e manchas de *Alternaria brassicae* em plantas adultas. A avaliação da sanidade das sementes utilizadas e o conhecimento dos patógenos associados à cultura são importantes para permitir o desenvolvimento de um manejo adequado e um controle mais efetivo dessas doenças na cultura.

**PALAVRAS- CHAVE:** biodiesel, diagnose, fitossanidade.

### SURVEY OF DISEASES IN CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst) CULTURE IN WESTERN PARANÁ

**ABSTRACT:** In the scenario of renewable energy, Brazil has an important role, especially the biodiesel production chain that is growing, but its feasibility depends on the adequate source material. An alternative source material is the crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), but little is known about this culture. Thus was determined the survey of the diseases that may limit its production in western Paraná. The disease survey was conducted by the sanity of two fonts of seeds and the field survey of diseased plants. In the two fonts of seed were evaluated incidence of fungi and bacteria, and in the commercial seed, bacteria were predominant in 20% of the seeds, and in seed obtained directly from the producer, there was highest incidence of fungi, predominantly *Penicillium* sp. In the field conditions were identified *Fusarium* sp. causing damping off in seedlings, *X. campestris* pv. *campestris* causing black rot, and *Alternaria brassicae* spots in adult plants. The assessment used for seed and knowledge of the pathogens associated with culture are important to allow the development of appropriate management and to get a more effective control of these diseases in culture.

**KEY WORDS:** biodiesel, diagnosis, plant pathology.

#### 4.1 INTRODUÇÃO:

A sociedade moderna é extremamente dependente de petróleo para suas atividades e, sendo este um recurso finito, inevitavelmente seu custo tende a se elevar. Além disso, o uso do petróleo é responsável pela adição de monóxido e dióxido do carbono na atmosfera, levando ao aquecimento global, o que altera as características do meio ambiente. Essas são apenas algumas razões que justificam a busca de fontes de energia e matéria prima alternativas ao petróleo (CARLSSON, 2009).

O Brasil tem papel importante no cenário mundial, pois 45,3% de nossa demanda de energia no ano de 2010 foi suprida por fontes renováveis de energia, com destaque para a produção de biodiesel, que aumentou 50% em relação ao ano anterior (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2011).

Incentivando a geração de energia por fontes mais limpas e sustentáveis, o governo brasileiro criou diversos programas, entre eles o Plano Nacional de Uso e Produção de Biodiesel (PNPB), lançado em 2004 e que incentiva a produção de biodiesel a partir de matérias primas alternativas e sua comercialização (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2006).

Em janeiro de 2005, o governo federal incluiu oficialmente o biodiesel na matriz energética brasileira, com a aprovação da Lei nº 11.097/05 (BRASIL, 2005). Hoje todo diesel de petróleo comercializado já apresenta 5% de biodiesel em sua composição.

Para Wang et al. (2011) o biodiesel é uma ótima fonte de energia renovável, mas antes da utilização do biodiesel é importante avaliar as propriedades do combustível e a disponibilidade de matérias primas.

O PNPB traz consigo uma grande contribuição para a questão ambiental, além de ter como principais diretrizes ações de inclusão social, garantia de preços, qualidade e suprimento por meio da produção de biodiesel de diferentes fontes oleaginosas em diversas regiões (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2006).

Apesar disso, atualmente a principal matéria prima do biodiesel brasileiro é o óleo de soja, que segundo a Agência Nacional do Petróleo (ANP), no mês de maio do ano de 2011, foi responsável por 83% do biodiesel produzido, fugindo do objetivo de explorar matérias primas alternativas (ANP, 2011).

Gui et al. (2008) destacam que mais de 95% do biodiesel é produzido a partir de óleos comestíveis, o que pode levar a um desequilíbrio entre oferta e demanda dessas matérias primas.

Para Dabdoub et al. (2009), a viabilidade econômica do biodiesel é freada por limitações tecnológicas, mas principalmente pelo alto preço da matéria prima. Assim, há uma grande possibilidade de pesquisa e desenvolvimento na busca pela material adequado e disponível em larga escala.

Neste contexto, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) surge como alternativa pois é uma planta com alto teor de óleo (podendo atingir 38%), sendo este de fácil extração, além de ser resistente à seca, com baixo custo de produção e de fácil mecanização no plantio e colheita. Além disso, o crambe pode ser uma alternativa para a safra de inverno, e como propõe o Plano Nacional de Agroenergia (PNA), não concorre com culturas alimentares (CRAMBE, 2010).

Para Pitol et al. (2010), no Brasil, o crambe plantado na segunda safra constitui uma excelente alternativa para a rotação de culturas, pois possui ciclo curto (aproximadamente 90 dias), têm grande tolerância a déficit hídrico, rusticidade, precocidade e cultivo mecanizável, que emprega os mesmos equipamentos utilizados para as tradicionais culturas de grãos, maximizando o uso das máquinas e equipamentos.

No entanto, pouco se conhece sobre o desempenho dessa cultura quando cultivada na região Oeste do Paraná, bem como quais fatores poderiam limitar a sua produção, como a ocorrência de pragas e doenças.

Segundo Rezende et al. (2011), doença é uma interferência contínua nos processos fisiológicos da planta, de maneira que as funções vitais ficam alteradas, prejudicando sua eficiência fisiológica, o que provoca um desequilíbrio no balanço energético.

Já para Agrios (2005) a doença é resultante dos processos fisiológicos anormais e que se manifesta por sintomas, que são a exteriorização da doença, a um nível perceptível pelos sentidos humanos, caracterizando o estado de anormalidade ou doença, podendo se considerar também o fator econômico ou a intensidade da doença, que leva à danos e consequentes prejuízos.

Segundo Kimati et al. (2011), doenças de plantas podem ocasionar enormes prejuízos, tanto que se estimam perdas de produção agrícola mundial de 30% a cada ano, por problemas fitossanitários. Diante disso, os princípios gerais de

controle de doenças tornam-se muito importantes, revelando a necessidade de métodos de manejo como a rotação de culturas, utilização de variedades precoces, eliminação de vetores e utilização de sementes saudáveis ou tratadas.

Amorim e Pascholati (2011) esclarecem que as sementes podem contribuir para a sobrevivência dos patógenos, abrigando-os em seu interior ou carregando-os em sua superfície. Esses patógenos podem não danificar as sementes, mas sim as plantas às quais darão origem, assim, é importante avaliar a sanidade das sementes usadas para a implantação da cultura.

O Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2009) define sanidade da semente como a presença ou ausência de patógenos a ela associados. O teste de sanidade é importante por, entre outras razões, evitar a entrada de patógenos em áreas isentas, indicar a necessidade ou não de um tratamento de sementes, visando controle de doenças, além de evitar que as sementes possam servir de inóculo inicial para o desenvolvimento da doença no campo.

Diante destes fatos, revela-se a importância de verificar a ocorrência de doenças na cultura do crame na região Oeste do Paraná, fornecendo informações para o manejo adequado da cultura, reduzindo os riscos de danos nos produtos em função da presença de patógenos.

#### **4.2 MATERIAL E MÉTODOS:**

Para o levantamento das doenças na cultura do crame foi realizada a coleta em campo de plantas doentes e teste de sanidade de sementes.

O levantamento das doenças foi conduzido no campo experimental da Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz- FAG, em Cascavel- PR, na região Oeste do Paraná, localizada a cerca de 800 m de altitude, com coordenadas geográficas latitude 24° 57' 21" S e longitude 53° 27' 19" W (IPARDES, 2011). O clima local, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo Cfa subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes, sem estação seca definida, contudo há uma tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sendo a média de precipitação de 1800 a 2000 mm por ano (IAPAR, 2010).

As análises das plantas doentes e o teste de sanidade de sementes foram conduzidos no Laboratório de Fitopatologia da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, *campus* de Marechal Cândido Rondon.

#### **4.2.1 Levantamento de doenças a campo:**

Entre 02 de junho e 16 de agosto de 2010 foram realizadas coletas de plantas com sintomas no campo experimental da FAG. A área cultivada com crambe foi de 8,5 alqueires, semeada em 28 de abril daquele ano. As plantas coletadas foram acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório de Fitopatologia da UNIOESTE, onde foram analisadas.

As plantas com sintomas de doenças causadas por fungos passaram por desinfestação superficial com a imersão do tecido vegetal sintomático em solução etanol/água a 70% (v/v) por 1 minuto, seguida de imersão em solução de hipoclorito de sódio (NaHOCl) a 3% (v/v) por 2 minutos e duas sucessivas lavagens em água destilada.

Após a desinfestação, o tecido vegetal foi colocado sobre um papel filtro umedecido com água destilada, dentro de placa de Petri, esterilizados, mantidos em câmara de crescimento escura e temperatura em cerca de 25 °C por quatro dias. As estruturas fúngicas crescidas sobre o material vegetal foram retiradas com estiletos e colocadas em lâminas com corante azul algodão de lactofenol, cobertas com lamínulas e seladas com esmalte. A identificação foi feita pelos sintomas e sinais do material infectado e da observação das estruturas fúngicas nas lâminas (BARNETT e HUNTER, 1987; HANLIN e MENEZES, 1996).

Para doenças bacterianas foi realizada análise da sintomatologia e exame de fluxo bacteriano dos tecidos infectados. Em seguida procedeu-se a desinfestação, conforme descrito acima, e o tecido vegetal foi macerado em solução salina (NaCl 0,85%) e, em seguida, transferido para meio de cultura NA (ágar-nutriente) pelo método de estrias compostas com auxílio de alça de platina. A identificação foi realizada por meio da comparação dos sintomas nas folhas e características das colônias com a literatura pertinente (SCHAAD et al., 2001).

#### 4.2.2 Teste de sanidade de sementes:

Para o teste de sanidade foram considerados dois lotes de sementes da cultivar FMS Brilhante, um de sementes comerciais, identificado como Lote 1 e o outro obtido diretamente do produtor, chamado de Lote 2.

A incidência de agentes patogênicos nas sementes foi determinada pelo método do papel filtro com congelamento, sendo utilizadas quatro repetições de 25 sementes por lote avaliado (DHINGRA e ACUÑA, 1997).

Para tanto, as sementes foram distribuídas em placas Gerbox®, contendo duas folhas de papel mata borrão esterilizado em autoclave, umedecidas com água destilada estéril. Após o plaqueamento, as sementes foram incubadas em câmara de germinação com temperatura controlada (BOD) em temperatura de aproximadamente 25°C durante 24 horas e, em seguida conduzidas ao congelador onde permaneceram por 24 horas, sendo então, reconduzidas à câmara de germinação por mais cinco dias.

A avaliação foi conduzida no sétimo dia de incubação e as identificações foram realizadas de acordo com as características morfológicas observadas, empregando-se microscópios estereoscópicos e óticos.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Na fase jovem foram observadas plântulas tombadas, murchas e com estrangulamento, sintomas característicos de *damping off*, como observa-se na Figura 1. O *damping off* é um grupo de doenças que afeta tecidos jovens das sementes (*damping off* de pré-emergência) ou logo após a germinação (*damping off* de pós-emergência), sendo favorecidas pelas condições de umidade excessiva no solo (BEDENDO, 2011a). Realizado o isolamento do agente patogênico, identificou-se o fungo do gênero *Fusarium* sp. como causador da murcha.



Figura 1: Plantas de crambe em campo com sintomas de *damping off* .

Majchrzak et al. (2007) também encontraram fungos do gênero *Fusarium* em raízes de brássicas, sendo este gênero o mais comum (59% dos isolados) nas seis espécies de plantas consideradas. Entre estes, *F. solani* e *F. oxysporum* foram os mais freqüentes.

Em outro trabalho, Majchrzak et al. (2008) isolaram fungos das raízes e da base do caule de trigo semeado após algumas espécies de brássicas. Neste caso, novamente o gênero *Fusarium* foi o mais frequentemente isolado nas plantas de trigo, sendo que a maior comunidade fúngica foi isolada após o cultivo de crambe na área. Assim, fica clara a importância de avaliar a sucessão de culturas utilizadas, caso haja uma infestação muito grande dos referidos fungos na área de cultivo.

Correr e Carneiro (2008) relataram a ocorrência de *Rhizoctonia solani* como responsável pelas lesões de *damping off* em crambe, também na região Oeste do Paraná, na cidade de Santa Helena.

Bedendo (2011a) descreve como agentes causais mais comuns de *damping off* os fungos do gênero *Pythium*, *Rhizoctonia* e *Phytophthora*, sendo que eventualmente *Colletotrichum*, *Phoma*, *Cercospora* e *Fusarium* também podem causar podridão de sementes e danos em plântulas.

Segundo Agrios (2005), os fungos causadores de *damping off* são parasitas facultativos que vivem de forma saprofítica, mas que podem atacar plantas vivas, sendo então considerados patógenos. Como possuem capacidade saprofítica, os patógenos mantêm-se às custas da matéria orgânica, tornando os restos culturais uma fonte de inóculo. Assim, quando a semente é colocada em solo infestado o

patógeno pode atacar ainda a semente ou os tecidos jovens logo após a germinação.

Sem especificidade, os agentes causadores do *damping off* são agressivos e cosmopolitas, sendo importantes, pois como atacam as sementes ou as plantas jovens, com tecidos ainda não lignificados. Estão diretamente ligados ao estabelecimento da cultura no campo uma vez que ocorrem nos primeiros estádios, podendo afetar negativamente a densidade desejável de plantio (BEDENDO, 2011a).

Diante disso, destaca-se a importância da utilização de sementes de boa qualidade, do tratamento de sementes e manejo do solo, assim como a rotação de culturas, visando diminuir o inóculo inicial do patógeno na área de cultivo.

Bedendo (2011a) destaca ainda que não existem variedades resistentes à *damping off*. Assim, o controle passa obrigatoriamente por medidas que diminuam o inóculo, como as citadas acima, promovam o rápido desenvolvimento da planta permitindo a maturação dos tecidos jovens e evitem condições favoráveis ao patógeno.

Na avaliação realizada em plantas na fase adulta, de floração, observaram-se sintomas necróticos de amarelecimento e manchas pardas nas folhas. As manchas amarelas apresentavam formato característico de “V” voltado para o centro da folha (Figura 2), o que segundo Maringoni (2005) caracteriza a podridão negra, principal doença bacteriana das brássicas, que pode provocar inclusive o completo apodrecimento das plantas afetadas. O isolamento e a identificação do material, juntamente com os sintomas descritos, indicaram *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dawson, causadora da podridão negra.



Figura 2: Folhas com mancha amareladas em formato de “V” com vértice voltado para o centro da folha, características de podridão negra causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

Isolado o agente patogênico, a bactéria foi mantida em cultura pura no laboratório de Fitopatologia e, posteriormente, inoculada em plantas de crambe cultivar FMS Brilhante mantidas em vasos na casa de vegetação da UNIOESTE. Os sintomas desenvolveram-se em todas as plantas inoculadas, e a bactéria foi reisolada, completando-se os postulados de Koch.

Até o momento, o único relato encontrado de *X. campestris* pv. *campestris* em crambe, ocorreu no estado americano do Missouri, no ano de 1993. Mihail et al. (1993) isolaram o agente patogênico em plantas com sintomas de três campos experimentais. Em avaliações das sementes, os pesquisadores encontraram a bactéria em 50 a 67% das sementes intactas. Quando as silíquas eram removidas a bactéria foi encontrada em apenas 15 a 18% das sementes, sendo que a desinfestação superficial reduzia a contaminação a 10% ou menos. Apesar disso, mesmo com a remoção das silíquas e a desinfestação superficial a bactéria ainda continuou sendo detectada, assim, os autores sugerem que *X. campestris* pv. *campestris* possivelmente seja transportada sistemicamente pelas sementes de crambe.

Silva (2006) afirma que quando *X. campestris* pv. *campestris* não destrói a planta pela ação sistêmica, pode chegar até as partes florais, atingindo as vagens e permanecendo por até três anos no interior da semente, tornando-as fonte de inóculo primário e disseminando o patógeno.

Maringoni (2005) ressalta que a utilização de sementes sadias é indispensável para o controle da doença, já que a disseminação do patógeno pode se dar a curtas distâncias, por respingos d'água ou ventos, mas principalmente a longas distâncias por sementes ou mudas doentes.

Neste contexto, Mihail et al. (1993) destacam também que *X. campestris* pv. *campestris* ataca vários tipos de brássicas com grande importância comercial. Assim, novamente deve-se dar atenção à sanidade das sementes utilizadas, e importância à rotação de culturas para reduzir o inóculo inicial dessas doenças, evitando grandes danos e conseqüentes perdas econômicas.

Outro sintoma observado em crambe neste levantamento foram manchas com coloração parda, pequenas e com formato de círculos concêntricos, o que de acordo com Maringoni (2005), caracteriza a mancha de alternaria (Figura 3). Realizado isolamento e identificação dos patógenos confirmou-se a presença do fungo *Alternaria* (Figura 4) como causador das manchas.



Figura 3: Folhas de crambe com manchas pardas características do fungo *Alternaria* .

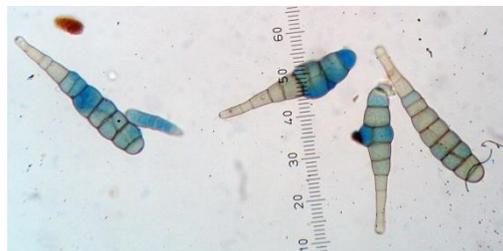


Figura 4: Esporos característicos do fungo *Alternaria brassicae*. Cada unidade de medida na régua representa 10,5  $\mu\text{m}$ .

Os esporos exibiam pigmentação, septos transversais e rostro curto a médio, com comprimento médio de 282  $\mu\text{m}$  e a largura de 7,5  $\mu\text{m}$ , aproximando-se de *Alternaria brassicae*, de acordo a descrição feita por Ellis (1971).

De acordo com Maringoni (2005), várias espécies do gênero *Alternaria* infectam brássicas, como *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc., *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wilt. e *Alternaria raphani* Groves & Skolko.

Para Oplinger et al. (1991), *Alternaria brassicicola* é o principal agente patogênico associado ao crambe. Na Austrália, You et al. (2005) identificaram *A. brassicae* em crambe, descrevendo-a como doença devastadora para colza e outras brássicas, podendo apresentar uma ameaça para o crambe. Carlsson et al. (2007) destaca como uma das deficiências dessa cultura justamente a baixa resistência ao gênero *Alternaria*.

Na Polônia, Majchrzak et al. (2002) relataram manchas de alternária nas folhas e caules de crambe, enquanto que Kurowski & Jankowski (2003) observaram *A. alternata*, *A. brassicae* e *A. brassicicola* apenas nas folhas de crambe.

No Brasil existem até agora dois relatos de alternária em crambe, o trabalho desenvolvido por Carneiro et al. (2009), onde se identificou *A. brassicicola* na estação experimental do Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR, na cidade de Londrina, e o trabalho de Macagnan et al. (2010) que também relataram o referido fungo no estado de Goiás. Pitol et al. (2010) também observaram *Alternaria* sp. no Mato Grosso do Sul.

Tanto as manchas de alternária, quanto a podridão negra são classificadas como manchas foliares, que se caracterizam pela necrose e destruição do tecido vegetal, prejudicando diretamente a fotossíntese. São causadas por fungos e bactérias, que também são patógenos do tipo parasita facultativo, como os causadores do *damping off*, podendo viver saprofiticamente na matéria orgânica (BEDENDO, 2011b).

Para o controle das manchas de alternária nas brássicas em geral, Bedendo (2011b) sugere novamente a utilização de variedades resistentes. Como no caso do crambe isso ainda não é possível, pois existe apenas uma cultivar sendo comercializada, deve-se adotar outras medidas, como: rotação de culturas, eliminação dos restos culturais, uso de sementes saudáveis, eliminação de daninhas hospedeiras, aplicação de fungicidas, entre outras.

No teste de sanidade de sementes, nos dois lotes avaliados encontraram-se bactérias e fungos. No Lote 1, de sementes comerciais, houve predominância de bactérias (20% das sementes) e apenas duas sementes (0,5%) apresentaram crescimento de fungos do gênero *Penicillium* sp., provavelmente pela diferença na forma de armazenamento das sementes.

Já no Lote 2, das sementes do produtor, diferentemente do Lote 1 houve predominância de fungos, totalizando 15% das sementes contaminadas com *Penicillium* sp. Em relação à presença de bactérias, neste lote apenas 5,75% das sementes apresentaram crescimento bacteriano.

Essas bactérias encontradas nas sementes podem tornar-se inóculo inicial para algumas doenças, influenciando no desenvolvimento das plantas originadas destas sementes. Levando-se em consideração os resultados de Mihail et al. (1993) que identificaram *X. campestris* pv. *campestris* nas sementes de crambe, as afirmações feitas por Silva (2006) e o fato destacado por Maringoni (2005) de que a podridão negra, causada pela referida bactéria, é a principal doença das brássicas, devem-se considerar futuras avaliações nessas sementes, objetivando identificar estes fitopatógenos, aprimorando o controle dessas doenças.

Masseto et al. (2009) avaliaram seis lotes de sementes da cultivar FMS Brilhante, e quanto a incidência de patógenos relataram apenas *Aspergillus* sp., *Phomopsis* sp., e *Fusarium semitectum*, esclarecendo no entanto, que a presença desses patógenos não afetou a germinação e o vigor das sementes.

Apesar disso, deve-se considerar também, que fatores como umidade e temperatura influenciam diretamente no desenvolvimento da doença. Assim, em condições de baixa precipitação e umidade relativa do ar, a cultura pode apresentar poucos problemas com doenças fúngicas, como também lembra Pitol et al. (2010).

No entanto, em condições ambientais que sejam favoráveis ao patógeno, e com a presença do inóculo nas sementes, podem desenvolver-se as doenças. Assim, as diferentes condições climáticas do local de produção das sementes e cultivo da cultura, como ocorre no caso da produção de crambe na região Oeste do Paraná a partir de sementes produzidas no Mato Grosso do Sul, podem ser determinantes no processo de instalação da doença.

Em relação à presença de patógenos nas sementes de crambe, Majchrzak et al. (2002) relatam *Alternaria alternata* como a espécie mais comum. Mastebroek et al. (1998) observaram infestação com dez diferentes fungos, sendo que oito deles

ocorriam regularmente e a infestação com espécies do gênero *Alternaria* era a mais freqüente. Foram identificadas *A. brassicae* e *A. brassicicola*, sendo esta última a mais comum.

A sanidade das sementes é um fator importante, pois pode evitar a entrada de patógenos em áreas que estejam isentas e até reduzir o inóculo inicial da doença em campo. Assim, deve ser dada atenção especial para a qualidade das sementes utilizadas e como sugerem Mastebroek et al. (1998) deve ser feito o tratamento das sementes, caso a frequência de patógenos seja muito alta.

Por outro lado, Majchrzak et al. (2004) avaliaram amostras de glucosinolatos (GLS) de sementes em quatro espécies da família das brássicas, entre elas o crambe. O efeito dos produtos de degradação dos GLS variou entre os patógenos, mas a maior atividade fungistática ocorreu nos extratos das sementes de mostarda chinesa e crambe.

Pal Vig et al. (2009) defendem que os glucosinolatos, encontrados principalmente nas Brassicaceae, possuem diversas atividades biológicas, entre elas proteção contra patógenos e plantas daninhas. Na presença da enzima mirosinase, quando as plantas são cortadas ou mastigadas, os glucosinolatos são hidrolisados a diversos produtos, como isotiocianatos, tiocianatos e indóis.

Neste mesmo sentido, Pitol et al. (2010) descrevem que o crambe é pouco atacado por pragas, fato que é atribuído à presença dos glucosinolatos, tanto que ataques de lagartas e percevejos eram observados em plantas invasoras e não em crambe, como se as pragas estivessem evitando essa cultura.

#### **4.4 CONCLUSÕES:**

Ao final das avaliações constatou-se a incidência de fungos e bactérias nos dois lotes de sementes avaliados. Além disso, foram identificados *Fusarium* sp. causando *damping off* em plantas jovens, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causando podridão negra e manchas de *Alternaria brassicae* em plantas adultas de crambe.

A presença dos patógenos seja nas sementes, ou nas plantas adultas e, conseqüentemente, na matéria orgânica do solo, juntamente com as condições ambientais adequadas e a presença do hospedeiro podem permitir o

desenvolvimento da doença. Assim, tais informações sobre a cultura na região Oeste do Paraná são importantes para a escolha do manejo adequado do crambe.

#### 4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Boletim mensal de biodiesel. Jun, 2011. Disponível em <http://www.anp.gov.br/?pg=56927&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1312997324943>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5<sup>th</sup> ed. San Diego: Elsevier Academic Press. 2005. p. 207- 248.

AMORIM, L.; PASCHOLATI, S. Ciclo de relações patógeno- hospedeiro. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p.59- 98.

BEDENDO, I. P. *Damping off*. In: BERGAMIN FILHO, A. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011a. p.435- 440.

BEDENDO, I. P. Manchas foliares. In: BERGAMIN FILHO, A. KIMATI, H.; AMORIM, L. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011b. p.459- 467.

BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de Janeiro de 2005.

BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated Genera of Imperfect Fungi**. New York: Mac Millan Pull Company. 1987. 218p.

CARLSSON, A. S. Plant oils as feedstock alternatives to petroleum – a short survey of potential oil crop platforms. **Biochimie**. n. 91. p. 665- 670. Abr. 2009.

CARLSSON, A. S.; CLAYTON, D.; SALENTIJIN, E. TOONEN, M. **Oil crop platforms for industrial uses**. Outputs from the EPOBIO project. Cplpress. 2007.

CARNEIRO, S. M. T. G. ; ROMANO, E. ; MARIANOWSKI, T.; OLIVEIRA, J. P.; GARBIN, T. H. S.; ARAUJO, P. M. Ocorrência de *Alternaria brassicicola* em crambe (*Crambe abyssinica*) no estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**. v.35. n. 2. p. 154. Jun. 2009.

CRAMBE alternativa para a produção de óleo. Disponível em:  
<<http://www.ruralbioenergia.com.br/crambe.asp>>. Acesso em: 15 mai. 2010.

CORRER, C.J.; CARNEIRO, S. Podridão radicular causada por *Rhizoctonia solani* em crambe. In: XVI Simpósio de Iniciação Científica e I Mostra de trabalhos da pós-graduação. **Anais**. 2008. p. 10.

DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M.A. Biodiesel: Visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**. v. 32. n. 3. p. 776- 792. 2009.

DHINGRA, O. D.; ACUÑA, R.S. **Patologia de sementes de soja**. Viçosa: Editora UFV. 1997. 119p.

ELLIS, M. B. **Dematiaceous hyphomycetes**. Kew: Commonwealth Mycological Institute. 1971. 512p.

GUI, M. M.; LEE, K.T.; BHATIA, S. Feasibility of edible oil vs. non- edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. **Energy**. n. 33. p. 1646- 1653. Jan. 2008.

HANLIN, R.; MENEZES, M. **Gêneros Ilustrados de Ascomicetos**. Recife. Imprensa UFPE. 1996. 247p.

IAPAR - INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Paraná. Disponível em:  
<<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Caderno Estatístico Município de Cascavel**. Mai. 2011.

KIMATI, H; BERGAMIM FILHO, A. AMORIM, L. Princípios Gerais de Controle. In: BERGAMIM FILHO, A. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p.307- 323.

KUROWSKI, T. P.; JANKOWSKI, K. Sanitary state of crambe and spring false flax in relation to way of fertilization. **Rosliny Oleiste**. v. 24. n 2. p. 477- 488. 2003.

MACAGNAN, D.; CHAVES, Z. M.; CAFÉ – FILHO, A.C. First report of *Alternaria brassicicola* on *Crambe abyssinica* in Goiás state, Brazil. **Summa Phytopathologica**. v.36. n. 3. p. 260. Jun. 2010.

MAJCHRZAK, B.; CISKA, E.; WALERYYS, Z. Glucosinolates extracted from spring Cruciferae seeds and their influence on growth of pathogenic fungi. **Progress in Plant Protection**. v. 44. n. 2. p. 933- 936. 2004.

MAJCHRZAK, B.; KUROWSKI, T. P.; OKORSKY, A. Fungi of the genus *Fusarium* isolated from roots of spring cruciferous plants. **Progress in plant protection**. v. 47. n. 2. p. 186- 188. 2007.

MAJCHRZAK, B.; KUROWSKI, T. P.; OKORSKY, A. Fungi isolated from the roots and steam bases of spring wheat grown after different cruciferous plant as forecrops. **Polish Journal of Natural Science**. v. 32. n. 2. p. 299- 309. 2008.

MAJCHRZAK, B.; KUROWSKI, T. P.; TOMAZ, P.; KARPINSKA, Z. The health condition of spring oilseed crops in relation to the fungi colonizing their seeds. **Acta Agrobotânica**. v. 55. n. 1. p. 199- 210. 2002.

MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.2. Doenças de plantas cultivadas. São Paulo. Agronômica Ceres. 2005. p.285- 291.

MASSETO, T. E.; QUADROS, J. B.; MOREIRA, F. H.; RIBEIRO D. M.; BENITES JUNIOR, I.; RESENDE, R. K. S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de crambe produzidas no estado do Mato Grosso do Sul. **Rev. Bras. Ol. Fibrós**. v 13. n. 3. p. 107- 113. 2009.

MASTEBROEK, H. D.; ANKER, C. C.; LANGERAK, C. J.; MARVIN, H. J. P. Incidence and transmittance of *Alternaria* spp. and other seed-born fungi on seeds of crambe (*Crambe abyssinica*) in the Netherlands. **Seed Science & Technology**. v. 26. n 3. p. 763- 770. 1998.

MIHAIL, J. D.; TAYLOR, S. J.; VERSLUES, P.E.; HODGE, N.C. Bacterial blight of *Crambe abyssinica* in Missouri caused by *Xanthomonas campestris*. **Plant Disease**. v. 77. n. 6. p. 569- 574. 1993.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 2009. 399p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Produção de Agroenergia. **Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011**. 2 ed. rev. Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica. 2006.

Disponível em: <

[http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PLANOS/PNA\\_2006\\_2011/PLANO%20NACIONAL%20DE%20AGROENERGIA%202006%20-%202011-%20PORTUGUES.PDF](http://www.agricultura.gov.br/pls/portal/docs/PAGE/MAPA/PLANOS/PNA_2006_2011/PLANO%20NACIONAL%20DE%20AGROENERGIA%202006%20-%202011-%20PORTUGUES.PDF)>. Acesso em: 06 abr.2010.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Resenha energética brasileira. Exercício de 2010. Preliminar. Maio de 2011. Disponível em:

<<http://portalpch.com.br/images/stories/pdf/mme50.pdf>>. Acesso em: 10 de ago. 2011.

OPLINGER, E. S. *et al.* **Alternative Field Crops Manual: Crambe**. 1991.

Disponível em:<<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>>. Acesso em: 19 mai. 2010.

PAL VIG, A.; RAMPAL, G.; THIND, T. S.; ARORA, S. Bio- protective effects of glucosinolates – A review. **LWT- Food Science and Technology**. n. 42. p. 1561-1572. 2009.

PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracaju. Fundação MS. 1ª ed. 2010.

REZENDE, J. A. M.; MASSOLA JÚNIOR, N. S.; BEDENDO, I.; KRUGNER, T.L. Conceito de doença, sintomatologia e diagnose. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p.37- 58.

SILVA, M. R. **Diversidade genética de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* no Brasil**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2006.

SCHAAD, N. W. JONES, J. B.; CHUM, W. (Eds). **Laboratory for identification of Plant Pathogenic Bacteria**. St. Paul. APS Press. 2001. 373p.

YOU, M. P.; SIMONEAU, P.; DONGO, A.; BARBETTI, M.J.; LI, H.; SIVASITHAMPARAM, K. First report of an alternaria leaf spot caused by

*Alternaria brassicae* on *Crambe abyssinica* in Australia. **Plant Disease**. v. 89. n. 4. p. 430. 2005.

WANG, R.; MILFORD, A. H.; WAN-WEI Z.; PINAKI, B.; QI, C.; BAO-AN, S.; SONG, Y. Production and selected fuel of biodiesel from promising non- edible oils: *Euphorbia lathyris* L., *Sapium sebiferum* L., and *Jatropha curcas* L. **Bioresource Technology**. n. 102. p.1194- 1199. Set. 2011.

## 5. CAPÍTULO III

### EFEITO DE *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson NA PRODUÇÃO EM CRAMBE (*Crambe abyssinica* Hochst)

**RESUMO:** *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* é o agente etiológico da podridão negra, principal doença bacteriana das brássicas. A podridão negra, assim como outras doenças, causa danos à planta pela redução da capacidade fotossintética, diminuindo o rendimento e a qualidade dos produtos, provocando danos na produção e perdas econômicas. Como a cultura do crambe está em processo de estabelecimento na região Sul do país é importante avaliar a relação entre a redução da produtividade e a severidade da doença. Para tanto, plantas da cultivar FMS Brilhante foram cultivadas em vasos, mantidos em ambiente protegido, e 60 dias após a semeadura suspensões com concentrações do patógeno de 0, 17, 45, 73 e 102 x 10<sup>6</sup> UFC ml<sup>-1</sup> foram inoculadas. Com o surgimento dos primeiros sintomas foram realizadas cinco avaliações consecutivas de severidade, e a partir desses dados foi calculada também a AACPD (área abaixo da curva de progresso da doença). Esses dois parâmetros foram correlacionados aos componentes de produção (peso de 1000 grãos, produção total de grãos e rendimento de óleo). Houve correlação negativa entre severidade e AACPD com a produção de grãos e com o peso de 1000 grãos.

**PALAVRAS-CHAVE:** podridão negra, danos, avaliação de doença.

**ABSTRACT:** *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* is the causal agent of black rot, the main bacterial disease of brassica. The black rot, like other diseases, cause damage to the plant by reducing the photosynthetic capacity, reducing the yield and quality of products, causing damage to production and economic losses. As the culture of crambe is in the process of establishment in the Brazilian southern region is important to assess the relationship between the reduction of productivity and disease severity. For this purpose, plants of cv. FMS Brilhante were grown in pots kept in greenhouse, and 60 days after sowing suspensions with concentrations of the pathogen of 0, 17, 45, 73 and 102 x 10<sup>6</sup> colonies units were inoculated. After the appearance of symptoms were made five assessments of severity, and from these data was also calculated AUDPC (area under disease progress curve). These two parameters were correlated to the components of production (weight of 1000 grains, total production of grain and oil yield). There was a negative correlation between disease severity and AUDPC with grain production and the 1000 grain weight.

**KEY- WORDS:** black rot, damage, disease assessment.

## 5.1 INTRODUÇÃO:

A podridão negra, causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Pammel) Dowson, é a principal doença bacteriana das brássicas, conhecidas também como brássicas, não apenas pelos prejuízos que causa, mas também por sua ampla distribuição nas áreas de plantio (MARINGONI, 2005; CARRIJO e RÊGO, 2000; WILLIAMS, 1980).

A *X. campestris* pv. *campestris*, como todas as bactérias do gênero *Xanthomonas*, é fitopatogênica, sendo que essas bactérias são encontradas apenas em associação com plantas ou materiais vegetais. Caracteriza-se por ser gram-negativa, aeróbia estrita, com forma de bastonetes que se movem por um único flagelo polar. Em meio de cultura o crescimento é normalmente lento com colônias caracteristicamente amareladas (BEDENDO, 2011). O fitopatógeno apresenta crescimento ótimo entre 28 e 30 °C, no entanto, a temperatura ideal para seu espectro de ação vai de 5 a 36 °C (CARRIJO e RÊGO, 2000).

A podridão negra provoca lesões amareladas, em forma de “V”, com o vértice voltado para o centro da folha, sendo que esta pode se tornar amarela e apresentar necrose. Outros sintomas são: escurecimento do xilema, que é colonizado pela bactéria, subdesenvolvimento, murcha, queda prematura de folhas e até o apodrecimento das plantas afetadas (MARINGONI, 2005). As lesões em forma de “V” ocorrem, pois a porta de entrada do patógeno em plantas originadas de sementes saudáveis são os hidatódios, que são aberturas nas margens da folha, com importante papel na gutação. Assim, a bactéria penetra pelos hidatódios e coloniza os tecidos de maneira que a lesão vai sendo delimitada pelas nervuras da folha, adquirindo o formato característico de “V” com o vértice voltado para o centro da folha (SILVA, 2006).

*X. campestris* pode sobreviver em sementes, restos fibrosos de plantas doentes, em plantas daninhas, plantas doentes remanescentes ou ainda na superfície de plantas como epífita, podendo ser disseminada por sementes ou mudas doentes, por simples respingos de água, correntes de vento ou nos tratamentos culturais (MARINGONI, 2005).

Para Maude (1996) apud Silva (2006) a manutenção do inóculo no campo ocorre principalmente pela sobrevivência do patógeno em plantas voluntárias,

remanescentes do ciclo anterior e brássicas silvestres, como o mastruço (*Lepidium virginicum* L.) e o rabanete de cavalo (*Raphanus raphanistrum* L.). Além disso, sob condições de baixas temperaturas a bactéria pode permanecer como população endofítica por vários meses, dificultando ainda mais a diagnose, já que a planta não apresenta sintomas (DANE e SHAW, 1996 apud SILVA, 2006).

A podridão negra está classificada no grupo de doenças chamadas de manchas foliares, que acabam provocando danos à planta pela redução da capacidade fotossintética, acarretando menos desenvolvimento vegetativo e conseqüente diminuição de rendimento e na qualidade dos produtos (AGRIOS, 2005).

A podridão causada por *X. campestris*, assim como qualquer outra doença, provoca alterações nas funções vitais das plantas, prejudicando o balanço energético, e levando a danos na produção e conseqüentes perdas econômicas. Neste ponto, revela-se a importância da quantificação dos danos causados por fitopatógenos. Segundo Bergamin Filho e Amorim (1996), a quantificação de danos, ou seja, a avaliação da redução da qualidade ou quantidade de produção ocasionada pela presença do patógeno é essencial para um bom programa de controle de doenças.

Até o momento, foram encontrados apenas dois relatos de *X. campestris* pv. *campestris* em crambe. O primeiro é o trabalho de Mihail et al. (1993), que identificaram o fitopatógeno em plantas de campos experimentais no estado americano do Missouri, e nas sementes da cultura, concluindo que, possivelmente, a bactéria seja transportada sistemicamente pelas sementes de crambe. Já o segundo relato identifica *X. campestris* pv. *campestris* como causadora da podridão negra em campos de crambe na região Oeste do Paraná (MOERS e STANGARLIN, 2010).

Mihail et al. (1993) reforçam ainda que *X. campestris* ataca vários tipos de brássicas com grande importância comercial. Assim, como esta cultura ainda está se estabelecendo como opção de cultivo na região Sul do Brasil, pouco se sabe a respeito da relação patógeno hospedeiro nessas condições ambientais e sobre o efeito da podridão negra na produtividade de crambe. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação entre a produtividade da cultura e a intensidade da doença.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS:

O experimento foi conduzido no Complexo de Controle Biológico e Cultivo Protegido Mario César Lopes, e nos Laboratórios de Fitopatologia e Química Agrícola e Ambiental da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - *campus* Marechal Cândido Rondon- PR.

As sementes de crambe, cultivar FMS Brilhante, cedidas pela Fundação MS (Fundação Mato Grosso do Sul), foram semeadas em vasos plásticos com capacidade para 5 L preenchidos com solo arenoso e húmus na proporção 1:1. Foram semeadas cinco sementes por vaso e uma semana depois foi realizado desbaste, sendo mantidas apenas duas plantas por vaso.

O ensaio foi composto por cinco tratamentos representados por quatro diferentes concentrações do patógeno, mais o grupo de testemunhas. Portanto cada tratamento compreendia 10 vasos, totalizando 20 plantas por tratamento, completando 50 vasos em todo ensaio. Os vasos foram regados diariamente ou de acordo com a necessidade, mantidos em ambiente protegido até o final do ciclo.

### 5.2.1 Inoculação do patógeno

Cerca de dois meses após a semeadura, no dia 11 de julho de 2011 foi realizada a inoculação de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* nas plantas de crambe. Para inoculação, bactérias isoladas de material vegetal foram mantidas em cultura pura no Laboratório de Fitopatologia.

Colônias com 48 horas, crescidas em meio ágar nutriente (AN) foram raspadas do meio de cultura com o auxílio de alça de Drigalsky, suspensas em solução salina (NaCl 0,85%) e o inóculo foi calibrado de maneira que obteve-se quatro suspensões bacterianas que apresentavam absorbâncias a 580 nm de: 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4, proporcionando um gradiente de severidade, tendo como testemunhas plantas não inoculadas (PORTZ et al., 2006).

Previamente à preparação do inóculo, foi obtida a curva de crescimento bacteriano pelo método de determinação da concentração do inóculo pela contagem em placas, descrito por Romeiro (2001). A suspensão de bactérias foi preparada a partir de colônias com 48 horas crescidas em meio AN. As concentrações

bacterianas foram ajustadas para se obter suspensões com leituras de absorbância, a 580 nm, de: 1,3; 1,0; 0,7; 0,4; 0,1 e 0,0. Cada uma das suspensões passou por diluição seriada até  $10^7$  pela transferência sucessiva de 1 mL da suspensão para tubos com 9 mL de solução salina (NaCl 0,85%) previamente esterilizada (KUHN et al., 2006).

As diluições de  $10^5$ ,  $10^6$  e  $10^7$ , de todas as suspensões foram repicadas em meio de cultura AN. Para tanto, 0,1 mL de cada diluição foi espalhado sobre o meio de cultura com alça de vidro flambada, sendo que para cada diluição foram preparadas três repetições, completando-se 54 placas para todo o isolado.

Todas as placas foram mantidas em câmara incubadora tipo BOD a 25 °C por 48 horas e após esse período foram contadas as placas que apresentavam entre 30 e 300 colônias. O cálculo da concentração da suspensão foi obtido a partir da fórmula:  $\text{UFC mL}^{-1} = \text{número médio de colônias} \times \text{diluição da amostra} \times 10$ , sendo que todos os resultados foram transformados para mesma base, ou seja,  $10^6$  (TOILLIER et al., 2010).

Os dados de absorbância foram relacionados com a concentração de UFC  $10^6$ , lançados em programa estatístico que avaliou a regressão linear para estabelecer a equação da reta  $y = a + bx$ , onde  $y$  é a concentração da suspensão e  $x$  a absorbância da suspensão. Obteve-se uma reta de concentração bacteriana em função da absorbância a 580 nm, de maneira que a equação da reta foi  $y = 282,97x - 11,062$ , com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,9227 (Anexo 1). Desta maneira, as suspensões obtidas como inóculo, com absorbâncias de 0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 correspondiam a um número de células viáveis de 17, 45, 73 e 102 UFC (unidade formadoras de colônias) respectivamente.

Para facilitar a penetração das fitobactérias, 12 horas antes da inoculação as plantas foram mantidas em câmara úmida, sendo envolvidas por sacos plásticos vedados com fita adesiva na porção superior dos vasos (Figura 1).



Figura 1: Sacos plásticos vedados com fita adesiva sobre as plantas de crambe em vasos, criando o ambiente de câmara úmida.

Para a inoculação, os sacos plásticos foram removidos e então se procedeu a pulverização do inóculo com borrifadores até o chamado “ponto de escorrimento”, de maneira que todas as folhas da planta fossem inoculadas. Além dos tratamentos com as quatro concentrações bacterianas o grupo de plantas usadas como testemunhas foram borrifadas apenas com solução salina (NaCl 0,85%). Em seguida, as plantas foram mantidas novamente em câmara úmida por 12 horas.

### **5.2.2 Avaliação da severidade da doença**

Para as avaliações de severidade foi realizado um treinamento do avaliador utilizando o programa “DiseasePRO” (*Departament of Plant Pathology- Iowa State University*), de maneira a reduzir os erros na avaliação, sendo que todas elas foram desenvolvidas pela mesma pessoa.

Foram efetuadas cinco avaliações de severidade, com intervalos de três e quatro dias. Para tanto, em cada um dos vasos nos cinco tratamentos, todas as plantas foram identificadas pelos números 1 e 2, sendo que cada uma das folhas com sintomas foi individualmente numerada e teve sua severidade avaliada. À

medida que transcorriam as avaliações, novas folhas que surgiam com sintomas eram continuamente numeradas e passavam pela avaliação de severidade.

Com os dados de severidade foi calculada a severidade média para cada planta. Além da severidade média, foi calculada a área sob a curva de progresso da doença (AACPD) pelo método da integração trapezoidal, utilizando a fórmula:

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} [(x_i + x_{i+1}) \cdot 0,5] \cdot [t_{i+1} - t_i]$$

Onde,  $n$  é o número de avaliações,  $x$  é a severidade da doença, e  $[t_{i+1} - t_i]$  é o intervalo de avaliações consecutivas (SHANER e FINNEY, 1977).

### 5.2.3 Extração de óleo dos grãos

Após 99 dias de ciclo, quando a maioria dos grãos já havia atingido a maturidade, procedeu-se a colheita, que foi realizada de forma manual, sendo que os grãos de cada planta foram armazenados em sacos de papel de forma individualizada.

Os grãos foram acondicionados em caixas de papel e distribuídos em estufa de ventilação forçada a 65 °C por 48 horas, no Laboratório de Química Agrícola e Ambiental, de maneira a uniformizar a umidade de todas as amostras.

Após o período de secagem, foi determinada a produção total de grãos e o peso de 1000 grãos. Para tanto, para cada uma das amostras foi realizada a contagem de 200 grãos, sendo que estes tiveram então seu peso mensurado em balança analítica e em seguida foram realizados os cálculos para determinação do peso de 1000 grãos.

Posteriormente, foi mensurado o peso de todos os grãos da amostra, para se obter um indicativo do número total de sementes para cada amostra. Realizadas as pesagens e estimativa do peso de mil sementes e produção total de grãos, estas foram novamente acondicionadas em sacos de papel e armazenadas em dessecador.

A extração de óleo se deu de acordo com a metodologia descrita pela IUPAC - *International Union of Pure and Applied Chemistry* (1979). Para tanto, as sementes foram maceradas utilizando-se cadinho e pistilo de porcelana, preparadas em cartuchos de papel filtro e o óleo foi extraído por meio do sistema Soxhlet (Figura 2 a, b). Como solvente utilizou-se n-hexano, e a extração ocorreu pelo período de seis horas. Após esse tempo os cartuchos foram mantidos em estufa a 60 °C por 24

horas para completa evaporação do n-hexano (Figura 03 c). O rendimento de óleo de cada amostra foi calculado pela fórmula:

$$((m1 - m2) \div m1).100$$

Sendo,  $m1$  a massa do cartucho antes da extração e  $m2$  a massa do cartucho após a extração.

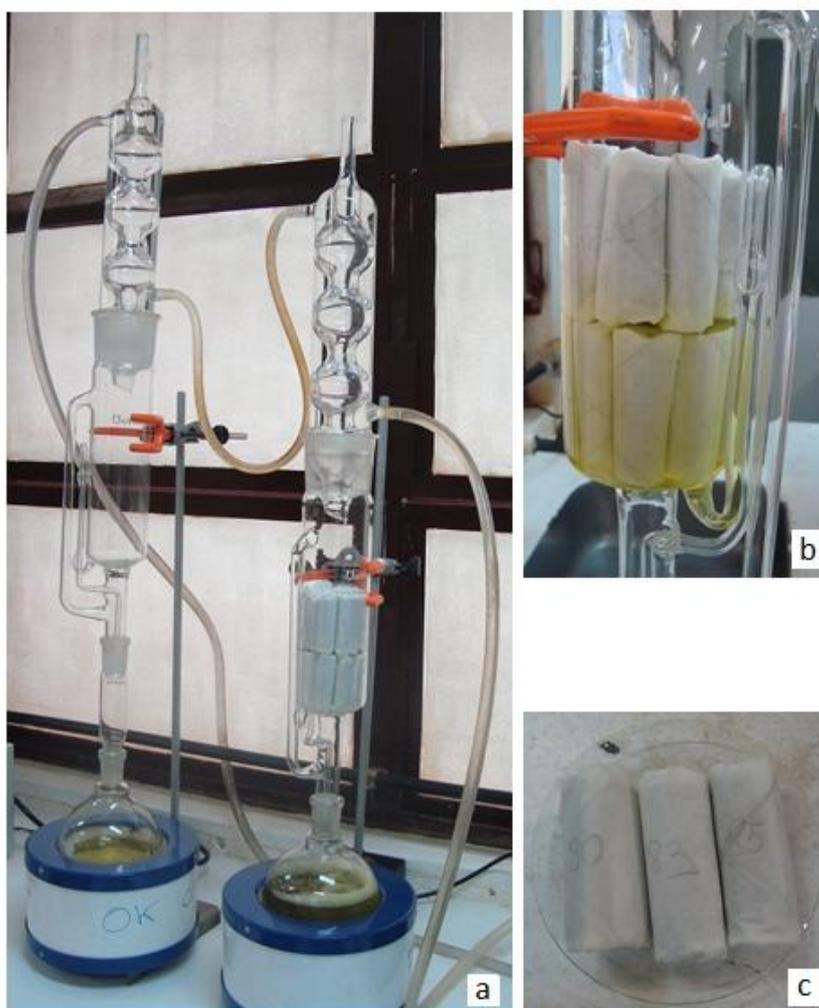


Figura 2: a) Sistema de Soxhlet para extração de óleo; b) Cartuchos imersos em n-hexano; c) Cartuchos preparados para a secagem em estufa.

#### 5.2.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo programa GENES (Universidade Federal de Viçosa - UFV), e como se encontravam dentro da faixa de normalidade, não foi necessária transformação de dados. As variáveis relativas à quantidade de doença (severidade e AACPD) e os componentes de produção

(produção total de grãos, peso de 1000 grãos e rendimento de óleo) foram submetidos à análise de regressão.

### **5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO:**

No patossistema avaliado, foram observados valores significativos de correlação entre as variáveis: produção total de grãos e peso de 1000 grãos, tanto em relação à severidade quanto em relação à AACPD.

Para Bergamin Filho e Amorim (1996) a AACPD é uma variável recomendada, pois representa a epidemia como um todo, já que leva em consideração o estresse que a cultura sofreu em vários estádios do desenvolvimento. No entanto, Hikishima et al. (2010) ressaltam que por ser uma variável integral, já que só pode ser obtida no final do ciclo, não pode ser usada para estimar danos no transcorrer da safra. Além disso, dependendo do patossistema, se a doença ocorre precoce ou tardiamente, com maior ou menor severidade, as equações de dano podem ser diferenciadas.

Como no presente estudo observou-se correlação dos componentes de produção (produção total de grãos e peso de 1000 grãos), tanto em relação à severidade quanto a AACPD, pode-se afirmar que a severidade, como medida para quantificação de danos no patossistema avaliado, é representativa para a epidemia, podendo ser usada como indicativo dos danos no transcorrer da safra.

Devido ao recente interesse pelo cultivo do crambe, ainda são limitados os estudos publicados sobre essa cultura. Os trabalhos publicados basicamente se referem ao rendimento da cultura em função de diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação, densidade de semeadura, espaçamento entre plantas (LAGHETTI et al., 1995; JOHNSON, et al., 1995; LAZZERI et al., 1995; STRASIL e SKALA, 1997; WANG et al., 2000; SZCZEBIOT, 2002; ADAMSEN e COFFELT, 2005; FREITAS, 2010; BATTISTI et al., 2011), sistemas de manejo de solo (FERREIRA e SILVA, 2011), e até em relação a infestação de plantas daninhas (STRASIL, 2001) sem registros sobre a interferência de patógenos na produção em crambe.

Meijer et al. (1999) constataram que a maior limitação para a alta produtividade na cultura do crambe é o uso ineficiente da radiação solar,

principalmente durante a formação dos grãos. Além disso, o rendimento também parece ser sensível a baixas temperaturas durante o desenvolvimento inicial, pois o crescimento de área foliar fica reduzido e uma grande quantidade de radiação é desperdiçada.

Analisando o crescimento em crambe, Kmec et al. (1998) avaliaram diferentes características quantitativas e acabaram notando que o maior índice de área foliar e aumento de biomassa se deu até o início da floração.

Acompanhando o desenvolvimento e produção do crambe durante três anos, Fontana et al. (1998) confirmaram que o ciclo de desenvolvimento da cultura e a produtividade são bastante influenciados pelas condições ambientais. Pouca chuva e baixas temperaturas após a semeadura reduziram a germinação e, conseqüentemente, a densidade de plantas. Altas temperaturas anteciparam o florescimento e reduziram o crescimento vegetativo, levando ao enchimento incompleto dos grãos.

### **5.3.1 Produção de grãos**

A produção total de grãos nas plantas de crambe inoculadas com *X. campestris* pv. *campestris* é apresentada na Figura 3, em função da AACPD, e na Figura 4 em relação às médias de severidade. Apesar dos valores de coeficientes de determinação ( $R^2$ ) relativamente baixos, observou-se correlação entre as médias de severidade e as médias da AACPD.

Coefficientes de determinação relativamente baixos, abaixo de 0,70 são comuns neste tipo de experimento. Para Amorim e Bergamin Filho (2011), esses baixos coeficientes de determinação devem-se principalmente à variação de produção que existe naturalmente entre plantas individuais, devido, sobretudo as condições do ambiente.

Neste contexto podem ser citados os trabalhos de Dallagnol et al. (2006) avaliando os danos no rendimento causados por doenças foliares em arroz irrigado e a eficiência do controle de fungicidas, Godoy e Canteri (2004) que quantificaram o efeito das doenças foliares na cultura da soja, Brito et al. (2007) quantificando os efeitos da cercosporiose no rendimento de milho, Reis et al. (2006) avaliando as interações entre intensidade da doença, refletância da radiação solar e rendimento de grãos no patossistema ferrugem da folha de trigo, e Martinez et al. (2010) avaliando o dano causado por *Bipolaris maydis* em capim Tanzânia.

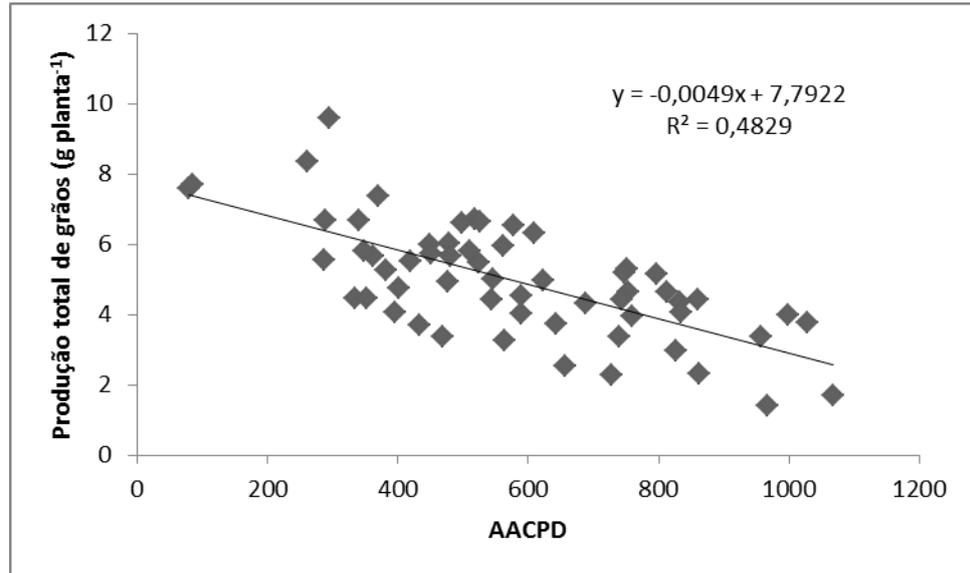


Figura 3: Relação entre a produção de grãos e a AACPD (área sob a curva de progresso da doença) em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.

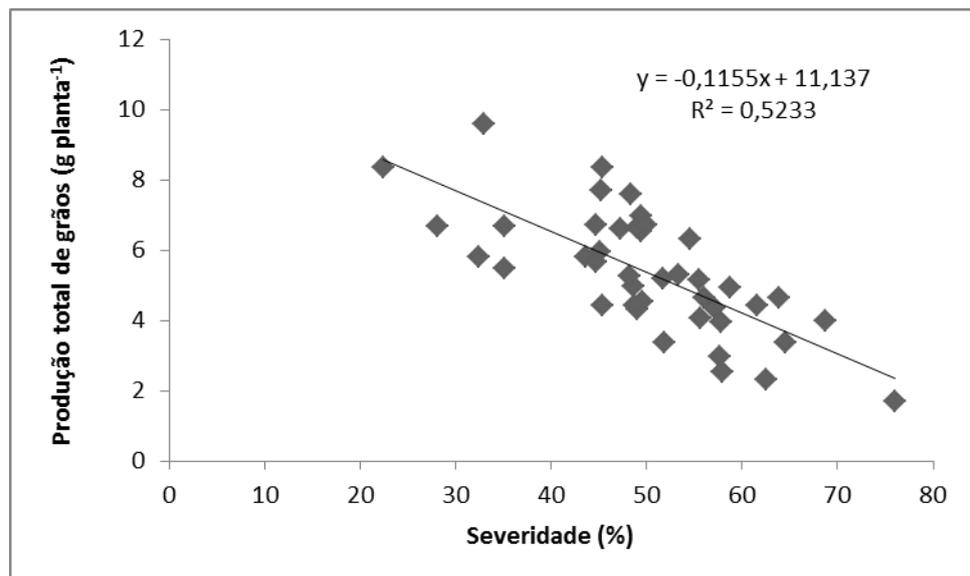


Figura 4: Relação entre produção de grãos e a severidade média em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.

Analisando as figuras acima observa-se que com o incremento da severidade e da AACPD houve redução na produção de grãos, com exceção de algumas plantas que apresentaram elevados índices de produção apesar de serem mais afetadas pela doença, com maiores médias de severidade e AACPD, fato que pode ser explicado pelas diferenças individuais entre as plantas, como esclarecido por Amorim e Bergamim Filho (2011). Sendo assim, a ocorrência da doença afetou

negativamente, de forma linear, a produção de grãos das plantas de crambe inoculadas com *X. campestris* pv. *campestris*.

Considerando-se ainda os dados da figura 4 pode-se afirmar que a cada 1% de aumento da severidade nas plantas de crambe há redução na produção de 0,1155 g planta<sup>-1</sup>. Desta maneira, com severidade média de 50%, pode-se considerar uma redução na produção de 5,775 g planta<sup>-1</sup>, podendo chegar a 8,77 g planta<sup>-1</sup> quando se atinge o índice máximo de severidade que é de 76%, o que corresponde a uma redução de 78,81% na produção de grãos da planta.

Meijer et al., (1994) apud Adamsen e Coffelt (2005) defendem que o número de grãos em crambe é muito afetado pela densidade de plantas, principalmente no início do amadurecimento. Corroborando, os dados de Fontana et al. (1998) demonstram que quanto maior o número de plantas por área, menor será o número de grãos por planta, levando assim a um melhor enchimento dos mesmos.

Já Mastebroek e Lange (1997) concluíram que a produção de sementes é muito sensível às condições ambientais de cada período produtivo. Mastebroek et al. (1994) encontraram grande correlação entre a altura das plantas e a produção de grãos, assim sugerindo que a quantidade de grãos está relacionada à quantidade de biomassa.

Analisando características de crescimento em crambe, Kmec et al. (1998) induziram desfolha nas plantas e observaram que até o início do florescimento, perdas de até 50% de área foliar não provocaram redução no peso ou rendimento de 1000 grãos. Desta maneira, a contínua redução na produção de grãos e no peso de 1000 grãos observados neste estudo pode ser explicado pelo avanço da doença nas plantas e a conseqüente redução da área foliar fotossintética pelo aumento das manchas provocadas por *X. campestris* pv. *campestris*.

### **5.3.2 Peso de 1000 grãos**

Em relação ao peso de 1000 grãos também observou-se correlação entre as médias de severidade e de AACPD (Figuras 5 e 6).

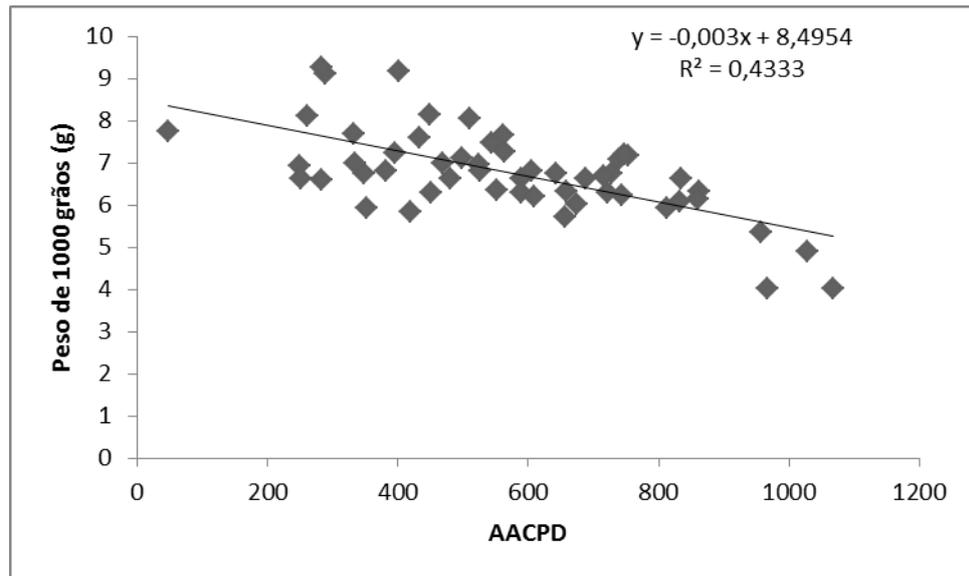


Figura 5: Relação entre o peso de 1000 grãos e a AACPD (área sob a curva de progresso da doença) em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.

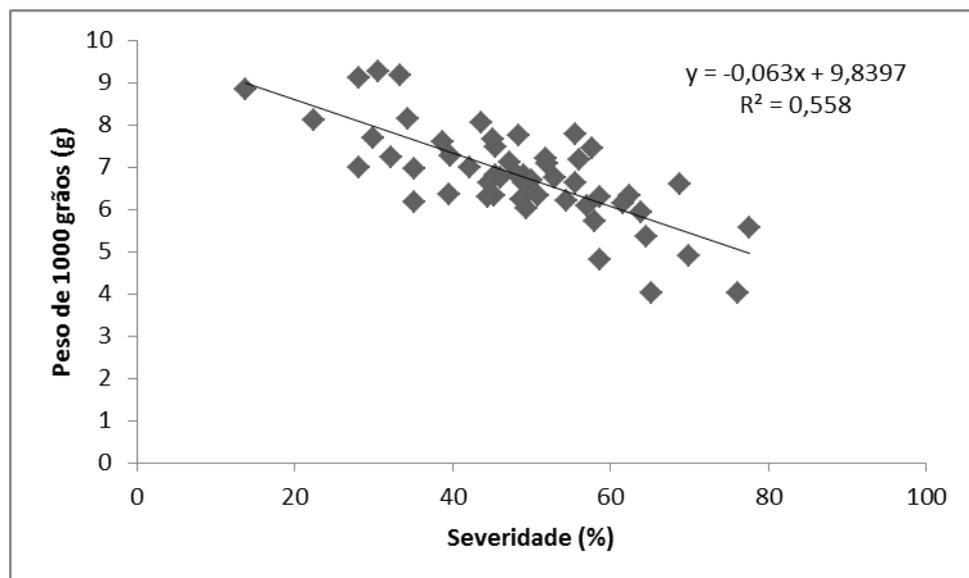


Figura 6: Relação entre o peso de 1000 grãos e a severidade média em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.

Analisando-se a figura 6, de acordo com o coeficiente angular da reta, o aumento de 1% na severidade da doença corresponde a uma redução no peso de 1000 grãos de 0,063 g, podendo chegar a uma perda de 4,8 g quando a severidade atinge o ponto máximo observado, o que equivale a uma redução de 48,66% no peso de 1000 grãos.

No presente experimento a média de peso de 1000 grãos foi de 6,85 g, semelhante ao encontrado por Fontana et al. (1998), que foi de 6,51 g. Já Adamsen e Coffelt (2005), avaliando a cultura em dois anos consecutivos chegaram a médias que variavam de 5,5 g a 7,5 g, não sendo significativamente alteradas pelas diferenças entre as datas de plantio.

Sharma (1980) afirma que as infecções por *X. campestris* podem fazer com que as sementes se tornem menores e mais leves. Adamsen e Coffelt (2005) relatam redução no rendimento de óleo e peso de 1000 grãos em sementeiras tardias, e em áreas com grande densidade de plantas, como também demonstrado por Fontana et al. (1998). Meijer et al. (1994) apud Adamsen e Coffelt (2005) defendem que o peso das sementes é determinado, principalmente, pela radiação solar absorvida durante o período de enchimento de sementes.

Neste contexto é possível compreender os resultados obtidos neste estudo. A inoculação de *X. campestris* pv. *campestris*, no início da fase de floração, causou as manchas foliares, que reduziram a área fotossintética das folhas, explicando assim a redução do peso das sementes à medida que a severidade e a AACPD aumentaram.

### **5.3.3 Rendimento de óleo**

Para o rendimento de óleo das plantas de crambe inoculadas com *X. campestris* pv. *campestris* não observou-se correlação entre os dados (Figuras 7 e 8).

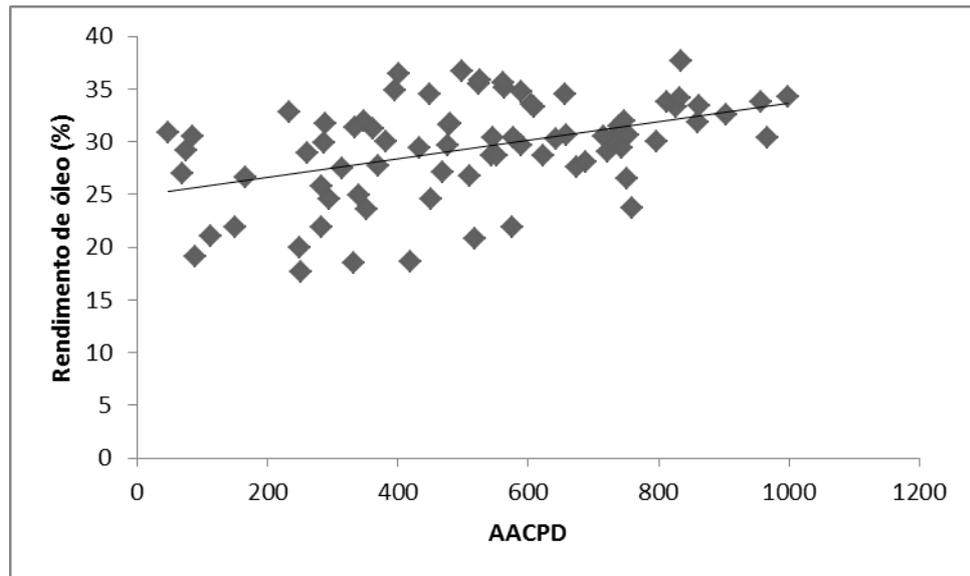


Figura 7: Relação entre o rendimento de óleo e a AACPD (área sob a curva de progresso da doença) em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.

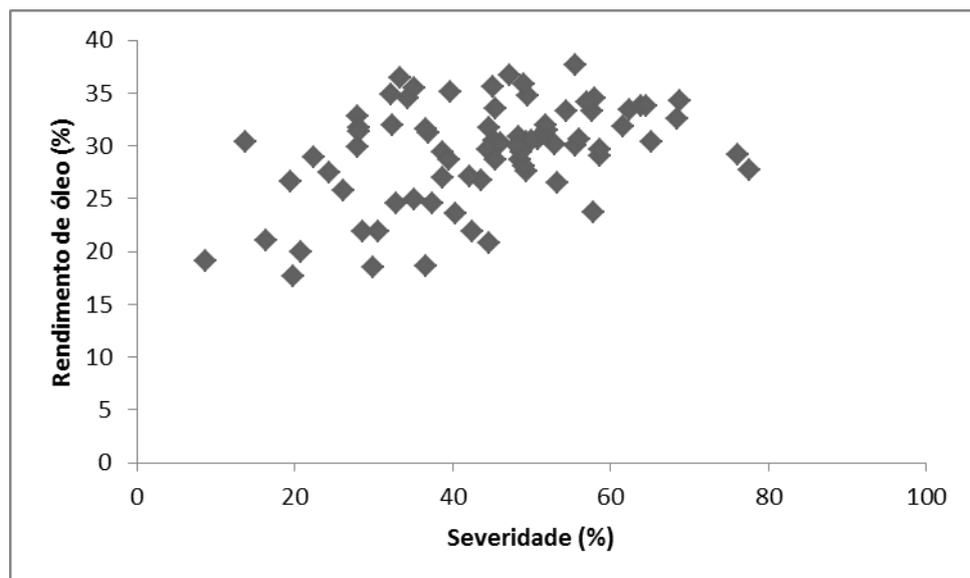


Figura 8: Relação entre o rendimento de óleo e a severidade média em plantas de crambe inoculadas com diferentes concentrações de *X. campestris* pv. *campestris*.

Os fatores que influenciam a expressão do teor de óleo variam entre as diferentes espécies. Em girassol, a radiação solar, associada à temperatura é que influencia no conteúdo de óleo produzido (HARRIS et al., 1978). No caso da soja, o teor de óleo é um caráter poligênico, que responde às condições ambientais durante o desenvolvimento da planta (MIRANDA et al., 1998).

Já na cultura da canola, planta da mesma família do crambe, a temperatura do ar é que determina alteração na duração das fases de desenvolvimento e, por conseguinte, a produção de óleo (KRUGNER et al., 2009). Uzun et al. (2009) destacam também a importância da época correta de semeadura para o rendimento de óleo em canola. As semeaduras tardias diminuíram o rendimento de sementes devido à redução do período reprodutivo e, conseqüentemente, ao potencial período de enchimento de grãos.

Hocking e Stapper (2001) também defendem que a semeadura precoce é essencial para atingir elevados níveis de óleo em canola, já que em semeaduras tardias, o rendimento de grãos sofreu uma redução de até 67%. Além disso, durante o período de enchimento de grãos, a temperatura também é um fator importante, pois a elevação em 1 °C diminuiu a concentração de óleo em 1,7 pontos percentuais.

Admsen e Coffelt (2005) também defendem que a data de plantio adequada é um fator muito importante para a produção final de qualquer cultura. McKay et al. (1995) obtiveram rendimentos de sementes em crambe consideravelmente mais altos com plantios precoces. Atrasos no plantio resultaram em reduções de cerca de 2 pontos percentuais no teor de óleo obtido.

Mackay et al. (1995) e Fontana et al. (1998) demonstraram que altas temperaturas no final do ciclo podem provocar reduções de rendimento, tanto em crambe quanto em canola, reforçando novamente a importância do plantio precoce para bons rendimentos da cultura.

Mastebroek et al. (1994) relatam que o rendimento de grãos e óleo são afetados por condições ambientais como a temperatura, sendo que altas temperaturas provocam reduções de rendimento. Naquele estudo outro fator que reduziu o rendimento de óleo e a produção de sementes foi o ataque de *Sclerotinia* aliada à alta temperatura.

Em soja, Hoffman et al. (1998) identificaram reduções significativas no teor de óleo de algumas cultivares à medida que a incidência de *Sclerotinia sclerotiorum* aumentou. Na cultura da canola, Del Rio et al. (2007) também identificaram diminuição do potencial rendimento da cultura na presença do referido patógeno.

Neste trabalho, apesar de não ser observada correlação entre o rendimento de óleo e a severidade da doença, a média final de rendimento de óleo obtido foi de

29,8%, abaixo do referenciado pela literatura, que vai de 36 a 38% (PITOL et al., 2010).

Utilizando a mesma metodologia, Ferreira e Silva (2011) relatam rendimento de óleo em crambe de 26,61%. Machado et al. (2011), obtiveram rendimento de aproximadamente 31% na prensagem a frio de grãos descascados, ressaltando que quando a prensagem do grão se fez com casca a obtenção de óleo diminuiu, passando à ordem de 26%.

YouPing e Peng (1995) também alcançaram rendimento de óleo de 31,2%, com sementes descascadas, já Lazzeri et al. (1995) obtiveram rendimentos de 24 a 37% e MacKay et al. (1995) chegaram a médias de 29 a 26%, dependendo da data de plantio, sem, no entanto, definir qual foi a metodologia de extração.

Fontana et al. (1998) atingiram rendimentos de óleo de 35,1%, e Admansen e Coffelt (2005) relatam concentrações variando de 33,8% a 45%, ressaltando, no entanto, que a técnica utilizada para medida foi ressonância magnética nuclear.

Para Falasca et al. (2010) uma das vantagens do crambe é a uniformidade de maturação dos grãos, que permite colheita mecanizada. No entanto, neste experimento observou-se maturação bastante desigual dos grãos, concordando com relatos de produtores do Mato Grosso do Sul, que sugerem como característica a ser melhorada na cultura, justamente a falta de uniformidade na maturação dos grãos, o que acaba prejudicando a colheita e a qualidade do biodiesel produzido.

Jablonski (1962) apud Matebroek et al., (1994) defende que o teor de óleo das sementes tende a aumentar até a completa maturação dos grãos, sendo assim, baixos rendimentos de óleo podem ser provocados pela quantidade de grãos verdes no momento da colheita. Desta forma, neste trabalho o rendimento de óleo abaixo do referenciado na literatura pode ser explicado pela falta de uniformidade de amadurecimento dos grãos.

De maneira semelhante, Mastebroek et al. (1994) relatam que quando condições ambientais favoreceram o prolongamento do período de floração e formação de ramos primários, o período de enchimento e maturação de grãos diminui, culminando com reduzido teor de óleo.

O crambe é uma oleaginosa com potencial produtivo a ser explorado, principalmente por ser uma cultura de ciclo curto, proporcionar bom rendimento de óleo, boa resistência a baixas temperaturas, sem grandes necessidades de umidade, além de apresentar baixo custo de produção, se comparado à culturas

como soja e canola como já constatado por Jasper et al. (2010) . No entanto, existem características que precisam ser melhor avaliadas, como a questão da maturação dos grãos, o próprio rendimento energético e a possibilidade da cultura abastecer adequadamente o mercado de matéria prima ao biodiesel.

Para Dabdoub et al. (2009), os fatores que devem orientar as pesquisas e o sucesso do biodiesel são: composição química do óleo, grande rendimento energético por unidade de área e a produção abundante a custos reduzidos. Assim, produtividades na faixa de 400 a 500 Kg hectare.ano<sup>-1</sup>, como no caso da soja, inviabilizam economicamente a produção de biodiesel sem subsídios, quando comparado à produção do dendê (palma africana) que pode render até 6.000 Kg hectare.ano<sup>-1</sup>. Neste sentido, podem se sugerir outras avaliações da real aptidão do crambe, com produtividade em torno de 1.000 a 1.500 Kg/hectare, como registrados por Pitol et al. (2010) e Jasper et al. (2010) para produção de óleo vegetal para fabricação de biodiesel.

#### 5.4 CONCLUSÕES:

A partir dos resultados pode-se afirmar que no patossistema crambe- *X. campestris* pv. *campestris* a severidade pode ser usada como parâmetro para a quantificação de danos, já que assim como a AACPD foi representativa para a epidemia. Além disso, as manchas foliares causadas por *X. campestris* pv. *campestris* influenciam os componentes produtivos em crambe, reduzindo a produção e o peso das sementes na cultura.

## 5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ADAMSEN, F. J.; COFFELT, T. A. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. **Industrial Crop and Products**. v. 21. p. 293- 307. 2005.

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5<sup>th</sup> ed. San Diego: Elsevier Academic Press. 2005. p. 207- 248.

AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A. Fenologia, patometria e quantificação de danos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e Conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011 p. 517- 540.

BATTISTI, R.; PILAU, F. G.; SOMAVILLA, L.; SCHWERZ, L. Correlação entre condições meteorológicas com índice de área foliar máximo e produtividade de crambe na região do Médio Alto Uruguai. In: 26<sup>a</sup> Jornada Acadêmica Integrada. **Anais**. 2011.

BEDENDO, I. Bactérias FITOPATOGÊNICAS. In: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.1. Princípios e conceitos. São Paulo. Agronômica Ceres. 2011. p.207- 225.

BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais: Epidemiologia e controle econômico**. São Paulo. Agronômica Ceres. 1996.

BRITO, A. H.; VON PINHO, R. G.; POZZA, E. A.; PEREIRA, J. L. A. R.; FARIA FILHO, E. M. Efeito da cercosporiose no rendimento de híbridos comerciais de milho. **Fitopatologia Brasileira**. v. 32. n. 6. p. 472- 479. 2007

CARRIJO, I. V.; RÊGO, A. M. Doenças das brássicas. In: ZAMBOLIN, L.; VALE, F. X. R.; COSTA, H. **Controle de doenças de plantas- hortaliças**. Vol. 1. 444p. 2000.

DABDOUB, M. J.; BRONZEL, J. L.; RAMPIN, M.A. Biodiesel: Visão crítica do status atual e perspectivas na academia e na indústria. **Química Nova**. v. 32. n. 3. p. 776- 792. 2009.

DALLAGNOL, L. J.; NAVARINI, L.; BALARDIN, R. S.; GOSENHEIMER, A.; MAFFINI, A. A. Danos das doenças foliares na cultura do arroz irrigado e eficiência de controle dos fungicidas. **Revista Brasileira de Agrociências**. v. 12. n. 3. p. 313- 318. 2006.

DANE, F.; SHAW, J.J. Survival and persistence of bioluminescent *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* on host and non-host plants in the field environment. **Journal Applied Bacteriology**. v.80. n. 1. p. 73- 80. 1996.

DEL RIO, L. E.; BRADLEY, C. A.; HENSON, R. A.; ENDRES, G. J.; HENSON, B. K.; MACKAY, K.; HALVORSON, M.; PORTER, P. M.; LE GARE, D. G.; LAMEY, H. A. Impact of *Sclerotinia* stem rot on yield of canola. **Plant Disease**. v. 91. p. 191-194. 2007.

FALASCA, S. L.; FLORES, N.; LAMAS, M. C.; CARBALLO, S. M.; ANSCHAU, A. *Crambe abyssinica*: an almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. **International Journal of Hydrogen Energy**. v. 35. p. 5808-5812. 2010.

FERREIRA, F. L.; SILVA, A. R. B. Produtividade de grãos e teor de óleo na cultura do crambe sob diferentes sistemas de manejo de solo em Rondonópolis-MT. **Enciclopédia Biosfera. Centro Científico Conhecer**. v. 7. n. 12. p. 01- 11. 2011.

FONTANA, F.; LAZZERI, L.; MALAGUTI, L.; GALLETTI, S. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. **European Journal of Agronomy**. n. 9. p. 117- 126. 1998.

FREITAS, M. E. **Comportamento agrônomo da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) em função do manejo empregado**. Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados. 2010.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeito da severidade de oídio e crestamento foliar de cercospora na produtividade da cultura de soja. **Fitopatologia Brasileira**. v. 29. n. 5. p. 526- 531. 2004.

HARRIS, H. C.; McWILLIAM, J. R.; MASON, W. K. Influence of temperature on oil and composition of sunflower seed. **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 29. p. 1203- 1212. 1978.

HIKISHIMA, M.; CANTERI, M. G.; GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; SILVA, A. J. Quantificação de danos e relação entre severidade, medidas de refletância e produtividade no patossistema ferrugem asiática da soja. **Tropical Plant Pathology**. v. 35. n. 2. p. 096- 103. 2010.

HOCKING, M.; STAPPER, P.J. Effects of sowing time and nitrogen fertiliser on canola and wheat, and nitrogen fertiliser on Indian mustard. I. Dry matter production, grain yield, and yield components. **Australian Journal Research**. v. 52. n. 6. p. 623- 634. 2001.

HOFFMAN, D. D.; HARTMAN, G. L.; MUELLER, D. S.; LEITZ, R. A.; NICKELL, C. D.; PEDERSEN, W. L. Yield and seed quality of soybean cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. **Plant Disease**. v. 82. n. 7. p. 826- 829. 1998.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. **Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivates**. v. 51. p. 2503- 2525. 1979.

JABLONSKI, M. Beiträge zur Keimungsphysiologie und zur Beurteilung des Gebrauchswertes von Früchten der Krambe (*Crambe abyssinica* Hochst). **Albrecht- Thae- Archiv**. v. 6. n. 9. p. 649- 655. 1962.

JASPER, S.P.; BIAGGIONI, M. A. M.; SILVA, P.R.A. Comparação do custo de produção do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) com outras culturas oleaginosas em sistemas de plantio direto. **Revista Energia na Agricultura**. v. 25. n. 4. p. 141-153. 2010.

JOHNSON, B. G.; MCKAY, B.L.; SCHNEITER, K,R.; HANSON, A.A.; SCHATZ, B. K. Influence of planting date on canola and crambe production. **Journal of Production Agriculture**. v. 8. n. 4. p. 594- 599. 1995.

KMEC, P. W.; MILBRATH, M. J.; SCHATZ, L. R.; HANZEL, B. G.; HANSON, J.; ERIKSMOEN, B. K.; Growth analysis of crambe. **Crop Science**. v. 38. n. 1. p. 108- 112. 1998.

KRUGNER, C. A. M. B.; MEDEIROS, S. L. P.; UBESSI, C.; GAVIRAGHI, J.; SILVA, J. A. G. Relações de caracteres adaptativos e do teor de óleo em canola ligados aos elementos meteorológicos. In: XX Congresso de Iniciação científica e III Mostra Científica UFPEL. **Anais eletrônicos**. 2011.

KRUGNER, C. A. M. B.; SILVA, A. J.; MEDEIROS, S. L. P.; VALENTINI, A. P. F.; ZAMBONATO, F.; WAGNER, J. F.; MARTINS, J. A. K.; GAVIRAGHI, F.; BATISTI, G. Soma térmica e seus efeitos nos caracteres adaptativos e de produção na cultura da canola. In: XVIII Congresso de Iniciação Científica UFPEL. **Anais eletrônicos**. 2009.

KUHN, O. J.; PORTZ, R. L.; STANGARLIN, J. R.; MONTALVÁN, R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; FRANZENER, G. Efeito do extrato aquoso de cúrcuma (*Curcuma longa*) em *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Semina. Ciências Agrárias**. v. 27. n. 1. p. 13- 20. 2006.

LAGHETTI, G.; PIERGIOVANI, A. R.; PERRINO, P. Yield and oil quality in selected lines of *Crambe abyssinica* Hochst. Ex. R.E. Fries and *C. hispanica* L. grown in Italy. **Industrial Crops and Products**. v. 4. p. 203- 212. 1995.

LAZZERI, M; LAPENTA, L.; SANTANGELO, E.; MALAGUTI, E.; VENTRELLA, L.; PINHEIRO, D. *Crambe abyssinica* Hochst. Ex R. E. Fries: agronomic performance and oil quality in three locations in Italy. **Agricultura Mediterranea**. v. 125. n. 3. p. 251- 266. 1995.

MACHADO, M. S.; BRASIL, A. N.; OLIVEIRA, L. S.; NUNES, D. L. **Estudo do crambe (*Crambe abyssinica*) como fonte de óleo para produção de biodiesel**. Disponível em:< [http://www.enerbio.ind.br/wp-content/uploads/2011/05/Artigo\\_Crambe\\_RBTB.pdf](http://www.enerbio.ind.br/wp-content/uploads/2011/05/Artigo_Crambe_RBTB.pdf)>. Acesso em: 13 dez. 2011.

MACKAY, K.R.; SCHNEITER, A.A; JOHNSON, B. L.; HANSON, B. K.; SHATZ, B.G. Influence of planting date on canola and crambe production. **J. Prod. Agric.** v. 8. p. 594- 599. 1995.

MARINGONI, A. C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Edt.). **Manual de Fitopatologia**. Vol.2. Doenças de plantas cultivadas. São Paulo. Agronômica Ceres. 2005. p. 285- 291.

MARTINEZ, A. S.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R. Dano causado por *Bipolaris maydis* em *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 31. n. 4. p. 863- 870. 2010.

MASTEBROEK, H. D.; LANGE, W. Progress in a crambe cross breeding programme. **Industrial Crops and Products**. v. 6. p. 212- 227. 1997.

MASTEBROEK, H. D.; WALLENBURG, S.C.; van SOEST, L. J. M. Variation for agronomic characteristics in crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. Ex Fries). **Industrial Crops and Products**. v. 2. p. 129- 136. 1994.

MAUDE, R. B. **Seedborne diseases and their control: principles and practice**. Cab International. Wallingford. UK. 1996.

MEIJER, W. J. M.; MASTABROEK, H. D.; MATHIJSSSEN, E. W. J. M. Influence of temperature and radiation on components of seed yield in crambe (*Crambe abyssinica*). In: HENNINK, S.; van SOEST, L. J. M.; PITHAN, K; HOF, L. (Edt.). **Alternative oilseed and fibre crops for cool and wet regions of Europe**. Netherlands. 1994. p. 122- 129.

MEIJER, W. J. M.; MATHIJSSSEN, E. W.J.M.; KREUZER, A. D. Low pod numbers and inefficient use of radiation are major constraints to high productivity in Crambe crops. **Industrial crops and Products**. v. 19. p. 221- 233. 1999.

MIHAIL, J. D.; TAYLOR, S. J.; VERSLUES, P.E.; HODGE, N.C. Bacterial blight of *Crambe abyssinica* in Missouri caused by *Xanthomonas campestris*. **Plant Disease**. v. 77. n. 6. p. 569- 574. 1993.

MIRANDA, Z. F. S.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; OLIVEIRA, M. F. Soybean seed oil content: genetic control under different photoperiods. **Genetics and Molecular Biology**. v. 21. n 3. 1998.

MOERS, E. M.; STANGARLIN, J.R. Levantamento de doenças na cultura do crambe (*Crambe* Hochst *abyssinica*) cultivados em Cascavel, região Oeste do Paraná. In: 4º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e 7º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. **Anais**. 2010. P. 239.

PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracaju. Fundação MS. 1ª ed. 2010.

PORTZ, R. L.; KUHN, O. J.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R. Caracterização de isolados de *Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*. **Acta Scientiarum. Agronomy**. v. 28. n. 3. p. 413- 419. 2006.

REIS, E. M.; LEITES, A.; FORCELINI, C. A. Relações entre intensidade da doença, refletância da radiação solar e rendimento de grãos no patossistema

ferrugem da folha de trigo Embrapa 16. **Fitopatologia Brasileira**. v. 31. n. 5. p. 447- 454. 2006.

ROMEIRO, R. S. **Métodos em bacteriologia de plantas**. Viçosa. Editora UFV. 2001. p. 33- 36.

SHANER, G.; FINNEY, R. E. The effect of nitrogen fertilization the expression of slow mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**. v. 67. p. 1051- 1056. 1977.

SHARMA, S.L. Control of black rot of cauliflower by hot water seed treatment and field sprays with streptomycin. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**. v. 11. n. 1. p. 17- 20. 1980.

SILVA, M. R. **Diversidade genética de *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* no Brasil**. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2006.

STRASIL, Z.; SCALA, J. The effect of site conditions and nitrogen fertilization on the yield of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.). **Rostlinna Vyroba**. v. 43. n. 3. p. 143- 148. 1997.

STRASIL, Z. The structure of yield of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst.) in relationship to weed infestation at different sowing rate and nitrogen fertilization. **Scientia Agriculturae Bohemica**. v. 32. n. 2. p. 97- 110. 2001.

SZCZEBIOT, M. Effect of mineral fertilization on yielding of spring flax and crambe. **Rosliny Oleiste**. v. 23. n. 1. p. 141- 150. 2002.

TOILLIER, S. L.; IURKIV, L.; MEINERZ, C. C.; BALDO, M.; VIECELLI, C. A.; KUHN, O. J.; SCHWAN- ESTRADA, K. R.F.; STANGARLIN, J. R. Controle de cretamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) e alterações bioquímicas em feijoeiro induzidas por *Pycnoporus sanguineus*. **Arquivos do Instituto Biológico**. v. 77. p. 99- 110. 2010.

UZUN, O.; ZENGN, B.; FURAT, U.; AKDESR, O. Sowing date effects on growth, flowering, oil content and seed yield of canola cultivars. **Asian Journal of Chemistry**. v. 21. n. 3. P. 1957- 1965. 2009.

WANG, Y.P.; TANG, J.S.; CHU, C. Q.; TIAN, J. A preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products**. v. 12. p. 47- 52. 2000.

WILLIAMS, P. H. Black root: a continuing threat to world crucifers. **Plant Disease**. v. 64. n. 8. p. 736- 742. 1980.

YOUPIPING, W.; PENG, L. Observation of the agronomic characters of *Crambe abyssinica* and a comprehensive evaluation of the plant. **Oil crops of China**. v. 17. n. 1. p 16- 18. 1995.

## 6. CONCLUSÕES GERAIS

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que as sementes utilizadas para o cultivo de crambe na região Oeste do Paraná apresentam incidência de fungos e bactérias, informação relevante, pois os patógenos podem tornar-se inóculo inicial para algumas doenças. Além disso, foram identificados *Fusarium* sp. causando *damping off* em plantas jovens, e em plantas adultas, manchas de *Alternaria* sp. e podridão negra causada por *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

A presença de *X. campestris* pv. *campestris* influenciou os componentes produtivos do crambe, de modo que a produção o peso das sementes diminuíram em função do aumento da severidade e da AACPD. Para o patossistema crambe- *X. campestris* pv. *campestris* a severidade pode ser usada como parâmetro para a quantificação de danos, já que assim como a AACPD foi representativa para a epidemia.

## ANEXO:

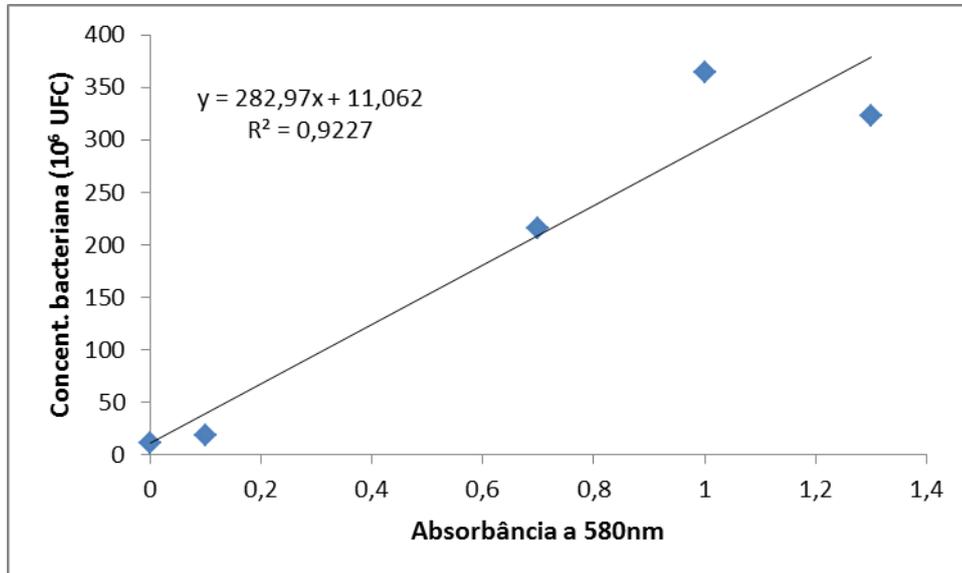


Figura 1: Ajuste da reta de concentração da bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (em unidades formadoras de colônias- UFC) em função da absorbância a 580 nm.