

## **AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE CLORETO DE POTÁSSIO NA CULTURA DE LINHAÇA MARROM *Linum usitatissimum* L.**

Kenia Gabriela dos Santos<sup>1</sup>; Reinaldo Aparecido Bariccatti<sup>1</sup>; Eduardo De Rossi<sup>1</sup>; Caroline Thaís Eckert<sup>1</sup>; Samuel Nelson Melegari de Souza<sup>1</sup> e Reginaldo Ferreira Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Curso de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia de Energia na Agricultura. Rua Universitária, n.2069, CEP: 85.819-110, Bairro Universitário, Cascavel, PR. E-mail: keniagabriela.santos@gmail.com; bariccatti@yahoo.com.br; eduderossi@gmail.com; carolt.eckert@gmail.com; samuel.souza@unioeste.br; Reginaldo.santos@unioeste.br

*RESUMO: A linhaça é utilizada como fonte de diversos compostos destinados a alimentação e a indústrias. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fenométrico da linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L.) com diferentes modos de aplicação de cloreto de potássio (KCl) como fonte mineral comercial de potássio mais usada como fertilizante. Utilizou-se um arranjo experimental inteiramente casualizado partindo de linhas de cultivo, composta por um sistema de plantio com 3 formas de aplicação da adubação potássica (k). O primeiro tratamento (T1) ocorreu na época de plantio, onde o KCl foi adicionado no sulco do plantio; no segundo tratamento (T2) o fertilizante foi sobreposto entre as linhas de plantio, também no momento do plantio das sementes de linhaça marrom; em seguida, o terceiro tratamento (T3) incidiu 12 dias após semeadura. O comportamento vegetativo foi analisado seguindo-se as variáveis fenométricas altura de planta, diâmetro de caule, número de ramificações do caule, massa fresca e seca da parte aérea da planta, número de cápsulas, massa fresca e seca das sementes. Aferindo-se os dados plotados na tabela gerada através da aplicação da comparação de médias utilizando-se Tukey, pode-se concluir a aplicação de KCl no sulco apresentou melhor desenvolvimento da plantação.*

*PALAVRAS-CHAVE: Fertilizante, KCl, germinação.*

## **EVALUATION POTASSIUM CHLORIDE CULTURE BROWN FLAXSEED *Linum usitatissimum* L.**

*ABSTRACT: Flaxseed is used as a source of various compounds for the food and the industry. The objective of this study was to evaluate the behavior of phenometric brown flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) with different modes of application of potassium chloride (KCl) as a commercial source of potash mineral most commonly used as fertilizer. We used a completely randomized arrangement of lines starting cultivation, consisting of a system of planting with 3 ways of applying potassium fertilizer (k). The first treatment (T1) occurred at the time of planting, where KCl was added in the furrow planting; the second treatment (T2) fertilizer was overlapped between the tree rows also at planting the seeds of brown flaxseed; then the third treatment (T3) covered 12 days after sowing. Vegetative behavior was analyzed following the variables phenometric plant height, stem diameter, branch number, stem fresh and dry mass of the aerial part of the plant, number of capsules, fresh and dry weight of seeds. Gauging the data plotted on generated by applying the mean comparison using Tukey can conclude the application of KCl in the groove had a better development of the planting table.*

*KEY WORDS: Fertilizer, KCl, germination.*

## INTRODUÇÃO

A linhaça (*Linum usitatissimum L.*) é denominada uma oleaginosa com atividade funcional, caracterizada com atividade anticancerígena, portanto a presença de ácidos graxos importantes como o ácido linolênico permite o seu consumo *in natura*. Além disso, sua composição baseia-se em 40-45% de óleos, 20-25% fibras e 20-25% proteínas. Outras destinações são para fabricação de tintas, vernizes, tecidos entre outros produtos (Almeida et al., 2009; Shim et al., 2014). Segundo Oliveira et al., (2012) outra alternativa é produção de biodiesel e biolubrificante.

Esta cultura é antiga, o registro de seu cultivo e uso é decorrente a cerca de 10000 a 8000 a.C (Kozasowski e Mackiewicz-Talarczyk, 2012) e a sua participação no Brasil ocorreu no século XVII (Marques, 2011). Segundo Henrique e Pivaro (2012) há dois tipos de linhaça: a dourada e a marrom, esta é adaptada a clima quente e úmido, e aquela requer condições mais frias. Ambas são muito semelhantes, deferem apenas em relação as propriedades funcionais. A linhaça marrom possui menos proteínas e mais fibras dietéticas.

O cultivo da linhaça prevalece na região Sul do Brasil, devido as condições mais favoráveis para o desenvolvimento, como precipitação anual de 450-750 mm, temperatura de 0°C a -2°C e solos bem estruturados (Department of Environment and Primary Industries, 2010). O plantio decorre nos meses de maio e julho e a colheita entre outubro e dezembro. Segundo dados do IBGE (2010) o total de área plantada de linho no Brasil foi de 16.584 ha e a quantidade produzida de 16.159 toneladas.

As condições climáticas, forma de cultivo e a variedade utilizada são fatores que influenciam diretamente o teor de óleo, a distribuição deste na semente do linho e o tempo de cultivo. A linhaça é uma cultura anual cujo período vegetativo é de 45-60 dias, de 15 a 25 de floração e 30 a 40 dias de floração e a altura é em torno de 40 a 91cm.

A adubação é uma atividade que melhora o cultivo, tornando-o mais eficiente (Chaney, 2012), e pode ser aplicado sob o linho. Os principais elementos necessários para o desenvolvimento das plantas para maximização da produção de raízes e folhas são o nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). Estes são nutrientes essenciais e insubstituíveis (Dawson e Hilton, 2011). Daun et al. (2014) aplicaram a combinação de NPK equilibrada e o rendimento de grãos trigo e milho foram elevados.

Entretanto, a linhaça é uma cultura muito sensível com a presença de fertilizantes, pois mesmo em baixas quantidades pode provocar danos ao desenvolvimento desta oleaginosa. Dentre os fertilizantes utilizados tem-se o potássio que caso ausente promove a limitação das

culturas. Além disso, o potássio quando aplicado em altas quantidades prejudica a adsorção de outros nutrientes importantes para a planta. A capacidade de adsorção do potássio da planta está associada as características da raiz como o seu comprimento. O teor adequado é em torno de 2 a 5% do peso seco da planta.

O potássio é encontrado em abundância em rochas e solos, porém na maioria das vezes não está disponível para as plantas (Zörb et al. 2014). A disponibilidade deste nutriente depende do solo empregado, e em solos agrícolas o seu conteúdo varia entre 10 e 20 g.kg<sup>-1</sup>. O uso tem K tem se intensificado deste 1980, este aumento tem sido proporcional com a produção agrícola (FAO, 2011).

Para aplicá-lo em culturas há quatro fontes de potássio: sulfato de potássio, nitrato de potássio e cloreto de potássio (KCl), sendo este último o modo mais utilizado, e é denominado um mineral natural advindo de jazidas. Esta forma é predominante na agricultura, pois é miscível em água, conseqüentemente contribui para a umidade adequada do solo. Além disso, o potássio envolve as funções fisiológicas das plantas e a tolerância a fatores bióticos e abióticos como resistência à seca, salinidade, luz, frio, pragas e patógenos (Oosterhuis et al., 2014; Zörb et al., 2014).

Este procedimento de fornecimento de compostos que visam melhoria ao cultivo pode ocorrer em três possíveis etapas: no sulco, entre as sementes e após a semeadura. Com isto, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento fenométrico da linhaça marrom (*Linum usitatissimum* L) altura de planta, diâmetro de caule, número de ramificações do caule, massa fresca e seca da parte aérea da planta, número de cápsulas, massa fresca e seca das sementes aplicando-se diferentes concentrações do fertilizante de cloreto de potássio (KCl) no sulco, entre sementes e após a semeadura.

## MATERIAL E MÉTODOS

A semeadura foi realizada a uma profundidade de 1 cm da superfície do solo, 20 dias após o plantio foi realizado o raleio, delimitando-se a distância de 1 cm entre plantas. O sistema de plantio utilizado foi em linhas distanciadas a 0,45 cm.

O arranjo experimental foi inteiramente casualizado partindo de linhas de cultivo, composta por um sistemas de plantio e 3 formas de adubação potássica (k) sendo, a primeira (T1) aplicou-se potássio no sulco, cobriu-se com uma fina camada de terra e despejou-se a semente e em seguida cobriu-se com terra, a segunda (T2) aplicou-se potássio entre as linhas de plantio, também no momento do plantio das sementes de linhaça marrom, e a terceira (T3)

efetuou-se a aplicação de potássio apenas 10 dias depois da semeadura, ou seja, após germinação, efetuou-se seis repetições cada (Tabela 1).

**Tabela 1** - Sistemas de plantio utilizados na área experimental da Unioeste, Cascavel – PR

Tratamentos	T1	T2	T3
<b>Kg.ha<sup>-1</sup> (k)</b>	140	140	140
<b>Adubação</b>	Sulco	Entre linhas	Pós germinação (próximo a linha)

O presente trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, *campus* Cascavel-PR, apresentando solo classificado como latossolo vermelho distroférico típico, precipitação média anual é de 1.640 mm e a temperatura média é de 19°C, e clima temperado mesotérmico e super úmido (IAPAR, 2011), com temperatura média anual de 19°C a precipitação média de 60 mm mensais, distribuídos ao longo de todos os meses do ano (Kaefer, 2007) e com localização geográfica 24° 59' 20,5" Sul, 53° 26' 58,7" Oeste.

O experimento foi implantado no dia 06 de junho de 2013 e a colheita foi realizada aos 130 pós-semeadura, foram avaliadas as seguintes características: altura de planta (AP), número de capsulas por planta (NC), massa fresca (MFS) e massa seca (MSS) das sementes, massa fresca (MFP) e seca (MSP) da planta, diâmetro de caule (DC) e número de ramificações (NR) da planta. A massa seca foi determinada após a permanência das amostras em uma estufa a 65°C± 2°C, no período de três dias, até que se atingiu o peso constante de massa seca das amostras.

Para verificar diferença estatística entre os grupos considerados realizou-se o teste de Tukey, adotou-se o nível de 1 a 5% de significância utilizando-se o pacote estatístico Assistat® versão 7.5 beta (Silva e Azevedo, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2, que todas as análises realizadas, obtiveram regressão linear significativa ( $P < 0,01$ ), no sistema de plantio com diferentes concentrações de cloreto de potássio. O sistema de semeadura em linha, utilizando-se potássio de diferentes formas proporcionou resultados que diferem entre si, através da aplicação da comparação de médias, utilizando-se Tukey.

**Tabela 2** - Efeito das diferentes formas de adubação potássica na linhaça marrom.

<b>Trat.</b>	<b>AP</b>	<b>DC</b>	<b>NC</b>	<b>NR</b>	<b>MFP</b>	<b>MSP</b>	<b>MFS</b>	<b>MSS</b>
<b>Unid.</b>	<b>cm</b>	<b>Mm</b>			<b>G</b>	<b>g</b>	<b>G</b>	<b>g</b>
<b>T1</b>	58,8a	31,0a	25,7a	2,33 <sup>a</sup>	2,70a	1,97a	1,74 <sup>a</sup>	1,48a
<b>T2</b>	53,5b	20,5b	12,7b	1,83ab	2,00ab	1,36b	1,21 <sup>a</sup>	1,04b
<b>T3</b>	46,8c	15,5b	9,5c	1,17b	1,40b	1,20b	1,54 <sup>a</sup>	0,85b
<b>F</b>	21,0 <sup>**</sup>	26,7 <sup>**</sup>	408,1 <sup>**</sup>	10,3 <sup>**</sup>	4,46 <sup>*</sup>	7,47 <sup>**</sup>	2,30ns	7,44 <sup>**</sup>
<b>CV(%)</b>	6,06	16,79	6,51	25,16	37,22	24,04	28,80	26,14
<b>Média Geral</b>	53,05	22,33	15,98	1,78	2,04	1,50	1,50	1,12

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). \*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,01$ ) \* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,01 = < p < 0,05$ ). CV%: Coeficiente de Variação.

Observando o comportamento dos dados da Tabela 1 a aplicação de KCl mostrou-se mais favorecido no tratamento 1 (sulco). Segundo a Embrapa a aplicação de fertilizante deve ser realizada no sulco. E de acordo com Werncke et al. (2012) a aplicação de potássio nesta fase eleva a produtividade e melhora o crescimento do cultivo. Entretanto, a aplicação nesta mesma etapa realizada Pauletti e Menarim (2004) sob o cultivo de batata não apresentou resultados satisfatórios.

Para os tratamentos 2 (entre linhas) e 3 (após a semeadura) houve menor desenvolvimento das características fenométricas, porém aquela apresentou melhores resultados em relação a esta. Com isto, nota-se que o momento ideal de aplicação do KCl é importante para os rendimentos do cultivo, pois aumenta a eficiência do uso do nutriente, além de prevenir danos ao solo.

Rossetto et al. (2012) estudaram diferentes doses de potássio no cultivo da linhaça dourada com 0, 40, 80, 120, 160 e 200 kg/ha e a cultura apresentou alterações das características significativas, principalmente com as doses de 120 a 160 kg/ha. Pauletti e Menarim (2004) também avaliaram o potássio da fonte de KCl em doses crescentes, e observaram que o aumento de potássio foi proporcional ao aumento do teor foliar de cloro, minimização da produtividade dos tubérculos, houve diminuição da matéria seca.

Apenas a massa seca da planta no tratamento 3 foi superior a mesma análise no tratamento 2. Santos et al. (2012) aplicaram 0, 15, 30, 60 e 90 kg.ha<sup>-1</sup> na cultura de crambe e obtiveram aumento significativo da produtividade, porém não houve resultados satisfatórios na massa seca.

Oliveira et al. (2012) avaliaram o efeito da aplicação de fertilizantes na cultura da linhaça marrom e concluíram que a fertirrigação influencia no crescimento da linhaça. Ati et al. (2012) estudaram o emprego de potássio sob a cultura de batatas influenciou na produção de tubérculos com uso de 600 kg.h<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. De acordo com Marschener (1995) a exigência de K é para manter o funcionamento das células das plantas, atuando em atividades como processo osmótico, síntese de proteínas, controle do pH entre outras.

Além do mau desenvolvimento de culturas com relação as suas características fenotípicas, o parâmetro de qualidade para o uso também é afetado. E a aplicação do potássio não tem sido amplamente estudado apesar da sua importância (Zörb et al. 2014).

## CONCLUSÃO

A aplicação de potássio exerceu influência sobre as características fenotípicas após as diferentes formas de aplicações de KCl, mostrando-se mais favorecido no tratamento 1 (sulco) juntamente com a semeadura, diferenciando-se significativamente em todas as análises realizadas, frente ao tratamento 3 (pós-germinação, entre linhas), com exceção da massa seca fresca da semente que não diferenciou-se ao nível de 5 %.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. L.; BOAVENTURA, G. T.; SILVA, M. A.G. A linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido  $\alpha$ -linolênico na formação da bainha de mielina. **Nutrição**, v. 22, n. 5, 2009.

ATI, A.S.; IYADA, A.D.; NAJIM, S.M. Water use efficiency of potato (*Solanum tuberosum* L.) under different irrigation methods and potassium fertilizer rates. **Annals of Agricultural Sciences**, v. 57. N. 2, p. 99-103, 2012.

CHANEY, R.L. Food Safety Issues for Mineral and Organic Fertilizers. **Advances in Agronomy**, v. 117, p. 51-116, 2012.

DAWSON, C.J.; HILTON, J. Fertiliser availability in a resource-limited world: Production and recycling of nitrogen and phosphorus. **Food Policy**, v. 36, p. S14-S22, 2011.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND PRIMARY INDUSTRIES. **Growing Linseed and Linola**, 2010. Disponível em: <http://www.depi.vic.gov.au/agriculture-and-food/grains-and-other-crops/crop-production/growing-linseed-and-linola>. Acesso em: 21 Jun. 2014.

DUAM, Y.; XU, M.; GAO, S.; YANG, X.; HUANG, S.; LIU, H.; WANG, B. Nitrogen use efficiency in a wheat–corn cropping system from 15 years of manure and fertilizer applications. **Field Crops Research**, v. 157, p. 47-56, 2014.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Adubação**. 2010. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/adubacao.htm>. Acesso em: 03 Jul. 2014.

FAO. Current world fertilizer trends and outlook to 2015. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2011.

HENRIQUE, W.; PIVARO

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. **Médias históricas em estações do IAPAR**. 2011. Disponível em: [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Cascavel.html](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Cascavel.html). Acesso em: 12 Abr. 2014.

IBGE. **Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes**, v. 37, 2010.

KAEFER, D. B. **Diagnóstico local do município de Cascavel**. Universidade Federal do Paraná setor de Ciências da Saúde, 2007.

KOZASOWSKI, R.M.; MACKIEWICZ-TALARCZYK, M. Bast fibres: flax. **Handbook of Natural Fibres: Types, Properties and Factors Affecting Breeding and Cultivation**, p. 56-113, 2012.

MARQUES, A.C.; HAUTRIVE, T.P.; MOURA, G.B.; COLLEGARO, M.G.K.; HECKTHEUER, L.H.R. Efeito da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) sob diferentes formas de preparo na resposta biológica em ratos. **Revista Nutrição**, v.24, n.1, 2011.

OLIVEIRA, M.R.; SANTOS, R.F.; ROSA, A.R.; WERNER, O.; VIEIRA, M.D.; DELAI, J.M. Fertirrigação da cultura de linhaça *Linum usitatissimum*. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 1, p. 22-32, 2012.

OOTERHUIS, D.M.; LOKA, D.A.; KAWAKAMI, E.M.; PETTIGREW, W.T. The Physiology of Potassium in Crop Production. **Advances in Agronomy**, v.126, p. 203-233, 2014.

PAULETTI, V.; MENARIM, E. Época de aplicação, fontes e doses de potássio na cultura da batata. **Scientia Agraria**, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2004.

ROSSETTO, C.; SANTOS, R.F.; SOUZA, S.N.M.; DIAS, P.P.; KLAUS, O. Diferentes doses de Potássio na cultura da linhaça (*Linum Usitatissimum* L.). **Acta Iguazu**, v. 1, n. 3, p.98-105, 2012.

SANTOS, J.I.; ROGÉRIO, F.; MIGLIAVACCA, R.A.; GOUVEIA, B.; SILVA, T.B.; BARBOSA, M.C. Efeito da adubação potássica na cultura de crambe. **Bioscience Journal**, v. 28, n.3, p. 346-350, 2012.

SHIM, Y.Y.; GUI, B.; ARNISON, P.G.; WANG, Y.; REANEY, M.J.T. Flaxseed (*Linum usitatissimum L.*) bioactive compounds and peptide nomenclature: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 38, p. 5-20, 2010.

WERNER, I.; SANTOS, R.F.; SOUZA, S.N.M.; CHAVES, L.I.; NOGUEIRA, C.E.C.; ZORTEA, J.C.J.P. Influência do cloreto de potássio no café *Coffea arabica*. **Acta Iguazu**, v. 1, n. 3, p. 8-14, 2012.

ZÖRB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture – Status and perspectives. **Journal of Plant Physiology**, v. 171, n. 9, p. 656-669, 2014.