

OCTAVIO HENRIQUE VIANA

CULTIVO DE CRAMBE NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
JANEIRO – 2013

OCTAVIO HENRIQUE VIANA

CULTIVO DE CRAMBE NA REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Deonir Secco

Co-orientador: Prof. Dr. Elisandro Pires Frigo

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
JANEIRO – 2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Biblioteca Central do Campus de Cascavel – Unioeste

Ficha catalográfica elaborada por Jeanine da Silva Barros CRB-9/1362

V671c Viana, Octavio Henrique
Cultivo do crambe na Região Oeste do Paraná. / Octavio Henrique
Viana — Cascavel, PR: UNIOESTE, 2013.
60 p.

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos
Co-orientador: Prof. Dr. Deonir Secco
Co-orientador: Prof. Dr. Elisandro Frigo Pires
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do
Paraná.
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Energia na
Agricultura, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas.
Bibliografia.

1. *Crambe abyssinica* Hochst - Cultivo. 2. Óleo vegetal. 3 Energia na
agricultura. 4. Biocombustíveis. 5. Energias renováveis. I. Universidade
Estadual do Oeste do Paraná. II. Título.

CDD 21.ed. 633.85

OCTAVIO HENRIQUE VIANA

“Cultivo de Crambe na Região Oeste do Paraná”

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

Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel

Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior
Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE/Cascavel

Prof. Dr. Tiago Roque Benetoli da Silva
Universidade Estadual de Maringá – UEM/Umuarama

Cascavel, 31 de janeiro de 2013.

À meus pais Fernando e Tania...

dedico

AGRADECIMENTOS

Á **Deus**, por conceder esta vitória em minha vida.

Ao meu orientador, Professor **Dr. Reginaldo Ferreira Santos** por acreditar na minha pessoa. Agradeço pelo incentivo, dedicação, orientação e amizade. Agradeço aos Coorientadores Professores Dr. Deonir Secco e Prof. Dr. Elisandro Frigo Pires.

À minha namorada **Priscila Candido** e minha irmã **Fernanda Tozo Viana** pelo carinho, compreensão e incentivo durante minha formação.

Agradeço aos colaboradores da Fazenda Escola FAG, em especial a Cornélio Primieri, Elisa Fritzen Barth, Helmuth G. Bleil Junior, Karina Sanderson, Leonardo K. Moro e Tiago Sordi Junior.

Aos colegas de Mestrado Augustinho Borsoi, Carlos Henrique Fornasari, Doglas Bassegio e Helton Aparecido Rosa que colaboraram para o desenvolvimento desta pesquisa.

À **Faculdade Assis Gurgacz – FAG**, pelo espaço e apoio no desenvolvimento da minha pesquisa.

À **Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste** e ao Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura pela sua infra-estrutura, oportunidade e pelo apoio recebido.

Ao **Programa Institucional de Qualificação Docente – PIQDocente** da Faculdade Assis Gurgacz - FAG pelo apoio.

A **Copel Distribuição S.A** que através do Programa P&D PROJETO PD-2866-0258/2011 – “Avaliação do óleo de crambe como fluido isolante em transformadores e desenvolvimento agroindustrial da cultura” disponibilizou recursos para desenvolvimento da pesquisa.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DA LITERATURA	3
2.1 ENERGIA E MEIO AMBIENTE	3
2.2 ENERGIAS RENOVÁVEIS	3
2.3 BIODIESEL	4
2.4 CRAMBE	5
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	8
4. CAPÍTULO I – DOSES DE FERTILIZANTE NO CRAMBE (<i>Crambe abyssinica</i> H.)	11
4.1 INTRODUÇÃO.....	12
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	13
4.2.1 Área experimental.....	13
4.2.2 Caracterização do solo e dados climatológicos	14
4.2.3 Implantação e condução do experimento	15
4.2.4 Variáveis analisadas	16
4.2.5 Análise estatística dos dados	17
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.4 CONCLUSÃO.....	22
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
5. CAPÍTULO II – DENSIDADES DE SEMEADURA NO CRAMBE (<i>Crambe abyssinica</i> H.)	26
5.1 INTRODUÇÃO.....	27
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.2.1 Área experimental.....	28
5.2.2 Caracterização do solo e dados climatológicos	28
5.2.3 Implantação e condução do experimento	30
5.2.4 Variáveis analisadas	30
5.2.5 Análise estatística dos dados	31

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.4 CONCLUSÃO.....	34
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
6. CAPÍTULO III - ÉPOCAS DE SEMEADURA NO CRAMBE (<i>Crambe abyssinica</i> H.)	37
6.1 INTRODUÇÃO.....	38
6.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
6.2.1 Área experimental.....	39
6.2.2 Caracterização do solo e dados climatológicos	39
6.2.3 Implantação e condução do experimento	41
6.2.4 Variáveis analisadas	42
6.2.5 Análise estatística dos dados	42
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
6.4 CONCLUSÃO.....	47
6.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
7. CONCLUSÃO GERAL.....	50

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - DOSES DE FERTILIZANTE NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental.....14

Tabela 2 - Regressões polinomiais e análise da variância do cultivo de crambe para as variáveis altura de planta (h), massa fresca (MF), massa seca (MS), número de plantas/metro (plt/m), Massa de 1000 grãos, produtividade e teor de óleo em função de doses de fertilizantes.....18

CAPÍTULO II - DENSIDADES DE SEMEADURA NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental.....29

Tabela 2 - Regressões polinomiais e análise da variância do cultivo de crambe para as variáveis altura de planta (h), massa fresca (MF), massa seca (MS), número de plantas/metro (plt/m), Massa de 1000 grãos, produtividade e teor de óleo em função de das densidades de semeadura.....32

CAPÍTULO III - ÉPOCAS DE SEMEADURA NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental.....40

Tabela 2 - Ciclo, somatório graus-dia e precipitação acumulada nas épocas de semeadura....40

Tabela 3 - Altura de planta (h), massa fresca (MF), massa seca (MS), número de plantas / metro (plt/m), Massa de 1000 grãos, produtividade, teor de óleo das sementes, graus – dia, precipitação e ciclo do crambe em função das épocas de semeadura.....43

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I - DOSES DE FERTILIZANTE NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.).

Figura 2 - Comportamento das variáveis meteorológica de precipitação, temperatura do ar mínima e máxima durante o ciclo de cultivo do crambe em Cascavel, PR 2012.....15

Figura 2 - Curva de crescimento de plantas crambe em função de doses de fertilizantes formulado NPK 10-15-15.....17

CAPÍTULO II - DENSIDADES DE SEMEADURA NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.).

Figura 1 – Precipitação, temperatura mínima e máxima durante o ciclo do crambe em Cascavel – PR, 2012.....29

CAPÍTULO III - ÉPOCAS DE SEMEADURA NA CULTURA DO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.)

Figura 1 – Comportamento das variáveis meteorológica de precipitação, temperatura do ar mínima e máxima durante o ciclo de cultivo do crambe em três épocas de semeadura na cidade de Cascavel, PR 2012.....41

RESUMO

Viana, Octavio Henrique; M. Sc; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; Fevereiro de 2013; **Cultivo de crambe na Região Oeste do Paraná**; Orientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos; Coorientadores: Prof. Dr. Deonir Secco e Prof. Dr. Elisandro Frigo Pires.

A evolução tecnológica das últimas décadas tem afetado o ambiente devido aos gases do efeito estufa emitidos por fontes fósseis, principalmente de combustíveis. A busca por fontes renováveis ganha a cada dia novas matérias primas, tais como, as culturas provenientes da agricultura. No Oeste do Paraná se destaca as culturas oleaginosas como a soja, canola, pinhão manso e crambe. O crambe (*Crambe abyssinica* H.) é uma promissora planta na produção de óleo para o Brasil, além de ser alternativa para o sistema de rotação de culturas. Por ser uma espécie não conhecida na região, vários estudos sobre o seu manejo precisam ser realizados. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência de doses de fertilizante, densidades e época de semeadura no desenvolvimento do crambe. A pesquisa foi conduzida na Fazenda Escola pertencente a Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Cascavel – PR, em cultivo a campo. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com 5 repetições onde foram avaliadas doses de fertilizante NPK 10-15-15 (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹), densidades de semeadura (8, 12, 17,5 e 24 kg ha⁻¹) e três épocas de semeadura (abril, junho e julho). Os parâmetros avaliados foram: altura de planta, massa fresca e seca de planta, número de plantas por metro linear, massa de 1000 grãos, produtividade, teor de óleo e produção de óleo. Na análise separada as doses de fertilizante 200 e 300 kg ha⁻¹ influenciaram altura de planta apresentando 118,50 cm e 114,38 cm, respectivamente. As densidades de semeadura influenciaram significativamente nas variáveis altura de planta, massa fresca, massa seca, número de plantas por metro linear e produtividade. Todas as variáveis sofreram influência significativa quando semeadas em diferentes épocas. A semeadura realizada em Abril apresentou maiores resultados das variáveis analisadas, exceto altura de planta.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica* Hochst, óleo, cultivo.

ABSTRACT

Viana, Octavio Henrique; M. Sc; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; February 2013; **Technology deployment of crambe crop in western Paraná**; Mastermind: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos; Co-advisor: Prof. Dr. Deonir Secco e Prof. Dr. Elisandro Frigo Pires.

Technological developments of the last decades has affected the environment due to greenhouse gases emitted by fossil sources, mainly fuel. The search for renewable energy every day new raw materials such as crops from agriculture. In Western Paraná stands oilseed crops such as soybean, canola, jatropha and crambe. The crambe (*Crambe abyssinica* H.) is a promising plant oil production to Brazil, besides being an alternative to the system of crop rotation. Being a species not known in the region, several studies on their management need to be made. This study aims to evaluate the influence of fertilizer rates, densities and sowing date on the development of crambe. The research was conducted at the School Farm belonging to Assis Gurgacz College - FAG, Cascavel - PR, under soil. The experimental design was randomized blocks with 5 replications in which we evaluated doses of NPK 10-15-15 fertilizer (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹), seeding rates (8, 12, 17.5 and 24 kg ha⁻¹) and three sowing dates (April, June and July). The parameters evaluated were: plant height, fresh and dry weight of plant, number of plants per meter, the 1000 grain yield, oil content and oil production. In a separate analysis doses of fertilizer 200 and 300 kg ha⁻¹ influence plant height presenting 118.50 and 114.38 cm, respectively. Seeding rates significantly influenced the plant height, fresh weight, dry weight, number of plants per meter and productivity. All variables were influenced significantly when sown at different times. Sowing in April showed higher results analyzed variables except plant height.

Keywords: *Crambe abyssinica* Hochst, oil, crop.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A temática de fontes alternativas de energia é prioridade nos temas tratados entre especialistas e governantes, principalmente pelas suas características de mitigação de impactos ambientais negativos e por ser caracterizadas como fontes infinitas e renováveis, ao contrário, das fontes não renováveis advindas do petróleo.

Dentre estas fontes alternativas, há grande debate e pesquisa referente ao biodiesel, álcool, óleo vegetal isolante para transformadores de energia, entre outros. Estes produtos renováveis estão sendo inseridos no mercado, como produtos que irão auxiliar na redução de emissão de GEE (gases de efeito estufa) e mitigação do aquecimento global.

Atualmente, as principais matérias primas de biomassa, são grãos oleaginosos, como a soja, canola, girassol, dendê, entre outros, além de gorduras animais e descartes de gorduras utilizadas nas frituras de alimentos.

No entanto, há grande procura para ampliar a gama de matérias primas, principalmente, buscando grãos que não sejam utilizados como fonte alimentar (como exemplo, a soja e a canola) afim de que não tomem lugar ou concorram com lavouras focadas ao ramo alimentício bem como atendendo a necessidade de grãos que possuam boa adaptabilidade, rendimento e comércio nas regiões do Brasil e do mundo, tais como, pinhão manso, mamona e crambe.

O crambe (*Crambe abyssinica*) possui ciclo curto, cerca de 90 a 100 dias, tolerância a seca e a geadas em grande parte de seu desenvolvimento, cultivada entre a safra de verão e a de inverno, caracterizando uma terceira época de plantio. Implantada e cultivada de forma mecanizada, utiliza implementos da soja (PITOL *et al.*, 2010).

Há boa produção de matéria seca, grãos (1000 a 1500 kg ha⁻¹) e óleo (26 % a 38 %). Este óleo apresenta características peculiares a produção de Biodiesel e óleos industriais devido ao teor de ácido erúico presente (cerca de 55 %) que lhe proporciona alta estabilidade a oxidação (PITOL, 2008).

Possui pesquisas na região do Mato Grosso do Sul e Goiás pela Fundação MS, onde foi desenvolvida variedade adaptada as questões edafoclimáticas destes Estados, além de outros locais que realizam estudos, para produção de óleo vegetal isolante, como o estado do Paraná por meio de instituições de ensino e pesquisa.

No entanto, alguns gargalos para o crambe estão impedindo a difusão de forma comercial pelo país. Dentre estes, a avaliação da época de plantio adequada em diferentes Estados, adubação, densidade e a perda de rendimento na colheita, além da estruturação do mercado, que a torna uma oleaginosa de pouco comércio devido aos reduzidos locais de compra.

No Oeste Paranaense, isto é visível, há baixa quantidade de pesquisa e difusão da tecnologia de implantação, armazenamento e comércio da planta. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência de doses de fertilizante, densidades e época de semeadura no desenvolvimento do crambe na região oeste do Paraná.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Energia e meio ambiente

A evolução tecnológica das últimas décadas ocorre de forma desacelerada, em consonância a demanda de energia para suprir esta necessidade. Com isso, aumenta os gases do efeito estufa (GEE) emitidos (ROSHENHAIM *et al.*, 2009).

Estes gases, tais como, metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), ozônio (O₃), clorofluorcarbonetos (CFC), Úhidrofluorcarbonetos (HCFC) e o dióxido de carbono (CO₂) são provenientes das atividades antrópicas, principalmente, pela queima de combustíveis fósseis, a qual anualmente emite 8 bilhões de toneladas de carbono somente na forma de CO₂. Partes dos GEE emitidos permanecem na atmosfera, aumentando a retenção da radiação infravermelha, elevando a temperatura do planeta e causando o aquecimento global (SANTOS, 2006; NOBRE e NOBRE, 2002).

Além da evolução tecnológica, o próprio crescimento populacional demanda mais energia, principalmente de origem fóssil. Atendendo esta necessidade, o petróleo e o carvão mineral tornaram-se fontes de baixo estoque mundial, chegando próximo aos seus esgotamentos (FRANCZAK, 2009).

Com a baixa disponibilidade e a alta emissão dos GEE das energias fósseis, toda comunidade por meio de seus governantes e pesquisadores focaram no desenvolvimento de energias renováveis como alternativa às fósseis (SILVA e MONTEGGIA, 2009).

2.2 Energias renováveis

As energias renováveis provêm de ciclos naturais de conversão da radiação solar, são inesgotáveis, se regeneram de forma cíclica em tempo reduzido, não alteram a temperatura global e produzem reduzidos impactos ambientais quando comparadas as energias fósseis (PACHECO, 2006).

Dentre estas fontes de energias renováveis, incluem a energia hidroelétrica, solar térmica e fotovoltaica, maremotriz, das ondas, geotérmica, eólica e da biomassa (TOMALSQUIM, 2003).

A energia da biomassa é oriunda da matéria vegetal gerada por meio da fotossíntese e os seus derivados, como os resíduos florestais, agrícolas e animais, além de matéria orgânica existente nos resíduos domésticos, municipais e industriais. Estes por sua vez, contêm energia química oriunda da radiação solar, a qual pode ser liberada

diretamente por combustão ou processada para forma de fonte renovável de energia da biomassa como o etanol, carvão vegetal e biodiesel (NOGUEIRA e LORA, 2003).

A energia da biomassa em nível mundial representa 10,5% e as fontes renováveis juntas representam apenas 12,7% de toda esta energia. Na Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico – OCDE, que tem dentre países membros, o Canadá, Japão, EUA e Alemanha, etc., a energia da biomassa constitui apenas 5,2 % da matriz e as fontes renováveis, 7,2 %. Já no Brasil, somente a energia oriunda da biomassa representa 32 % de sua matriz energética e as fontes renováveis somadas, 47,3 %. (EPE, 2010).

O Brasil conforme demonstrado possui grande vantagem na produção de energia renovável, inclusive da biomassa quando comparado aos demais países. Este resultado é devido ao país apresentar fatores essenciais para a produção de diversificadas matérias-primas para combustíveis renováveis, como clima heterogêneo e solos com boa fertilidade (STABACH *et al*, 2010).

Dentre as energias da biomassa brasileira, o biodiesel e o etanol são os combustíveis que proporcionam esta vantagem de produção, devido as suas produções, 2,35 bilhões de litros de biodiesel (ano base 2010) e 27,51 bilhões de litros de etanol (safra 2008/2009) (SILVEIRA, 2011; UNICA, 2011).

2.3 Biodiesel

O biodiesel é um mono-alkiléster de ácidos graxos derivado de óleos vegetais e gorduras animais, obtido por meio de um processo de transesterificação, no qual ocorre a transformação de triglicerídeos em moléculas menores de ésteres de ácidos graxos, onde produz o bicomcombustível e glicerol. Registrado como combustível e aditivo para combustíveis, podendo ser utilizado em mistura com o diesel de petróleo (B1, 1 %, B5, 5 %, etc) e puro (B100, 100 %), caracterizado como uma alternativa ao diesel pode ser utilizado em motores sem a necessidade de alterações dos mesmos (FERRARI *et al.*, 2005).

Têm por fontes oleaginosas, os óleos de algodão, amendoim, canola, crambe, dendê, girassol, pinhão manso, mamona e soja, além do sebo bovino, gorduras de frango e suíno e óleos de frituras já utilizados. Em 2010 no Brasil, a soja representou 82,2 % das fontes oleaginosas utilizadas para produção deste bicomcombustível, seguido do sebo bovino (13,0 %) (MOURAD, 2006; EPE, 2011).

Contudo, soja, canola, dendê, entre outras fontes oleaginosas são utilizadas na produção de alimentos e algumas pesquisas vêm condenando o uso de biodiesel a partir destas fontes devido a competição e aumento do preço dos alimentos. Assim, a busca por espécies que possam ser utilizadas sem que haja necessidade de uso de plantas de subsistência vem sendo visto como grande alternativa para a minimização desses problemas (SILVA e MONTEGGIA, 2009).

2.4 Crambe

Neste contexto, o crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) torna-se uma planta alternativa as plantas alimentares. É uma oleaginosa da família da Brassicaceae, originária da região mediterrânea, cultivada na America do Sul, Ásia, África, Estado Unidos e Europa (OPLINGER *et al.*, 1991).

Possui 39 espécies conhecidas do gênero crambe e o *Crambe abyssinica* Hochst enquadra-se na seção *Leptocrambe*, o qual possui genética estreita, dificultando o melhoramento genético da planta (WARWICK e GUGEL, 2003).

Planta herbácea anual, possui em torno de 1 m de altura, ramifica-se próxima ao solo para formar galhos (trinta ou mais), os quais se ramificam, formando galhos terciários. Suas folhas são ovais e assimétricas, flores brancas que produzem inúmeras sementes (OPLINGER *et al.*, 1991).

Seu fruto é uma siliquia de forma esférica inicialmente verde, tornando-se amarela com a maturidade e distribuídas por todos os galhos da planta. Cada siliquia possui uma semente de cor verde ou marrom esverdeado com diâmetro entre 0,8 a 2,5 mm (DESAI *et al.*, 1997).

A semente possui cerca de 38 % de óleo, o qual é constituído por até 57 % de ácido erúico, componente que permite utilizá-lo na produção de diferentes produtos industrializados (PITOL *et al.*, 2010).

Lubrificante industrial, inibidor de corrosão, filmes plásticos, náilon, adesivos, isolantes elétricos e biocombustíveis são alguns dos produtos que podem utilizar o óleo de crambe como matéria prima. Além do farelo, que pode ser utilizado como suplemento proteico na nutrição animal em porcentagem relativamente baixa (JASPER, 2009).

Tolerante ao frio e a seca e de ciclo curto (cerca de 90 dias). É sensível a geadas fortes na fase de plântula e no florescimento. Para atingir sua maturação fisiológica, necessita de 1.350 graus-dia (considerando temperatura mínima de 2,5° C) durante todo

seu ciclo. Durante a germinação e estabelecimento da lavoura requer boa umidade e após o florescimento, a seca é ideal para seu desenvolvimento e baixa incidência de doenças (PITOL *et al.*, 2010).

Considerada oleaginosa de inverno, totalmente mecanizável (utiliza os mesmos implementos agrícolas da soja), é empregada na rotação de culturas em sistemas de produção de grãos e demonstra-se uma opção de cultivo aos agricultores na safrinha (FERREIRA e SILVA, 2011).

Apesar de ser rústica, esta requer sementeira em solos férteis, profundos e corrigidos, com pH acima de 5,8 e baixa saturação por alumínio. Considerada recicladora de nutrientes do solo, aproveita adubações residuais de espécies antecessoras e responde a adubações no plantio. Apesar de responder aos nutrientes, não há especificação da dosagem de adubo aplicado (LUNELLI, 2011).

No Brasil, iniciou seu cultivo em 1995 na safrinha pela instituição destinada a pesquisas, Fundação MS, tendo por objetivo utilizá-la na rotação de culturas (ECHEVENGUÁ, 2007).

Apesar de apresentar boa adaptação e utilizar sistema de plantio direto, inicialmente sua expansão não obteve êxito pois, o nabo forrageiro mostrava-se superior na produção de massa para cobertura do solo. No entanto, desde sua inserção no país, apresentou bom potencial produtivo de grão e óleo, estimulando a criação da única cultivar disponível no Brasil, FMS Brilhante. Com a criação do PNPB (Programa Nacional de Uso e Produção do Biodiesel) intensificou-se seu cultivo, principalmente no Centro-Oeste e Sul do país (PITOL *et al.*, 2010).

Sua produtividade no Brasil é de 1.000 a 1.500 quilos por hectare (Pitol, 2008), chegando a atingir em campos experimentais da Fundação MS e da Faculdade Assis Gurgacz – FAG, 2.300 kg ha⁻¹ (MAI NETO, 2009). Já no Estados Unidos e na Europa há relatos de produtividades superiores a 3.000 kg ha⁻¹ (PITOL *et al.*, 2010).

Para realizar a implantação do crambe no Centro – Oeste brasileiro, é necessário efetuar o plantio entre os meses de abril a julho, dependendo da incidência de chuvas pré-plantio, utilizar espaçamento entre linhas de 17 a 45 cm e densidade de plantio entre 8 a 22,5 kg ha⁻¹ com profundidade de 3 cm (PITOL *et al.*, 2010; KNIGHTS, 2002).

Durante seu desenvolvimento, há incidência de pragas principalmente quando plântula, dentre estas, pulgão das crucíferas (*Brevicoryne brassicae*), besouros, lagarta-roscas (*Agrotis spp.*) e vaquinha (*Diabrotica speciosa*) (KNIGHTS, 2002; PITOL *et al.*, 2010; BEZERRA *et al.*, 2011).

Glaser (1996) destaca a ocorrência de doenças quando do excesso de chuvas, tais como, manchas de alternária (*Alternaria sp.*), fusário (*Fusarium sp.*), canela preta (*Leptosphaeria maculans*) e o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Este último com grande importância devido a sua incidência em soja e feijão, plantas comerciais de grande valor. Já Oplinger *et al.* (1991) cita o vírus do mosaico do nabo (*Turnip mosaic virus*) como doença impactante no cultivo do crambe.

Somando a isto, as plantas invasoras em área de crambe são de grande importância, pois não há herbicidas para controle de ervas de folha larga, somente para folhas estreitas. Sendo o ideal, cultivar em áreas de baixa incidências destas plantas realizando somente dessecação pré-plantio (PITOL, 2008).

Sua colheita é realizada com umidade de sementes entre 13 a 15 % no campo, utilizando máquinas utilizadas para soja e milho, com pequenas adaptações. Devido sua desuniformidade na maturação, perdas por meio da debulha de grãos e queda de frutos secos podem ocorrer, principalmente quando incidência de ventos fortes e chuvas excessivas. Para minimizar estas perdas, recomenda-se utilizar dessecantes na área antes da colheita (PITOL *et al.*, 2010).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL – 2010 – Ano base 2009: Resultados preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2010.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL 2012 – Ano base 2011: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2012. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Resultados_Pre_BEN_2011.pdf> Acesso em: 12 jan. 2012.

BEZERRA, R. A.; CUCOLO, F. G.; LEMKE A. P.; SILVA, H. H. M.; MAUAD M.; MUSSURY, R. S. Ocorrência de insetos na cultura do Crambe. **Boletim de Entomologia Agroecológica – insetos associados a culturas oleaginosas**. Programa de Pós Graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, v.2, ed.2, jul. 2011.

DESAI, B. B.; KOTTECHA, P.M.; SALUNKHE, D. K. Seeds handbook: biology, production processing and storage. **Marcel Dekker**, New York, 627 p., 1997.

ECHEVENGUÁ, A. Crambe surge como nova opção para produzir biodiesel. **Eco & Ação**, 2007. Disponível em: <http://www.ecoeacao.com.br>. Acesso em: 9 mai. 2012.

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

FRANCZAK, J. L. Cuidando de nosso futuro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO “DIREITO DA INTEGRAÇÃO”, 2009, Foz do Iguaçu. **Anais...** Fortaleza: UDC. 2009. Disponível em: < www.udc.edu.br/CongressoDireito2009.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2011.

FERRARI, R. A.; OLIVEIRA V. S.; SCABIO A. Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Revista Química Nova**, v. 28, n.1, p. 19-23, 2005.

FERREIRA, F. M.; SILVA A. R. B. Produtividade de grãos e teor de óleo da cultura do crambe sob diferentes sistemas de manejo de solo em Rondonópolis – MT. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 7, n.12, p. 1-11, Goiânia, 2011.

JASPER, S. P. **Cultura do Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst): Avaliação Energética, de Custo de Produção e Produtividade em Sistema de Plantio Direto**. Botucatu, SP. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na agricultura). Faculdade de Ciências Agronômicas do Campus de Botucatu – UNESP. Botucatu, SP, ago. de 2009.

JASPER S. P.; BIAGGIONI M. A. M.; SILVA P. R. A.; SEKI A. S.; BUENO O. C. Análise energética da cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) produzida em plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.3, p.395-403. Jaboticabal, mai/jun., 2010.

KNIGHTS, S. E. Crambe: A North Dakota Case Study. **The Regional**, 25 p. Australia, 2002.

LUNELLI I. E. **Efeitos de arranjos nutricionais de npk na produtividade de grãos e rendimento de óleo da cultura do crambe**. 40 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel, PR., fev. 2011.

MAI NETO, C.; PRIMIERI, C. Avaliação da produtividade e teor de óleo de crambe através de diferentes tipos de adubações. Artigo referente ao Curso de Agronomia. **Faculdade Assis Gurgacz**. Cascavel, 2009.

MOURAD, A. L. Principais culturas para obtenção de óleos vegetais combustíveis no Brasil. **Encontro de Energia no Meio Rural**, 2006. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000200029&script=sci_arttext>. Acesso em: 25 jun. 2012.

NOBRE C. A.; NOBRE A. D. **O balanço de carbono da amazônia brasileira**. Revista Estudos Avançados 16. v. 45, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v16n45/.pdf>> Acesso em: 24 abr. 2011.

NOGUEIRA L. A. H.; LORA E. E. S. **Dendroenergia: fundamentos e aplicações**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2003.

OPLINGER, E. S.; OELKE A. R., KAMINSKI A. R.; PUTNAM D. H.; TEYNOR T. M.; DOLL J. D.; KELLING K. A.; DURGAN B. R.; NOETZEL D. M. Crambe: alternative field crops manual. **Purdue University**, 1991. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/crambe.html>>. Acesso em: 16 mai. 2012.

PACHECO F. Energias Renováveis: breves conceitos. **Conjuntura e Planejamento**, n.149, p.4-11, Salvador: Out., 2006.

PITOL, C. **Cultura do Crambe. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno**. Maracaju: Fundação MS, 2008. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/request.php?51>> Acesso em: 06 de fev. 2011.

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

ROSENHAIM, R.; SANTOS, N. A.; SANTOS, I. M. G.; SOUZA, A. G. Uso de biomassa de algas provenientes de sistemas de tratamento de Esgoto como alternativa na produção de bioenergia, In: 4º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA. 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: REMADE, 2009.

SILVA, F. V.; MONTEGGIA, L. O. Uso de biomassa de algas provenientes de sistemas de tratamento de Esgoto como alternativa na produção de bioenergia. In: 4º

CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA. 2009, Curitiba. **Anais...** Curitiba: REMADE, 2009.

SILVEIRA, A. O futuro das pequenas usinas. **Revista Biodieselbr**. Curitiba, ed. 22, p. 20-21, 2011.

STABACH C. G.; BASTOS R. K.; GOMES L. F. S.; STREMELL D.; MARRA B. M. Avaliação do número de pedidos de patentes e publicações científicas em biocombustíveis entre 1998 e 2010. IN: 5º CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA. BIOTECH FAIR 2010, 2010, Curitiba. **Anais...** Curitiba: REMADE, 2010.

TOLMASQUIM, M.T. **Fontes Alternativas de Energia no Brasil**. 2ª Ed.. 515 p. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2003.

UNICA – UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA DE AÇUCAR. Ranking de produção das unidades do estado de São Paulo, safra 2008/2009. **UNICA**, 2010. Disponível em: <<http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica/>> Acesso em 01 mai. 2011.

WARWICK S. I.; GUGEL R. K. Genetic variation in the *Crambe abyssinica* – *C. hispanica* – *C. glabrata* complex. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 50, p. 291-305, 2003.

4. CAPÍTULO I

DOSES DE FERTILIZANTE NO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.)

Resumo: O *Crambe abyssinica* H. passa a ser conhecido no Brasil como planta rústica, de ciclo curto e alto teor de óleo. Exige solos corrigidos, profundos e de baixa saturação por alumínio. Este trabalho avalia o efeito da aplicação de doses do formulado NPK 10-15-15 na adubação no crescimento e produção de crambe. O experimento foi conduzido em área experimental de campo na Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Cascavel – PR. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro doses de fertilizante (0, 100, 200, 300 kg ha⁻¹ de NPK 10-15-15) e 5 repetições. As características avaliadas foram: altura de planta, massa fresca e massa seca de plantas, número de plantas por metro, produtividade de grãos, massa de 1000 grãos e teor de óleo nas sementes. Os dados foram submetidos ao teste de regressão. As doses de fertilizante influenciaram os resultados da variável altura de planta; as doses de 200 e 300 kg ha⁻¹ apresentaram incremento atingindo alturas médias de 118,50 cm e 114,38 cm. As demais variáveis não sofreram influência da adubação.

PALAVRAS-CHAVE: *Crambe abyssinica* H., adubação, produção.

ABSTRACT: The *Crambe abyssinica* H. becomes known in Brazil as rustic plant, short cycle and high oil content. Requires limed soils, deep and low aluminum saturation. This study evaluates the effect of doses of NPK 10-15-15 fertilizer on the growth and production of crambe. The experiment was conducted of the Faculdade Assis Gurgacz – FAG farm, Cascavel – PR. The experimental design was a randomized block with four doses of fertilizer (0, 100, 200, 300 kg ha⁻¹ of NPK 10-15-15) and 5 reps. The characteristics evaluated were: plant height, fresh weight and dry weight of plants, number of plants per meter, grain yield, 1000 grain weight and oil content in the seeds. Data were subjected to regression test. The doses of fertilizer influenced the results of plant height; doses of 200 and 300 kg ha⁻¹ showed an increase reaching heights averaged 118.50 cm and 114.38 cm. The remaining variables did not influence fertilization.

KEY-WORDS: *Crambe abyssinica* H., fertilization, production.

4.1. INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* H.) pertence à família Brassicaceae, é nativo do Mediterrâneo, porém, é cultivado em regiões tropicais e subtropicais. Planta de inverno e ciclo precoce, floresce aos 35 dias após a emergência (DAE) e pode ser colhida 85 a 90 DAE (CARNEIRO *et al.*, 2009). Tolerante a seca após sua germinação, apresenta resistência a geadas de baixa intensidade após a fase de plântula, possui baixo custo de produção, produtividade de grãos chegando a 1500 kg ha⁻¹ e quantidade de óleo a 540 litros ha⁻¹ (PITOL, 2008).

No Brasil, é semeado entre março a maio, podendo se estender a junho. Quando a semeadura ocorre neste último mês, devido ao curto ciclo, o crambe pode aparecer como uma terceira safra (entre as safras de inverno e verão). (VIANA *et al.*, 2012). Se recomenda densidade de 8 a 22,5 kg ha⁻¹ de sementes, espaçamento de 0,21 m a 0,45 m entre linhas e profundidade de 0,03 m (KNIGHTS, 2002).

A planta necessita de umidade do solo próximo a capacidade de campo. Da semeadura até o estabelecimento, requer de 150 a 200 mm de água até pleno florescimento e após este período a ausência de chuva propicia o melhor desenvolvimento e redução na incidência de doenças (MOERS *et al.*, 2012).

Cultivo recomendado em solos com pH acima de 5,8, profundos e com baixa saturação por alumínio. É uma planta que responde a aplicação de fertilizantes porém, não há recomendação específica da dose de aplicação (LUNELLI, 2011). Já quando semeado em solo corrigido, a raiz pivotante e agressiva do crambe aprofunda, o que contribui para o maior aproveitamento das adubações dentro do sistema de rotação de culturas (BROCH e ROSCOE, 2010).

Os nutrientes minerais possuem funções essenciais e específicas no metabolismo das plantas, quando algum destes não está presente nas condições satisfatórias à planta, sua deficiência gera anomalias devido a alterações no metabolismo. No entanto, as espécies vegetais tem diferentes exigências nutricionais, necessitando de uma melhor exploração da planta para determinar suas necessidades em relação aos nutrientes (EPSTEIN e BLOOM, 2004).

Para Malavolta (1980) a planta necessita de elementos minerais essenciais, como o nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) e quando um destes não está disponível a planta tem dificuldade de expressar o seu potencial e completar seu ciclo de vida. Neste sentido, a aplicação de fertilizantes de forma eficiente é fundamental para a eficácia na

produtividade. Para o crambe, as respostas em relação aos fertilizantes são pouco conhecidas. Sabe-se que é uma planta que absorve alta quantidade de nitrogênio devido ao elevado teor de proteínas nos grãos (SOUZA *et al.*, 2009).

O nitrogênio (N) é constituinte de vários componentes da célula vegetal, dentre estes, aminoácidos e ácidos nucleicos. Além de compor a molécula de clorofila e auxiliar nas reações de síntese proteica. Esta, quando inibida reduz o processo de divisão celular (TAIZ e ZEIGER, 2004). Em oleaginosas, o N influencia o metabolismo de síntese de compostos de reservas das sementes, determinando os teores de proteínas nos grãos e a produção de óleo (CASTRO *et al.*, 1999).

O fósforo (P) participa da transferência de energia, sendo que a ATP (adenosina trifosfato) faz-se necessária para a translocação e outros processos metabólicos de relevância, caracterizando este elemento de importante papel no metabolismo das plantas (SCHUMAN, 1994). Malavolta (1989) comenta que quando aplicado o P em quantidades adequadas, há estímulo ao desenvolvimento radicular, propicia maior vigor, acelera a maturação fisiológica, incita o florescimento e formação das sementes, aumenta a resistência ao frio e produtividade.

Já o potássio (K) atua na maioria dos processos biológicos em uma planta e quando não disponibilizado na dose mínima pode reduzir o desenvolvimento da planta e conseqüentemente, a produtividade (MALAVOLTA *et al.*, 1997; CASTRO e OLIVEIRA, 2005). Para Taiz e Zeiger (2004) dentre os principais processos biológicos que o K atua em uma planta, destaca-se a ativação enzimática, manutenção da eletroneutralidade celular, além de estar presente na fotossíntese, no transporte dos carboidratos, na síntese das proteínas, na expansão celular e no movimento estomático.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da aplicação de doses de fertilizante NPK 10-15-15 no crescimento e produção de crambe.

4.2. MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área Experimental

O experimento foi implantado no mês de abril de 2012 em área experimental da Fazenda Escola pertencente à Faculdade Assis Gurgacz – FAG, localizada no município de Cascavel – Paraná, a altitude de 700 m, entre as latitudes de 24°56'25.39" S; 24°56'45.39" S e longitudes 53°30'9.89" O; 53°31'17.01"O. Clima considerado Cfa

(clima subtropical), segundo Koeppen, precipitação média anual superior a 1800 mm, sem estação seca definida, com possibilidade de geadas durante o inverno.

4.2.2 Caracterização do solo e dados climatológicos

O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico (Lvef), de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). A área experimental é conduzida no sistema de plantio direto a mais de 20 anos, com milho ou soja nas safras de verão e aveia ou trigo nas safras de outono/inverno.

As características químicas do solo foram caracterizadas a partir de amostras coletadas em toda área experimental a uma profundidade 0 – 20 cm, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Atributos químicos do solo da área experimental

Elementos	cmol _c dm ⁻³	Interpretação
Cálcio (Ca)	5,39	Alto
Magnésio (Mg)	2,30	Alto
Potássio (K)	0,30	Médio
Alumínio (Al)	0,00	Baixo
H + Alumínio (H + Al)	5,76	Alto
Soma de bases (S)	7,99	Alto
CTC (T)	13,75	Alto
	g dm⁻³	
Carbono (C)	27,12	Alto
Matéria orgânica (MO)	46,65	Alto
	%	
Saturação por Bases (V)	58,11	Médio
	mg dm⁻³	
Fósforo (P)	7,50	Alto
pH CaCl ₂	5,20	

FONTE: EMBRAPA, 2009.

Em relação aos dados climatológicos durante o ciclo do crambe, houve precipitação acumulada de 444,90 mm com temperatura média de 17,91°C, além da ocorrência de geada em 13 de julho (Figura 1).

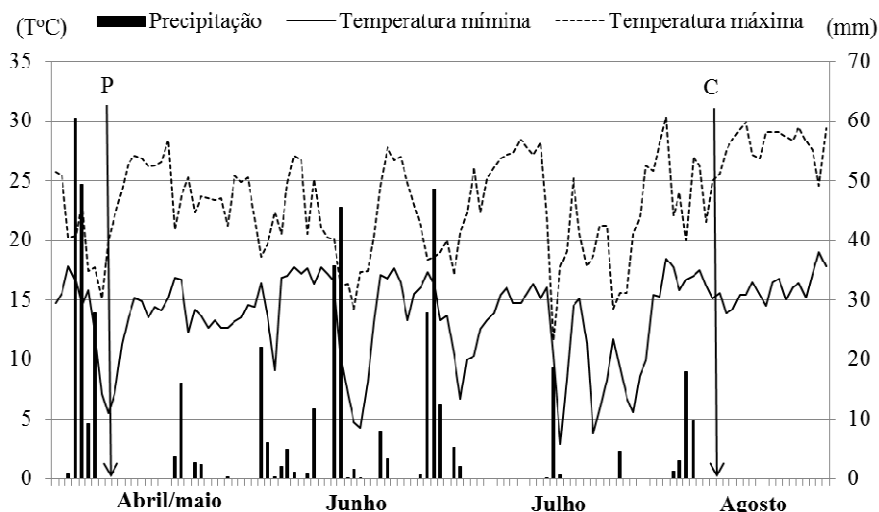


Figura 1- Comportamento das variáveis meteorológicas de precipitação, temperatura do ar mínima e máxima durante o ciclo de cultivo do crambe em Cascavel, PR 2012. P Plantio; C Colheita.

4.2.3 Implantação e condução do experimento

Realizou-se dessecação da área no dia 16/04/2012 para eliminar as plantas daninhas emergidas por meio de herbicida Glifosato, dose $2,5 \text{ L ha}^{-1}$. No dia 23/04/2012, foi efetuada semeadura do crambe com auxílio de trator e conjunto semeadora/adubadora, utilizando a cultivar de crambe - FMS Brilhante desenvolvida pela Fundação MS.

Semeadura realizada a uma profundidade de 0,03 m, espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de 12 kg ha^{-1} de sementes.

Foi efetuado monitoramento periódico de pragas e doenças durante todo ciclo da planta. No décimo primeiro dias após a semeadura (DAS) aplicou com auxílio de pulverizador costal com capacidade de 20 L, $0,2 \text{ L ha}^{-1}$ de inseticida a base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina para controle efetivo de *Diabrotica speciosa* (Germar). A colheita do crambe foi realizada no dia 17/08/2012.

Delineamento experimental caracterizado por blocos casualizados, com quatro doses de fertilizante formulado NPK 10-15-15 (0, 100, 200, 300 kg ha^{-1}) aplicadas na semeadura. Cada tratamento distribuído em cinco parcelas com dimensões de 4,00 de largura e 5,00 m de comprimento, com área total do experimento de $400,00 \text{ m}^2$.

4.2.4 Variáveis analisadas

As características fenométricas avaliadas durante e no final do ciclo do crambe estão apresentadas a seguir:

(i) Altura de plantas: A partir de sete DAS realizou-se leituras semanalmente até 84 DAS (12ª semana) ou pleno florescimento da planta. Em cada parcela foram coletadas cinco plantas ao acaso com auxílio de régua graduada. Medindo-se a partir do nível do solo até o ápice das referidas plantas.

(ii) Massa fresca de plantas: Coletadas cinco plantas por parcela durante o pleno florescimento, limpadas com auxílio de papel toalha e pesadas em balança de precisão com três casas decimais. Após a determinação em gramas (g) da massa fresca os dados foram convertidos para massa em kg ha^{-1} .

(iii) Massa seca de plantas: Após determinação da massa fresca, as plantas foram secadas a 65°C durante 72 h em estufa de recirculação de ar e em seqüência, pesadas em balança de precisão. Após a determinação em gramas (g) da massa seca, os dados foram convertidos para massa em kg ha^{-1} .

(iv) Produtividade de grãos: As amostras foram coletadas utilizando quadro de madeira com dimensão de 1 m^2 , coletando 1 m^2 por parcela, desconsiderando as linhas de bordadura. Separaram-se os grãos das plantas de forma manual. Posteriormente, iniciou a limpeza com o uso de peneiras e na seqüência determinou-se a umidade por meio da secagem em estufa durante 24 h a 110°C . Após a determinação de umidade iniciou a pesagem por meio de balança analítica para obtenção de massa de grãos e seus pesos corrigidos para umidade padrão a 13 %.

(v) Teor de óleo nos grãos: Utilizado o aparelho Soxhlet, onde as sementes foram trituradas usando um pequeno moinho, em seguida pesadas 5 g da amostra em papel filtro e transferidas para o cartucho do aparelho extrator tipo Soxhlet. O balão de fundo chato foi acoplado ao extrator, sendo adicionado 100 mL de hexano. A chapa aquecedora foi ligada a uma temperatura constante e a extração foi realizada de forma contínua por 6 h. Foram retirados os cartuchos, após os solventes foram destilados e os balões com o óleo extraído foram colocados em uma estufa a 105°C , mantidos por cerca de 1 hora. Após este período os balões foram retirados da estufa e colocados para resfriar em dessecador até atingirem a temperatura ambiente e em seqüência, pesados. O cálculo foi realizado através da formula $100 \times \text{N/P} = \text{lipídios ou extrato etéreo por cento}$ m/m . N = n° de gramas do lipídeos; P = n° de gramas da amostra.

(vi) **Produtividade de óleo:** Os resultados de produtividade grãos foram multiplicados pelas respostas das amostras ao teor de óleo e assim obtidos os resultados de produtividade de óleo do crambe.

4.2.5 Análises estatísticas dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e pelo teste de regressão utilizando o software ASSISTAT.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar a altura de plantas semanalmente sob doses de fertilizante se verificou aumento conforme o ciclo de crescimento, apresentando curva do tipo sigmóide conforme obtido por Augustinho *et al.* (2008) na avaliação do crescimento do crambe. A curva sigmóide representa um crescimento, lento na fase inicial e logo em seguida uma curvatura acentuada por volta de 45° para alcançar sua estabilidade no florescimento e logo após declínio em função da intensa senescência (Figura 2).

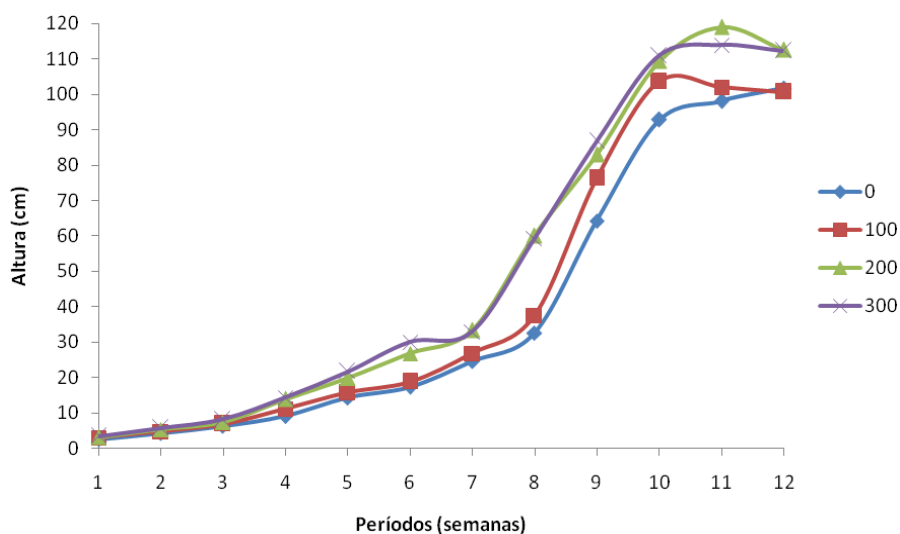


Figura 2 – Curva de crescimento de plantas crambe em função de doses de fertilizantes formulado NPK 10-15-15.

Na fase inicial de crescimento não verifica diferenças no comportamento de altura entre as plantas submetidas a doses de fertilizantes, dessa forma as plantas mostraram um comportamento estável em seu crescimento, resultados similares são relatados para as plantas de crambe por Dalchiavon *et al.* (2012), mesmo quando houve

variação número de plantas por metro, para o autor, possivelmente há baixa competitividade entre plantas de crambe.

Entretanto, a disponibilidade dos nutrientes no solo está correlacionada com o crescimento das plantas. O nitrogênio é o elemento integrante principal dos aminoácidos e ácidos nucléicos, Epstein e Bloom (2006) afirmam que ele é o elemento mais exigido pelas plantas. Atua como regulador, exercendo considerável influência na utilização de potássio (K), fósforo (P) e outros constituintes do metabolismo vegetal.

Embora a sensibilidade à adubação tenha sido pequena neste experimento e quase imperceptível, devido a alta fertilidade do solo, é possível verificar na Figura 2 que no período de maior crescimento da planta, a menor disponibilidade de nutrientes no solo apresenta tendência de menor crescimento em relação aos tratamentos com aplicação de adubação.

Os resultados das regressões polinomiais e análise de variância do cultivo de crambe para as variáveis avaliadas em função das doses de fertilizante estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Regressões polinomiais e análise da variância do cultivo de crambe para as variáveis altura de planta (h), massa fresca (MF), massa seca (MS), número de plantas/metro (plt/m), Massa de 1000 grãos, produtividade e teor de óleo em função de doses de fertilizantes.

Variável	Equação de regressão	R ²	\hat{Y}	\bar{X}	CV(%)
h (cm)	$\hat{Y} = 97,94 + 0,128x - 0,0002x^2$	0,99**	116,37	286,22	2,26
MF (t/ha)	$\hat{Y} = ns$	-	-	-	21,50
MS (t/ha)	$\hat{Y} = ns$	-	-	-	11,40
Produtividade (kg ha ⁻¹)	$\hat{Y} = ns$	-	-	-	13,95
Teor de óleo (%)	$\hat{Y} = ns$	-	-	-	7,38
Produção de óleo (L ha ⁻¹)	$\hat{Y} = ns$	-	-	-	16,16

** significativo ao nível de 1 % de probabilidade (p < .01)

* significativo ao nível de 5 % de probabilidade (.01 =< p < .05)

ns não significativo (p >= .05)

Verifica-se diferença estatística a 1 % de probabilidade para altura de plantas. As demais variáveis analisadas não apresentaram diferença significativa entre as doses de fertilizantes.

Todas as variáveis apresentaram coeficiente de variação (CV) homogêneo. A altura de planta, massa de mil grãos, teor de óleo e produção de óleo apresentaram CV homogêneo de baixa dispersão. As demais variáveis apresentaram CV homogêneo de

média dispersão, conforme classificação proposta por Pimentel Gomes (2002). As avaliações das variáveis estão descritas a seguir:

(i) Altura de plantas: É condizente afirmar que a variação de doses de fertilizante influenciou na altura de plantas do crambe. As doses de fertilizantes com 200 e 300 kg ha⁻¹ de NPK demonstraram maiores resultados, apresentando respectivamente, alturas médias de 118,50 cm e 114,38 cm.

Por meio de avaliação por regressão polinomial ajustada verifica-se Ponto Máximo de Eficiência Técnica (PMT) a 286,22 kg ha⁻¹ de fertilizante atingindo 116,32 cm de altura.

Freitas (2010) trabalhando com fertilizante em crambe nas doses de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ do formulado NPK 0-20-20 encontrou influência da adubação na altura de planta, atingindo altura máxima de 102,00 cm para maior dosagem. Entretanto, a autora relata não encontrar resposta ao nitrogênio (N) em relação a altura de planta, quando este nutriente foi aplicado em cobertura.

Porém, Taiz e Zeiger (2004) relatam que o crescimento e desenvolvimento das plantas são altamente dependentes da disponibilidade do N. Para o autor há uma alta dependência do N no metabolismo das plantas, podendo ainda atuar como regulador, exercendo considerável expressão do potássio (K), fósforo (P) no crescimento vegetal (EPSTEIN e BLOOM, 2006).

Neste sentido, Bertozzo *et al.* (2011) verificou diferença estatística na altura de plantas conforme aumento de compostos orgânicos aplicados como fonte de N.

(ii) Massa fresca de plantas: Para a variável massa fresca não houve diferença estatística nas doses de fertilizante. Estes resultados vão de acordo com Silva *et al.* (2011a), que estudando adubação com fósforo (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) e zinco (0 e 80 kg ha⁻¹) no crambe, não encontraram diferença significativa para massa fresca.

Panno e Fernandes (2011) em solo Latossolo Vermelho escuro de textura argilosa aplicaram doses de fertilizante foliar a base de nitrogênio e enxofre (0; 2,5; 3,0 e 3,5 L ha⁻¹) no crambe e obtiveram diferença significativa entre os resultados, sendo a dose 3,0 litros por hectare com maior incremento na massa fresca.

Para Santos *et al.* (2010) um dos fatores que interferem na atividade fotossintética das plantas por ser um importante ativador enzimático é o K quando em dose deficiente. Diminuindo a atividade fotossintética, há redução na matéria fresca do vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2004).

(iii) Massa seca de plantas: O mesmo ocorreu para massa seca que não apresentou diferença estatística entre os resultados. Estes resultados vão de acordo com Freitas (2010) que avaliou a aplicação de fertilizante em crambe nas doses de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ do formulado NPK 0-20-20. Semelhante a Silva *et al.* (2011a) que avaliou a influência da adubação com fósforo (0, 40, 80 e 120 kg ha⁻¹) e zinco (0 e 80 kg ha⁻¹) no crambe.

No entanto, Vechiatto e Fernandes (2011) obteve diferença significativa entre doses de nitrogênio (N) aplicados em cobertura (0; 80 e 120 kg ha⁻¹) no crambe. As dosagem de 120 kg ha⁻¹ apresentou maior quantidade massa seca. Segundo os autores, isto demonstra a importância da aplicação de N na produção de massa seca, proporcionando aumento da matéria orgânica no solo.

(iv) Produtividade de grãos: Os resultados de produtividade também não apresentaram diferença significativa. As médias dos tratamentos demonstram que em condições de alta fertilidade do solo não há necessidade de aplicação de fertilizante, proporcionando uma baixa no custo de produção do crambe.

Para Pitol *et al.* (2010) o crambe tem elevado potencial de aproveitamento de adubações residuais de culturas de verão, não apresentando respostas significativas a adubações com NPK em solos com níveis médios e altos de P e K. Os próprios autores avaliando doses de 0; 100; 200 e 300 kg ha⁻¹ de fertilizante NPK 07-24-24 + 3 % de enxofre em solo com elevados níveis de fertilidade não encontraram diferença significativa entre os tratamentos. A média geral foi de 1971,00 kg ha⁻¹ e a testemunha apresentou maior média entre os tratamentos, 2054,00 kg ha⁻¹.

Freitas (2010) também não encontrou diferença significativa entre os resultados, obtendo maior média (1143,00 kg ha⁻¹) na aplicação de 40kg de P₂O₅ e K₂O ha⁻¹. No entanto, Silva *et al.* (2011a) avaliaram que conforme aumento nas dosagens de P₂O₅ eleva-se a produtividade do crambe. Para estes, o fósforo é requerido com menor grau na planta, no entanto, para os solos brasileiros a demanda é alta devido a baixa dinâmica no solo do nutriente e a tendência elevada de fixar e reagir com outros componentes, formando compostos de baixa solubilidade. A maior média encontrada no experimento foi de 1928,00 kg ha⁻¹ em 2008 e 1845,00 kg ha⁻¹ em 2009, ambas com dosagens de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Contudo quando os autores avaliaram a interação de dosagens de P₂O₅ e zinco não houve diferença significativa.

Santos *et al.* (2012) avaliando o efeito de doses de potássio (0, 15, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) na produtividade de grãos de crambe obteve resposta significativa no primeiro de

avaliação. Contudo, no segundo ano (2011) as doses não influenciaram nos resultados. Segundo os autores, geadas foram registradas durante o ciclo da planta, contribuindo para o baixo desenvolvimento.

Estudos realizados na Fundação MS destacam que o crambe necessita de solo corrigido e propicia respostas significativas a fertilizantes com doses moderadas de nitrogênio (PITOL *et al.*, 2010).

A canola, pertencente a mesma família do crambe, necessita cerca de 20 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 15 kg ha⁻¹ de K₂O para atingir produtividade de grãos de 1500,00 kg ha⁻¹ (TOMM, 2005).

(v) Teor de óleo nos grãos: As doses de fertilizante não influenciaram no teor de óleo do crambe. Freitas (2010) trabalhando com doses de N em cobertura encontrou diferença estatística em duas safras, apresentando redução no teor de óleo ao aumentar as doses de N. Para doses de P₂O₅ e K₂O na semeadura também houve diferença estatística, no entanto, o aumento das doses proporcionaram acréscimo no teor de óleo.

Silva *et al.* (2011a) obtiveram diferença ao acréscimo de doses P₂O₅. Contudo, não encontrou resposta ao incrementar zinco no crambe. Já Rogério *et al.* (2012) não obteve significância no teor de óleo quando aplicados em semeadura doses de P₂O₅.

Segundo Malavolta *et al.* (1997) o fósforo está relacionado a síntese de óleos, gorduras e proteínas, tornando a aplicação deste indispensável em oleaginosas, principalmente quando implantadas em solos que o teor do nutriente não seja suficiente para suprir as necessidades das plantas. Almeida Jr. *et al.* (2009) com base em estudos da aplicação do nutriente em mamona cita que o aumento no fornecimento de fósforo em oleaginosas seja uma prática de possível viabilidade.

(vi) Produção de óleo: As doses de fertilizante não influenciaram na produção de óleo de crambe. A média geral atingiu produção de 477,83 L de óleo ha⁻¹. Santos *et al.* (2012) avaliando o efeito de doses de potássio (0, 15, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹) na produção de óleo do crambe não encontrou resposta significativa. O mesmo ocorreu com Rogério *et al.* (2012) avaliando o efeito de doses de fósforo - P₂O₅ (0, 15, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) na adubação de base da planta e com Silva *et al.* (2011a) avaliando o efeito de doses de fósforo e zinco no crambe.

4.4. CONCLUSÃO

A variação de doses de NPK influenciou somente a variável altura de plantas. No experimento com solo de alta fertilidade, as doses de fertilizante não influenciaram as demais variáveis.

4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA JR., A.; OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; LINHARES, P. C. F. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento inicial da Mamoneira. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 217-221, Mossoró, 2009.

AUGOSTINHO, L. M. D.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; FREITAS, N. Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira 'pedro sato'. **Bragantia**, v.67, n.3,p.577-585. Campinas, 2008.

BRASIL. Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura**, 365p. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992.

BENEDETTI, E. L.; WINK, C.; SANTIN, D.; SEREDA, F.; ROVEDA, L. F.; SERRAT, B. M. Crescimento e sintomas em mudas de spinheira-santa com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, v.39, n.2, p. 335-343. Curitiba, 2009.

BERTOZZO, F.; JANEGITZ, M. C.; LARA A. C.; SILVA T. M.N.; SILVA, I. P. de F.; GRASSI FILHO, H. Composto orgânico como fonte de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de crambe. In: II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS AGROPECUÁRIOS E AGROINDUSTRIAIS – SIGERA, 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sbera, 2011.

BROCH D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010**, p.22-36. Maracaju: Fundação MS, 2010.

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

CASTRO, C., BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; SFREDO, G. J. Levels and methods of nitrogen supply for sunflower. **Scientia agricola.**, v.56, n.4, p.827-833, Oct./dec., 1999.

CASTRO, C; de OLIVEIRA, F. A. **Nutrição e adubação do girassol**. In: LEITE, R. M.V. B. de C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. (Ed.). Girassol no Brasil. p. 317-373. Londrina:Embrapa Soja, 2005.

DALCHIAVON, M.P.; SANTOS, R. F.; SOUZA, S.N.M.; BASSEGIO, D.; ROSSETO, C.; BAUERMANN, H. B. Comportamento de altura de plantas de *Crambe abyssinica*

em função da variação de densidade de plantio. **Acta Iguazu**. v.1, n.3, p. 33-43. Cascavel, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 2 ed. Rio de Janeiro, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, **EMBRAPA informação tecnológica**, 2 ed.. Brasília, 2009.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. **Planta**, 2. ed. 403 p. Londrina, 2004.

EPSTEIN, E.; BLOM A. J. Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas. **Planta**, 401p. Londrina, 2006.

FREITAS M. E. E. **Comportamento agrônomico da cultura do crambe (*crambe abyssinica* hoechst) em função do manejo empregado**. 42 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS., 2010.

KNIGHTS, S. E. Crambe: A North Dakota Case Study. **The Regional**, 25 p. Australia, 2002.

LUNELLI I. E. **Efeitos de arranjos nutricionais de npk na produtividade de grãos e rendimento de óleo da cultura do crambe**. 40 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel, PR., fev. 2011.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. 251p. **Agronômica Ceres**. São Paulo:, 1980.

MALAVOLTA, E. Abc da adubação. **Agronômica Ceres**. 304p.São Paulo: 1989.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. **Potafos**, 2.ed., 319p. Piracicaba, 1997.

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.

MÖLLERS, C.; LICKFETT, T.; MATTHÄUS, B.; VELASCO, L. Influence of P-fertilizer on phytic acid content in seeds of *Brassica napus* L. and development of a NIRS calibration. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10., 1999, CANBERRA. **Anais...** Canberra: The Regional Institute, 1999. Disponível em: <<http://regional.org.au/au/gcirc/1/357.htm>>. Acesso em: 04 dez. 2012.

PANNO, A. G.; FERNANDES, F. C. S. Aplicação foliar de nitrogênio e enxofre no crambe. **Revista Cultivando o Saber**. v.4, n.4, p13-25. Cascavel, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais - Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. **Biblioteca de ciências agrárias Luiz de Queiroz**. v.1. Piracicaba: FEALQ, 2002.

PITOL, C. **Cultura do Crambe. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno**. Maracaju: Fundação MS, 2008. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/request.php?51>> Acesso em: 06 de fev. 2011.

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

RAIJ, B. V. Fertilidade do solo e adubação. **Ceres/Potafós**. 343 p. Piracicaba, 1991.

ROGERIO, F.; SANTOS, J. I.; SILVA, T. R. B.; MIGLIAVACCA, R. A.; GOUVEIA, B. BARBOSA, M. C. Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento da cultura do crambe. **Biosci. J.**, v. 28, Supplement 1, p. 251-255. Uberlândia, 2012.

SANTOS, M. H. V; ARAUJO, A. C.; SANTOS, D. M. R.; LIMA, N. S.; LIMA; C. L. C.; SANTIAGO, A. D. Uso da maniveira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casa-de-vegetação. **Acta Scientiarum**. v.32, n.4, p. 729-733. Maringá, 2010.

SANTOS, J. I.; SILVA, T. R. B. da; ROGERIO, F.; SANTOS, R. F. dos; SECCO, D. Yield response in crambe to potassium fertilizer. **Industrial crops and products**. v. 43, p. 297-300, 2012.

SILVA, T. R. B.; LAVAGNOLLI, R. F.; NOLLA, A. Zinc and phosphorus fertilization of crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst). **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 9(1), p. 264-167, 2011a.

SILVA, H. P.; JUNIOR, D. S. B.; NEVES, J. M. G.; SAMPAIO, R. A.; DUARTE, R. F.; OLIVEIRA, A. S. Qualidade de sementes de *Helianthus annuus* L. em função da adubação fosfatada e da localização na inflorescência. **Ciência Rural**, v.41, n.7, p. 1160-1165. Santa Maria, jul, 2011b.

SCHUMAN, L. M. **Mineral Nutrition**. In: WILKINSON, R. E. (Ed). Plant-environment interactions, p. 149-182. New York: M. Dekker, 1994.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C. V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão manso, nabo forrageiro e crambe. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.44, n.10, p.1328-1335, Brasília, out., 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. **Artmed**, 3.ed., 719p. Porto Alegre, 2004.

TOMM, G. O. Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul. **Embrapa Trigo**. 32p. Passo Fundo, 2007. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/culturas/canola/p_sp03_2007.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2009.

TOMM, G. O. Situação em 2005 e perspectivas da cultura de canola no Brasil e em países vizinhos. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento online**, n.26, 21p., Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/bp/p_bp26.htm>. Acesso em: 04 dez. 2012.

VECHIATTO, C. D.; FERNANDES, F. C. S. Aplicação de nitrogênio em cobertura na cultura do crambe. **Revista Cultivando o Saber**. v.4, n.2, p.18-24, Cascavel, 2011.

VIANA O. H.; SANTOS, R. F.; SECCO, D.; SOUZA, S. N. M.; CATTANEO, A. J. Efeitos de diferentes doses de adubação de base no desenvolvimento e produtividade de grãos e óleo na cultura do crambe. **Acta Iguazu**, v.1, n.3, p. 33-41, Cascavel, 2012.

5. CAPÍTULO II

DENSIDADES DE SEMEADURA NO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.)

RESUMO: O arranjo espacial de plantas contempla a distribuição por área das plantas, composto por espaçamento entre linhas e distância de plantas na linha de semeadura. A alteração no arranjo espacial interfere na absorção de radiação solar e na disponibilidade de nutrientes no solo para as plantas. O Crambe é uma oleaginosa pertencente a família das *Brassicaceae* que produz alto teor de óleo destinado a diversos fins indústrias. É planta de inverno que possui poucos estudos relacionados ao adequado arranjo espacial de implantação. Para tanto, o trabalho tem por objetivo avaliar o desenvolvimento o comportamento do crambe sob variação de doses de fertilizante na semeadura. O experimento foi conduzido na Fazenda Escola FAG em Cascavel – PR. No arranjo proposto neste estudo variou em função das densidades de plantio de 8, 12, 17,5 e 24 kg ha⁻¹ de sementes de crambe em linhas espaçadas de 0,4 m. Pelo comportamento das variáveis avaliadas se verificou que a altura de plantas, massa fresca, massa seca, número de plantas por metro e produtividade foram influenciadas pela variação das densidades de semeadura. Os valores mais elevados das variáveis analisadas ocorreram para altura de plantas e produtividade com a densidade de 8 kg ha⁻¹ de semente. Já massa fresca, massa seca e número de plantas por metro atingiram os maiores valores na densidade de 24 kg ha⁻¹ de sementes.

PALAVRAS-CHAVE: Arranjo espacial, desenvolvimento, produção.

ABSTRACT: The spatial arrangement of plants includes the distribution of plants per area, composed of distance and spacing of plants in the row. The change in the spatial arrangement interferes with the absorption of solar radiation and the availability of soil nutrients for plants. The Crambe is an oilseed crop belonging to the *Brassicaceae* family that produces high oil content intended for different purposes industries. It's winter plant that has few studies related to the implementation of appropriate spatial arrangement. Therefore, the study aims to assess the development of crambe behavior under varying doses of fertilizer at sowing. The experiment was conducted of the Faculdade Assis Gurgacz – FAG farm, Cascavel – PR. In the arrangement proposed in this study varied according to the densities of 8, 12, 17.5 and 24 kg ha⁻¹ crambe seed in rows spaced 0.4 m. The behavior of variables was found that plant height, fresh weight, dry weight, number of plants per meter and yield were influenced by variation in plant populations. The highest values of the variables occurred for plant height and productivity with the density of 8 kg ha⁻¹ seed. Have fresh weight, dry weight and number of plants per meter reached the highest density of 24 kg ha⁻¹ seed.

KEY-WORDS: Spatial arrangement, development, production.

5.1. INTRODUÇÃO

Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst), planta pertencente à família Brassicaceae, nativa do Mediterrâneo, cultivada em regiões tropicais e subtropicais, planta de inverno de ciclo precoce, floresce aos 35 dias e pode ser colhida com aproximadamente 90 dias (CARNEIRO *et al.*, 2009).

Apresenta como principais características a elevada concentração de óleo, aproximadamente 40% e proteína na torta entorno de 29% (SOUZA *et al.*, 2009; PITOL *et al.*, 2010). Com isso, o crambe tem sido referido como oleaginosa promissora para a indústria de óleos e também como fonte protéica adicional para a alimentação animal (WANG *et al.*, 2000).

No Brasil, o plantio ocorre entre de março e maio, podendo se estender durante o mês de junho. A semeadura do crambe é feita com densidade de 8 a 22,5 kg ha⁻¹ de sementes, espaçamento de 0,21 m a 0,45m entre linhas e profundidade de 0,03 m (PITOL *et al.*, 2010). Sua tolerância à seca e ao frio, aliados ao ciclo de 90 dias permite que o crambe seja semeado tardiamente, sendo uma alternativa para regiões onde existem os riscos climatológicos (ROSCOE e DELMONTES, 2008).

A produtividade de grãos é de aproximadamente 1500 kg ha⁻¹ e a produtividade de óleo pode atingir 750 L ha⁻¹ (TREZECIAK *et al.*, 2008). Representando uma alternativa de matéria-prima para compor a matriz de produção de óleo para biodiesel, sobretudo na região Centro-Oeste do Brasil (SOUZA *et al.*, 2009).

O desenvolvimento e a produtividade do crambe e das demais plantas podem ser afetados por alguns fatores, entre eles, o arranjo populacional ou densidade que representa a distribuição de plantas por área. O arranjo é composto por espaçamento entre linhas e distancia entre plantas na linha (ARGENTA *et al.*, 2001). A alteração do arranjo de plantas infere no espaço disponível e ocupado pelas plantas no solo e na parte aérea, podendo acarretar em competição (KRUGER *et al.*, 2010).

O estresse causado pela competição determina prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e conseqüentemente na produção das plantas (ZANINE e SANTOS, 2004). Para que as plantas expressem seu potencial produtivo máximo é necessária a ausência de estresse por competição entre plantas e a máxima interceptação de radiação solar (KRUGER *et al.*, 2010).

Conforme Tragnago *et al.* (2011) uma densidade coerente de plantas na área, conforme suas necessidades, diminui o estresse das plantas que atingirão a máxima

interceptação de radiação solar, criando um ambiente propício ao melhor aproveitamento dos recursos naturais e conseqüentemente uma cobertura de solo mais eficiente.

A interceptação da radiação solar é considerada elemento-chave para conversão da energia solar em energia química e esta é essencial para a produção vegetal, influenciando no rendimento de grãos. Para que se atinjam altos rendimentos de grãos é necessário maximizar a duração da interceptação da radiação e distribuir em proporção adequada os assimilados para formação de folhas, colmos, raízes e estruturas reprodutivas (LOOMIS e AMTHOR, 1999).

O arranjo populacional além de interferir na interceptação de radiação solar pelas plantas impacta na disponibilidade de nutrientes para os indivíduos (SANGOI, 2000). Segundo Nakagawa *et al.* (2000) a produtividade cresce conforme aumenta a densidade de plantas, até chegar a um ponto em que inicia-se a competição por nutrientes, afetando o rendimento comercial.

Neste sentido, o estudo tem por objetivo avaliar o comportamento do cramele a densidades de semeadura.

5.2. MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área Experimental

O experimento foi implantado no mês de Abril/2012 em área experimental da Fazenda Escola pertencente à Faculdade Assis Gurgacz– FAG, localizada no município de Cascavel – Paraná, a altitude de 700m, entre as latitudes de 24°56'25.39" S; 24°56'45.39" S e longitudes 53°30'9.89" O; 53°31'17.01"O. Clima classificado como Cfa (clima subtropical), segundo Koeppen, precipitação média anual superior a 1800 mm, sem estação seca definida, com possibilidade de geadas durante o inverno.

5.2.2 Caracterização do solo e dados climatológicos

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Distrófico Vermelho (EMBRAPA, 2006). Clima considerado Cfa (clima subtropical), segundo Koeppen, precipitação média anual superior a 1800 mm, sem estação seca definida, com possibilidade de geadas durante o inverno.

A área experimental é conduzida no sistema de plantio direto a mais de 20 anos, com milho ou soja nas safras de verão e aveia ou trigo nas safras de outono/inverno.

As características químicas do solo demonstradas na Tabela 1 foram caracterizadas a partir de amostras coletadas em toda área experimental a uma profundidade 0 – 20 cm, apresentando:

Tabela 1-Atributos químicos da área experimental.

Elementos	$\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	Interpretação
Cálcio (Ca)	5,39	Alto
Magnésio (Mg)	2,30	Alto
Potássio (K)	0,30	Médio
Alumínio (Al)	0,00	Baixo
H + Alumínio (H + Al)	5,76	Alto
Soma de bases (S)	7,99	Alto
CTC (T)	13,75	Alto
g dm^{-3}		
Carbono (C)	27,12	Alto
Matéria orgânica (MO)	46,65	Alto
%		
Sat. Bases (V)	58,11	Médio
mg dm^{-3}		
Fósforo (P)	7,50	Alto
pH CaCl_2	5,20	

FONTE: EMBRAPA, 2009.

Em relação aos dados climatológicos durante o ciclo do crambe, houve precipitação de 444,90 mm com temperatura média de 17,91 °C, além da ocorrência de geada em 13 de julho, conforme dados descritos na Figura 1.

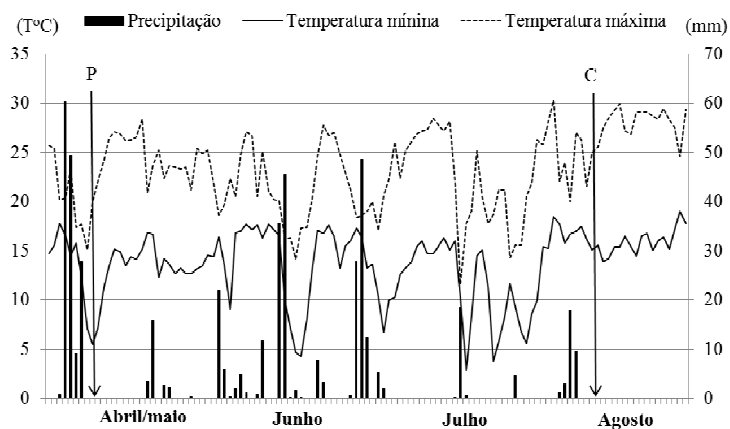


Figura 1 –Precipitação, temperatura mínima e máxima durante o ciclo do crambe em Cascavel – PR, 2012.

5.2.3 Implantação e condução do experimento

Realizou-se dessecação da área no dia 16/04/2012 para eliminar as plantas daninhas emergidas por meio de herbicida Glifosato, dose 2,5 L ha⁻¹. No dia 23/04/2012, semeou o crambe com auxílio de um trator e conjunto semeadora/adubadora, utilizando a cultivar de crambe - FMS Brilhante desenvolvida pela Fundação MS.

Semeadura realizada a profundidade de 0,03 m, espaçamento entre linhas de 0,45 m, sem adubação e com densidades de semeadura.

Foi efetuado monitoramento periódico de pragas e doenças durante todo ciclo. No décimo primeiro DAS aplicou com auxílio de pulverizador costal com capacidade de 20 litros, 0,2 L ha⁻¹ de inseticida a base de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina para controle efetivo de *Diabrotica speciosa* (Germar). A colheita do crambe foi realizada no dia 17/08/2012.

Delineamento experimental caracterizado por blocos casualizados, com quatro densidades de semeadura (8; 12; 17,5 e 24 kg ha⁻¹ de sementes). Para as densidades de 8 e 12 kg ha⁻¹ utilizou disco de sorgo 52 furos na semeadura, para as densidades de 17,5 e 24 kg ha⁻¹ foi empregado disco de soja 90 furos.

Cada tratamento distribuído em cinco parcelas com dimensões de 4,00 de largura e 5,00 m de comprimento, com área total do experimento de 400,00 m².

5.2.4 Variáveis analisadas

As características fenométricas avaliadas durante e no final do ciclo do crambe nas dependências da FAG, estão apresentadas a seguir:

(i) **Altura de plantas:** Leituras foram realizadas durante o pleno florescimento da planta. Em cada parcela foi coletado cinco plantas ao acaso com auxílio de régua graduada. Medindo-se a partir do nível do solo até o ápice das referidas plantas.

(ii) **Massa fresca de plantas:** Coletadas cinco plantas por parcela durante o pleno florescimento, limpadas com auxílio de papel toalha e pesadas em balança de precisão com três casas decimais. Após a determinação em gramas (g) da massa fresca os dados foram convertidos para massa em kg ha⁻¹.

(iii) **Massa seca de plantas:** Após determinação da massa fresca, as plantas foram secadas a 65 ° C durante 72 h em estufa de recirculação de ar e em seqüência, pesadas

em balança de precisão. Após a determinação em gramas (g) da massa seca, os dados foram convertidos para massa em kg ha^{-1} .

(iv) Número de plantas por metro: Durante a colheita, efetuaram-se manualmente a contagem de plantas por metro com auxílio de uma trena de 5 m. O metro por parcela foi determinado de forma aleatória.

(v) Produtividade de grãos: As amostras foram coletadas utilizando quadro de madeira com dimensão de 1 m^2 , coletando 1 m^2 por parcela, desconsiderando as linhas de bordadura. Em seguida, o material foi armazenado em sacos de adubos vazios. Separaram-se os grãos das plantas de forma manual. Posteriormente, iniciou a limpeza com o uso de peneiras e na seqüência determinou-se a umidade por meio da secagem em estufa durante 24 h a 110°C . Após a determinação de umidade iniciou a pesagem por meio de balança analítica para obtenção de massa de grãos e seus pesos corrigidos para umidade padrão a 13 %.

(vi) Massa de 1000 grãos: Após determinação da produtividade foram contados e pesados 100 grãos por amostra e os resultados multiplicados por dez (BRASIL, 1992). Os pesos foram corrigidos para umidade padrão a 13 %.

5.2.5 Análises estatísticas dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e teste de regressão utilizando o software ASSISTAT.

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das regressões polinomiais e análise da variância do cultivo de crambe para as variáveis altura de planta (h), massa fresca (MF), massa seca (MS), número de plantas/metro (plt/m), Massa de 1000 grãos, produtividade e teor de óleo em função das densidades de semeadura estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Regressões polinomiais e análise da variância do cultivo de crambe para as variáveis altura de planta (h), massa fresca (MF), massa seca (MS), número de plantas/metro (plt/m), Massa de 1000 grãos, produtividade e teor de óleo em função de das densidades de semeadura.

Variável	Equação de regressão	R ²	Ŷ	Ẫ	CV (%)
h (cm)	$\hat{Y} = 143,82 - 5,333x + 0,1455x^2$	0,99**	94,95	18,32	2,86
MF (t/ha)	$\hat{Y} = 95,72 - 8,644x + 0,308x^2$	0,80*	35,07	14,04	26,97
MS (t/ha)	$\hat{Y} = 25,319 - 1,97x + 0,076x^2$	0,93**	12,50	12,96	17,16
Plt/m (unidade)	$\hat{Y} = 26,32 + 0,457x + 0,032x^2$	0,99**	32,40	8,00	13,28
MMG (g)	$\hat{Y} = ns$	-	-	-	8,56
Produtividade (kg ha ⁻¹)	$\hat{Y} = 2812 - 104,2x + 2,411x^2$	0,98**	1691,34	22,01	8,80

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Conforme classificação proposta por Pimentel Gomes (2002) o coeficiente de variação de todas as variáveis foi homogêneo (CV). Altura de plantas e produtividade apresentaram CV homogêneo de baixa dispersão. Massa seca, plantas por metro e massa de mil grãos caracterizam CV de média dispersão e massa fresca, alta dispersão.

A alta dispersão do CV apresentado por massa fresca caracteriza baixa precisão nos dados e considerável erro experimental, para Ledo *et al.* (2007) as condições climáticas e de solos heterogêneas nas regiões tropicais são fatores que contribuem para o aumento do erro. Segundo os autores, as variáveis apresentam diferentes coeficientes de variação devido a natureza destas. Somente massa de mil grãos não sofreu influência das densidades de semeadura. As avaliações de cada variável estão descritas a seguir:

(i) Altura de plantas: A densidade de semeadura influenciou na altura de plantas de crambe.

Estes dados estão de acordo com estudos realizados com soja por Tourino *et al.* (2002), conforme aumento na densidade de semeadura, reduziu-se a altura de plantas.

Dalchiavon *et al.* (2012) trabalhando com densidades de semeadura compostas por 18, 36, 54, 72 e 90 plantas por metro, avaliou altura de plantas a 30, 60 e 90 dias após semeadura (DAS) do crambe. Somente 30 DAS, a densidade de 90 plantas por metro diferiu estatisticamente das demais. Aos 60 e 90 DAS não obteve diferença significativa entre os tratamentos. Estes resultados concordam com os resultados obtidos por Freitas (2010) que avaliou densidades de 20, 30 e 40 plantas por metro.

POTAFOS (1997) descreve que a densidade de semeadura é um dos fatores que interferem no ambiente de cultivo de soja. Na família da canola e do crambe (*Brassicaceae*) o espaçamento entre linhas e densidade de semeadura são fatores que

interferem na arquitetura da planta, podendo afetar a produtividade (CORDEIRO, 1999).

(ii) Massa fresca de plantas: É condizente afirmar que as densidades de semeadura influenciaram estatisticamente na produção de massa fresca da planta.

Segundo Argenta (2001) um dos fatores que influenciam na produção de grãos é o índice de área foliar e este altera conforme o arranjo de plantas. Para CERFUNDÃO (2009) o índice de área foliar oscila conforme a produção de massa fresca de uma planta.

(iii) Massa seca de plantas: Densidade de semeadura influenciou na produção de massa seca de plantas. A maior produção de matéria seca, 22,52 t ha⁻¹, foi obtida pela densidade de 24 kg ha⁻¹.

De acordo com os resultados, em função da densidade de semeadura Freitas (2010) também obteve diferença estatística na produção de massa seca por planta. Segundo o autor, o aumento na densidade de semeadura reduz a produção de massa seca por planta de crambe devido ao decréscimo na produção de folhas. Sangoi *et al.* (2005) verificou redução de massa seca aérea no por planta de milho ao acréscimo da densidade populacional.

(iv) Número de plantas por metro: Para o número de plantas houve resposta linear positiva, demonstrando acréscimo de plantas por metro ao aumentar a densidade de semeadura.

Mauad *et al.* (2010) encontraram os mesmos resultados com a soja. Isto se deve ao fato de ao dispor uma maior quantidade de sementes durante a semeadura no solo, aumentasse o número de plantas ao final do ciclo da planta.

(v) Produtividade de grãos: Na variável produtividade a maior média obtida foi de 2118,58 kg ha⁻¹ para densidade de 8 kg ha⁻¹ de sementes, sendo que as densidades influenciaram na produtividade de grãos. Ao analisar os dados verifica-se que ao acrescentar a densidade de semeadura do crambe reduz-se a produtividade de grãos. Segundo Pitol *et al.* (2010), o crambe possui capacidade de compensar baixas populações através de acréscimo significativo no engalhamento, tornando este fator passível contribuinte na alta produtividade apresentada pela menor densidade. A campo verificou-se maior engalhamento das plantas de crambe na densidade de 8 kg ha⁻¹.

Argenta *et al.* (2001) cita que a produtividade de grãos é influenciada pelo arranjo de plantas. Quando feito escolha adequada do arranjo de plantas é possível

umentar a interceptação da radiação solar, a eficiência do seu uso e o rendimento de grãos das plantas.

Pitol *et al.* (2010) trabalhando com o crambe em solo argiloso e de boa fertilidade analisou a produtividade em diferentes espaçamentos (0,21 e 0,45 m) e densidades (8,12 e 16 kg ha⁻¹) e os resultados não constataram diferença estatística. A maior obtida foi de 1886 kg ha⁻¹ no tratamento com espaçamento de 0,45 m e densidade de 12 kg ha⁻¹. Em consonância, Freitas (2010) não encontrou incremento na produtividade nos tratamentos com densidades de 20, 30 e 40 plantas por metro.

(vi) Massa de 1000 grãos: A massa de mil grãos não sofreu influência dos tratamentos. De acordo, Mauad *et al.* (2010) avaliando a influência da densidade de soja na massa de mil grãos não obteve diferença significativa, o mesmo ocorreu com Heiffig *et al.* (2006). Dados divergentes foram obtidos por Freitas (2010) trabalhando com crambe e Tourino *et al.* (2002) com soja.

5.4 CONCLUSÃO

Densidades de semeadura influenciaram nas variáveis altura, massa fresca e seca de plantas, plantas por metro e produtividade de grãos. Ao aumentar a densidade de de semeadura, as variáveis altura de plantas e produtividade reduziram os resultados. Massa fresca e seca de plantas e plantas por metro aumentaram os resultados conforme acréscimo na densidade de semeadura.

5.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGENTA G.; SILVA P. R. G.; SANGOI L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**. v.31, n.6, p.1075-1084. Santa Maria, 2001.

BRASIL. Regras para análise de sementes. **Ministério da Agricultura**, 365p. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992.

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

CERFUNDÃO – **Embalamento e comercialização de cerejas da cova da beira ltda. Considerações gerais para o delineamento de um Pomar Moderno de Cerejeira (Aspectos gerais e análise de investimento à plantação)**. Portugal: CERFUNDÃO, 2009.

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; AVARENGA, E. M. A Cultura da Canola. **Cadernos didáticos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, 1999.

DALCHIAVON, M.P.; SANTOS, R. F.; SOUZA, S.N.M.; BASSEGIO, D.; ROSSETO, C.; BAUERMANN, H. B. Comportamento de altura de plantas de *Crambe abyssynica* em função da variação de densidade de plantio. **Acta Iguazu**. v.1, n.3, p. 33-43. Cascavel, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA informação tecnológica, 2009.

FREITAS M. E. E. **Comportamento agrônomico da cultura do crambe (*crambe abyssynica* hoechst) em função do manejo empregado**. 42 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS., 2010.

HEIFFIG, L. S. **Plasticidade da cultura de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 85 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP. Piracicaba, SP., 2002.

KRUGEER, C. .A. B.; MEDEIROS, S. L. P.; SANTOS, C. D.; BANDEIRA, T. P; SILVA, J. A. G. Alterações do arranjo de plantas em canola sob espaçamento normal de cultivo. In: XIX CIC. XII ENPOS. II Mostra científica. **Anais...** Pelotas: UFPEL, 2010.

LEDO, C. A. DA S.; SILVA, S. DE O.; CONCEIÇÃO, K. S. Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com bananeira. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/avaliacao_cv_ledoID-6BNwiAT178.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2012.

LOOMIS, R.S., AMTHOR, J.S. Yield potential, plant assimilatory capacity, and metabolic efficiencies. **Crop Science**. v.39, p.1584-1596. Madison, 1999.

MAUAD M.; SILVA T. L. B.; NETO A. I. A.; ABREU V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônomicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**. v.3, n.9, p.175-181. Dourados, 2010.

NAKAGAWA, J.; LASCA, D. DE C.; NEVES, G. DE S.; NEVES, J. P. DE S.; SILVA, M. N. DA; SANCHES, S. V.; BARBOSA, V.; ROSSETTO, C. A. V. Plant density and peanut yield. **Scientia Agricola**. v.57, n.1. Recife, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônomicos e florestais - Exposição com exemplos e orientações para uso de

aplicativos. **Biblioteca de ciências agrárias Luiz de Queiroz**. v.1. Piracicaba: FEALQ, 2002.

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

POTAFOS. Como a planta de soja se desenvolve. **Potafós**, 21p. Piracicaba: 1997. (Arquivo do Agrônomo, nº 11)

ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A. Crambe é nova opção para biodiesel. **Instituto FNP**. p. 40-41. São Paulo, 2008.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, v.3, n.1, p.158-168. Santa Maria, 2000.

SANGOI L.; ALMEIDA M. L.; GRACIETTI M. A.; HORN D.; SCHWEITZER C.; SCHMITT A.; BIANCHET P. Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista brasileira Agrociência**, v.11, n. 1, p. 25-31, 2005.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P., ÍTAVO, L. C.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1328-1335. Brasília: EMBRAPA, 2009.

TOURINO M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.8. Brasília: EMBRAPA, 2002.

TREZECIAK, M. B.; NEVES, M. B.; VINHOLES, P. S.; VILLELA, F. A. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo ABRATES**, v. 18, n. 1-3, p.30-38. Londrina, 2008.

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

ZANINE, A. M. & SANTOS E. M. Competição entre espécies de plantas. **Revista da FZVA**. v.11, n.1, p. 10-30. Uruguaiana, 2004.

6. CAPÍTULO III

ÉPOCAS DE SEMEADURA NO CRAMBE (*Crambe abyssinica* H.)

RESUMO: O crambe (*Crambe abyssinica* H.) é oleaginosa de inverno com potencial produtivo de 1500 kg ha⁻¹. Indicada para o sistema de rotação de culturas possui limitações térmicas e hídricas que influenciam na escolha da época de semeadura. Tolerante a geadas moderadas, necessita de umidade no solo para emergir e precipitação de 200 mm durante até a fase de florescimento. Este trabalho avalia o desempenho do crambe em épocas de semeadura. O experimento foi conduzido em área experimental de campo na Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Cascavel – PR. O delineamento experimental foi de blocos casualizados com 3 épocas de plantio (Abril, Junho e Julho) com 5 repetições. As características fenométricas avaliadas foram altura de planta, massa seca, número de plantas por metro, produtividade de grãos, massa de 1000 grãos. Os dados fenométricos foram submetidos ao Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As variáveis fenométricas sofreram influência das épocas de semeadura. Graus-dia e precipitação influenciaram nos resultados das épocas de semeadura. Na região de estudo, Abril caracterizasse melhor época de semeadura.

PALAVRAS-CHAVE: Ciclo, desenvolvimento, produção.

ABSTRACT: Crambe (*Crambe abyssinica* H.) is winter oilseed with productive potential of 1500 kg ha⁻¹. Nominated for a system of crop rotation and thermal water has limitations that influence the choice of the sowing season. Tolerant to moderate frosts, soil moisture needs to emerge and rainfall up to 200 mm during the flowering phase. This paper evaluates the performance of crambe in sowing dates. The experiment was conducted of the Faculdade Assis Gurgacz – FAG farm, Cascavel – PR. The experimental design was a randomized block with three planting dates (April, June and July) with 5 repetitions. Phenometric characteristics evaluated were plant height, dry weight, number of plants per meter, grain yield, grain weight of 1000. The data Phenometric were submitted to Tukey test at 5% probability. Phenometric variables were influenced by sowing dates. Degree days and rainfall influenced the results of sowing dates. In the study region, April featured best sowing time.

KEY-WORDS: Cycle, development, production.

6.1. INTRODUÇÃO

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma oleaginosa da família Brassicaceae, originária da região de transição entre temperada e quente da Etiópia, com precipitação moderada, domesticado e adaptado nas regiões secas e frias do Mediterrâneo (PITOL, 2008).

Apresenta-se como espécie de inverno, semeada após a colheita da soja, de março a maio com percentual de óleo total entre 26 % e 38 % (PITOL, 2008). Com isso, o crambe tem se destacado como alternativa para compor a matriz de produção de óleo para biodiesel e como provedor de matéria prima para fluído isolante de equipamentos elétricos de alta tensão (SOUZA *et al.*, 2009; PRIMIERI, 2012).

O farelo pode ser utilizado como suplemento protéico para bovinos, contendo entre 46 e 58 % de proteínas nas sementes. Contudo, não é recomendado para alimentação de animais não ruminantes, devido aos glucosinatos que podem causar danos no fígado e nos rins dos animais (FREITAS, 2010). Apresenta baixa incidência de pragas devido à presença do glucosinolato e a incidência de doenças em clima seco tem sido insignificante (PITOL *et al.*, 2010).

Conforme informações de pesquisas realizadas pela Fundação MS em Maracaju - MS, o potencial de produção está entre 1.000 e 1.500 kg ha⁻¹, sensível a geadas fortes na fase de plântula e no florescimento e elevada precocidade, florescendo aos 35 dias após a semeadura (DAS) e podendo ser colhida em média aos 90 DAS, dependendo da maturação das plantas (FREITAS, 2010).

Pode ser utilizado para rotação de culturas sendo uma boa alternativa para cobertura do solo. Seu custo de produção inclui basicamente semente (12 a 15 kg ha⁻¹) dessecação, operação de plantio, operação de colheita e transporte. (PITOL, 2008).

Para determinar a época de semeadura é necessário levar em consideração as exigências e limitações térmicas e hídricas do crambe (Pitol *et al.*, 2010). As condições hídricas e níveis de radiação solares são fatores importantes no desenvolvimento de uma planta, mas mesmo se estas forem ideais, a planta não se desenvolve e seu crescimento é extremamente reduzido quando submetida à temperatura inferior ou superior a tolerada pela planta (WENT, 1953). O desenvolvimento pode ainda ser afetado pela interação fotoperíodo x temperatura, pela época de semeadura e latitude (WALLIS *et al.*, 1981).

Investigações realizadas por Falasca *et al.* (2010) informam que a temperatura ideal durante o período vegetativo para o crambe é de 15 °C a 25 °C, sendo capaz de

tolerar temperaturas de até - 6,0 °C por algumas horas sem danos significantes (FOWLER, 1991). As necessidades térmicas do crambe foram definidas com aproximadamente 1350 °C dia acumulados entre a semeadura e a maturação fisiológica, considerando para o somatório temperaturas acima de 2,5° C (KMEC *et al.*, 1998; ROSCOE *et al.*, 2010).

Requer boa umidade no solo para germinação e estabelecimento da planta e precipitação entre 150 a 200 mm até o florescimento pleno. Após este período, é ideal a ausência de chuvas prevenindo a ocorrência de doenças (PITOL *et al.*, 2010).

A manipulação da interação entre a espécie e a época de semeadura constitui importante instrumento para avaliar e melhorar a capacidade agrônômica de plantas leguminosas tropicais (PEREIRA *et al.*, 1992).

É importante buscar informações sobre necessidades climáticas das plantas, possibilitando através destas a realização do planejamento da duração do ciclo, obtendo-se as melhores épocas de semeadura para locais onde o cultivo não é realizado, mas se dispõe de informações climáticas (PILAU *et al.*, 2011).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o desempenho do crambe em épocas de semeadura.

6.2. MATERIAL E MÉTODOS

6.2.1 Área Experimental

O experimento foi implantado durante o ano de 2012 na área experimental da Fazenda Escola pertencente à Faculdade Assis Gurgacz– FAG, localizada no município de Cascavel – Paraná, a altitude de 700m, entre as latitudes de 24°56'25.39" S; 24°56'45.39" S e longitudes 53°30'9.89" O; 53°31'17.01"O. Clima classificado como Cfa (clima subtropical), segundo Koeppen, precipitação média anual superior a 1800 mm, sem estação seca definida, com possibilidade de geadas durante o inverno.

6.2.2 Caracterização do solo e dados climatológicos

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Distrófico Vermelho (EMBRAPA, 2006). Clima considerado Cfa (clima subtropical), segundo Koeppen, precipitação média anual superior a 1800 mm, sem estação seca definida, com possibilidade de geadas durante o inverno.

A área experimental é conduzida no sistema de plantio direto a mais de 20 anos, com milho ou soja nas safras de verão e aveia ou trigo nas safras de outono/inverno.

As características químicas do solo foram caracterizadas a partir de amostras coletadas em toda área experimental a uma profundidade 0 – 20 cm, apresentando:

Tabela 1- Atributos químicos da área experimental.

Elementos	cmol_c dm⁻³	Interpretação
Cálcio (Ca)	5,39	Alto
Magnésio (Mg)	2,30	Alto
Potássio (K)	0,30	Médio
Alumínio (Al)	0,00	Baixo
H + Alumínio (H + Al)	5,76	Alto
Soma de bases (S)	7,99	Alto
CTC (T)	13,75	Alto
	g dm⁻³	
Carbono (C)	27,12	Alto
Matéria orgânica (MO)	46,65	Alto
	%	
Sat. Bases (V)	58,11	Médio
	mg dm⁻³	
Fósforo (P)	7,50	Alto
pH CaCl ₂	5,20	

FONTE: EMBRAPA, 2009.

Os dados em relação a precipitação acumulada, somatório de graus-dia e ciclo de das épocas de semeadura estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2- Ciclo, somatório graus-dia e precipitação acumulada nas épocas de semeadura.

Ciclo (dias)	Graus-dia (°C)	Precipitação (mm)
125	1070	468,9
103	941,15	186,2
78	893,55	145,7

A variação de precipitação, temperatura máxima e mínima durante os ciclos das épocas de semeadura estão descritas na Figura 1.

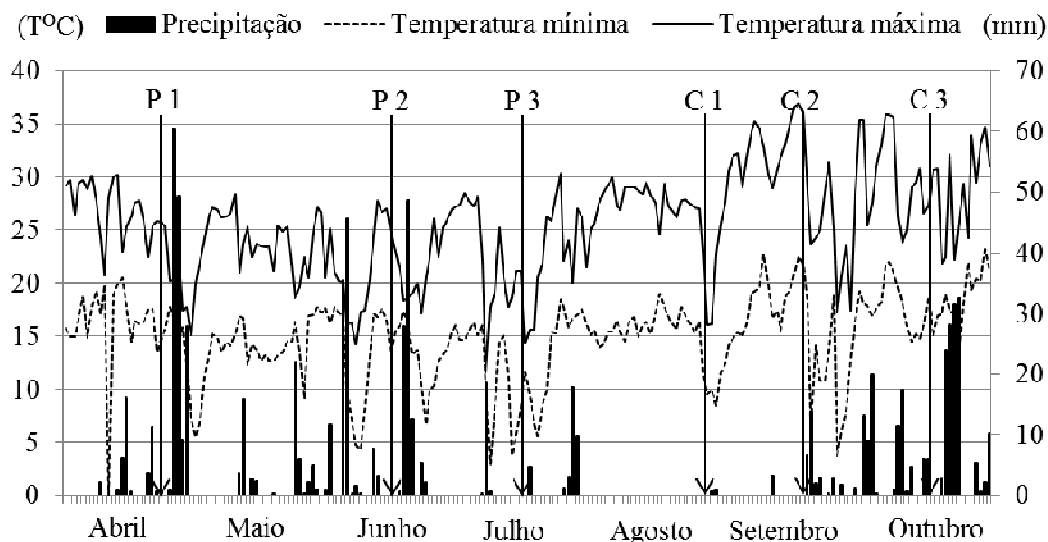


Figura 1 – Comportamento das variáveis meteorológica de precipitação, temperatura do ar mínima e máxima durante o ciclo de cultivo do crambe em três épocas de semeadura na cidade de Cascavel, PR 2012.

P1 semeadura Abril; P2 semeadura Junho; P3 semeadura Julho; C1 colheita Abril; C2 colheita Junho; C3 colheita Julho.

6.2.3 Implantação e condução do experimento

Realizou dessecação por meio do herbicida Glifosato na dosagem de $2,5 \text{ L ha}^{-1}$ para eliminar as plantas daninhas emergidas.

Semeadura realizada em três épocas de semeadura (23/04/2012, 14/06/2012 e 19/07/2012) com auxílio de um trator e conjunto semeadora/adubadora, utilizando sementes da cultivar de crambe - FMS Brilhante desenvolvida pela Fundação MS.

Todas as semeaduras foram realizadas a uma profundidade de 0,03 m, espaçamento entre linhas de 0,45 m, densidade de 12 kg ha^{-1} de sementes, sem adubação de base e cobertura.

Foi efetuado monitoramento periódico de pragas e doenças durante todo ciclo da planta nas diferentes épocas. Durante a fase de plântula em todas as épocas, aplicou-se com auxílio de pulverizador costal com capacidade de 20 litros, $0,2 \text{ L ha}^{-1}$ de inseticida a base de Tiametoxam + Lamba-Cialotrina para controle efetivo de *Diabrotica speciosa* (Germar).

Delineamento experimental caracterizado por blocos casualizados, com três épocas de semeadura (Abril, Junho e Julho). Cada tratamento distribuído em cinco repetições com dimensões de 4,00 de largura e 5,00 m de comprimento, com área total do experimento de $300,00 \text{ m}^2$.

6.2.4 Variáveis analisadas

As características fenométricas avaliadas durante e no final do ciclo do crambe nas épocas de semeadura realizadas nas dependências da FAG, estão apresentadas a seguir:

(i) Altura de plantas: Para todas as épocas, realizou avaliação da altura de plantas durante o pleno florescimento da planta. Coletou cinco plantas ao acaso em cada parcela com auxílio de régua graduada. Medindo-se a partir do nível do solo até o ápice das referidas plantas.

(ii) Massa seca de plantas: Após determinação da massa fresca, as plantas foram secadas a 65 ° C durante 72 h em estufa de recirculação de ar e em seqüência, pesadas em balança de precisão. Após a determinação em gramas (g) da massa seca, os dados foram convertidos para massa em kg ha⁻¹.

(iii) Número de plantas por metro: Durante a colheita das épocas de semeadura, efetuaram-se manualmente a contagem de plantas por metro com auxílio de uma trena de 5 m. Determinou-se metro de forma aleatória por parcela.

(iv) Produtividade de grãos: As amostras foram coletadas utilizando quadro de madeira com dimensão de 1 m², coletando 1 m² por parcela, desconsiderando as linhas de bordadura. Em seguida, o material foi armazenado em sacos de adubos vazios. Separaram-se os grãos das plantas de forma manual. Posteriormente, iniciou a limpeza com o uso de peneiras e na seqüência determinou-se a umidade por meio da secagem em estufa durante 24 h a 110 ° C. Após a determinação de umidade iniciou a pesagem por meio de balança analítica para obtenção de massa de grãos e seus pesos corrigidos para umidade padrão a 13 %.

(v) Massa de 1000 grãos: Após determinação da produtividade foram contados e pesados 100 grãos por amostra e os resultados multiplicados por dez (BRASIL, 1992). Os pesos foram corrigidos para umidade padrão a 13 %.

6.2.5 Análises estatísticas dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e comparação de médias pelo teste Tukey a 5 % de significância através do software ASSISTAT.

6.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias pelo Teste de Tukey a 5 % de significancia das variáveis altura de plantas, massa fresca, massa seca, número de plantas por metro, massa de mil grãos e produtividade em épocas de semeadura estão descritos na Tabela 3.

Tabela 3 - Altura de planta (h), massa fresca (MF), massa seca (MS), número de plantas / metro (plt/m), Massa de 1000 grãos, produtividade, teor de óleo das sementes, graus – dia, precipitação e ciclo do crambe em função das épocas de semeadura.

Épocas de semeadura	Variáveis				
	H (cm)	MS (t ha ⁻¹)	Plt/m	Massa 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Abril	97,94 b	14,47 a	35,6 a	7,82 a	1892,18 a
Junho	111,92 a	6,61 b	35,2 a	7,64 ab	1350,72 b
Julho	65,04 c	4,09 b	30,8 b	6,33 b	530,73 c
F	278,01 **	30,00 **	6,00 *	6,05 *	42,99 **
CV (%)	3,52	26,35	7,90	10,22	18,97
DMS	5,83	3,99	4,88	1,34	436,83

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

DMS diferença mínima significativa

Todas as variáveis sofreram influência estatística das épocas de semeadura. Altura de plantas e número de plantas por metro linear apresentaram coeficiente de variação (CV) homogêneo de baixa dispersão, conforme classificação proposta por Pimentel Gomes (2002). Massa mil grãos e produtividade obtiveram CV homogêneo de média dispersão e a variável massa seca CV homogêneo de alta dispersão. Contudo, a variável apresentou maior variabilidade entre os dados classificados como CV heterogêneo.

(i) Altura de plantas: Para altura de plantas houve diferença estatística a 1 % de probabilidade, apresentado maior incremento na época de semeadura realizada em Junho com média de 111,92 cm. Estes dados vão de acordo com Barbisan *et al.* (2009) que verificou influência das épocas de semeadura na altura de plantas da canola, bem como os resultados obtidos por Barni *et al.* (1995) e Capone *et al.* (2012) trabalhando com girassol.

(ii) Massa seca de plantas: Os resultados de matéria seca demonstram influência das épocas de plantio para variável. A semeadura realizada em Abril obteve maior média

atingindo 45,94 t ha⁻¹. Plantios realizados mais cedo proporcionaram maior produção de massa seca.

Resposta semelhante foi obtida em experimento realizado em Campo Grande – MS durante o mês de Abril. Semeadura efetuada no primeiro decênio obteve maior produção de massa seca quando comparado a semeaduras realizadas no segundo e terceiro decênio (VOLPE *et al. apud* PITOL, 2010).

Rezende *et al.* (2012) verificou maior produção de massa seca na soja em plantio mais cedo (Outubro) quando comparado a plantios tardios (15 e 30 de Dezembro). O mesmo ocorreu com Barbosa *et al.* (2012) trabalhando com plantas de cobertura em duas épocas (Março e Abril). A produção de massa seca é importante para atuação como palhada no sistema plantio direto, protegendo o solo do impacto das gotas da chuva que propiciam a erosão (RANGEL *et al.*, 2003).

(iii) Número de plantas por metro: A semeadura em Abril e Junho apresentaram 35,6 e 35,2 plantas por metro, diferindo estatisticamente da semeadura efetuada em Julho.

Até o sétimo dia após a semeadura (DAS) de Julho ocorreu precipitação inferior a 5 mm. Para Pitol *et al* (2010) o crambe exige boa umidade no solo para germinação, o que pode ter contribuído para uma redução no stand final da planta.

(iv) Produtividade de grãos: A variável produtividade sofreu influência das épocas de semeadura. A maior produtividade foi obtida na semeadura realizada em Abril, apresentando 1892,18 kg ha⁻¹. A semeadura de Julho apresentou 530,73 kg ha⁻¹ de média, representando redução de 71,95 % quando comparada a maior produtividade (530,73 kg ha⁻¹).

O mesmo ocorreu em experimentos realizados por Pitol *et al.* (2010) em diferentes locais no estado de Mato Grosso do Sul, semeaduras realizadas durante o mês de Abril apresentaram maiores produtividades do que as efetuadas durante o mês de maio. Respostas semelhantes foram obtidas pelos autores nos estados de Goiás e Mato Grosso, ambas resultaram em redução de produtividade nas semeaduras tardias.

A época de semeadura é composta por fatores ambientais como a temperatura, umidade do solo e fotoperíodo que interagem com as plantas, promovendo variações nas características agrônômicas das plantas, dentre estas, a produtividade (PEIXOTO *et al.*, 2000).

(v) Massa de 1000 grãos: Para massa de mil grãos as épocas de semeadura influenciaram nos resultados. A semeadura realizada em Abril apresentou maior média entre os tratamentos, 7,82 gramas.

Resultados semelhantes foram obtidos por Viganó (2008) trabalhando com cultivares de trigo em diferentes épocas de semeadura. Para Guarienti *et al.* (2004) a temperatura favorece maior número dias com a planta verde, favorecendo a fotossíntese e o enchimento de grãos, em seqüência, proporcionando a melhoria no peso de mil grãos.

Conforme descrito na Tabela 2, a somatória térmica apresentou maior valor de graus-dia na semeadura de Abril, 1070°C. Quanto mais tardio foi a semeadura do crambe, menor foi o índice de graus –dia da planta.

Toebe *et al.* (2010) considerando temperatura mínima de 2,5°C obtiveram de 1165,3°C a 1175,8°C entre a emergência e senescência do crambe. Em experimento realizado com o crambe no Rio Grande do Sul, obteve-se média de 690,64 ° C entre a emergência e maturação da planta baseando em temperatura basal mínima de 9,5 ° C (PILAU *et al.*, 2010).

Para Gilmore e Rogers (1958) a somatória térmica ou graus – dia é obtido pela somatória da temperatura durante o ciclo da planta considerando temperatura basal mínima. Segundo Went *apud* Pilau *et al.* (2011) a temperatura basal controla o crescimento e desenvolvimento da planta.

Neste sentido, pode-se destacar a influência do índice graus – dia no desenvolvimento e produção do crambe principalmente na semeadura realizada em Julho, a qual apresentou o menor somatório de temperatura e valores inferiores as demais épocas para todas as variáveis analisadas.

Conforme apresentado na Figura 1, as épocas de semeadura apresentaram alta variabilidade na precipitação. A semeadura de Abril, totalizou 468,7 mm; Junho, 186,2 mm e Julho, 145, 7 mm. Verifica-se elevada precipitação durante a primeira época e considerável incidência de doenças. Para Junior *et al.* (2011) esta alta quantia de precipitação potencializa o ataque de patógenos e a incidência de doenças.

Verifica-se considerável redução na precipitação entre a primeira (Julho) e a segunda (Junho) época de semeadura. Durante o ciclo do crambe semeada em Junho obteve-se um total de 186,2 mm de precipitação concentrada entre a semeadura e o florescimento da planta. O crambe exige entre 150 a 200 mm de água principalmente até o pleno florescimento (PITOL *et al.*, 2010). Com isso, na segunda semeadura (Junho) a precipitação contribui positivamente para os resultados obtidos.

Na terceira época (Julho) a precipitação total foi inferior ao mínimo exigido para o crambe, além da concentração destas chuvas em pleno florescimento e granação

da planta. Somando a isto, após a semeadura o crambe necessita de no mínimo 50 mm de água e neste caso a precipitação durante a germinação do crambe foi inferior 10 mm (Pitol *et al.*, 2010). Neste sentido, o fator precipitação contribui para os baixos resultados das variáveis analisadas. Para Wagner (2009) as variações no regime hídrico compõe os fatores que mais atuam na limitação da produção agrícola.

Em complemento CONAB (2012) relata que regiões do Brasil que obtiveram maiores produtividades de espécies vegetais comparadas as safras anteriores foram onde as condições climáticas foram favoráveis, no entanto, regiões que apresentaram baixas precipitações pluviométricas resultaram em produções inferiores a safras passadas.

Outro fator relevante e apresentado na Tabela 2 refere-se a diferença de ciclo das épocas de semeadura. O ciclo da semeadura em Abril apresentou 125 dias e as épocas Junho e Julho apresentaram 103 e 78 dias, respectivamente. Esta variação faz necessário relatar, pois alteram o planejamento das safras agrícolas.

Na região de Maracaju – MS onde as temperaturas são mais elevadas a planta apresenta ciclo de 90 dias (Pitol *et al.*, 2010). Pilau *et al.* (2011) em experimento realizado em 2009 e 2010 verificou diferentes ciclos, variando de 77 a 136 dias. Segundo os autores, a temperatura do ar foi responsável pela variação do ciclo de desenvolvimento do crambe. Épocas de semeadura que apresentaram maior temperatura média durante o ciclo reduziram o tempo de desenvolvimento da planta e valores inferiores de temperatura média prolongaram o ciclo.

A semeadura realizada em Abril obteve menor média de temperatura (18,8 ° C) durante os 125 dias de ciclo e a semeadura de Julho apresentou maior temperatura média (22,0 ° C) durante os 78 dias entre plantio e colheita do crambe. Dados estes que vão de acordo com os resultados citados de Pilau *et al.* (2011).

Em geral, as variáveis avaliadas nas três épocas de semeadura sofreram influência dos fatores precipitação e graus-dia. Na primeira época a precipitação contribui para a elevada incidência de doenças e na semeadura realizada em Julho a baixa somatória de graus -dia e a precipitação inferiram negativamente nos resultados. Já, temperaturas média elevadas contribuíram para ciclos mais precoces.

Na região de Tangará da Serra-MT, segundo levantamento realizado por Faria Jr. *et al.* (2011) a semeadura de crambe é indicada para o período de segunda safra. Em Franca – SP recomenda-se semear durante os meses de Abril e Maio devido a ocorrência de precipitação e temperaturas adequadas para o desenvolvimento do crambe (SOUZA *et al.*, 2012).

6.4 CONCLUSÃO

O crambe sofreu influência em todas as variáveis analisadas nas épocas de semeadura, devido principalmente aos fatores precipitação e somatória de graus -dia. Os maiores resultados foram obtidos na época de semeadura de Abril.

6.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBISAN, F.; DAPPER, F.; GRAMINHO, D.; LAJUS, C. R. Efeito de diferentes épocas de semeadura sobre a ontogenia e a produtividade de canola (*brassica napus* l. var. oleifera) em rondinha, RS. **UNOCHAPECÓ**, 2009. Disponível em: <[https://http://www.unochapeco.edu.br/static/files/trabalhos-anais/Pesquisa /Ci%20C3%A4ncias %20Ambientais/Fausto%20Barbisan.pdf](https://http://www.unochapeco.edu.br/static/files/trabalhos-anais/Pesquisa/Ci%20C3%A4ncias%20Ambientais/Fausto%20Barbisan.pdf)> Acesso em 15 mai 2011.

BRASIL. Regras para análise de sementes, **Ministério da Agricultura**, 365p. Brasília: Departamento Nacional de Produção Vegetal, 1992.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento, setembro 2012. **Companha Nacional de Abastecimento**. Brasília: CONAB, 2012.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos, **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**, 2 ed. Rio de Janeiro, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, **EMBRAPA informação tecnológica**, 2 ed. Brasília, 2009.

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

FOWLER, J.L. Interaction of salinity and temperature on the germination of crambe. **Agronomy Journal**, v.83, p.169-172, Madison, 1991.

FREITAS M. E. E. **Comportamento agrônômico da cultura do crambe (*crambe abyssinica* hoechst) em função do manejo empregado**. 42 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS., 2010.

GILMORE Jr., E.C.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, p.611-615, 1958. Disponível em: <<http://www.agronomy.org/publications/aj/abstracts/50/10/AJ0500100611?access=0&view=pdf>> Acesso em 10 dez 2012.

GUARIENTI, E.M.; CIACCO, C.F.; CUNHA, G.R. Influência das temperaturas mínima e máxima em características de qualidade industrial e em rendimento de grãos de trigo. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.24, p.505-515, Campinas, 2004.

FARIA JR., C. A. F.; DALLACORT, R.; TIEPPO, R. C.; SANTI, A. Adaptabilidade agroclimática da cultura do crambe para o município de Tangará da Serra - MT In: WORKSHOP DOS GRUPOS DE PESQUISA E DA PÓS-GRADUAÇÃO, 4ª. (JC), 2011, Cáceres. **Anais...** Cáceres: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG, 2011. Vol. 4 (2011). Cód. 5940. CDROM 2178-7492.

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

PEIXOTO, C. P.; CAMARA, G. M.S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, S.; GUERZONI, R. A; MATTIAZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia agricola**, v.57 n.1. Piracicaba: USP, 2000.

PEREIRA, J.; BURLE, M.L.; RESCK, D.V.S. Adubos verdes e sua utilização no cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, 1990, Goiânia. **Anais...** Campinas,: Fundação Cargill, 1992.

PILAU, F. G.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; SCHWERZ, L. Temperatura basal, duração do ciclo e constante térmica para a cultura do crambe. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p.958-964. Campinas, 2011.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais - Exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. **Biblioteca de ciências agrárias Luiz de Queiroz**. v.1. Piracicaba: FEALQ, 2002.

PITOL, C. **Cultura do Crambe. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno**. Maracaju: Fundação MS, 2008. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/request.php?51>> Acesso em: 06 de fev. 2011.

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

PRIMIERY, C. **Avaliação da estabilidade a oxidação de óleo vegetal de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) como fluido isolante**. 55 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR., 2012.

RANGEL, L. E. P.; LAMAS, F. M.; STAUT, L. A.; MENEZES, V. L. Avaliação da produção de matéria seca de coberturas vegetais para o plantio Direto do algodoeiro no cerrado do Mato Grosso. **Embrapa Algodão**. Campina Grande, 2003. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/.../306.pdf>>. Acesso em 15 nov 2012.

ROSCOE, R.; BROCH, D. L.; NERY, W. S. L. Análise de sensibilidade dos modelos agrícola e industrial de utilização do óleo de crambe na cadeia produtiva de biodiesel em mato grosso do sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 2010, João Pessoa. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P.; ÍTAVO, L. C.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, Brasília: EMBRAPA, 2009.

SOUZA, E. C. de.; GARCIA, A.; VASCONCELOS, R. de L. Potencial climático para o crambe (*Crambe abyssinica*) na região de Franca – SP. In: VI WORKSHOP AGROENERGIA. Ribeirão Preto, 2012. **Anais...** Disponível em: <http://www.infobibos.com/agroenergia/cd/resumos/ResumoAgroenergia_2012_021.pdf>. Acesso em 10 dez. 2012.

TOEBE, M.; LOPES, S.J.; STORCK, L.; SILVEIRA, T.R.; MILANI, M.; CASAROTTO, G. Estimativa de plastocrono em crambe. **Ciência Rural**, v.40, p.793-799. Santa Maria, 2010.

VIGANÓ, J. **Desempenho agrônômico, rendimento e qualidade das sementes de genótipos de trigo em resposta à época de semeadura**. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento). Universidade Estadual de Maringá - UEM, Departamento de Agronomia. Maringá, PR., 2008.

WAGNER, M. V. **Características hidroclimáticas para a cultura do milho em Guarapuava-Pr**. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO. Guarapuava, PR., 2009.

WALLIS, E.S.; SAXENA, K.B.; BYTH, D.E. **Flowering responses of thirty-seven early maturing lines of pigeonpea**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON PIGEONPEAS, 1981, PATANCHERU. Proceedings. Patancheru : ICRISAT, 1981. v.2, p.143-150.

WENT, F.W. The Effect of temperature on plant growth. **Annual Review of Plant Physiology**, v.4, p.347-362, 1953.

7. CONCLUSÃO GERAL

As doses de fertilizante NPK 10-15-15 influenciaram somente a variável altura de plantas, maiores resultados foram apresentados pela testemunha (0 kg ha^{-1}).

Altura de plantas e produtividade de grãos obtiveram respostas negativas ao acréscimo das densidades de semeadura. Ao contrário, massa fresca e seca de plantas e planta por metro responderam positivamente ao aumento da densidade de semeadura.

Épocas de semeadura influenciaram em todas as variáveis analisadas. Precipitação e somatório graus-dia foram os fatores que contribuíram para os resultados. A semeadura realizada em Abril obteve os maiores resultados para o crambe.