



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

THIAGO OMETTO ZORZENONI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ANÁLISE DE  
CRESCIMENTO DE CRAMBE E CANOLA JUNCEA PARA A  
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

---

Londrina  
2015

THIAGO OMETTO ZORZENONI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ANÁLISE DE  
CRESCIMENTO DO CRAMBE E CANOLA JUNCEA PARA A  
PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Bioenergia como parte das  
exigências para a obtenção de título de Mestre  
em Bioenergia, Área de Concentração de  
Biocombustíveis

Orientador: Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi  
Prete.

Londrina  
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

Z88d Zorzenoni, Thiago Ometto.  
Desempenho agrônomo e análise de crescimento do crambe e canola juncea para a  
produção de biodiesel / Thiago Ometto Zorzenoni. – Londrina, 2015.  
58 f. : il.

Orientador: Cássio Egídio Cavenaghi Prete.  
Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de  
Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Bioenergia, 2015.  
Inclui bibliografia.

1. Biodiesel – Teses. 2. Plantas oleaginosas na produção de biodiesel – Teses. 3.  
Crambe – Teses. 4. Agricultura – Experimentação – Teses. 5. Canola – Teses. I.  
Prete, Cássio Egídio Cavenaghi. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de  
Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia. III. Universidade Estadual de  
Maringá. IV. Universidade Estadual de Ponta Grossa. V. Universidade Estadual do Centro-  
Oeste. VI. Universidade do Oeste do Paraná. VII. Universidade Federal do Paraná. VIII.  
Título.

CDU 662.755

THIAGO OMETTO ZORZENONI

**DESEMPENHO AGRONÔMICO E ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE  
CRAMBE E CANOLA JUNCEA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Bioenergia como parte das  
exigências para a obtenção de título de Mestre  
em Bioenergia, Área de Concentração de  
Biocombustíveis

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dr. Cássio Egídio Cavenaghi  
Prete  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Profa. Dra. Carmen Luisa Barbosa Guedes  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof. Dr. Pedro Mário de Araújo  
Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR

Londrina, 20 de março de 2015.

Dedico este trabalho aos meus pais João Airton e Neuza e a meu irmão Fernando.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por ter saúde e toda ajuda concebida em minha caminhada.

À meus pais, João Airton Zorzenoni e Neuza Maria Ometto Zorzenoni por todo apoio e incentivo recebido.

Este trabalho teve a colaboração de inúmeras pessoas, a qual deixaram a sua contribuição e através da dedicação delas, pode ser concluído. Agradeço as seguintes pessoas que dedicaram o seu tempo, um item tão valioso e escasso nos dias de hoje:

Ao professor Cássio por ter aceito ser meu orientador e com seu entusiasmo e motivação, me ajudou durante todas as etapas do mestrado.

À professora Carmen pela confiança depositada e pelo seu apoio.

À todos os funcionários da Fazenda Escola, em particular: Ângelo Pontes de Almeida, Antônio Nunes, Claudinei da Silva Fernandes, José Ricardo Ferreira, José Leonardo Bruno, Lauro Padilha, Jair Fortunato de Lima e Rogério Stefano Martins.

Aos amigos Aguinaldo Pacheco de Andrade e Leandro Higashibara (CBT), pela valiosa colaboração ao longo de todas as etapas do experimento, inclusive propondo sugestões importantes.

Ao IAPAR pela concessão da hospedagem durante o mestrado e ao Dr. Pedro Mário de Araújo e Laércio da Silva (Rochinha) pela atenção disponibilizada, nos orientando com valiosas informações a respeito das culturas oleaginosas de inverno.

À Fundação MS, aos engenheiros agrônomos Ms Carlos Pitol e Dr. Renato Roscoe e a IBSS, aos engenheiros agrônomos Gilberto Grando e Franciele Fatima Trentine pelas sementes doadas e por toda atenção disponibilizada com as informações sobre a cultura do crambe e da canola.

Ao professor Ciro Sumida pelas avaliações fitossanitárias das plantas do experimento.

Aos produtores Laurindo Higashibara, Sérgio Higashibara, Humberto Uemura e ao eng. agrônomo Kendi Higashibara pelas informações sobre a cultura da canola e pelo auxílio na determinação dos coeficientes técnicos.

Ao Jair Fonseca e Rafael Lopes pelo fornecimento dos produtos fitossaniários utilizados no experimento.

À Dedini S/A Indústrias de Base por ter flexibilizado as minhas jornadas de trabalho e por ter concedido licença, a qual foi fundamental para permitir a dedicação as aulas do mestrado e principalmente a realização do experimento.

Aos amigos pelo apoio e incentivo, Graziela Tedardi, Paulo Contador Zaccheo, Solange Ramos, Ricardo Okumura, Daiane de Cinque Mariano, Juliano Luiz Schneider, Marlei Baglioni e Daniele Bermani Magrini.

À minha namorada, Dione Mieko Chung pelo carinho e pelo apoio durante essa etapa.

Aos amigos Fábio Cajamarca e Andres Lancheros por todas as instruções sobre a técnica de determinação do teor de óleo.

À Fernando Luiz Massaro Jr, pela autorização para realizar as determinações do teor de óleo no Laboratório de Nutrição Animal e também a Tania Mara Sedemaka Milani pelo auxílio prestado.

Aos demais colegas do Mestrado de Bioenergia pelo companherismo durante esses dois anos de convivência.

ZORZENONI, Thiago Ometto. **Desempenho agrônomo e avaliação de crescimento de crambe e canola juncea para a produção de biodiesel**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

O elevado custo das tradicionais matérias-primas e a sua limitada disponibilidade para a produção de biodiesel, dificultam a expansão da produção e o consumo desse biocombustível em varias partes do mundo, inclusive no Brasil. No Paraná existe a possibilidade de produzir oleaginosas de ciclo curto no periodo de entre-safra das culturas de verão e inverno nos locais onde se antecipam a semeadura do milho safrinha, e assim, complementando as matérias primas tradicionais para a produção de biodiesel. Com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo e o crescimento de crambe e canola juncea em diferentes épocas de semeadura, focando a implantação dessa cultura entre os intervalos das safras de verão e inverno, as cultivares FMS Brilhante e Terola 25A85 foram avaliadas em três épocas de semeadura (15/05, 01/06 e 15/06/14), com dois tratamentos fitossanitários (com a aplicação do fungicida trifloxistrobina + protioconazol e testemunha, sem aplicação). Os parâmetros analisados para essas duas espécies oleaginosas foram altura de plantas, peso de mil sementes, produtividade de grãos, teor de óleo e produtividade de óleo. As épocas de semeadura tiveram influência apenas na altura de plantas para o crambe, e para a canola juncea houve efeito significativo para altura de plantas, produtividade de grãos e produtividade de óleo. A melhor época de semeadura para a canola juncea foi a primeira época de semeadura (15/05/14). A aplicação de fungicida proporcionou maior produtividade de grãos para o crambe e para a canola juncea, maior peso de mil sementes, produtividade de grãos e produtividade de óleo. Ambas as culturas não produziram de forma satisfatória, não sendo viáveis como terceira safra em Londrina-PR no ano de 2014 devido as condições climáticas, além da incidência de doença bacteriana no crambe. Em relação a avaliação do crescimento, conforme as semeaduras são tardias, menor é a duração do ciclo e a produção de biomassa.

**Palavras-chave:** Crambe. Canola juncea. Época de semeadura. Biodiesel. Matérias-primas alternativas para a produção de biodiesel.

ZORZENONI, Thiago Ometto. **Agronomical performance and growth evaluation of crambe and juncea canola for biodiesel production**. 2014. 58 f. Dissertação (Mestrado em Bioenergia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

### **ABSTRACT**

The high cost of traditional feedstock and their limited availability for biodiesel production, prevent the expansion of production and consumption of biofuels in several parts of the world, including Brazil. In Paraná there is the possibility of producing oilseed crop with short cycle period between harvests of summer and winter crops in places where they anticipate the sowing of corn, and thus complementing the traditional feedstock for biodiesel production. In order to evaluate the agronomic performance and growth of crambe and juncea canola in different sowing dates, focusing on the implementation of this culture among the intervals of summer and winter seasons, the FMS Brilhante cultivars and Terola 25A85 were evaluated in three sowing dates (05/15, 06/01 e 06/15/14), with two phytosanitary treatments (with the application of the fungicide trifloxystrobin + prothioconazole and without fungicide). The parameters analysed for these two oilseeds were plant height, thousand seed weight, grain yield, oil content and oil yield. The sowing dates had had influence only on plant height for crambe and, for juncea canola a significant effect on plant height, grain yield and oil yield. The best sowing date for juncea canola was the first sowing date (15/05). The fungicide application gave higher grain yield for crambe and for juncea canola, higher thousand seed weight, grain yield and oil yield. Both cultures did not produce satisfactorily, not being viable as a third crop in Londrina in the year of 2014 due to climatic conditions, plus the incidence of bacterial disease in crambe. Regarding the evaluation of growth, as the seedlings are delayed, the lower the duration of the cycle and biomass production.

**Keywords:** Crambe. Canola juncea. Sowing date. Biodiesel. Alternative Feedstocks for biodiesel production.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Inserção do crambe e canola juncea entre as safras de verão e inverno.....	18
<b>Figura 2</b> – Relação genética entre as diferentes espécies de brássicas .....	24
<b>Figura 3</b> – Faixa onde mundialmente se cultivam colza/canola, compreendendo as latitudes de 35 e 55 ° N .....	24
<b>Figura 4</b> – Precipitação, irrigação e temperaturas médias durante o período de cultivo .....	29
<b>Figura 5</b> – Danos causados pela ocorrência de granizo na chuva do dia 25/08 .....	31
<b>Figura 6</b> – Plantas atacadas pela podridão negra (a) e danos causados na formação do stand (b) .....	35
<b>Figura 7</b> – Principais fases fenológicas da canola juncea e as condições climáticas ocorridas durante o experimento .....	40
<b>Figura 8</b> – Folhas (a) e inflorescências (b) atacadas pela ferrugem branca.....	42
<b>Figura 9</b> – Acúmulo de biomassa da canola juncea e do crambe com semeadura nas datas de 15/05, 01/06 e 15/06/14 .....	46

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Resultados da análise química do solo nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m, antes da implantação do experimento em 2014, Londrina .....	28
<b>Tabela 2</b> – Parâmetros de produtividade em diferentes épocas de semeadura e manejo fitossanitário de crambe.....	34
<b>Tabela 3</b> – Parâmetros de produtividade em diferentes épocas de semeadura e manejo fitossanitário de canola juncea.....	39
<b>Tabela 4</b> – Duração (número de dias) das principais fases fenológicas do crambe .....	44
<b>Tabela 5</b> – Duração (número de dias) das principais fases fenológicas da canola juncea .....	44

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAFC	Agriculture and Agri-Food Canada
AOCS	American Oil Chemists' Society
cvs	Cultivares
DAE	Dias Após a Emergência
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GRDC	Grains Research & Development Corporation
IAPAR	Instituto Agronômico do Paraná
PMS	Peso de Mil Sementes
SWP	Saskatchewan Wheat Pool
i.a.	Ingrediente Ativo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1	CONTEXTO ATUAL PRODUÇÃO DE BIODIESEL E A INSERÇÃO DO CRAMBE E DA CANOLA JUNCEA COMO MATÉRIAS PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL.....	16
2.2	CRAMBE .....	18
2.2.1	Características Gerais.....	18
2.2.2	Épocas de Semeadura.....	21
2.2.3	Doenças .....	22
2.3	COLZA / CANOLA .....	23
2.3.1.	Características gerais.....	23
2.3.2	<i>Brassica juncea</i> .....	25
2.3.2.1	Características gerais.....	25
2.3.2.2	Épocas de semeadura .....	26
2.3.2.3	Doenças .....	26
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>28</b>
3.1	DESEMPENHO AGRONÔMICO .....	28
3.2	ANÁLISE DE CRESCIMENTO.....	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>34</b>
4.1	DESEMPENHO AGRONÔMICO .....	34
4.1.1	Crambe .....	34
4.1.2	Canola juncea .....	38
4.2	ANÁLISE DE CRESCIMENTO.....	44
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>47</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>48</b>

<b>APÊNDICE</b> .....	54
APÊNDICE A.1 – Custo operacional para a produção de 1 hectare de crambe na região de Londrina, PR .....	55
APÊNDICE A.2 – Análise de sensibilidade para a produção de 1 hectare de crambe na região de Londrina, PR .....	56
APÊNDICE B.1 – Custo operacional para a produção de 1 hectare de canola juncea na região de Londrina, PR .....	57
APÊNDICE B.2 – Análise de sensibilidade para a produção de 1 hectare de canola juncea na região de Londrina, PR .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

Os triglicerídeos produzidos pelas oleaginosas são uma das fontes mais concentradas de energia na forma de carbono reduzido, disponível na natureza. Devido a similaridade química, as oleaginosas representam um substituto lógico do diesel convencional através do biodiesel (DURRETT, 2008).

O biodiesel é um combustível para uso em motores a combustão interna com ignição por compressão, renovável, biodegradável, derivado de óleos e gorduras animais, o qual pode substituir parcialmente ou totalmente o óleo diesel de origem fóssil (BRASIL, 2005; VAN GERPEN, 2005).

Para que o biodiesel possa suprir em maior proporção as necessidades atuais e futuras de biocombustíveis para a humanidade, os grandes desafios a serem vencidos são a questão da disponibilidade limitada de matéria prima (DURRETT, 2008) e o seu elevado custo (CHEAH et al., 2010).

Diante disso, devem-se buscar o desenvolvimento de matérias-primas alternativas para a complementação das atuais, não somente contribuindo para o aumento da disponibilidade, mas também produzindo esta matéria-prima a um custo compatível com o óleo diesel mineral.

Os grãos das plantas anuais são a grande fonte de óleo vegetal, as quais incluem a soja, colza/canola, algodão, girassol, amendoim e milho. Muito das oleaginosas não são fontes somente de óleo, mas de proteína e em muitos casos essa parte que possui maior valor agregado. Como segunda vasta fonte de óleo vegetal, temos os óleos provenientes de frutos, como o de palma, coco e oliva (O'BRIEN, 1998).

O óleo de soja é responsável por 90% do óleo vegetal produzido no país (UBRABIO, 2010; FERRÉS, 2012), sendo a principal matéria-prima utilizada para a produção de biodiesel. Devido a uma única cultura de verão suprir praticamente toda a produção de óleo vegetal, é necessário a identificação de culturas oleaginosas de inverno, para a manutenção do fluxo de matéria-prima para a produção de biodiesel (MOURA, 2012) permitindo a expansão da produção e consumo desse biocombustível. Assim as diferentes espécies de oleaginosas de inverno constituem uma boa oportunidade para complementar a matriz de óleos vegetais.

As espécies do gênero *Brássica* e *Crambe*, como *B. juncea*, *B.*

*carinata* e *C. abyssinica* tem recentemente se destacado por possuir melhor adaptabilidade a condições sub-ótimas para o cultivo em comparação *B. napus* (CARDONE, 2003).

A qualidade de canola *Brassica juncea*, foi desenvolvida para complementar a canola *B. napus* para ser cultivado em áreas quentes e com pouca precipitação (WIJESUNDERA, et al. 2008), além de possuir a vantagem de ser mais resistente a abertura das síliquas (BURTON, 2003), permitindo a colheita direta pela colhedeira combinada (GAN, 2008).

O teor de óleo da canola *juncea* é de 38-42% (SHEKHAWAT et al., 2012), possuindo o óleo de canola, cerca de 6% de ácido graxo saturado, a qual é o menor que qualquer outro óleo vegetal e com isso, apresenta boa propriedade a temperaturas frias, o que torna o óleo de canola desejável como material base para o biodiesel (PAVLISTA et al., 2011).

O crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) inicialmente foi pesquisado como uma cultura para cobertura de solo em sistema de plantio direto (PITOL, 2008) e mais recentemente, com o desenvolvimento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel, foi introduzida como cultura oleaginosa, por conter cerca de 40% de óleo em suas sementes. O crambe é uma brassica de ciclo curto que possui boa tolerância ao déficit hídrico e baixas temperaturas (BROCH et al., 2010). Os produtores de soja brasileiros tem mostrado grande interesse nessa oleaginosa, pois é uma cultura de baixo custo, sua colheita é mecanizada e por ser semeada como uma cultura de inverno em março e abril após a colheita da soja (FALASCA et al., 2010).

Além da possibilidade do crambe e da canola *juncea* ser semeada após a colheita da soja em cultivo de safrinha, devido ao ciclo precoce dessas duas oleaginosas, o seu cultivo poderia ser realizado após a colheita do milho safrinha, dessa forma constituindo como uma terceira safra.

A disponibilidade de informações sobre o manejo do crambe e canola *juncea* no Norte do PR são limitadas e dessa forma, o presente trabalho visa avaliar a possibilidade da inserção dessas duas oleaginosas na entre-safra das culturas de verão e inverno, e sobretudo verificar a influência da semeadura dessa época de semeadura sobre a produtividade de grãos, os componentes de produção, acúmulo de óleo nos grãos e conseqüentemente a produtividade de óleo dessas duas brassicas oleaginosas para a produção de biodiesel.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CONTEXTO ATUAL DA PRODUÇÃO DE BIODIESEL E A INSERÇÃO DO CRAMBE E DA CANOLA JUNCEA PARA A PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Avaliando os fatores que influenciam o custo de produção do biodiesel incluindo os custos de químicos, mão de obra, utilidades e manutenção demonstram que aproximadamente 85% do custo total de produção do biodiesel é devido a matéria-prima. Isso significa que a lucratividade da indústria de biodiesel depende do preço da matéria-prima. Conseqüentemente, a indústria de biodiesel será viável apenas se a matéria-prima for suficientemente disponível a um preço aceitável (ZYAYKINA et al., 2009).

Tradicionalmente são usados para a produção de biodiesel, óleos de padrão alimentício (ZYAYKINA et al., 2009), as quais são responsáveis por cerca de 95% da produção mundial desse biocombustível (GUI et al. 2008). A escolha da matéria-prima para a produção de biodiesel varia de acordo com a disponibilidade, onde a fonte de lipídio mais abundante é geralmente a matéria-prima mais comum (HAAS; FOGLIA, 2005). Dessa forma a colza/canola é a matéria-prima tradicional na Europa, o óleo de soja na América do Norte e óleo de palma na Ásia (ZYAYKINA et al., 2009). No Brasil a matéria-prima predominante é o óleo de soja, a qual foi responsável por 73% do biodiesel produzido em 2013 (ANP, 2014). Essa predominância segue o conceito de que o biodiesel é produzido a partir das fontes mais disponíveis, visto que o óleo de soja representa cerca de 90% da produção de óleo vegetal em nosso país (UBRABIO, 2010, FERRÉS, 2012).

Com o crescente aumento dos preços dos óleos vegetais, as margens da indústria do biodiesel têm sido afetadas e com isso, maior atenção é dispensada as matérias-primas alternativas, as quais possuem menor custo que os óleos alimentícios (ZYAYKINA et al., 2009) e assim podem reduzir o custo de produção desse biocombustível (ATABANI et al., 2012; DÍAZ; BORGES, 2012). Dessa forma, essas matérias-primas são vistas como uma alternativa importante a ser explorada pela indústria do biodiesel no futuro (SANJAY, 2013).

Além da questão do custo das matérias-primas, as produções atuais das matérias-primas tradicionais são insuficientes para as expansões dos programas de uso e produção de biodiesel em diversos países. Isso é notório nos Estados

Unidos, onde se utilizando toda a produção de soja americana para a produção de biodiesel, atenderia apenas 6% da demanda de diesel (HILL et al., 2006) e na União Européia, onde substituindo 10% das necessidades de diesel do bloco, haveria o consumo de 19% da produção mundial de óleo vegetal (EDWARDS et al., 2008).

Em nosso país a produção de biodiesel encontra-se alicerçada em culturas anuais, principalmente de ciclo primavera/verão, faltando alternativas para o outono/inverno, além de fazer o papel da rotação de cultura (JASPER, 2009, 2010).

Diante desse cenário, é necessário o desenvolvimento da produção dessas novas matérias-primas, não somente complementando as atuais, mas também produzindo matérias primas com um custo compatível com o óleo diesel mineral.

As características desejáveis das matérias primas alternativas para a produção de biodiesel incluem a adaptabilidade às condições locais (precipitação, tipo de solo, latitude, etc.), disponibilidade regional, alto teor de óleo, composição favoráveis de ácidos graxos, compatibilidade com a infraestrutura existente da propriedade, baixo consumo de insumos (água, fertilizantes, defensivos), estação de crescimento definida, uniforme taxa de maturação das sementes, potenciais mercados para subprodutos agrícolas, habilidade para crescer em terras não desejáveis e período de entre safra das culturas convencionais que são commodities (MOSER, 2009).

Diversas opções de matérias-primas possuem algumas dessas características, especialmente as oleaginosas de Inverno. Dentre essas, se destacam o crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) e canola/colza (*Brassica napus*, *B. rapa* e *B. juncea*), as quais pertencem à família Brássicas. As oleaginosas dessa família tem a importância de possuírem ampla adaptação, sendo cultivadas desde as áreas mais ao norte do Canadá e Europa até as regiões subtropicais (DOWNEY, 1971). As plantas dessa família são uma grande fonte de matéria-primas para a produção de biodiesel (JHAM et al., 2009).

A canola/colza é a terceira maior oleaginosa cultivada no mundo e mais recentemente, utilizada como matéria-prima para a produção de biodiesel (CARLSSON, 2009), constituindo o padrão de referência dentro do mercado europeu (TOMM, 2009b).

Devido o crambe e canola juncea serem oleaginosas de inverno de ciclo curto, permitem a semeadura após a soja e também como terceira safra após

a colheita do milho safrinha nos locais onde a sua semeadura é antecipada para escapar de danos ocasionados por uma possível geada (Figura 1).

Dessa forma a opção de cultivo dessas matérias primas alternativas como terceira safra é uma oportunidade interessante, visto que a terra está ociosa e assim, não ocupam o espaço das culturas alimentícias. Com isso há uma disponibilidade de óleo vegetal no período de inverno e ao mesmo tempo fornecendo cobertura ao solo, evitando o processo de erosão e controlando as plantas daninhas.

**Figura 1** – Inserção do crambe e canola juncea entre as safras de verão e inverno.

CULTURA	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	CICLO (DIAS)
Crambe/Canola Juncea													90 a 100
Soja													110 a 120
Milho													125 a 130

Fonte: Elaborado pelo autor

## 2.2 CRAMBE

### 2.2.1 Características Gerais

Crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) é uma oleaginosa da família das brássicas com origem principalmente na região Mediterrânea e entre a Etiópia e Tanzânia. É uma herbácea anual, tendo a altura de suas plantas geralmente inferior a 1 metro (WEISS, 1983).

Com um sistema de raiz substancial típico de Brássicas (WEISS, 1983; DESAI et al., 1997), possui uma raiz principal que pode alcançar mais de 15 cm de profundidade (FONTANA, 1998; FALASCA, 2010; ECOCROP, 2013). Este sistema radicular permite a planta retirar a umidade de um grande volume de solo e assim, ser relativamente resistente à seca na natureza (WEISS, 1983), sendo mais tolerante a seca em comparação ao milho, canola, mostarda ou a soja em todos os estádios de desenvolvimento (ENDRES; SCHATZ, 2013).

As folhas são ovais, mais assimétricas. A lâmina foliar possui aproximadamente 10 cm de comprimento e 7,6 cm de largura, com uma superfície lisa. O pecíolo possui aproximadamente 20 cm de comprimento, sendo pubescente (OPLINGER et al., 1991).

Suas flores são brancas ou amarelas (FALASCA et al., 2010), desenvolvendo os botões florais desde o estágio da folha número dez a treze e a sua ocorrência é dependente principalmente da precipitação e temperatura após a emergência (WEISS, 1983).

O crambe é primariamente considerado uma planta autógama, mas tem sido reportada polinização cruzada natural (BECK et al., 1975) de 9-14% (VOLLMANN; RUCKENBAUER, 1991).

É uma planta de ciclo curto, com florescimento aos 35 dias e sua colheita pode ser realizada aos 90 - 100 dias após a emergência (FALASCA et al., 2010).

Os seus frutos são esféricos e indeiscentes e apesar do florescimento indeterminado, os frutos formados aderem na casca até que os frutos tardios se tornem maduros e mesmo na colheita, o pericarpo (casca) permanece aderidos na semente (FONTANA, 1998). Os frutos do crambe se distinguem da colza/canola pela característica de possuir uma semente por fruto (MCGREGOR et al., 1961).

As cascas são considerados como parte do produto colhido (CHRISTMAS et al., 1967), não podendo ser facilmente removidas no campo sem danificar os grãos (DOWNEY, 1971). Dessa forma, devido a semente possuir alta proporção de casca com baixa densidade, o crambe possui baixa massa específica quando comparado a outras oleaginosas. Essa característica é responsável por encarecer o custo do seu transporte (REUBER et al., 2001). Cada metro cúbico de crambe tem a massa média de  $340 \text{ kg m}^{-3}$ , representando a metade da massa específica da soja (PITOL et al., 2010).

Em levantamento realizado por Earle et al. (1966) em 75 amostras provenientes de 17 estados dos Estados Unidos, encontraram a proporção de casca de 25 a 40%. No Canadá, McGregor et al. (1961) observaram que as cascas representam de 14 a 20%. Para a única cultivar de crambe registrada no Brasil, FMS Brilhante, a proporção encontrada por Pitol et al. (2010) foi de 22%.

A maior proporção de casca está relacionado ao incompleto enchimento dos grãos, ao alto número de sementes por planta e a altas temperaturas durante o período de enchimento dos grãos (FONTANA et al., 1998).

As cascas possuem o teor de óleo de apenas 0,4 % (EARLE et al., 1966), sendo as fibras o principal componente da casca. Essas fibras possuem a

importância de facilitar a extração de óleo durante o processo de prensagem (PITOL, comunicação pessoal)<sup>1</sup>.

As oleaginosas com alto teor de óleo, como o crambe são processadas em operação em duas etapas, com metade do óleo extraído por prensagem e o restante extraído com solvente (DUKE, 1983). Em testes realizados por Carlson et al. (1985), o crambe foi processado com sucesso em instalações comerciais de extração de óleo nos Estados Unidos.

O teor de óleo das sementes com a casca é de 32 a 37 % e o teor de proteína ao redor de 21% (FONTANA et al., 1998).

As sementes possuem tamanho variando de 0,8-2,6 mm de diâmetro, sendo determinada pelo número de sementes por planta, fertilidade do solo e precipitação. A profundidade recomendada para a semeadura é de 1,5 a 2,5 cm. (DESAI et al., 1997).

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 (MOERS, 2012).

As novas variedades de crambe podem alcançar a mesma quantidade de óleo por hectare que a colza semeada na primavera “spring rapeseed” (LI et al., 2010).

Considerado uma planta de regiões de precipitação moderada, de regiões quentes temperadas que se tornou adaptada para áreas frias ou mais secas. Sua distribuição natural é restrita ao clima tipo Mediterrâneo, mas tem sido cultivado comercialmente e experimentalmente sobre uma gama climática muito maior e aparentando ser capaz de considerável adaptabilidade (WEISS, 1983).

O crambe é uma cultura de estação fria que parece não ser afetada por temperaturas baixas como - 5 °C, mas as plantas morrem a partir de temperaturas de -7 °C ou mais baixas (LESSMAN; ANDERSON, 1980). A temperatura basal inferior determinada por Kmec et al. (1998) é de 2,5°C.

Durante o período vegetativo necessita temperaturas entre 15 a 25°C, podendo tolerar altas temperaturas durante o florescimento (FALASCA et al.,

---

<sup>1</sup> Comunicação pessoal com o pesquisador da Fundação MS , Carlos Pitol em 19/09/2014.

2010). Em condições frias e úmidas causam o prolongamento, enquanto em condições secas encurtam o período de vegetação (STRASIL, 2010).

O crambe pode ser considerado uma espécie de primavera ou inverno, dependendo do regime térmico da região onde será semeada. Em locais onde não ocorrem temperaturas mais baixas que  $-6^{\circ}\text{C}$ , pode ser considerada como cultura de inverno e em locais com um período livre de geada de 60-100 dias da emergência à colheita, pode ser considerado como cultura de primavera em climas frios (FALASCA et al., 2010). Dessa forma o crambe pode ser cultivado como na primavera/verão na Europa ou como cultura de inverno em climas mediterrâneos (LAZZERI et al., 1994; FALASCA, et al, 2010).

No Brasil, o crambe é semeado após a colheita da cultura de verão e para Pitol et al. (2010), o crambe plantado na segunda safra constitui uma excelente alternativa para a rotação de culturas, pois possui um ciclo curto (aproximadamente 90 dias), tem grande tolerância ao déficit hídrico, rusticidade, precocidade e cultivo mecanizável, que emprega os mesmos equipamentos utilizados para as tradicionais culturas de grãos, maximizando o uso de máquinas e equipamentos.

### 2.2.2 Épocas de Semeadura

A época de semeadura é um fator importante dentro do gerenciamento na produção de todas as culturas (MCKAY et al., 1992; ADAMSEN; COFFELT, 2005).

Apesar de o crambe ser uma cultura resistente a secas e a temperaturas amenas, a época de semeadura deve ser bem avaliada, pois a disponibilidade de água no solo, no momento do estabelecimento da cultura é um fator importante, e geadas no período de florescimento e enchimento de grãos podem afetar fortemente a produção (REGINATO et al., 2013).

A época de semeadura deve levar em consideração, ainda, as condições climáticas por ocasião do florescimento e maturação da cultura. Excesso de chuvas e umidade relativa do ar muito elevada favorecem o surgimento de doenças fúngicas, afetando a produtividade, além de causar a debulha de frutos PITOL et al, 2010).

A semeadura fora da época, causa redução na produtividade e também no teor de óleo no grão. Um atraso de 10-14 dias pode ser suficiente para

reduzir a produtividade em 25% (WEISS, 1983).

Na região abrangendo o sul de Mato Grosso do Sul, norte do Paraná e Sul de São Paulo, o período de semeadura se estende de meados de março e meados de maio. Ocasionalmente pode ser semeado em junho, no caso de haver disponibilidade de umidade do solo para a germinação. Entretanto, há uma redução significativa na produtividade, em plantios que se entendem além do primeiro decênio de maio PITOL et al, 2010).

### 2.2.3 Doenças

Em condições climáticas ideais, ou seja, baixa precipitação e umidade relativa do ar, o crambe apresenta poucos problemas com doenças fúngicas. Entretanto, sob condições de elevada precipitação, umidade relativa do ar ou do solo, a cultura é bastante susceptível a doenças (PITOL et al., 2010).

Quando as condições são adversas à cultura e favoráveis às doenças, podem surgir ataques de alternaria (*Alternaria* sp), esclerotínia (*Sclerotinia sclerotiarium*), fusário (*Fusarium* sp.), plasmodiophora (*Plasmodiophora* sp), canela preta (*Leptosphaeria maculans*) entre outras. Os maiores cuidados devem ser tomados com relação à esclerotínia, por ser uma doença que ataca outras culturas importantes no Brasil, como soja, feijão e girassol. (PITOL et al., 2010).

Em setembro de 2004 em Beverly, Austrália, (YOU et al., 2005) verificaram pela primeira vez, a presença de *Alternaria brassicae* (Berk.) Sacc. em campo experimental antes do início do florescimento do crambe.

No Paraná, Carneiro et. al. (2009) relataram a ocorrência de *Alternaria brassicola* em plantios experimentais do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR e em Goiás por Macagnan et al. (2010). Para Oplinger et al. (1991), a alternaria é a doença mais séria da cultura do crambe.

Em trabalho de levantamento das doenças que podem limitar a produção de crambe na região Oeste do Paraná, foram identificados *Fusarium* sp, causando tombamento das plantas jovens, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* causando podridão negra, e manchas de *Alternaria brassicae* em plantas adultas (MOERS et al., 2012). A podridão negra é a principal doença bacteriana das brássicas (MARINGONI, 2005).

Wang et al., (2000) realizando estudos sobre a introdução do

crambe na China, relatam os problemas como a fraca resistência do crambe a doenças e a falta de diversidade genética para realizar o melhoramento genético através de resistência varietal.

## 2.3 COLZA E CANOLA

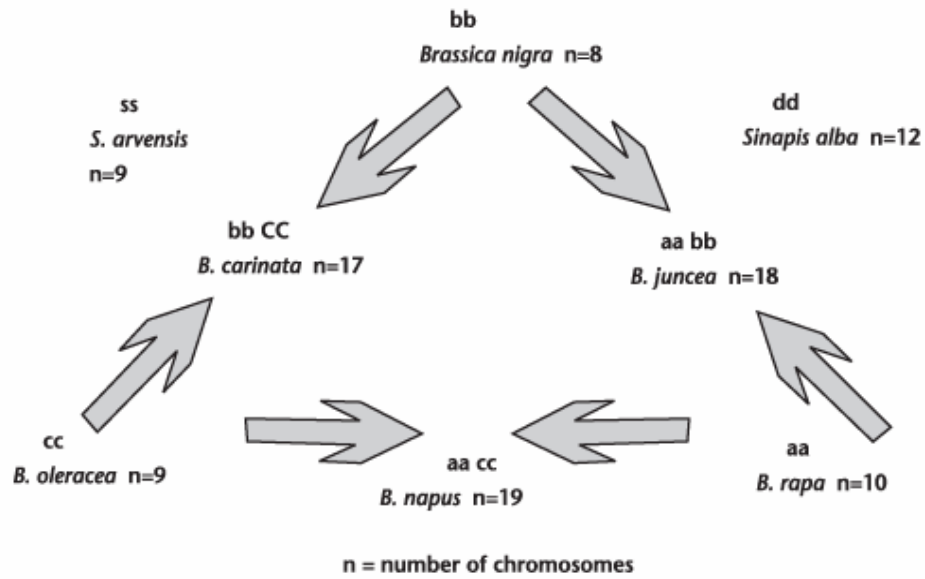
### 2.3.1 Características Gerais

A colza contém aproximadamente 40-45% de óleo, 20-25% de proteína e 25% de carboidrato. A canola contém apenas menores quantidades de ácido graxo erúico e glucosinolatos no óleo e no farelo, respectivamente. Ambas são consideradas antinutricionais para os humanos e os animais (OHLSON, 1992). Dessa forma é denominado de canola, a colza que possui menos de 2% de ácido graxo erúico no óleo e menos que 30  $\mu$ mols de glucosinolatos totais no farelo (BURTON, 2004). Os grãos produzidos atualmente no Brasil possuem teor de óleo em média de 38% (TOMM, 2009a).

A canola compreende três espécies, *Brassica rapa*, *Brassica napus* e *Brassica juncea*. As espécies *B napus* e *B juncea* foram originadas através de hibridações naturais entre *B. rapa* x *B. oleracea* e *B. rapa* x *B. nigra*, respectivamente (DAUN, 2011). A figura 2 apresenta a relação genética entre as diferentes espécies de brássicas.

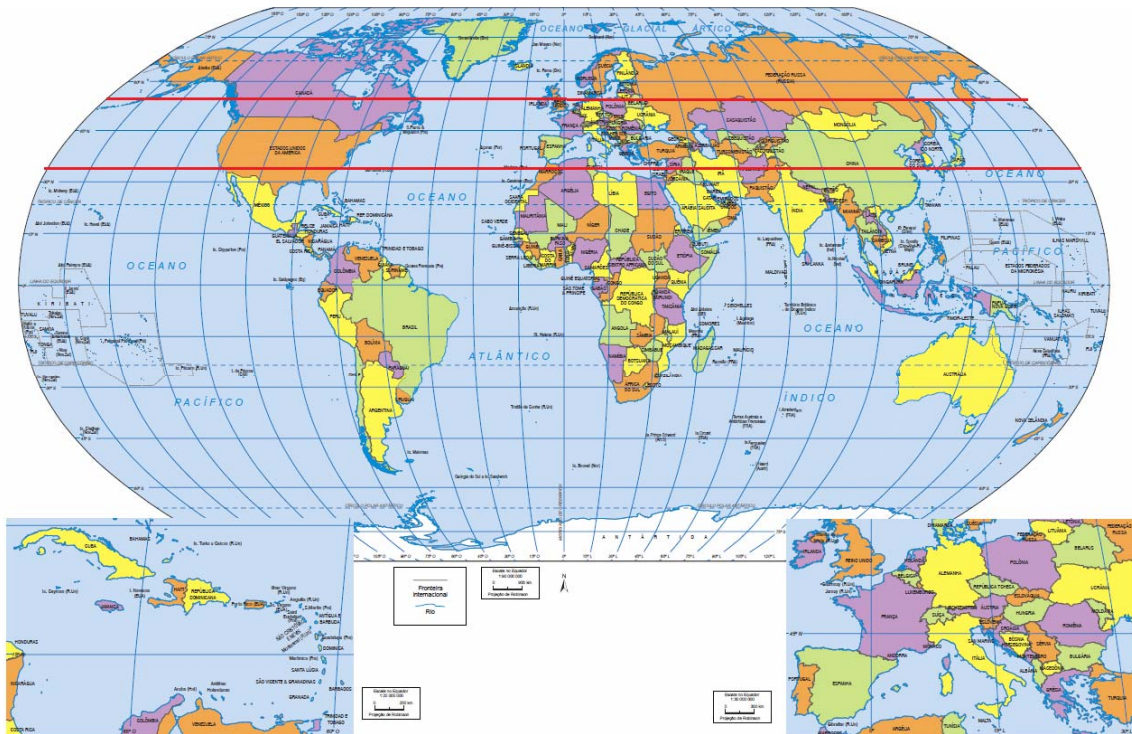
Mundialmente o cultivo da canola é realizado em latitudes de 35 a 55 graus, sob climas temperados e em sistemas que permitem apenas um cultivo por ano (TOMM, 2009a) (Figura 3). A temperatura basal para cultivar de colza de primavera é 5°C (MORRISON et al., 2009).

Figura 2 – Relação genética entre as diferentes espécies de brássicas.



Fonte: CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2014.

Figura 3 – Faixa onde mundialmente se cultivam colza/canola, compreendendo as latitudes de 35 e 55° N.



Fonte: Adaptado de IBGE, 2015.

*Brassica napus* e *B. rapa* podem ser semeadas no inverno e na primavera/verão. No cultivo de inverno a canola é semeada no outono e requer um

período de vernalização com algumas semanas abaixo de 5°C. As variedades de primavera (45-75 cm de altura) requer um período de crescimento relativamente curto e é usado especialmente no Canadá por causa dos invernos muito rigorosos (GUNSTONE et al., 1995).

As variedades de inverno (bianaual) possuem crescimento até 140 cm de altura produzindo, 2,7 t ha<sup>-1</sup> na Europa, comparando a 0,9-1,1 t ha<sup>-1</sup> no Canadá para as variedades de verão (GUNSTONE et al., 1995).

As sementes de colza são pequenas, redondas (0,1-0,2 mm de diâmetro) e podem ser amarelas, marrons ou pretas. O óleo pode ser obtido tanto por prensagem ou extração por solvente ou a combinação dos dois métodos (GUNSTONE et al., 1995).

### 2.3.2 *Brassica juncea*

#### 2.3.2.1 Características gerais

A qualidade de canola *B. juncea* foi desenvolvida pelo método tradicional de melhoramento pelo Agriculture and Agri-Food Canada - AAFC Saskatoon, SK Research Centre e Saskatchewan Wheat Pool - SWP em 2002, com o lançamento das cultivares Arid e Amulet (BURTON et al., 2004; CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2014). *B. Juncea* é originária da Índia (ENJALBERT et al., 2013), sendo a mesma espécie usada para produzir as variedades de mostarda oriental e castanha e foi convertida em uma qualidade de canola (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2014), por possuir melhor tolerância ao calor e a seca, resistência a doenças e resistência a abertura de síliquas (WOODS et al, 1991; BURTON et al, 1999). A característica de resistência a abertura de síliquas facilita a colheita direta com o uso da colhedora combinada (GAN, 2008), porém é necessário que as plantas estejam razoavelmente uniformes e sem a presença de sementes verdes (CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY, 2012).

A *Brassica juncea* é cultivada principalmente em climas temperados e em certas regiões tropicais e subtropicais como cultura de inverno (SHEKHAWAT et al., 2012). Possui ciclo curto, de 90-110 dias, (JOHNSTON et al., 2002) e é predominantemente autógama, com 5% a 20% de polinização cruzada (ASTHANA, 1973).

O rendimento potencial da mostarda é de 1500-3000 kg ha<sup>-1</sup> e o teor de óleo de suas sementes estão entre 38-42% (SHEKHAWAT et al., 2012).

Em condições próximas das ideais, as produtividades de *B. Juncea* alcançadas em experimentos desenvolvidos por WRIGHT et al. (1995) na Austrália foram altas como a da canola, com o rendimento de cerca de 5000 kg ha<sup>-1</sup>.

#### 2.3.2.2 Época de semeadura

A semeadura de canola no norte do Paraná frequentemente tem sido realizada no fim de abril a início de junho. O potencial de rendimento de grãos de canola no hemisfério sul tende a decrescer a partir do início do período recomendado (TOMM, 2010).

A época de semeadura é o recurso não monetário mais vital para se alcançar os rendimentos desejados em *B. juncea*. A época de semeadura influencia o desenvolvimento fenológico das plantas cultivadas através da temperatura e da soma térmica. A semeadura na data correta oferece altos rendimentos devido ao meio ambiente adequado que prevalece em todos os estágios de crescimento (SHEKHAWAT et al., 2012).

A semeadura tardia normalmente descrece o teor de óleo em 1 a 2% quando comparado a semeadura precoce. O teor de óleo e proteína frequentemente possuem relação inversa, e portanto, em semeadura precoce o teor de proteína é menor (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2014).

#### 2.3.2.3 Doenças

A canola, por pertencer as famílias das brássicas, está sujeita as doenças que afetam essa família, onde se incluem nabo, repolho, mostarda, couve-de-bruxelas, couve-flor, couve manteiga, nabo forrageiro, rabanete e outras plantas (CARDOSO et al., 1996).

A presença e severidade são dependentes da suscetibilidade da planta, a presença do patógeno e as condições climáticas favoráveis (GRDC, 2013).

A doença mais importante mundialmente da canola é a canela preta, denominada Blackleg em inglês e causada pelo fungo *Leptosphaeria maculans*, o qual tem *Phoma lingam* (Tode) ex. Shaw. Desm. como sua forma conidial. A solução

mais econômica para o seu controle é a identificação de cultivares ou híbridos resistentes, desenvolvidos na Austrália, onde é endêmico o mesmo grupo de patogenicidade da canela-preta existente no Sul do Brasil e no Paraguai (TOMM et. al, 2009b).

Outra doença que merece uma atenção especial é “podridão branca da haste”, “mofo branco” ou esclerotínia, causada pelo fungo *Sclerotinia sclerotiorum*, pois é uma doença que não só ataca a canola, mais também diversas culturas, podendo deixar inóculo para as próximas culturas. Segundo GRDC (2013) esse fungo infecta principalmente as folhas largas incluindo a canola, ervilha, feijões, tremoço, girassol, pastagens e plantas daninhas.

Tomm et al. (2009b) ainda citam as seguintes doenças que atacam a canola: mancha de alternária, causada pelo fungo *Alternaria brassicae*, *A. raphani* e *A. alternata*, e a podridão negra das crucíferas, doença causada pela bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*.

Em levantamento das doenças da canola no Paraná nos anos de 1993 e 1994, foram identificados os seguintes patógenos para a canola: fungos *Sclerotinia sclerotiorum*, *Alternaria brassicae*, *A. raphani* e *A. Alternata*, *Erysiphe polygoni*, *Rhizoctonia solani*, *Albugo candida* e *Phoma* sp, a bactéria *Xantomonas campestis* pv. *campestris* e o vírus do mosaíco do pepino (CMV), do mosaico do nabo (TuMV) e do mosaico da couve-flor (CaMV) (CARDOSO et al., 1996).

Na Austrália, as principais doenças da canola são a canela preta, alternaria, sclerotínia, damping-of, míldio, vírus, pseudocercospora, ferrugem branca, hérnia. (GRDC, 2013).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 DESEMPENHO AGRONÔMICO

O experimento foi realizado na safra de Inverno 2014, na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, a 23°20'30"S, 51°12'34"W e à altitude média de 551 m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999), com 70 % de argila, 15 % de silte e 15% areia. As características químicas do solo, nas camadas de 0-0,10 e 0,10-0,20 m estão expressos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Resultados da análise química do solo nas camadas de 0-0,10 e 0-20 m, antes da implantação do experimento em 2014, Londrina.

Prof. (m)	P <sup>1</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	C <sup>2</sup> (g dm <sup>-3</sup> )	pH <sup>3</sup>	Al	H+Al	Ca <sup>4</sup>	Mg <sup>4</sup>	K <sup>1</sup>	SB	T	V
					-----	(cmolc dm <sup>-3</sup> de solo)			-----		(%)
0,-0,10	38,9	22,24	6,0	0,00	3,42	10,20	2,59	1,15	13,94	17,36	80,29
0,10-0,20	16,6	16,75	5,6	0,00	4,96	8,10	2,30	0,71	11,11	16,07	69,13

<sup>(1)</sup>Extrator Mehlich I, <sup>(2)</sup>Método Walkley-Black, <sup>(3)</sup>CaCl<sub>2</sub> 0,01M, <sup>(4)</sup>KCL 1 M.

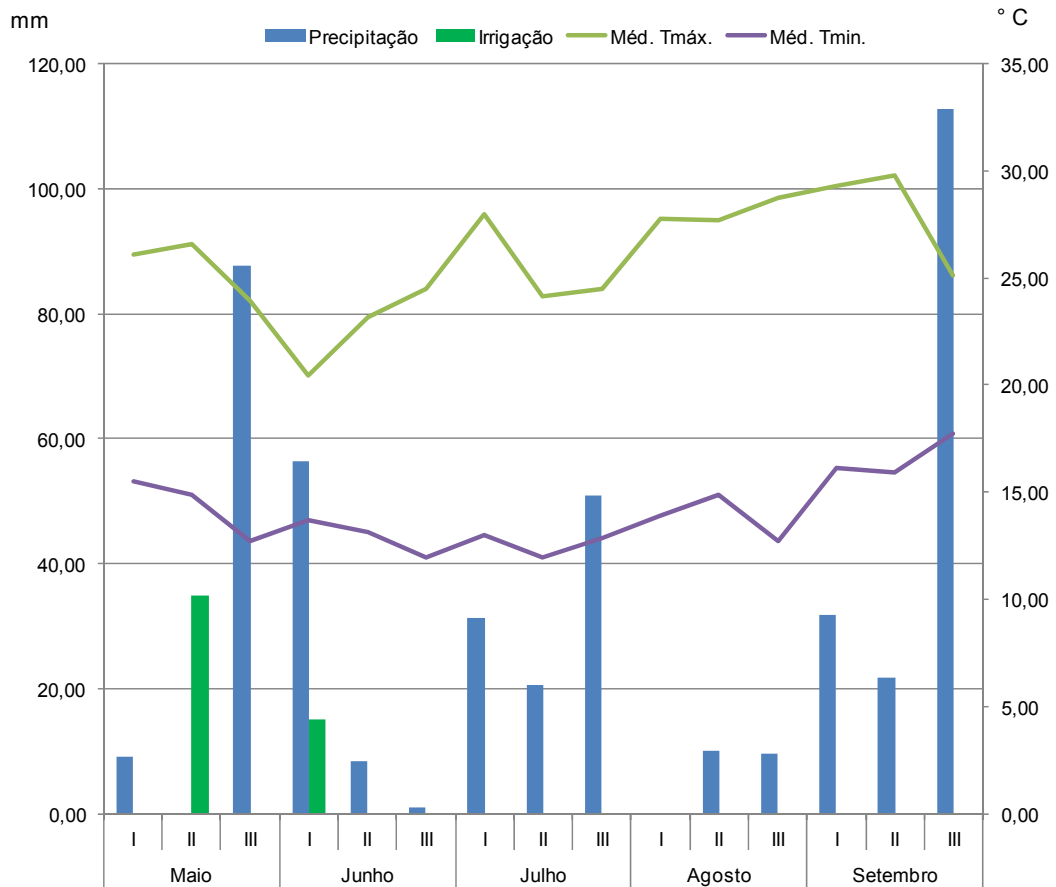
Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

O clima da região é do tipo Cfa (subtropical, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão e sem estação seca definida), conforme classificação de Köppen (CAVIGLIONE et al., 2000). As condições climáticas foram registradas diariamente na estação meteorológica do IAPAR em Londrina, PR (IAPAR, 2014) e a precipitação, as temperaturas máximas e mínimas estão expressos a cada 10 dias (Figura 4).

Foram utilizados as sementes da cultivar de crambe FMS Brilhante, a única cultivar de crambe registrada no Brasil e canola juncea cv Terola 25A85, previamente tratadas com os fungicidas vitavax (150 g L<sup>-1</sup> de ingrediente ativo – i.a.) + thiram (350 g L<sup>-1</sup> de i.a.) à dose de 4 mL kg<sup>-1</sup> de sementes.

Para o controle das plantas daninhas em pré-emergência foram utilizados paraquat (200 g de i.a.) + diurom (100 g de i.a.) à dose de 2,0 L ha<sup>-1</sup>, aplicados volume de água de 200 L ha<sup>-1</sup>.

**Figura 4 –** Precipitação, irrigação e temperaturas médias durante o período de cultivo.



**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2014.

A semeadura foi realizada em plantio direto, utilizando para demarcar o sulco de plantio semeadora-adubadora de 6 linhas. Para a distribuição das sementes no sulco foi utilizado semeadora experimental manual, no espaçamento de 0,45 m entre linhas e distribuição de 60 sementes de crame e 30 sementes de canola. Após o estabelecimento das plantas foram desbastados as plantas em excesso, para se obter 625.000 e 500.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

Foram aplicados 300 kg ha<sup>-1</sup> de NPK – nitrogênio, fósforo e potássio, da fórmula 04-14-08, como adubação de base. A adubação de cobertura constou de 200 kg de sulfato de amônio aplicados após 25 dias após a emergência das plantas de cada época de semeadura.

Para garantir a emergência uniforme das plantas, foram realizadas três irrigações com as lâminas de água de 20, 15 e 15 mm, respectivamente para as datas de 15/05, 19/05 e 04/06/14.

Durante a germinação das sementes e a emergência das plântulas,

houve o ataque de pomba amargosa, *Zenaida auriculata*, sem afetar significativamente a população de plantas, pois houve a necessidade de debaste do excesso de plântulas.

O controle das plantas daninhas em pós emergência foi realizado de forma manual.

Para o controle dos insetos vaquinha (*Diabrotica speciosa*) e lagartas diversas foi usado o inseticida Decis 25 EC (deltametrina) 25 g L<sup>-1</sup>. A dose aplicada foi de 150 mL ha<sup>-1</sup> na área total do experimento nas datas de 01/07 e 30/07/14.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas e seis repetições, correspondendo as parcelas três épocas de plantio: 15/05 (E1), 01/06 (E2) e 15/06/14 (E3). As subparcelas foram constituídas pela aplicação de fungicida trifloxistrobina 150 g.L<sup>-1</sup> + protioconazol 175 g.L<sup>-1</sup> e testemunha (sem aplicação). As doses de fungicida foram de 0,4 L ha<sup>-1</sup> do produto comercial em conjunto com o adjuvante éster metílico de soja na concentração de 0,25%, aplicados aos 45 e 60 dias após a emergência - DAE em calda de 180 L ha<sup>-1</sup>.

As subparcelas foram constituídas por 6 linhas de plantas, com espaçamento de 0,45 m entre linhas e 4 metros de comprimento, perfazendo área de 10,8 m<sup>2</sup>. A área útil foram utilizadas as duas linhas centrais, sendo eliminados a título de bordadura, 0,50 m de cada extremidade.

Próximo a colheita da primeira época de semeadura ocorreu chuva com granizo no dia 25/08/14, cujo os efeitos estão evidenciados na Figura 5.

A altura de plantas foram determinados em dez plantas, coletadas aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela, no momento da colheita.

As colheitas foram realizadas manualmente e as plantas colhidas na área útil de cada parcela foram acondicionadas em sacos de ráfia, identificados e colocadas para secar em terreiro em condições naturais. Após esse período foi realizada, a limpeza com o auxílio de peneiras.

A produtividade de grãos de cada repetição obtida (g parcela<sup>-1</sup>) foi transformado para produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Para determinação do peso de mil sementes, foi utilizado 8 subamostras de 100 sementes, utilizando para a contagem das sementes o contador de grãos e sementes ESC 2008 SANICK. As subamostras foram pesadas em balança de precisão e o resultado médio foi multiplicado por 10, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Para

determinar a umidade dos grãos colhidos, foi utilizado o Método da Estufa, a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24 horas, de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), sendo a produtividade de grãos e o peso de mil sementes corrigidos para a umidade dos grãos em 13%.

**Figura 5** – Plantas de crambe (a) e efeitos da ocorrência de granizo na chuva próximo a data de colheita da primeira época de semeadura (b).



Fonte: Foto do autor, 2014.

O teor de óleo nos grãos foi determinado em duplicata com o solvente éter de petróleo em um extrator Soxhlet, segundo a método AOCS Ac 3-44 (AOCS, 1993) adaptado. O método consiste na moagem dos grãos, retirada de 2 gramas de amostra e devido a pouca quantidade de grãos disponíveis, foram pesados 1 grama de amostra em papel filtro e colocado em um segundo papel amarrado com fio de lã, para fechar a amostra. O cartucho foi colocado no soxhlet, em seguida foi adicionado éter de petróleo até o cartucho ficar submerso. A metodologia estabelece o período de extração de 5 horas, porém devido ao alto teor de óleo das duas oleaginosas, foi adotado maior tempo, de 6 horas. Concluído o período de extração, o solvente foi recuperado e em seguida os balões eram colocados em uma estufa pelo período de uma noite para a evaporação do residual

de éter de petróleo. Após retirar os balões da estufa, esses eram resfriados em dessecador com sílica gel até o seu resfriamento à temperatura ambiente. Para a manipulação dos balões eram utilizadas luvas, para não contaminar os balões com gordura. Ao subtrair a massa do balão vazio com a massa obtida (massa do balão + óleo), obteve a massa de óleo. O teor de óleo é calculado dividindo a massa de óleo pela massa da amostra, em base seca e multiplicado por 100.

A produtividade de óleo foi obtida a partir da multiplicação da produtividade de grãos, na base matéria seca e a porcentagem de óleo dos grãos.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

### 3.2 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

Para essa parte do trabalho, o experimento foi conduzido simultaneamente ao experimento descrito anteriormente, tendo inclusive os mesmos tratamentos culturais, excetuando que toda a área experimental recebeu a aplicação do mesmo fungicida, trifloxistrobina 150 g L<sup>-1</sup> + proclorazolo 175 g L<sup>-1</sup> com as mesmas dosagens e nas mesmas épocas de aplicação.

A partir dos 20 dias após a emergência, as plantas de crame e canola juncea eram coletadas a cada dez dias. As amostras consistiam de 1 metro linear das duas linhas centrais, totalizando em cada coleta 2 metros lineares.

Após 70 DAE, o tamanho da amostra foi reduzido para 0,5 metro em cada linha, tendo no total 1 metro.

As plantas eram recolhidas com raízes, lavadas em água corrente e colocadas para secar a 60°C até peso constante e registrado o peso das plantas, sendo a biomassa convertida para a unidade de g m<sup>-2</sup>.

Durante o cultivo, a duração dos principais estádios fenológicos das duas culturas foram medidos, sendo eles: emergência, florescimento e colheita.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 DESEMPENHO AGRONÔMICO

#### 4.1.1 Crambe

Para o crambe, observou-se efeito significativo das épocas de semeadura sobre as altura de plantas e do manejo fitossanitário sobre a produtividade de grãos (Tabela 2).

Quanto mais tardio a semeadura, menores foram as alturas de plantas. Isso ocorreu devido à menor disponibilidade de água para o crescimento, sendo que da semeadura ao florescimento, as precipitações foram de 206, 133 e 112 mm, respectivamente para as épocas de semeadura de 15/05, 01/06 e 15/06/14. Nesses valores estão inclusos as lâminas de água aplicadas para garantir a emergência uniforme.

**Tabela 2** – Parâmetros de produtividade em diferentes épocas de semeadura e manejo fitossanitário de crambe.

Época de semeadura	Altura de plantas (m)	PMS (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Teor de óleo com casca (%)	Produtividade de óleo (kg ha <sup>-1</sup> )	Ciclo (dias)
15/05/2014	1,09 a	5,52 a	317,6 a	29,02 a	93,71 a	106
01/06/2014	1,02 ab	6,06 a	461,10 a	30,70 a	127,11 a	101
15/06/2014	0,83 b	5,47 a	524,89 a	27,93 a	141,56 a	96
<b>Manejo Fitossanitário</b>						
Com Fungicida	1,00 a	5,77 a	494,78 a	29,78 a	133,13 a	
Sem Fungicida	0,96 a	5,59 a	373,98 b	29,65 a	108,46 a	
CV (%) Épocas	18,61	22,62	79,75	16,26	81,38	
CV (%) Manejo Fitossanitário	11,17	6,04	34,31	4,54	32,68	

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A necessidade ideal de água para a cultura do crambe é de 150 a 200 mm de água, concentrando-se principalmente até o florescimento pleno (PITOL,

2010). Esta condição foi alcançada apenas na primeira época de semeadura.

Embora tendo maior altura de plantas, não houve influência das épocas de semeadura sobre os demais parâmetros. O parâmetro maior altura de planta está associado a maior acúmulo de biomassa e conseqüentemente maior partição dos assimilados produzidos na fotossíntese para os grãos, ocasionando grãos mais pesados, levando a maior produtividade de grãos, maior acúmulo de óleo e conseqüentemente maior produtividade de óleo. Mastebroek et al., (1994) encontraram alta correlação entre a altura de plantas e rendimento de grãos e de óleo, podendo o aumento do rendimento de grãos ser obtido pelo aumento da biomassa.

Essa relação não foi observada, podendo ser provavelmente explicado devido a incidência das doenças *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (bacteriose), conhecida como podridão negra, a qual ocasionou morte das plantas, não permitindo a formação do stand e as plantas remanescentes foram pouco produtivas (Figura 6). Também podemos atribuir a influência dos efeitos citados dessa doença, sobre a alta variação dos dados obtidos no experimento (alto coeficiente de variação).

**Figura 6** – Plantas atacadas pela podridão negra (a) e os danos causados na formação do stand (b)



Fonte: Fotos do autor, 2014.

As alturas de plantas obtidas no experimento estão de acordo com a faixa citada por Oplinger et al. (1991) a qual descreve que o crambe alcança de 0,61 a 1,00 m.

Resultados superiores a essa faixa são relatados por Wang et al.

(2000) na China, onde obtiveram a altura de plantas entre 1,0-1,2 m semeados no inverno. Fila et al. (2002), em avaliações de diversas cultivares de crambe semeado na primavera em Bolonha nos anos de 1999 a 2001, observaram que esse parâmetro foi ao redor de 1,20 m, não havendo diferenças entre os anos e cultivares. Valores intermediários a esses foram obtidos por Lazzeri et al. (1993), a qual relatam que a altura variou em torno de 1,10 m.

O peso de mil sementes obtido foram menores em comparação com os dados obtidos por Reginato et al. (2013). O rendimento em grãos do crambe é dependente do peso de mil sementes, a qual é o componente de produção mais sensível às condições climáticas, sendo que em experimentos conduzidos na Bolonha, Itália, em semeadura realizada na primavera, o peso de mil sementes foi de 6,68 a 7,55 g (Fila et al., 2002), muito superiores ao obtidos no presente trabalho. O mesmo autor relata também que os rendimentos do crambe são bastante instáveis.

Dessa forma, devido os efeitos da incidência da doença bacteriana e em conjunto com o inverno seco, ocasionaram baixa produtividade, visto que a produtividade média da cv FMS Brilhante na região do Sul do Mato Grosso do Sul obtida por Pitol et al. (2010) foi de 1000 a 1500 kg ha<sup>-1</sup>. Jasper (2009) obteve o valor máximo dessa faixa, de 1507 kg ha<sup>-1</sup> em semeadura realizada em 15/08/14 em Botucatu, SP. No Paraná, Moura (2012), obteve em oito regiões fisiográficas do Paraná, as médias de produtividade de 554, 673 e 475 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para os anos de 2007, 2008 e 2009.

Considerando a mesma tecnologia de produção adotada no experimento, a produtividade necessária para ocorrer o equilíbrio entre os custos de produção e a receita obtida com a comercialização do crambe seria de 3384 kg ha<sup>-1</sup> (apêndices A.1 e A.2).

Essa produtividade para a condição atual da cultura é muito elevada, devendo isso ao custo de produção relativamente elevado e principalmente a cotação do crambe (cerca de R\$ 23,00 a saca de 60 kg em 20/10/14), muito inferior ao pago pela soja.

Em relação ao teor de óleo, não houve diferença estatística entre as épocas de semeadura, sendo possivelmente influenciado pelo ambiente não favorável a cultura em todas as épocas. Isso pode ser evidenciado através das sementes utilizadas no experimento que possuíam maior teor de óleo (35,65% -

sementes com casca) e através dos resultados obtidos por Pitol et al. 2010, as quais relatam o teor de óleo para essa mesma cultivar é de 36 a 38% com casca. Valores fora desse intervalo foram obtidos por Jasper (2009) para essa mesma cultivar, a qual o teor de óleo foi de 33,98% em sementeiras realizadas em 15/08/14 em Botucatu, SP.

Carlson e Tookey (1983) compilaram os dados de vários autores, num total de 75 amostras de 17 regiões dos Estados Unidos, observaram uma composição média de 35,3% de lipídeos em sementes de crambe com casca e de 46,5% em sementes descascadas. Na China, em Chengdu, em média de 3 anos, o teor de óleo foi de 34,48% nas sementes com casca e 44,47% sem casca (WANG et al., 2000).

No noroeste da Itália, em Bologna, o teor de óleo em sementes de crambe das cultivares Belenzian e Belan semeado na primavera (segundo decêndio de março) nos anos de 1990, 1992 e 1993 foram aproximadamente de 35% (LAZZERI et al., 1994).

Na Austrália, Castleman et al. (1999) obtiveram em experimentos realizados na primavera, teor de óleo de 35,57 a 42,81%.

Segundo Mastebroek et al. (1994) o meio ambiente é decisivo para a produtividade e rendimento de óleo e Falasca et al. (2010) destacam que a deficiência hídrica pode reduzir o teor de óleo.

Isso pode ser observado também por McKay et al., (1992), em experimentos na Dakota do Norte, onde o teor de óleo foi reduzido com o estresse térmico e hídrico.

Em relação a temperatura, diferentemente do que o colocado por Falasca et al. (2010) que o crambe tolera altas temperaturas, Moers (2012) afirma que altas temperaturas também são prejudiciais ao crambe, as quais antecipam o florescimento e reduzem o crescimento vegetativo, levando ao enchimento incompleto dos grãos.

A síntese dos ácidos graxos dos óleos ocorrem durante o período da floração–maturação fisiológica (IZQUIERDO; AGUIRREZÁBAL, 2010), e com a antecipação do florescimento, as plantas não acumularam a quantidade necessária de fotoassimilados e assim o grão irá possuir menor massa e menor teor de óleo.

Em relação ao manejo fitossanitário houve efeito significativo da aplicação de fungicida sobre a produtividade de grãos. Foi observada a presença de

esporos de *Alternaria sp*, principalmente associados às plantas que estavam atacadas pela *Xanthomonas* e assim, pode-se explicar a ação do fungicida controlando a *Alternaria*. As doenças foliares podem interferir na diminuição da área de interceptação da radiação e/ou afetar a partição da matéria seca para o grão (DOSIO; QUIROZ, 2010).

As produtividades de óleo foram baixas em todas as épocas de semeadura, devido principalmente as baixas produtividades de grãos e o menor teor de óleo acumulado pelos grãos. Reginato et al., (2013) reportam que a maior produtividade de óleo foi alcançada em semeaduras realizada em 9/4/2013 em Dourados, MS, obtendo 303 kg ha<sup>-1</sup> de óleo por hectare.

As semeaduras realizados nessa época impedem o cultivo das culturas alimentícias na safra de inverno (milho safrinha) e, por outro lado, não foi viável a semedura do crambe após a colheita da safra de inverno (01/06), frente as condições climáticas do ano de 2014 na região de Londrina e as produtividades mínimas necessárias para ao menos equilibrar as receitas com o custo de produção foram muito elevadas, devido ao baixo valor da cotação do crambe.

#### 4.1.2 Canola *Juncea*

Para a canola *juncea*, observou o efeito das épocas de semeadura sobre a altura de plantas, produtividade de grãos e produtividade de óleo (Tabela 3).

A altura de plantas da primeira (15/05/14) e segunda época de semeadura (01/06/14) não diferiram estatisticamente entre si. Apenas a terceira época de semeadura apresentou menor altura de plantas. A severa restrição hídrica ocorrida na terceira época pode explicar a diferença encontrada, tendo menor disponibilidade de água para o crescimento. Da semeadura a colheita, a precipitação acumulada foi de 340, 235 e 166 mm, para a primeira, segunda e terceira época de semeadura, respectivamente. Shekhawat et al. (2012) afirma que a necessidade de água para a cultura da colza e a mostarda estão entre o intervalo de 240-400 mm.

Comparando os dados obtidos Enjalbert et al. (2013) com genótipos de origem russa e chinesa, em experimentos de 2 anos conduzidos em sequeiro em Fort Collins, Colorado, Estados Unidos, a média das altura de plantas foram muito superiores (1,42 m) que os obtidos em Londrina.

**Tabela 3** – Parâmetros de produtividade em diferentes épocas de semeadura e manejo fitossanitário de canola juncea.

Época de semeadura	Altura de plantas (m)	PMS (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )	Teor de óleo (%)	Produtividade de óleo (kg ha <sup>-1</sup> )	Ciclo (dias)
15/05/2014	1,32 a	2,38 a	482,67 a	31,16 a	124,80 a	106
01/06/2014	1,21 a	2,52 a	394,49 ab	30,26 a	101,93 ab	101
15/06/2014	0,84 b	2,73 a	237,81 b	29,66 a	59,71 b	96
<b>Manejo Fitossanitário</b>						
Com Fungicida	1,13 a	2,63 a	416,43 a	29,86 a	106,30 a	
Sem Fungicida	1,12 a	2,46 b	327,02 b	30,08 a	84,66 b	
CV (%) Épocas	15,55	13,86	41,05	9,53	46,19	
CV (%) Manejo Fitossanitário	6,03	8,45	16,82	5,89	20,13	

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação ao peso de mil sementes, não houve diferença entre as três épocas de semeadura. De modo geral, a maior disponibilidade de água promove o aumento do peso de mil sementes. Nesse sentido, no mesmo experimento citado anteriormente, desenvolvido por Enjalbert et al. (2013), o peso de mil sementes para *B. juncea* em cultivo de sequeiro foi de 2,08 g e irrigado de 2,85 g.

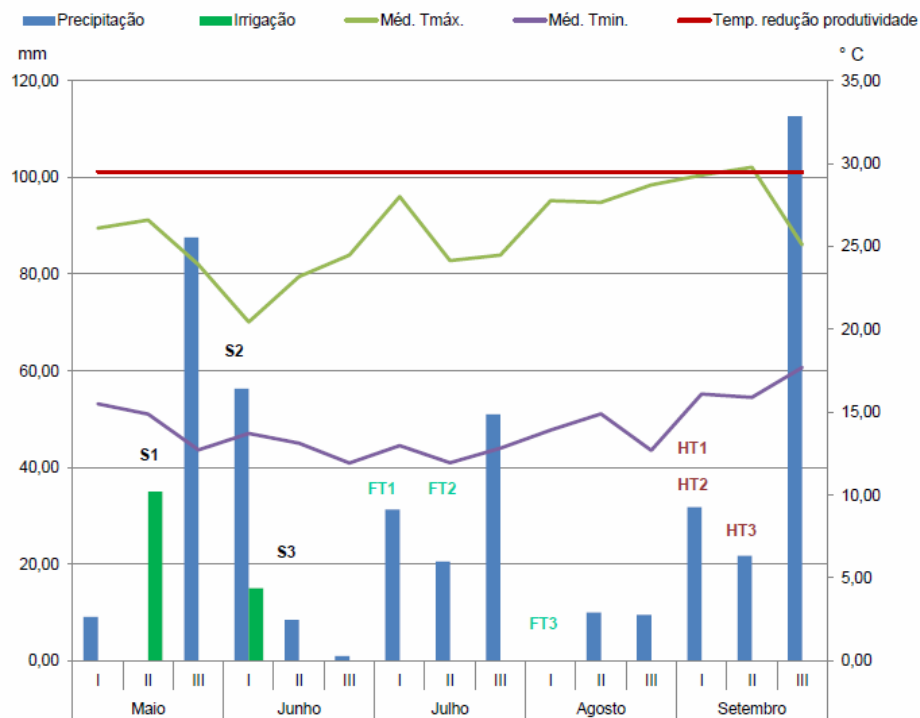
A produtividade de grãos para as três épocas foram muito baixas, sendo que a primeira época de semeadura alcançou a maior produtividade. Foi verificado que em semeaduras mais tardias, menores foram as produtividades, devido a menor disponibilidade de água e também a altas temperaturas durante o florescimento e enchimento de grãos. A precipitação e a temperatura do ar durante a estação de crescimento são juntas, bons indicadores da produtividade da canola (JOHNSTON et al., 2002).

A influência na disponibilidade de água pode ser constatado em clima semiárido de Fort Collins, Colorado, Estados Unidos, onde a produtividade média de grãos de 94 acessos de *B. juncea* em cultivo de sequeiro e irrigado no ano de 2010 foi de 717 e 993 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (ENJALBERT et al., 2013).

Em relação a temperatura, Morrison et al. (1989) verificaram que

temperaturas acima de 25 °C, causam a esterilidade em *B. napus*. Para a *B. juncea*, Morrison; Stewart (2002) determinaram que temperaturas de 29,5 °C no florescimento causam redução na produtividade de grãos, devido a redução no número de flores e no número e tamanho das sementes produzidas por cada flor. Temperaturas próximas a essas durante o florescimento foram observados no presente experimento, sobretudo na primeira (15/05) e terceira época de semeadura (15/06). (Figura 7).

**Figura 7** – Principais fases fenológicas da canola juncea e as condições climáticas ocorridas durante o experimento.



S1 – 1° Época de semeadura (15/05/14); S2 – 2° Época de semeadura (01/06/14); S3 – 3° Época de semeadura (15/06/14); FT1 – Florescimento da 1°época de semeadura da canola juncea; FT2 – Florescimento da 2°época de semeadura da canola juncea; FT3 – Florescimento da 3°época de semeadura da canola juncea; HT1 – Colheita da 1°época de semeadura da canola juncea; HT2 – Colheita da 2°época de semeadura da canola juncea; HT3 – Colheita da 3°época de semeadura da canola juncea.

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2014.

Como a canola e a mostarda são plantas C3, a melhor eficiência fotossintética é na faixa das temperaturas de 15 a 20°C, sendo que nessa temperatura atinge a máxima troca de CO<sub>2</sub> (SHEKHAWAT et al., 2012). As plantas C3 são aquelas que realizam fotossíntese somente via o ciclo fotossintético de Calvin (TAIZ; ZEIGER, 2006).

A produtividade para ocorrer o ponto de equilíbrio entre os custos de

produção e a receita obtida com a comercialização da canola, considerando a mesma tecnologia de produção utilizada no experimento e com a cotação de R\$ 57,00 a saca de 60 kg, é de 1554 kg ha<sup>-1</sup> (apêndices B.1 e B.2). Dessa forma, produtividades acima dos obtidos nessa época, devem ser alcançadas para remunerar o produtor.

O maior valor da cotação da canola frente ao crambe pode ser explicado por ser um óleo alimentício e também por não possuir restrição quanto ao uso do farelo na alimentação animal.

Ainda sobre a produtividade de grãos, com os resultados de experimentos conduzidos na primavera no Canadá em dois anos em diversos locais, variaram de 400 a 3580 kg ha<sup>-1</sup> para canola juncea e 610 a 3530 kg ha<sup>-1</sup> para *B. Juncea* (BLACKSHAW et al., 2011), indicando que há possibilidade de alcançar melhores níveis de produtividade e assim, melhor explorar o potencial dessa cultura.

O teor de óleo foi baixo em comparação com a próprio teor de óleo das sementes utilizadas para a semeadura (41%) e que tipicamente a canola possui teor de óleo de 40%. Teores maiores de óleo são citados na literatura, sendo que em experimentos realizados em vários locais na região semi-árida das pradarias canadenses, o teor de óleo da canola juncea foi de 45% e de *B. juncea* de 42% (BLACKSHAW et al., 2011). Em levantamento realizado no oeste canadense durante os anos de 2003 a 2012, a média do teor de óleo foram de 39,1% e no ano de 2013 de 39,5% (SIEMENS, 2013).

Mckay et al. (1992), em avaliação da época de semeadura de *B. napus* na Dakota do Norte, observaram, para o ano de 1989, que todas as épocas de semeadura tiveram baixo teor de óleo, devido ao estresse hídrico e térmico durante o desenvolvimento das sementes.

O estresse por temperatura durante o florescimento pode causar prematuramente o fim do florescimento, resultando em um enchimento de grãos limitados após o acúmulo de grandes quantidades de matéria seca (JOHNSTON et al., 2002). A temperatura durante o enchimento de grãos, definido durante os 30 dias antes da colheita, foi correlacionado com o maior teor de lipídios em soja, canola, camelina e girassol (SHULTE et al., 2013).

Adamsen; Coffelt, (2005) relatam que em experimentos com canola e crambe no Arizona nos Estados Unidos, submetidos a diferentes épocas de semeadura no outono, em dois anos agrícolas, tiveram redução do teor de óleo e

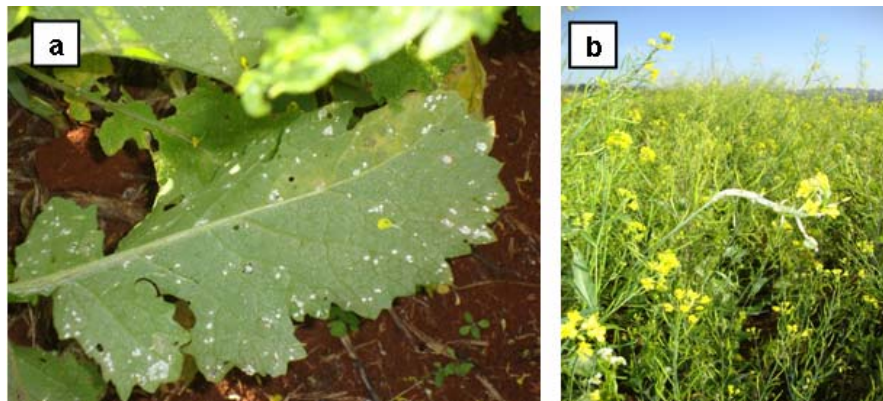
peso de mil sementes, com semeaduras tardias, sugerindo que mais sementes imaturas eram colhidas nos plantios tardios.

Sobre a produtividade de óleo, foi observada a diferença estatística entre as épocas em função do efeito significativo da produtividade de grãos, sendo a primeira época de semeadura (01/06) a mais produtiva em óleo vegetal.

A aplicação de fungicida influenciou no peso de mil sementes, produtividade de grãos e produtividade de óleo. As sementes foram mais pesadas e alcançaram maiores produtividades de grãos e óleo.

Houve a incidência da doença ferrugem branca (Figura 8), causada pelo fungo *Albugo cândida*, a qual provocou uma redução de 21,47% na produtividade. Dados semelhantes são reportados por Canola Council of Canada (2014) no Canadá, as quais perdas podem ser superiores a 20% quando cultivares suscetíveis são severamente atacados. Essa redução na produtividade pode ser explicada pelos efeitos negativos das doenças sobre a fotossíntese e a partição de matéria seca para o grão (DOSIO; QUIROZ, 2010).

**Figura 8** – Folhas (a) e inflorescências (b) atacadas pela ferrugem branca.



Fonte: Fotos do autor, 2014.

Como o peso de mil sementes é um componente de produção da canola, o menor peso de mil sementes ocasiona menor produtividade de grãos e conseqüentemente menor a produtividade de óleo.

Para a viabilidade como terceira cultura, semeando a canola juncea nas entre safras das culturas de verão e inverno, maiores produtividades necessitam ser obtidas.

## 4.2 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

As épocas de semeadura interferiram na produção de biomassa. Quanto mais tardio foi realizado a semeadura, menor a produção de biomassa do crambe e da canola juncea. Essa redução é devido principalmente a menor quantidade de água disponível no solo para o desenvolvimento das plantas.

O máximo acúmulo de biomassa para a primeira época de semeadura (15/05) foi aos 90 DAE para a canola juncea e o crambe (Figura 9). Para a segunda época de semeadura (01/06), o máximo acúmulo de biomassa para a canola juncea foi aos 70 DAE e o crambe, aos 80 DAE. Para a última época de semeadura (15/06) foi aos 80 DAE para o crambe e canola.

Em relação aos principais estádios fenológicos do crambe e da canola juncea, ambos mostraram uma tendência de decréscimo da duração de todas fases e conseqüentemente a redução no ciclo (Tabelas 4 e 5)

**Tabela 4** – Duração (número de dias) das principais fases fenológicas do crambe.

Fases Fenológicas	15/05/2014	01/06/14	15/06/14
S-E	4	4	7
E-F	49	46	43
F-C	53	51	46
Ciclo	106	101	96

S, semeadura; E, emergência; F, florescimento; C, Colheita.

**Tabela 5** – Duração (número de dias) das principais fases fenológicas da canola juncea.

Fases Fenológicas	15/05/2014	01/06/14	15/06/14
S-E	4	4	7
E-F	45	40	43
F-C	57	57	46
Ciclo	106	101	96

S, semeadura; E, emergência; F, florescimento; C, Colheita.

Para as brássicas, quanto mais tardio é realizado a semeadura, menor é o tempo que a planta dispõe para acumular biomassa/fotoassimilados. (ADAMSEN; COFFELT, 2005).

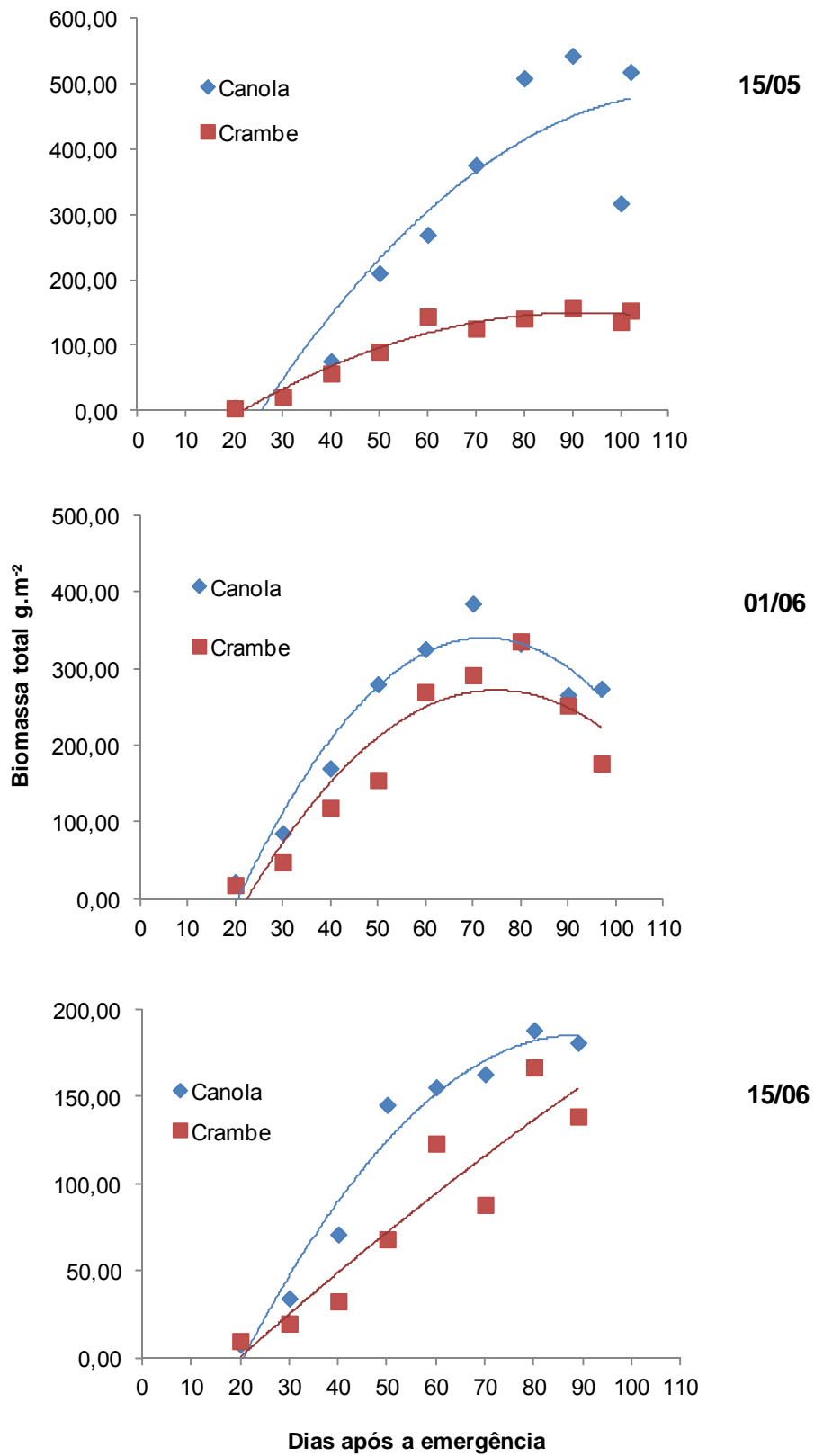
A importância do acúmulo da biomassa como principal determinante para a produtividade de grãos é verificada por WRIGHT et al., (1995), onde em

experimentos em vários locais e diferentes tratamentos demonstraram que mais 99% da variação na produtividade de grãos é explicado pela matéria seca acumulada na maturidade pela canola e mostarda.

Relacionando com o experimento anterior, a produção de grãos na canola juncea teve o mesmo comportamento da produção de biomassa, reduzindo a produtividade dos grãos quanto mais se tornavam tardios as semeaduras. Isso é devido ao distanciando das condições ideais, como precipitação e temperaturas e em resposta as essas condições, o ciclo é encurtado e menor é o acúmulo de biomassa e conseqüentemente as produtividades de grãos.

Embora o acúmulo de matéria seca tenha um grande papel na produtividade das brássicas, deve ser levado em consideração que mesmo tenha sido acumulado grandes quantidades de fotoassimilados, estes não podem ser transferidos para os grãos por abortamento das flores (causados por altas temperaturas) ou por doenças (danificação dos tecidos). A canola e as principais oleaginosas possuem ciclo indeterminado, e portanto possuem a oportunidade de recuperação da produtividade com as próximas flores, porém essa recuperação não ocorre totalmente.

**Figura 9** – Acúmulo de biomassa da canola juncea e do crambe com semeadura nas datas de 15/05, 01/06 e 15/06/14.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização dos genótipos disponíveis no mercado, FMS Brilhante para o crambe e Terola 25A85 para canola juncea, nas épocas de semeadura realizadas, o desempenho agrônômico e o crescimento foram severamente limitados por fatores bióticos e abióticos.

A ocorrência de altas temperaturas e baixa precipitação contribuíram para o reduzido acúmulo de biomassa e produtividade de óleo para a canola juncea.

A incidência da doença bacteriana podridão negra e as baixas precipitações ocasionaram baixa produtividade de óleo para o crambe.

O manejo fitossanitário utilizando fungicidas afetou a produtividade de grãos das culturas, aumentando principalmente a produção da canola juncea.

Maiores produtividades de grãos e óleo necessitam ser obtidos para a exploração dessa janela de cultivo, e assim aproximar das produtividades obtidas dentro da época ideal de semeadura e assim disponibilizar uma matéria prima alternativa para a produção de biodiesel.

## REFERÊNCIAS

ADAMSEN, F. J.; COFFELT, T. A. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. **Industrial Crops and Products**, v. 21, n. 3 p. 293–307, 2005.

AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**. 4. ed. Champaign: AOCS, v. 1, 1993.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, **Boletim Mensal do Biodiesel**. 2014.

Disponível em:

<<http://www.anp.gov.br/?pg=61929&m=&t1=&t2=&t3=&t4=&ar=&ps=&cachebust=1350262704884>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

ASTHANA, A. N.; SINGH, G. B. Hybrid vigour in rai. **Indian Journal of Genetics & Plant Breeding**, v. 33, n. 1, p. 57-63, 1973.

ATABANI, A. E.; SILITONGA, A. S.; BADRUDDIN, I. A.; MAHLIA, T. M. I.; MASJUKI, H. H.; MEKHILEF, S. A. Comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v.16, n. 4, p. 2070-2093, 2012.

BECK, L. C.; LESSMAN, K. J.; BUKER, R. J. Inheritance of pubescence and its use in outcrossing measurements between a *Crambe hispanica* type and *C. abyssinica* Hochst. ex. R.E. Fries. **Crop Sci.** v. 15, n. 2, p. 221-224, 1975.

BLACKSHAW, R. E.; JOHNSON, E. N.; GAN, Y.T.; MAY; W. E.; MCANDREW, D. W.; BARTHET, V.; MCDONALD, T.; WISPINSKI, D. Alternative oilseed crops for biodiesel feedstock on the Canadian prairies. **Can. J. Plant Sci.**, v. 91, n. 5, p. 889-896, 2011.

BRASIL. Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira: altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 jan. 2005. Seção 1, p. 8. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm)>. Acesso em: 07 ago. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BROCH, D. L.; RANNO, S. K.; ROSCOE, R. Efeito de adubações de plantio e cobertura sobre a produtividade de crambe cv. FMS Brilhante após soja e milho. In Congresso Brasileiro de Mamona, 4 e Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, 1., 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010, p. 652-657. Disponível em: < <http://www.cbmamona.com.br/pdfs/FER-40.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

BURTON, W. A. PYMER S. J.; SALISBURY, P. A.; KIRK, J. T. O.; ORAM R. N. Performance of Australian canola quality *Brassica juncea* breeding lines. In

International Rapeseed Congress, 10., 1999, Camberra, Australia. **Anais...** Cambera: The Regional Institute Ltd, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gc/circ/4/51.htm>>. Acesso em: 13 jan. 2015.

BURTON, W. A.; RIPLEY, V. L.; POTTS, D. A.; SALISBURY, P. A. Assessment of genetic diversity in selected breeding lines and cultivars of canola quality *Brassica juncea* and their implications for canola breeding. **Euphytica**, v. 136, n. 2, p. 181-192, 2004.

BURTON, W.; SALISBURY, P.; POTTS, D. The potential of canola quality *Brassica juncea* as an oilseed crop for Australia. In Australian Research Assembly on Brassicas, 13., 2003, Tamworth. **Anais...** Tamworth: NSW, 2003. Disponível em: <[http://www.australianoilseeds.com/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0019/4573/The\\_potential\\_of\\_canola\\_quality\\_Brassica\\_juncea.pdf](http://www.australianoilseeds.com/__data/assets/pdf_file/0019/4573/The_potential_of_canola_quality_Brassica_juncea.pdf)>. Acesso em: 25 nov. 2014.

CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY, **The Biology of *Brassica juncea* (Canola/Mustard)**. 2012. Disponível em: <<http://www.inspection.gc.ca/plants/plants-with-novel-traits/applicants/directive-94-08/biology-documents/brassica-juncea/eng/1330727837568/1330727899677#a1>>. Acesso em: 01 fev. 2015.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola grower's manual**. 2014. Disponível em: <<http://www.canolacouncil.org/crop-production/canola-grower's-manual-contents/>>. Acesso em: 06 jan. 2015.

CARDONE, M.; MAZZONCINI, M.; MENINI, S.; ROCCO, V.; SENATORE, A.; SEGGIANI, M.; VITOLO, S. *Brassica carinata* as an alternative oil crop for the production of biodiesel in Italy: agronomic evaluation, fuel production by transesterification and characterization. **Biomass & Bioenergy**, v. 25, n. 6, p. 623-636, 2003.

CARDOSO, R. M. de L.; OLIVEIRA, M. A. R. de; LEITE, R. M. V. B de C.; BARBOSA, C. de J.; BALBINO, L. C. **Doenças de canola no Paraná**. Londrina: IAPAR; Cascavel: COODETEC, 1996. 28 p.

CARLSON, K. D.; TOOKEY, H. L. Crambe meal as a protein for feeds. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v. 60, n. 12, p.1979-1985, 1983.

CARLSON, K. D.; BAKER, E. C.; MUSTAKAS, G. C. Processing of *Crambe abyssinica* seed in commercial extraction facilities. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v. 35, n. 5, p. 897-905, 1985.

CARLSSON, A. S. Plant oils as feedstock alternatives to petroleum - A short survey of potential oil crop platforms. **Biochimie**, v. 91, n. 6, p. 665-670, 2009.

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

CASTLEMAN, G.; PYMER, S.; GREENWOOD, C. Potential for crambe (*C. abyssinica*) in Mallee / Wimmera of Australia. In: International Rapeseed Congress,

10., 1999, Canberra. **Anais...** Canberra: The Regional Institute Ltd, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/2/155.htm>>. Acesso em: 09 set. 2012.

CAVIGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000. CD-ROM.

CHEAH, K. Y.; TOH, T. S.; KOH, P. M. Palm fatty acid distillate biodiesel: Next-generation palm biodiesel. **Inform**, v. 21, n. 5, p. 264-266, 2010.

CHRISTMAS, E. P.; LESSMAN, K. J.; SOUTHARD, C. B.; PHILLIPS, M. W. **Crambe: A Potential New Crop for Indiana**. 1967. Disponível em: <<http://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1274&context=agext>>. Acesso em: 23 dez. 2014.

DAUN, J. K. Origin, Distribution, and Production. In: DAUN, J. K.; ESKIN, N. A. M.; HICKLING, D. **Canola: Chemistry, production, processing and utilization**. Urbana: AOCS Press, 2011. p. 1-27.

DESAI, B. B.; KOTTECHA, P. M.; SALUNKHE, D. K. **Seeds handbook: biology, Production, Processing, and Storage**. 10. ed. New York: Marcel Dekker, 1997. 627 p.

DÍAZ, L.; BORGES, M. E. Low-quality vegetable oils as feedstock for biodiesel production using k-pumice as solid catalyst. Tolerance of water and free fatty acids contents. **J. Agric. Food Chem.**, v. 60, n. 32, p. 7928-7933, 2012.

DOSIO, G.; QUIROZ, F. Enfermedades foliares en girasol y su relación con la formación del rendimiento y el contenido de aceite. In: MIRALLES, D. J.; AGUIRREZÁBAL, L. N.; OTEGUI, M. E.; KRUK, B.C.; IZQUIERDO, N. **Avances en ecofisiología de cultivos de granos**. Buenos Aires: Editorial Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires, 2010, p. 235-254.

DOWNEY, R. K.; Agricultural and genetic potentials of cruciferous oilseed crops. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v. 48, n. 11, p. 718-722, 1971.

DUKE, J. A. **Handbook of energy crops**. 1983. Disponível em: <[https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Crambe\\_abyssinica.html](https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Crambe_abyssinica.html)>. Acesso em: 24 dez. 2014.

DURRETT, T.; BENNING, C.; OHLROGGER, J. Plant triacylglycerols as feedstocks for the production of biofuels. **Plant J.**, v. 54, n. 4, p. 593-607, 2008.

EARLE, F. R.; PETERS, J. E.; WOLFF I. A.; WHITE, G. A. Compositional differences among crambe samples and between seed components. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v. 43, n. 5, p. 330-333, 1966.

ECOCROP. View Crop. **Crambe abyssinica**. 2013. Disponível em: <<http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/em/cropView?id=4922>>. Acesso em: 06 jan. 2013.

EDWARDS, R.; SZEKERES, S.; NEUWAHL, F.; MAHIEU, V. **Biofuels in the European Context: Facts and Uncertainties**, 2008. Disponível em: <

[http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc\\_biofuels\\_report.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_biofuels_report.pdf)>. Acesso em: 19 mar. 2014.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

ENDRES, G.; SCHATZ, B. **Crambe Production**. 2013. Disponível em: <<http://www.ag.ndsu.edu/publications/landing-pages/crops/crambe-production-a-1010>>. Acesso em: 06 jan. 2013.

ENJALBERT, J-N.; ZHENG, S.; JOHNSON, J. J.; MULLEN, J. L.; BYRNEA, P. F.; MCKAY, J. K. Brassicaceae germplasm diversity for agronomic and seed quality traits under drought stress. **Industrial Crops and Products**, v. 47, p. 176–185, 2013.

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, n. 11, p. 5808-5812, 2010.

FERRÉS, J. D. Biodiesel - desafios e oportunidades In: DUAILIBE, A. K. **Combustíveis no Brasil - Desafios e Perspectivas**. Rio de Janeiro: Synergia, 2012, p. 86-113.

FILA, G.; FONTANA, F.; MAESTRINI, C. BELLOCCHI, G. **Field Evaluation of Crambe Cultivars in Northern Italy**. 2002. Disponível em <[http://www.sipeaa.it/bellocchi/Publications/ESA2002\\_Crambe2.pdf](http://www.sipeaa.it/bellocchi/Publications/ESA2002_Crambe2.pdf)>. Acesso em: 07 fev. 2014.

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**, v. 9, n. 2, p. 117-126, 1998.

GAN, Y; MALHI, S. S.; BRANDT, S. KATEPA-MUPONDWA, F.; KUTCHER, H.R. **Optimizing the production of *Brassica juncea* canola, in comparison with other *Brassica* species, in different soil-climatic zones**. 2008. Disponível em: <<http://www.saskcanola.com/quadrant/System/research/reports/report-Gan-optimizing-long.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2014.

GRDC. **Diseases of canola and their management: the back pocket guide**. 2013. Disponível em:<<http://www.grdc.com.au/Downloads.ashx?q=/~/media/495B1BE093884ADBB555197F6072DB6C.pdf>>. Acesso em: 19 out. 2014.

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

GUNSTONE, F. D.; HARWOOD, J. L; PADLEY, F. B. **The Lipid Handbook**. 2. ed. London: Chapman & Hall, 1995. 551 p.

HAAS, M. J.; FOGLIA, T. A.; Alternate Feedstocks and Technologies for Biodiesel Production. In: KNOTHE, G.; GERPEN J.V.; KRAHL, J. **The Biodiesel Handbook**. Champaign: AOCS Press, 2005. p. 50-69.

HILL, J.; NELSON, E.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; TIFFANY, D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. **PNAS**, v. 103, n. 30, p. 11206-11210, 2006.

IAPAR. **Agrometeorologia**. 2014. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1828>>. Acesso em: 12 dez. 2014.

IBGE. **Planisfério Político**. 2015. Disponível em: <[http://7a12.ibge.gov.br/images/7a12/mapas/mundo/planisferio\\_pol.pdf](http://7a12.ibge.gov.br/images/7a12/mapas/mundo/planisferio_pol.pdf)>. Acesso em: 01 mar. 2015.

IZQUIERDO, N.; AGUIRREZÁBAL, L. A. Recientes avances de la ecofisiología de la calidad de aceites. Su aplicación al manejo de cultivos para obtener aceites de alta calidad para usos específicos. In: MIRALLES, D. J.; AGUIRREZÁBAL, L. N.; OTEGUI, M. E.; KURK, B. C. IZQUIERDO, N. **Avances en ecofisiología de cultivos de granos**. Buenos Aires: Editorial Facultad Agronomía Universidad de Buenos Aires, 2010, p.211-233.

JASPER, S. P. **Cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): Avaliação energética, de custo de produção e produtividade em sistema de plantio direto**. 2009. 103 fls. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2009.

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 sistema de plantio direto. **Revista Energia na Agricultura**. v. 25, n. 4, p.141-153, 2010.

JHAM, G. N.; MOSER, B. R.; SHAH S. N.; HOLSER, R. A.; DHINGRA, O. D.; VAUGHN, S. F.; BERHOW, M. A.; WINKLER-MOSER, J. K.; ISBELL, T. A.; HOLLOWAY, R. K.; WALTER E. L.; NATALINO, R.; ANDERSON, J. C.; STELLY D. M. Wild Brazilian Mustard (*Brassica juncea* L.) Seed Oil Methyl Esters as Biodiesel Fuel. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v. 86, n. 9, p. 917-926, 2009.

JOHNSTON, A. M.; TANAKA, D. L.; MILLER, P. R.; BRANDT, S. A.; NIELSEN, D. C.; LAFOND, G. P.; RIVELAND N. R. Oilseed crops for semiarid cropping systems in the Northern Great Plains. **Agron. J.**, v. 94, n. 2, p. 231-240. 2002.

KMEC, P.; WEISS, M. J.; MILBRATH, L. R.; SCHATZ, B. G.; HANZEL, J.; HANSON, K.; ERIKSMOEN, E. D. Growth analysis of crambe. **Crop Science**, v.38, n. 1, p. 108-112.1998.

LAZZERI, L.; CONTE, L. S.; PALMIERI, S. Agronomical and technological characterization of Italian-grown *Crambe abyssinica*. **Agr. Med.**, v. 123, p. 55-64, 1993.

- LAZZERI, L.; LEONI, O.; CONTE, L.S.; PALMIERI, S. Some technological characteristics and potential uses of *Crambe abyssinica* products. **Industrial Crops and Products**, v. 3, n. 1-2, p. 103-112, 1994.
- LESSMAN, K. J.; ANDERSON, W. P. Crambe. In: FEHR, W. R.; HADLEY, H. H. **Hybridization of Crop Plants**. Madison: The American Society of Agronomy-Crop Science Society of America, 1980, p. 339-346.
- LI, X.; AHLMAN, A.; YAN, X.; LINDGREN, H.; ZHU, L. Genetic transformation of the oilseed crop *Crambe abyssinica*. **Plant Cell Tiss Cult**, v. 100, n. 2, p. 149-156, 2010.
- MACAGNAN, D.; CHAVES, Z. M.; CAFÉ-FILHO, A C. First Report of *Alternaria brassicicola* on *Crambe abyssinica* in Goiás state, Brazil. **Summa Phytopathol.**, v. 36, n. 3, p. 260, 2010.
- MARINGONI, A.C. Doenças das crucíferas. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de fitopatologia**. Vol. 2. Doenças de plantas cultivadas. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. p. 297-306.
- 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, n. 2, p. 129-136, 1994.
- MCGREGOR, W. G.; PLESSERS, A. G.; CRAIG, B. M. Species trials with oil plants. I. Crambe. **Canad. J. Plant Sci.** v. 41, n. 4, p. 716-719, 1961.
- MCKAY, K. R., SCHNEITER, A. A., JOHNSON, B. L., HANSON, B. K.; SCHATZ, B. G. **Influence of planting date on canola and crambe production**. 1992. Disponível em:  
<[http://library.ndsu.edu/tools/dspace/load/?file=/repository/bitstream/handle/10365/9581/farm\\_49\\_04\\_06.pdf?sequence=1](http://library.ndsu.edu/tools/dspace/load/?file=/repository/bitstream/handle/10365/9581/farm_49_04_06.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 29 maio. 2014.
- MOERS, E. M.; KUHN, O. J.; GONÇALVES JR., A. C.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R. Levantamento de doenças na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) na região oeste do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 1, p. 35-48, 2012.
- MOERS, E. M. **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**. 2012. 65 fls. Dissertação (Mestrado Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel. 2012.
- MORRISON, M. J.; MCVETTY, P. B. E.; SHAYKEWICH, C. F. The determination and verification of a baseline temperature for the growth of westar summer rape. **Can. J. Plant Sci.**, v. 69, p. 455-464, 1989.
- MORRISON, M. J.; STEWART, D. W. Heat stress during flowering in summer brassica. **Crop Science**, v. 42, n. 3, p. 797-803, 2002.

MOSER, B. R. Biodiesel production, properties, and feedstocks. **In Vitro Cell. Dev. Biol. - Plant**, v. 45, p. 229-266, 2009.

MOURA, N. C. de; **Avaliação de espécies oleaginosas de inverno em diferentes regiões fisiográficas do Paraná para a produção de biodiesel**. 2012. 65 fls Dissertação (Mestrado em Bioenergia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

O'BRIEN, R. D. **Fats and Oils: formulating and processing for applications**. Lancaster: Technomic, 1998. 694 p.

OHLSON, R. Modern Processing of Rapeseed. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v. 69, n. 3, p. 195-198, 1992.

OPLINGER, E. S.; OELKE, E. A.; KAMINSKI, A. R.; PUTNAM, D. H.; TEYNOR T. M.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B. R.; NOETZEL D. M. **Crambe**. 1991. Disponível em: < <http://corn.agronomy.wisc.edu/Crops/Crambe.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

PAVLISTA, A. D.; SANTRA, D. K.; ISBELL, T. A.; BALTENSPERGER, D. D.; HERGERT, G. W.; KRALL, J.; MESBACH, A.; JOHNSON, J.; O'NEIL, M.; AIKEN, R.; BERRADA, A. Adaptability of irrigated spring canola oil production to the US High Plains. **Industrial Crops and Products**, v. 33, n. 1, p. 165-169, 2011.

PITOL, C. Cultura do Crambe. In: BORGES, E. P., **Tecnologia de produção: milho safrinha e culturas de inverno**. Maracaju: Fundação MS, 2008. p.85-88.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60 p.

REGINATO, P.; SOUZA, C. M. A. de; SILVA, C. J. da; RAFULL, L. Z. L. Desempenho agrônomo e qualidade de sementes de crambe em diferentes épocas e profundidades de semeadura. **Pesq. agropec. bras.**, v. 48, n. 10, p. 1410-1413, 2013.

REUBER, M. A.; JOHNSON, L. A.; WATKINS, L. R. Dehulling crambe seed for improved oil extraction and meal quality. **J. Am. Oil Chemical Soc.**, v. 78, n. 6, p. 661-664, 2001.

SANJAY, B. Non-conventional seed oils as potential feedstocks for future biodiesel industries: a brief review. **Res. J. Chem. Sci.**, v. 3, n. 5, p. 99-103, 2013.

SIEMENS, B. J. **Quality of western Canadian mustard. 2013**. Disponível em: <<http://www.grainscanada.gc.ca/mustard-moutarde/harvest-recolte/2013/hqm13-qrm13-en.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

SHEKHAWAT, K.; RATHORE, S. S.; PREMI, O. P.; KANDPAL, B. K.; CHAUHAN, J. S. Advances in Agronomic Management of Indian Mustard (*Brassica juncea* (L.) Czernj. Cosson): An Overview. **International Journal of Agronomy**, v. 2012, p. 1-14, 2012.

SHULTE, L. R.; BALLARD, T.; SAMARAKOON, T.; YAO, L.; VADLANI, P.; STAGGENBORG, S.; REZAC, M. Increased growing temperature reduces content of polyunsaturated fatty acids in four oilseed crops. **Industrial Crops and Products**, v. 51, p. 212-219, 2013.

STRASIL, Z. Impact of some selected agricultural measures and site conditions on economically significant characteristics of crambe. **Scientia Agriculturae Bohemica**, v. 41, n. 2, p. 77-83, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fotossíntese: reações de carboxilação. In: \_\_\_\_\_. **Fisiologia Vegetal**. 3. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p 173-198.

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P. de.; CASTRO, A.; M. G. de; LIMA, S. M. V.; DE MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil**. 2009a. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do118.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118.htm)>. Acesso em: 29 maio. 2014.

TOMM, G. O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. 2009b. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do113.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm)>. Acesso em 10 nov. 2014.

TOMM, G. O.; MENDES, M. R. P.; FADONI, A. C.; CUNHA, G. R. **Efeito de épocas de semeadura sobre o desempenho de genótipos de canola de ciclo precoce e médio, em Maringá, Paraná**. 2010. Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p\\_bp75.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp75.htm)>. Acesso em: 29 maio. 2014.

UNIÃO BRASILEIRA do BIODIESEL – UBRABIO. **O biodiesel e sua contribuição ao desenvolvimento brasileiro**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2010. 34 p.

VAN GERPEN, J. Biodiesel processing and production. **Fuel Proc. Technol.**, v. 86, p. 1097-1107, 2005.

VOLLMANN, J.; RUCKENBAUER, P. Estimation of outcrossing rates in crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. Ex. R.E. Fries) using a dominant morphological marker gene. **Die Bodenkultur**, v. 42, n. 4, p. 361-366, 1991.

VOLLMANN, J.; RUCKENBAUER, P. Agronomic performance and oil quality of crambe as affect by genotype and environment. **Die Bodenkultur**, v. 44, n. 4, p. 335-343, 1993.

WANG, Y. P.; TANG, J. S.; CHU, C. Q.; TIAN, J. Preliminary study on the introduction and cultivation of *Crambe abyssinica* in China, an oil plant for industrial uses. **Industrial Crops and Products**, v. 12, n. 1, p. 47-52, 2000.

WEISS, E. A. Crambe, niger and jojoba. In: \_\_\_\_\_. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983. p.463-485.

WIJESUNDERA, C.; CECCATO, C.; FAGAN, P.; SHEN, Z.; BURTON, W.; SALISBURY, P. Canola quality Indian mustard oil (*Brassica juncea*) is more stable to oxidation than conventional canola oil (*Brassica napus*). **J. Am. Oil Chem. Soc.**, v. 85, n. 8, p. 693-699, 2008.

WOODS, D. L.; CAPCARA, J. J.; DOWNEY, R. K. The potential of mustard (*Brassica juncea* (L) Coss) as an edible oil crop on the Canadian Prairies. **Can. J. Plant Sci.**, v.71, n. 1, p. 195-198, 1991.

WRIGHT, P.R.; MORGAN, J.M.; JESSOP, R.S.; CASS, A. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*B. juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. **Field Crop Research**, v. 42, n.1, p.1-13, 1995.

YOU, M. P.; SIMONEAU, P.; DONGO, A.; BARBETTI, M. J.; LI, H.; SIVASITHAMPARAM, K. First report on *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria brassicae* on *Crambe abyssinica* in Australia. **Plant Disease**, v. 89, n. 4, p. 430, 2005.

ZYAYKINA, N.; VAN HOED, V.; DE GREYT, W.; VERHÉ, R. The use of alternative lipid resources for bioenergy. **Lipid Technology**, v. 21, n. 8-9, p. 182-185, 2009.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A.1

Custo operacional para a produção de 1 hectare de crambe na região de Londrina, PR

COMPONENTES DO CUSTO	UNID	QTD	PREÇO	PREÇO	PART.
			UNIT.	TOTAL	
			(R\$ ha <sup>-1</sup> )	(R\$ ha <sup>-1</sup> )	(%)
<b>A – Operações</b>					
Tratamento de sementes - Fungicida	dh	0,13	123,50	15,44	1,0
Aplicação de herbicida (110 cv)	hmaq	0,066	81,90	4,65	0,4
Plantio/Adubação (180 cv)	hmaq	0,67	188,50	125,67	9,7
Transporte interno (plantio) (75 cv)	hmaq	0,255	61,40	15,35	1,2
Aplicação de adub. de cobertura (110	hmaq	0,057	71,30	4,05	0,3
Aplicação de fungicida (110 cv) ( 2 aplic.)	hmaq	0,114	81,90	9,31	0,7
Colheita Mec. – Colhedeira + Plat. 25	hmaq	0,5	429,80	214,90	16,6
Transporte até	t	1,25	144,00	180,00	13,9
<b>SUBTOTAL OPERAÇÕES (A)</b>				<b>569,37</b>	<b>43,9</b>
<b>B – Insumos</b>					
ementes – Variedade	kg	12	5,00	60,00	4,6
Fungicida – Tratam. de Sementes	l	0,048	36,95	1,77	0,1
Herbicida Gramoxone	l	3	21,24	63,72	4,9
Fertilizante 4-14-8	t	0,3	946,00	283,80	21,9
Fertilizante Sulfato de Amônio	t	0,2	886,00	177,20	13,7
Fungicida – Fox ( 2 aplic.)	l	0,8	177,74	142,19	11,0
<b>SUBTOTAL INSUMOS (B)</b>				<b>728,68</b>	<b>56,1</b>
<b>C – Administração</b>					
Assistência Técnica	%			0,0	0,0
Taxa de Administração	%			0,0	0,0
Juros sob o capital circulante	%			0,0	0,0
<b>SUBTOTAL ADMINISTRAÇÃO (C)</b>					
<b>TOTAL (A+B+C)</b>				<b>1298,05</b>	<b>100</b>

**Fonte:**

Custo hmáq.: Coop. Cocari.

Cotações dos insumos: Média aritmética das cotações obtidas na Coop. Integrada e Cocamar – Região de Londrina.

Cotações realizadas entre os dias 20/10/14 a 24/10/14.

## APÊNDICE A.2

Análise de sensibilidade para a produção de 1 hectare de crambe na região de Londrina, PR.

Análise de Sensibilidade	Preço da saca de 60 kg de crambe			
	Unid/Cotação	23,00	45,00	50,00
Custo de Produção Operacional	R\$ ha <sup>-1</sup>	1298,05	1298,05	1298,05
Ponto de Equilíbrio	sc ha <sup>-1</sup>	56,4	28,8	26,0
Margem Bruta (*)	R\$ ha <sup>-1</sup>	-818,88	-360,55	-256,38

(\*) Para uma produtividade de 1250 kg ha<sup>-1</sup>

## APÊNDICE B.1

Custo operacional para a produção de 1 hectare de canola juncea na região de Londrina, PR

COMPONENTES DO CUSTO	UNID	QTD	PREÇO	PREÇO	PART.
			UNIT.	TOTAL	
			(R\$ ha <sup>-1</sup> )	(R\$ ha <sup>-1</sup> )	(%)
<b>A – Operações</b>					
Tratamento de sementes – Fungicida	dh	0,13	123,50	15,44	1,0
Aplicação de herbicida (110 cv)	hmaq	0,06	81,90	4,65	0,3
Plantio/Adubação (180 cv)	hmaq	0,67	188,50	125,67	8,5
Transporte interno (plantio) (75 cv)	hmaq	0,25	61,40	15,35	1,0
Aplicação de adub. de cobertura (110 cv)	hmaq	0,057	71,30	4,05	0,3
Aplicação de inseticida (110 cv) ( 2 aplic.)	hmaq	0,114	81,90	9,31	0,6
Aplicação de fungicida (110 cv) ( 2 aplic.)	hmaq	0,114	81,90	9,31	0,6
Colheita Mec. – Colhedeira + Plat. 25 pés	hmaq	0,5	429,80	214,90	14,5
Transporte até Armazenagem/Comprador	t	1,95	90,00	175,50	11,9
<b>SUBTOTAL OPERAÇÕES (A)</b>				<b>569,37</b>	<b>38,7</b>
<b>B – Insumos</b>					
Sementes - Variedade	kg	2,5	88,00	220,00	14,9
Fungicida – Tratam. de Sementes Vitava-	l	0,01	36,95	0,37	0,0
Herbicida Gramoxone	l	3	21,24	63,72	4,3
Fertilizante 4-14-8	t	0,3	946,00	283,80	19,3
Fertilizante Sulfato de Amônio	t	0,2	886,00	177,20	12,0
Inseticida – Decis	l	0,3	53,44	16,03	1,1
Fungicida – Fox ( 2 aplic.)	l	0,8	177,74	142,19	9,7
<b>SUBTOTAL INSUMOS (B)</b>				<b>903,31</b>	<b>61,3</b>
<b>C – Administração</b>					
Assistência Técnica	%			0,0	0,0
Taxa de Administração	%			0,0	0,0
Juros sob o capital circulante	%			0,0	0,0
<b>SUBTOTAL ADMINISTRAÇÃO (C)</b>				<b>-</b>	<b>0,0</b>
<b>TOTAL (A+B+C)</b>				<b>1472,68</b>	<b>100</b>

**Fonte:**

Custo hmáq.: Coop. Cocari.

Cotações dos insumos: Média aritmética das cotações obtidas na Coop. Integrada e Cocamar – Região de Londrina.

Cotações realizadas entre os dias 20/10/14 a 24/10/14.

## APÊNDICE B.2

Análise de sensibilidade para a produção de 1 hectare de canola juncea na região de Londrina, PR.

Análise de Sensibilidade	Preço da saca de 60 kg de canola juncea			
	Unid/Cotação	45,00	50,00	57,00
Custo de Produção Operacional	R\$ ha <sup>-1</sup>	1.472,68	1.472,68	1.472,68
Ponto de Equilíbrio	sc ha <sup>-1</sup>	32,8	29,5	25,9
Margem Bruta (*)	R\$ ha <sup>-1</sup>	-14,98	147,52	375,02

(\*) Para uma produtividade de 1950 kg ha<sup>-1</sup>