

Efeitos de diferentes doses de adubação de base no desenvolvimento e produtividade de grãos e óleo na cultura do crambe

Octavio Henrique Viana^{1,2}, Reginaldo Ferreira Santos^{1,2}, Deonir Secco¹, Samuel Nelson Melegari de Souza¹, Alex Júnior Cattaneo¹

¹Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Rua Universitária, 2069, CEP 85819-110, Cascavel - PR – Brasil.

²Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

octaviohv@fag.edu.br, rfsantos@unioeste.br, deonir.secco@unioeste.br, samuel.souza@unioeste.br, alex_cattaneo@hotmail.com

Resumo: O Biodiesel é um combustível renovável obtido através do processo de transesterificação, composto por óleo, álcool e catalisador. Este óleo geralmente provém de fontes oleaginosas como a soja, canola, girassol dentre outras. Os grãos produzidos destas culturas têm como finalidade a alimentação humana e animal, se destinada à produção de biocombustíveis podem competir com a cadeia alimentar. A alternativa será encontrar oleaginosas que não concorram em área de cultivo com as principais culturas e que mesmo assim ainda possam ser utilizadas como alimento. O Crambe abyssinica parece contemplar estas características além de poder ser utilizado como biomassa para cobertura do solo após o cultivo safrinha. O objetivo do trabalho é avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses do formulado NPK na adubação e no crescimento de crambe durante seu ciclo no Oeste do Paraná. O experimento foi conduzido na Faculdade Assis Gurgacz – FAG, em delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro diferentes doses de fertilizante (0, 100, 200, 300 kg há⁻¹ de NPK). As plantas foram avaliadas ao longo do ciclo semanalmente. As doses de fertilizante, períodos de crescimento da cultura e a interação destes apresentaram diferença estatística. Somente a partir da semana 4 as doses de fertilizante diferiram estatisticamente da testemunha. No florescimento as doses 200 e 300 kg há⁻¹ diferiram estatisticamente das demais. A altura de planta do crambe foi mais elevada com a aplicação de 200 kg há⁻¹ de NPK na décima primeira semana.

Palavras – chave: Biocombustíveis, fontes oleaginosas, fertilidade.

Effects of different doses of fertilization on the basis of development and yield of grains and the culture of oil crambe.

Abstract: The biodiesel is a renewable fuel obtained by the transesterification process using oil, alcohol and catalyst. This oil typically comes from sources such as soybean oil, canola, sunflower and others. The grain produced in these cultures are intended for the food and feed, if aimed for producing biofuels it could generate a competition with the food chain. The alternative is to find plants that do not compete in the area of cultivation of principal crops and even then can be used as food. The Crambe abyssinica seems to address these characteristics and it can be used as biomass for soil cover after the second crop cultivation. This study aimed at evaluating the effect of different doses of NPK fertilization on the growth of crambe throughout its life cycle in the western region of Paraná state. The experiment conducted at the School Assis Gurgacz - FAG in randomized complete block design with four different doses of fertilizer (0, 100, 200, 300 kg ha⁻¹ NPK). Were evaluated during the crambe cycle, weekly, the plants height. The fertilizer rates, periods of crop growth and interaction of these showed statistically difference. Only four weeks from the fertilizer rates differed

statistically from control. At flowering the doses of 200 and 300 kg.ha⁻¹ statistically different from the others. Plant height of crambe was higher with the application of 200 kg ha⁻¹ NPK at the eleventh week.

Key words: Renewable fuel, oil sources, fertility.

Introdução

O biodiesel é um biocombustível comumente obtido pelo processo de transesterificação, reação de um óleo e álcool, na presença de catalisador, resultando em ésteres (biodiesel) e subproduto (glicerol). Utilizado em motores a combustão interna com ignição por compressão, podendo substituir parcialmente ou integralmente combustíveis fósseis (Apostolakou et al., 2009; Brasil, 2005).

Tem por fontes de óleo: gorduras animais, óleos de fritura e óleos vegetais provenientes de várias matérias – primas. No Brasil, a principal matéria para produção é a soja. Contudo, o Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel – PNPB preza como meta, a diversificação das fontes de óleos para produção do biocombustível (Roscoe et al., 2010).

Para atender esta meta, culturas como girassol, amendoim, mamona, nabo forrageiro, pinhão manso e crambe necessitam de um vasto trabalho na estruturação de suas cadeias produtivas, do preparo do plantio a comercialização, para atender o programa (Roscoe et al., 2010).

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) pertence à família Brassicaceae, nativo do Mediterrâneo e cultivada em regiões tropicais e subtropicais, é uma planta de inverno e ciclo precoce, floresce aos 35 dias e pode ser colhida entorno de 85 a 90 dias (Carneiro et al., 2009). Tolerante a seca após sua germinação, apresenta resistência a geadas de baixa intensidade após a fase de plântula, baixo custo de produção, boa produtividade de grãos (1000 a 1500 kg ha⁻¹) e óleo (540 litros ha⁻¹) (Pitol, 2008).

Contém entre 26 % e 38 % de óleo, o qual é constituído por até 57 % de ácido erúico, o que lhe confere um alto valor devido a sua alta estabilidade oxidativa, sendo utilizado como lubrificante, na produção de sacos plásticos, cosméticos e demais fins industriais. Não é recomendado para alimentação humana (Freitas, 2010).

No Brasil, é plantada entre meados de março a meados de maio, podendo se entender durante o mês de junho, permitindo utilizá-la em terceira safra, entre as safras de inverno (safrinha) e verão. Implantada 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; Knights, 2002).

A cultura necessita de boa umidade da semente até o estabelecimento desta, 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 (Pitol, 2008).

Indica-se efetivar a semente em solos com pH acima de 5,8, profundos e com baixa saturação por alumínio. É uma cultura que responde a fertilidade porém, não há recomendação específica da dose de adubação (Lunelli, 2011).

Segundo Souza et al. (2009), a aplicação de fertilizantes de forma eficiente é fundamental para a eficácia na produtividade. Para o crambe, as respostas em relação à adubação são pouco conhecidas, no entanto, é uma cultura absorvente de alto teor de nitrogênio devido ao seu elevado teor de proteínas nos grãos.

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 não completa seu ciclo de vida.

Em oleaginosas, o nitrogênio (N) influencia no 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), aplicado em quantidades adequadas, estimula o desenvolvimento radicular, propicia maior vigor, acelera a maturação fisiológica, incita o florescimento, formação das sementes, aumenta a resistência ao frio e produtividade (Malavolta, 1989).

Já o potássio (K) participa da maioria dos processos biológicos em uma planta e quando não disponibilizado na dose mínima pode reduzir desenvolvimento da cultura e conseqüentemente, a produtividade (Malavolta, 1997; Castro e Oliveira, 2005).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses do formulado NPK no crescimento e produção de crambe durante seu ciclo no Oeste do Paraná.

Material e Métodos

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. Solo da região classificado como Solo Distrófico Vermelho (Embrapa, 2006).

As características químicas do solo foram caracterizadas a partir de amostras coletadas em toda área experimental a uma profundidade 0 – 20 cm, apresentando: 7,50 mg dm⁻³ de fósforo (extrator Mehlich); 46,65 g kg⁻¹ de matéria orgânica; 5,20 pH (CaCl₂); 0,30; 5,39; 2,30; 5,76 e 13,75 Cmolc dm⁻³ de K, Ca, Mg, H + Al e CTC, respectivamente e saturação de base 58,11%.

Até o pleno florescimento, ocorreu precipitação de 343,90 mm, temperatura média de 16,8 °C e ocorrência de geada em 13 de julho.

Realizou-se dessecação da área no dia 16/04/2012 para eliminar as plantas daninhas emergidas. No dia 23/04/2012, realizou-se a semeadura do crambe com auxílio de um trator e conjunto semeadora/adubadora, utilizando a cultivar de crambe - FMS Brilhante desenvolvida pela Fundação MS.

Plantio realizado a uma profundidade de 0,03 m, espaçamento entre linhas de 0,45 m e densidade de 12 kg ha⁻¹ de sementes. Para a adubação de base utilizou fertilizante a base de NPK com formulação 10-15-15.

Efetou-se monitoramento periódico de pragas e doenças durante todo ciclo da cultura. No décimo primeiro dia após o plantio, aplicou-se inseticida abase de Tiametoxam + Lamba-Cialotrina para controle de *Diabrotica speciosa* (Germar), com auxílio de pulverizador costal com capacidade de 20 litros.

O delineamento experimental foi caracterizado por blocos casualizados, com quatro diferentes doses de fertilizante (0, 100, 200, 300 kg ha⁻¹ de NPK). Os tratamentos foram distribuídos 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.

Durante o ciclo da cultura foi avaliado a altura de plantas através leitura realizada semanalmente (até o pleno florescimento) em 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.

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

Resultados e Discussões

Os resultados da análise da variância para o comportamento da altura de planta de crambe em função da variação das doses de fertilizante apresentaram coeficiente de variação (CV) de 5,97 %, caracterizado de baixa dispersão, conforme classificação proposta por

Gomes (1984), podendo avaliar boa adaptabilidade da variedade utilizada na região implantada neste experimento.

Os diferentes períodos de crescimento, variação de doses de fertilizante, assim como a interação entre estas variáveis influenciaram o crescimento da cultura do crambe. Também 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. Entretanto, o autor relata não encontrar resposta ao nitrogênio em relação a altura de planta, quando este nutriente foi aplicado em cobertura. Porém, sabe-se que a altura de planta está relacionada ao nitrogênio. O nitrogênio geralmente é o nutriente exigido em maior quantidade pelas plantas, sendo integrante de todos os seus aminoácidos e ácidos nucléicos além de outros compostos.

A fisiologia explica que crescimento e desenvolvimento vegetal são processos que podem ocorrer de formas simultâneas e independentes, são mudanças irreversíveis na planta como no comprimento, por exemplo. Para Taiz e Zeiger (2004) o nitrogênio é o macronutriente mais exigido pelas culturas e, neste sentido, o crescimento e desenvolvimento das plantas são altamente dependentes da disponibilidade deste nutriente. Para o autor há uma alta dependência do N no metabolismo das plantas, por participar como constituinte da molécula de clorofila, ácidos nucléicos, aminoácidos e proteínas. Pode ainda atuar como regulador, exercendo considerável expressão do potássio (K), fósforo (P) no crescimento vegetal (Epstein e Bloom, 2006).

Ao longo do desenvolvimento da cultura, a altura de plantas apresentou comportamento similar, entretanto, pode-se verificar que o crescimento médio das plantas foram significativamente efetivos apresentando diferenças em cada medida semanal. Embora, o período de cultivo fora chuvoso, as condições ambientais e sanitárias neste período não influenciaram o crescimento das plantas.

Em relação as diferentes doses de fertilizantes, verifica-se que as adubações com 200 e 300 kg ha⁻¹ de NPK diferiram estatisticamente das demais. Quando comparado 100 kg ha⁻¹ com a testemunha verifica-se acréscimo de 8,38 % na altura de planta. Contudo, comparando 200 kg ha⁻¹ com a testemunha, o percentual aumenta consideravelmente, 26,84 %. Já, a dose de 300 kg ha⁻¹ apresentou acréscimo de 28,06 %, demonstrando baixa variação em relação a dosagem de 200 kg ha⁻¹.

No entanto, Pitol et al. (2010) ao avaliar doses de 100, 200, 300 kg ha⁻¹ do formulado NPK 07-24-24 e a testemunha no plantio de crambe, em Maracaju – MS. Não encontrou diferenças estatísticas entre os resultados. Já, Bertozzo et al (2011) verificou diferença

estatística e crescimento linear da altura de plantas conforme o aumento de compostos orgânicos aplicados como fonte de nitrogênio.

A interação entre períodos de crescimento da cultura e doses de fertilizante não apresentaram diferença estatística entre a semana 1 e a semana 3. No entanto, a partir da semana 4 os tratamentos com aplicação de fertilizantes 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ diferiram estatisticamente da testemunha. Entre as semanas 5 e 7, somente as doses com 200 e 300 kg ha⁻¹ de fertilizante diferiram estatisticamente dos demais, apresentando maiores alturas de plantas. A partir da semana 8 até o pleno florescimento da cultura (semana 12) as doses de 200 e 300 kg ha⁻¹ mantiveram a diferença, no entanto, a dosagem de 100 kg ha⁻¹ também diferiu quando comparada a testemunha.

Segundo Bredemeier e Mundstock (2000) um dos fatores que propiciaram o aumento da altura conforme o acréscimo de doses de fertilizantes é o nitrogênio, principal nutriente para o crescimento de plantas.

A curva representando a altura de plantas sob interação das diferentes doses de fertilizante e os períodos de crescimento da cultura encontram-se na Figura 1.

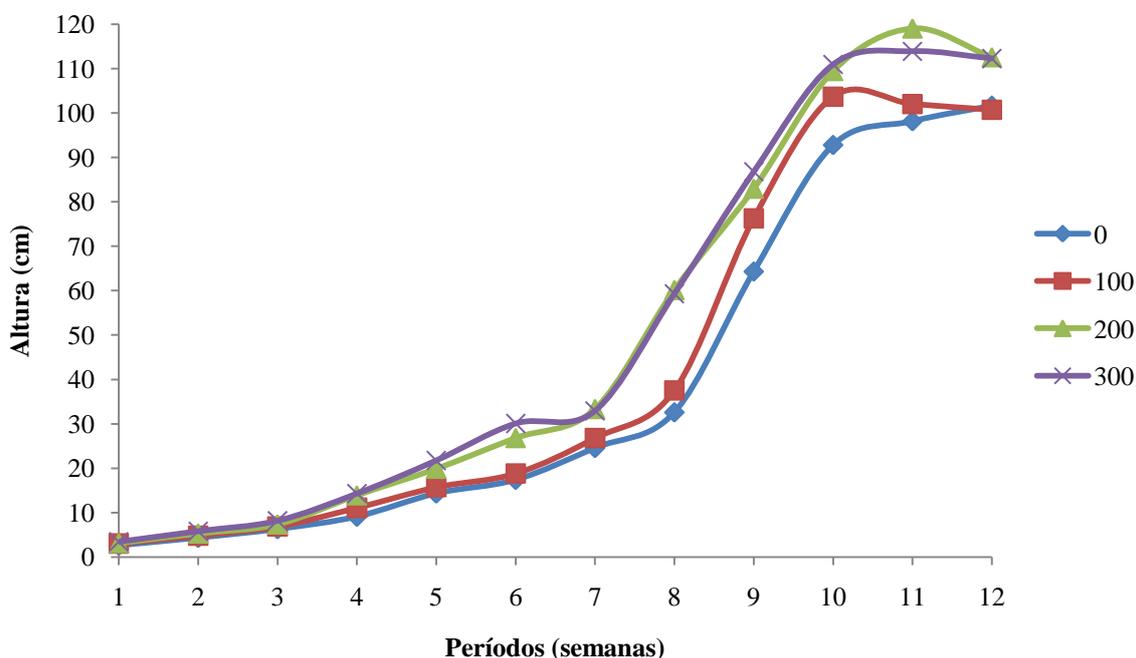


Figura 1. Altura de plantas em relação a interação diferentes doses de fertilizantes e períodos de crescimento.

Ao longo do desenvolvimento da cultura, as alturas de plantas foram aumentando conforme o ciclo de crescimento propiciado em função das doses de fertilizante, apresentando

curva de crescimento do tipo sigmóide conforme obtido por Augostinho et al. (2008) na avaliação do crescimento de goiabeira.

A curva sigmóide representa melhor o crescimento das plantas, lenta na fase inicial e em seguida de forma intensa.

Contudo, nota-se um declínio na altura das plantas com aplicação de fertilizantes entre a semana 11 e 12, isto pode relacionar ao adiantamento da maturação das plantas provocado pelo potássio que contribui para que isso ocorra (Gusmão, 2010).

A média final da análise de variância de cada fator e suas interações apresentaram altura média de 109,54cm. Ainda que necessite de estudos mostrando o seu potencial produtivo, a cultivar FMS Brilhante mostrou boa adaptabilidade e desenvolvimento na região oeste do Paraná. Segundo Pitol et al (2010) a cultivar nos campos de produção de sementes atinge altura média de 80 cm.

Jasper (2009) utilizando dose de 200 kg ha⁻¹ (NPK 08-28-16) em Botucatu – SP atingiu altura máxima de 95 cm e Freitas (2010) em Dourados – MS obteve 102 cm de altura na safra 2008.

Conclusão

O crescimento de crambe foi influenciado pela variação de doses de NPK. Houve interação significativa na altura de planta entre período de crescimento e doses de NPK. A altura de planta do crambe foi mais elevada com a aplicação de 200 kg ha⁻¹ de NPK na décima primeira semana.

Agradecimentos

Octavio Henrique Viana agradece a Faculdade Assis Gurgacz – FAG pela bolsa de Capacitação Docente do Programa Institucional de Qualificação Docente – PIQDocente.

Referências

APOSTOLAKOU, A. A. et al. Techno-economic analysis of a biodiesel production process from vegetable oils. **Fuel Processing Technology**, v. 90, n. 7-8, p. 1023-1031, 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.

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. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais – **Anais .SIGERA**. São Pedro, 2011.

BRASIL. **Lei nº. 11.097, de 13 de Janeiro de 2005.** Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e sobre a adição de biodiesel ao óleo diesel. Disponível em: www.anp.gov.br Acesso em 15 de outubro de 2007.

BREDEMEIER, C. MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Revista Ciência Rural**, v. 30, n.2, p. 365-372, 2000.

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**, vol.35 no.2 Botucatu Abril/Junho, 2009.

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

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

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

FREITAS M. E. E. **Comportamento agrônomo 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, 2010.

GOMES, F.P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária.** Potafós, 160 p. Piracicaba, 1984.

GUSMÃO, C. A. G. **Desempenho do pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) de segundo ano submetido a diferentes doses e relações npk.** 81 p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Produção Vegetal no Semiárido). Universidade Estadual de Montes Carlos – UNIMONTE, 2010.

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

LUNELLI I. E. **Efeitos de arranjos nutricionais de npk na produtividade de grãos e rendimento de óleo da cultura do crambe.** 25 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, 2011.

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

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

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

PITOL, C. **Cultura do Crambe**. Tecnologia e Produção: Milho Safrinha e Culturas de Inverno. 2008. Disponível em: <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.

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. IV Congresso Brasileiro de Mamona e I Simpósio Internacional de Oleaginosas Energéticas, **ANAIS**. João Pessoa, PB – 2010.

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. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.10, p.1328-1335, out. 2009.

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

Recebido para publicação em: 17/01/2012

Aceito para publicação em: 03/02/2012