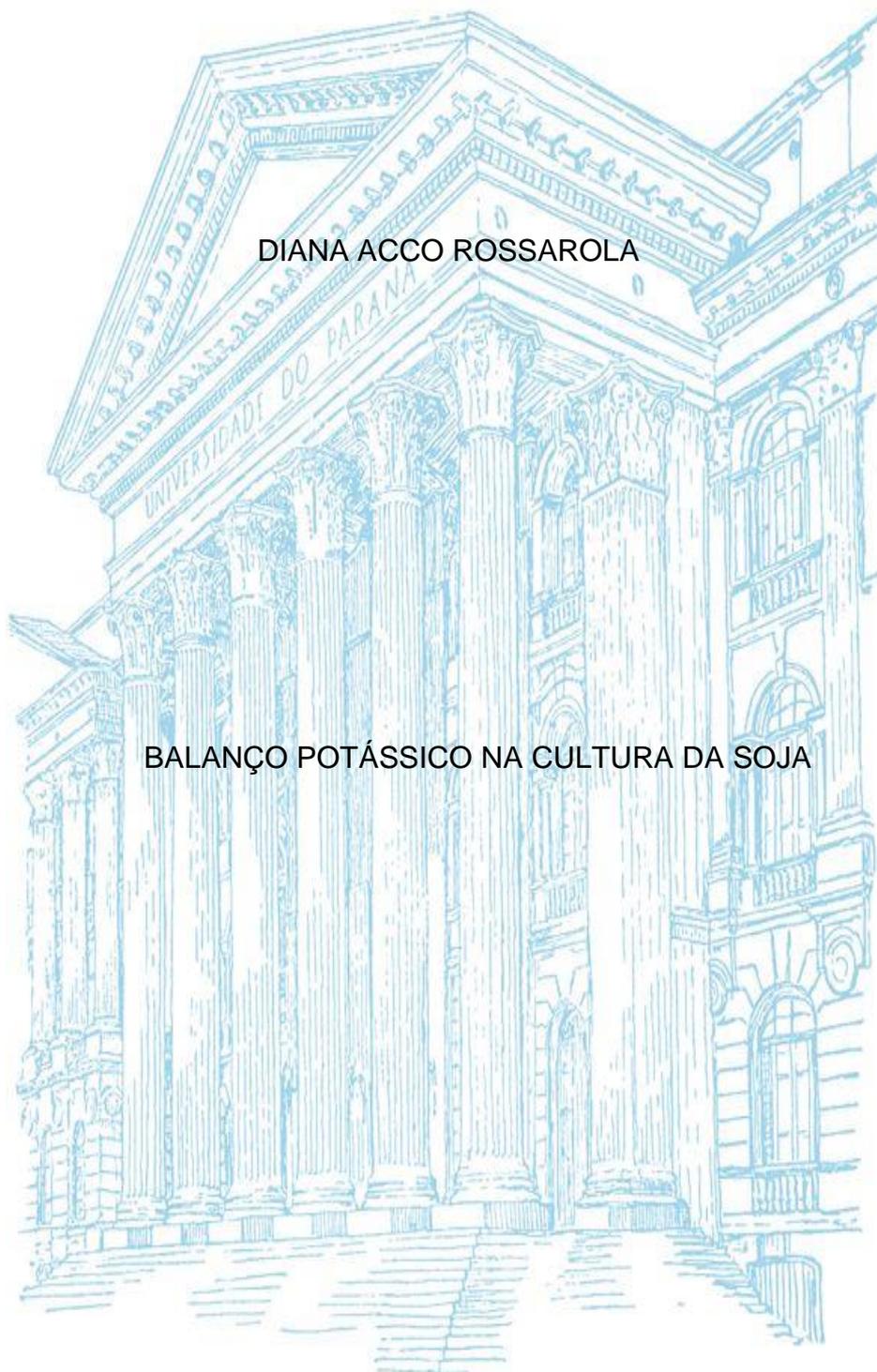


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**

**DIANA ACCO ROSSAROLA**

**BALANÇO POTÁSSICO NA CULTURA DA SOJA**



**PALOTINA**

**2017**

DIANA ACCO ROSSAROLA

BALANÇO POTÁSSICO NA CULTURA DA SOJA

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para disciplina TCC II do curso de graduação em Agronomia, Setor de Palotina da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta

PALOTINA

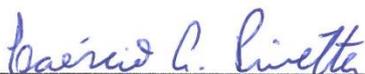
2017

## TERMO DE APROVAÇÃO

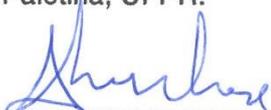
DIANA ACCO ROSSAROLA

### BALANÇO POTÁSSICO NA CULTUA DA SOJA

Trabalho apresentado como requisito parcial à obtenção do título de agrônomo, no curso de graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta  
Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas  
Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese  
Departamento de Ciências Agronômicas  
Setor Palotina, UFPR.



Eng. Agrônomo Bernardo Ferla

Palotina, 4 de julho de 2017

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e pelas bênçãos recebidas.

Aos meus pais, familiares e ao meu namorado que sempre me apoiaram nesta jornada.

Ao professor Laércio pela orientação, paciência, ensinamentos, e por todas as horas disponíveis a mim dedicadas.

Ao professor Augusto que auxiliou em muitas atividades deste experimento.

A todo corpo docente da UFPR setor Palotina pelos ensinamentos transmitidos.

Aos amigos, principalmente a Lianara e Débora que ajudaram nas atividades a campo e laboratório.

Ao produtor Valdecir Lettrari que disponibilizou a área para o experimento.

E a todos que contribuíram para a minha formação.

## RESUMO

Estudos relacionados ao balanço potássico do solo são de grande importância para averiguar se a aplicação de fertilizantes está influenciando à fertilidade do solo ou se está acarretando em perdas do nutriente através da lixiviação. O objetivo deste trabalho foi determinar a dose ideal de adubação potássica para a manutenção da alta produtividade da cultura da soja e determinar o teor de potássio no solo, evitando o esgotamento deste elemento no solo. O experimento foi conduzido no município de Palotina em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por doses de K, aplicados antes da semeadura da soja com: 0, 18, 37, 55, 73 e 92 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Não houve empobrecimento no solo em relação aos teores de K, resultando em boas produtividades mesmo sem realizar a adubação potássica durante um ciclo da cultura da soja. O não esgotamento de K no solo foi devido ao alto teor deste nutriente encontrado no solo, o qual era suficiente para atender as exigências da cultura.

Palavras-chave: Adubação potássica; K no solo; *Glycine max*.

## ABSTRACT

Studies related to the potassium balance of the soil are of great importance to investigate if the application of fertilizers is influencing soil fertility or is leading to nutrient losses through leaching. The aim of this work was to determine the ideal potassium fertilization dose for the maintenance of the high yield of the soybean crop and to determine the potassium content in the soil, avoiding the exhaustion of this element in the soil. The experiment was carried out in randomized blocks in the city of Palotina, with six treatments and four repetitions. The treatments were composed of doses of K, applied before sowing the soybean with: 0, 18, 37, 55, 73 and 92 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O. There was no impoverishment in the soil in relation to the K contents, resulting in good yields even without performing the potassium fertilization during a cycle of soybean crop. The non-depletion of K in the soil was due to the high content of this nutrient found in the soil, which was enough to meet the requirements of the crop.

Keywords: Potassium fertilization; K at the soil; *Glycine max*.

## GRÁFICO

GRÁFICO 1 - TEOR DE K NO SOLO NAS CAMADAS DE 0,0-0,1 E 0,1-0,2 M, EM FUNÇÃO DE DOSES DE  $K_2O$ . PALOTINA-PR 2017..... 16

## TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do solo nas camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m antes da instalação do experimento. ....	12
Tabela 2 - Teor de K na folha e grãos, produtividade e exportação de K, em função de doses de K. Palotina- PR, 2017. ....	14

## **Sumário**

<b>1. INTRODUÇÃO REFERENCIADA</b> .....	9
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	11
2.1 Objetivo Geral: .....	11
2.2 Objetivos específicos: .....	11
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	12
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL .....	12
3.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS .....	12
3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO .....	12
3.4 AVALIAÇÕES .....	13
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	13
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	14
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	18
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	19

## 1. INTRODUÇÃO REFERENCIADA

A soja (*Glycine max* L.) pertence à família Fabaceae, sendo originária do continente Asiático, do noroeste da China (CÂMARA, 2011). No Brasil os primeiros relatos desta leguminosa foram na Bahia em 1882, introduzida dos Estados Unidos, mas somente em 1914 no Rio Grande do Sul, que a soja teve êxito, (DALL'AGNOL *et al.*, 2007) expandindo-se no país principalmente devido as tecnologias do setor produtivo, pelos avanços científicos e pelo seu alto valor econômico (FREITAS, 2011).

A produção da cultura da soja, apresenta a atividade agrícola de maior expressão econômica e crescimento para o Brasil (HIRAKURI e LAZZAROTTO, 2014). Segundo a ABIOVE (2017), neste ano a produção em toneladas de soja apresentou um aumento de 2,6% e aproximadamente 2% nas exportações, sendo considerada como a principal commodity agrícola cultivada no país (CONAB, 2016), classificando o Brasil como o segundo maior produtor mundial do grão de soja (EMBRAPA, 2017). Isso devido a sua ampla finalidade, sendo utilizada como matéria-prima para a fabricação de ração animal (40% proteína), óleo vegetal e para a produção de biocombustível (ZAMBIAZZI, 2014).

Um dos fatores que interferem diretamente na qualidade dos grãos cultivados, é a nutrição mineral das plantas. Esta se fundamenta nos elementos essenciais para as plantas completarem o ciclo de vida, como eles se comportam no vegetal e quais são os distúrbios causados por estes quando em excesso ou deficiência (PRISCO, 2007). Dentre estes, o potássio é um dos macronutrientes mais absorvido e também exportado pelo vegetal. Apesar de não apresentar função estrutural, é fundamental para o metabolismo do mesmo, pois é responsável pela ativação de inúmeras enzimas, pela regulação estomática, síntese proteica, qualidade dos grãos, entre muitas outras (SENGIK, 2003).

No solo, este elemento é considerado muito móvel e por isso pode ser facilmente lixiviado. Porém, dependendo do teor de argila e da capacidade de troca de cátions (CTC) este processo é minimizado (POTAFOS, 1998). Ele se comporta de forma similar aos demais cátions presente no solo, como o magnésio e o cálcio que competem pelo mesmo sítio de troca. É absorvido pelas plantas na forma iônica ( $K^+$ ), encontrado principalmente na forma mineral, como também na forma não trocável, trocável e na solução do solo (FAQUIN, 2005).

Para a nutrição de plantas é indispensável uma relação harmônica entre o K trocável e o K presente na solução do solo, pois ambas as formas estão disponíveis às plantas. A proporção entre estas formas de K no solo são determinadas pela CTC do mesmo, a qual é influenciada pela quantidade de matéria orgânica, da textura e do pH do solo. Por isso solos que apresentam alta CTC são mais eficientes no armazenamento deste nutriente diminuindo a concentração deste na solução do solo e conseqüentemente menor lixiviação (MIELNICZUK *apud* XAVIER, 2015).

Geralmente, em solos com baixos teores de K a soja responde significativamente a adubação potássica, sendo que a quantidade de fertilizante aplicada é capaz de suprir a demanda da cultura, como também elevar os teores do nutriente próximo ao nível crítico (VELOSO *et al.*, 2007). Contudo a adubação realizada em solos que apresentam médio/alto teores do elemento essencial K, podem ou não contribuir para o incremento na fertilidade do solo e na produtividade agrícola da leguminosa, pois ambos sofrem influências de vários fatores (STEINER, 2014). Nesta perspectiva, conforme estudo realizado por FOLONI e ROSOLEM (2008) a adubação potássica favoreceu a cultura da soja elevando a produtividade, em contrapartida, Scherer (1998a) não obteve resultado positivo com a mesma.

De modo geral, os solos do Estado do Paraná, apresentam os teores de potássio trocável maiores do que o nível crítico em relação a cultura da soja. A demanda desta oleaginosa é de aproximadamente 38 kg de K para cada tonelada de grãos produzidos. Considerando que desta quantia são exportados somente 20 kg de K por tonelada, recomenda-se que a adubação seja apenas a reposição desta quantia para cada 1000 kg que se pretende produzir (OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2013).

Visando uma produção agrícola econômica e sustentável, experimentos relacionados ao balanço nutricional no sistema solo-planta são muito importantes para a averiguação, se realmente a adubação realizada em cada cultivo está sendo eficiente afim de manter a alta fertilidade do solo ou se implica no aumento de perda do nutriente por lixiviação, devido ao excesso do mesmo no solo (STEINER, 2014).

## **2. OBJETIVOS**

### 2.1. Objetivo Geral:

Avaliar o desempenho agronômico da cultura da soja e o balanço do potássio no sistema solo-planta em função de doses de potássio.

### 2.2. Objetivos específicos:

Averiguar qual a dose de potássio necessária para a manutenção dos teores de K adequadas no solo a fim de obter alta produtividade com a cultura da soja.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL

O experimento foi realizado na safra 2015/16, no município de Palotina-PR, com latitude 24° 17' 02" S, longitude 53° 50' 24" W e altitude de 333 m, em um Latossolo Vermelho eutrófico, sendo este de alta fertilidade e predominante na região.

Tabela 1 - Caracterização química do solo nas camadas de 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m antes da instalação do experimento

Prof	pH	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
m	CaCl <sub>2</sub>	----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				----- %		
0,0-0,1	6,24	0,72	5,8	2,9	3,22	9,42	12,64	74,53
0,1-0,2	5,68	1,03	4,6	2,7	4,24	8,33	12,57	66,27

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é caracterizado como sendo Cfa, Clima Subtropical úmido, com verões quentes, invernos frios ou amenos, apresentando baixa frequência de geadas, sendo que estas, quando ocorrem, é no período entre o final de maio e o início de setembro. A temperatura e a pluviosidade anual média de Palotina é de 22°C e de 1500 milímetros, respectivamente (PEDRON, 2013).

#### 3.2 DELINEAMENTO E TRATAMENTOS

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições, sendo que cada parcela continha 34,8 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foram constituídos por doses de K, aplicados a lanço antes da semeadura da soja com: 0, 18, 37, 55, 73 e 92 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, correspondendo a 0, 1/3, 2/3, 3/3, 4/3 e 5/3 da recomendação de 55 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, de acordo com o manual de adubação e calagem do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS – RS/SC, 2004).

#### 3.3 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura foi realizada no dia 07/10/2015, em sistema de semeadura direta, sendo que este é o manejo utilizado a vários anos na propriedade. A cultivar semeada foi a Monsoy 5947 IPRO, cujo hábito de crescimento é indeterminado, seu grau de maturação é de 5.9. O espaçamento entrelinhas foi de 0,45 m e a população foi de 289 mil sementes por hectare.

A condução da cultura foi realizada pelo produtor, com acompanhamento de um engenheiro agrônomo. A colheita foi realizada no dia 10/02/2016, sendo as plantas trilhadas mecanicamente e a umidade corrigida a 13% na base úmida.

### 3.4. AVALIAÇÕES

Após a colheita foram realizadas coletas de solo nas camadas 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m, em três sub-amostras por parcela. Depois de secas, as amostras foram moídas e peneiradas. Em tubos plásticos foi inserido 5 cm<sup>3</sup> do solo, acrescentando com 50 ml de Mehlich<sup>1</sup>. As amostras permaneceram por 15 minutos em agitador orbital, seguido de repouso por 12 horas para a formação do sobrenadante. Deste sobrenadante foi realizada a leitura de K em fotômetro de chama (SILVA, 2009).

Em relação à diagnose foliar, esta prática foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio R2, em que foram coletadas as terceiras folhas do terço superior, amostrando-se 15 folhas por parcela. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar por 48 horas a 60°C e posteriormente moídas em moinho tipo Willey. As amostras foram digeridas em mufla a 500 °C e a determinação do K foi realizada em fotômetro de chama (SILVA, 2009).

Os mesmos procedimentos realizados para as folhas foram feitos nas amostras dos grãos para a determinação do teor de K e a exportação de K, entretanto, estas foram trituradas no mixer.

### 3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por análise de regressão, a 5% de probabilidade.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo nas variáveis teor de K foliar e nos grãos, na produtividade e exportação de K (Tabela 3). Isto ocorreu devido os teores de K no solo encontrarem-se em quantidades suficientes às necessidades da soja.

Tabela 2 - Teor de K na folha e grãos, produtividade e exportação de K, em função de doses de K. Palotina- PR, 2017.

Dose	K foliar	K no grão	Produtividade	Exportação
kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O	----- g kg <sup>-1</sup> -----		kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup> K <sub>2</sub> O
0	21,5	19,0	3880	64,1
18	18,7	20,0	4008	69,3
37	22,2	19,0	4078	67,0
55	23,2	19,7	4125	70,7
73	22,7	20,9	3673	66,5
92	22,5	19,4	4026	68,2
Média	21,8	19,7	3965	67,6
CV %	19,6	7,9	9,4	11,3

Os valores de K no tecido foliar mostraram-se satisfatórios para a obtenção de bom desempenho da leguminosa. Estudos mostram que teores acima de 19 g kg<sup>-1</sup> são suficientes para obter máximo rendimento da cultura da soja e teores menores que 12,5 g kg<sup>-1</sup> de K nas folhas acarretam em perdas na produtividade. Os teores de K no tecido foliar estão diretamente relacionados com os teores deste no solo (SCHERER, 1998b; BORKERT *et al.*, 1997; VITTI e TREVISAN, 2000).

O experimento realizado demonstrou que a adubação potássica não influenciou na concentração de K foliar, pois os teores de K iniciais do solo apresentaram-se suficientes à demanda da cultura da soja.

A concentração de macronutrientes no grão da soja é influenciada por vários fatores, entre elas o teor do nutriente no solo. A quantidade média de K encontrada nos grãos de soja é de 20 g kg<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 1998; ARATANI *et al.*, 2007). Dessa maneira, as doses de K aplicadas não promoveram aumento na concentração deste nutriente nos grãos da soja, devido ao alto teor inicial de K no solo.

Quanto a produtividade da soja, Scherer (1998a), em doze anos de experimento, observou que, em Latossolo Húmico distrófico teores de potássio acima de 0,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> são suficientes para produzir soja com máximo rendimento nos primeiros 4 anos, tornando-se desnecessária a adubação potássica. Porém, a partir

do quinto cultivo ocorre decréscimo no rendimento da cultura, devido ao esgotamento do K prontamente disponível no solo.

Contudo, alguns autores obtiveram conclusões divergentes das apresentadas anteriormente, como Foloni e Rosolem (2008) que em solo com teores iniciais acima do crítico de  $0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de K e alta CTC ( $17 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), a soja foi responsiva à adubação potássica, assim como Marcandalli *et al.* (2008) que observaram aumento na produtividade conforme as doses aplicadas em solo com teores médios de  $0,23 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de K e com uma CTC de  $9,59 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Com isso, pode-se perceber que a resposta da soja à adubação potássica não depende apenas do teor de K no solo. Outros fatores podem estar relacionados com essas respostas ou as classes de K no solo devem ser revistas.

Ressalta-se que devido aos altos teores de K no solo, a exportação dos grãos não apresentou resposta a adubação potássica, mantendo média de 17 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  por tonelada de grãos. Este resultado, converge com o encontrado por Cordeiro *et al.* (1979) que avaliaram a exportação de macronutrientes na cultura da soja em um solo de fertilidade mediana e resultou em 20 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  por tonelada de grãos

A camada superficial do solo apresentou aumento no teor de K de forma linear (Figura 1). Contudo, a camada de 0,1-0,2 m apresentou efeito quadrático com ponto de mínima, aumentando os teores de K nas maiores doses. Não se encontrou explicação plausível para esse resultado, uma vez que era esperado comportamento linear assim como na camada de 0,0-0,1 m.

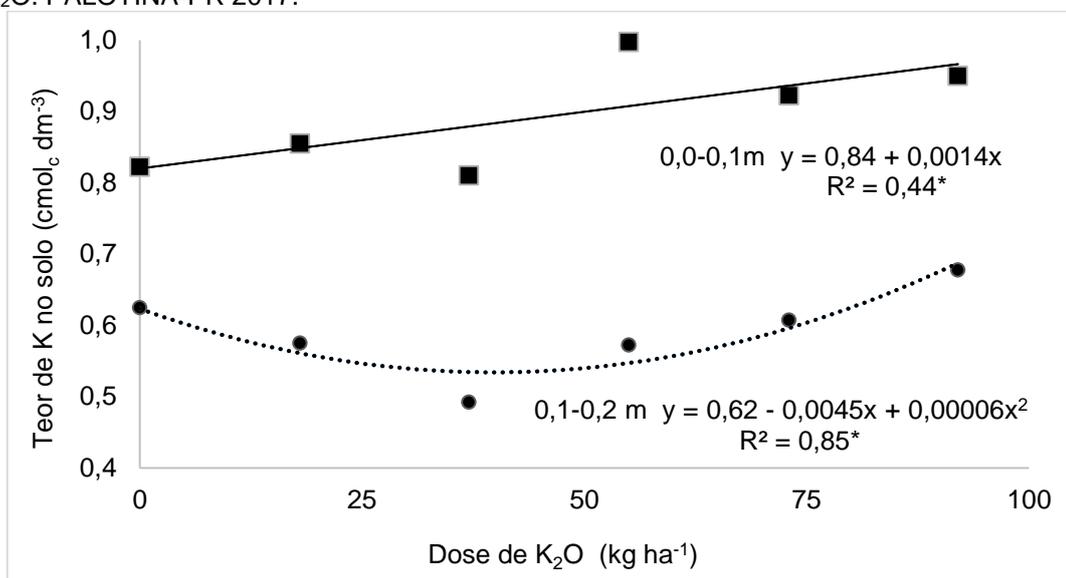
No estado do Paraná o teor crítico de K para a cultura da soja em Latossolos é de  $0,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  (VIEIRA *et al.*, 2012; LACERDA, 2014). Quando os teores de K nos solos encontram-se maiores que este, são caracterizados por níveis muito altos, por isso recomenda-se a aplicação de somente  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (OLIVEIRA, 2007).

Segundo Rosolem (2006), a lixiviação depende da concentração do nutriente na solução do solo, da textura do solo, da quantidade de água escoada e da CTC do solo. Os solos que apresentam textura argilosa e alta CTC tendem a reter maiores quantidades de K.

Analisando os resultados obtidos, se a exportação de K pelos grãos não foi afetada pelas doses de K e o teor de K do solo na camada superficial aumentou linearmente com as doses aplicadas, pode-se dizer que se houve lixiviação deste elemento no perfil do solo, esta foi de forma similar entre as doses de K. Caso a

lixiviação tivesse sido proporcional às doses de K, os teores da superfície do solo tenderiam a se manter, ou seja, quanto maior a dose de K maior seria a lixiviação.

GRÁFICO 1 - TEOR DE K NO SOLO NAS CAMADAS DE 0,0-0,1 E 0,1-0,2 M, EM FUNÇÃO DE DOSES DE K<sub>2</sub>O. PALOTINA-PR 2017.



Werle *et al.* (2008) avaliaram a dinâmica de K no solo em função da textura e do teor do nutriente resultantes da adubação da soja. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico e as texturas eram média (21% de argila) e argilosa (48% de argila). Os autores verificaram que em ambas as texturas ocorreu lixiviação de K. As perdas do nutriente no solo argiloso foram maiores devido ao elevado teor inicial de K, no entanto, inicialmente a lixiviação no solo de textura média foi mais intensa devido à baixa CTC nestes solos, nos quais a perda de K para as camadas mais profundas ocorre mais rapidamente. Já no solo argiloso, as perdas foram mais constantes devido a alta CTC presente nesses solos, os quais são capazes de reterem maior quantidade de cátions.

Steiner (2014) avaliou o efeito da adubação potássica no balanço de K no sistema solo-planta em dois Latossolos Vermelhos, um de textura média (21% de argila) e outro de textura argilosa (68% de argila). O autor concluiu que uma adubação anual de até 180 kg ha<sup>-1</sup> de K em um solo de textura argilosa não proporciona lixiviação do mesmo para camadas mais profundas, enfatizando que as perdas do nutriente em solos com alta CTC podem ser inexpressivas. Este mesmo autor também ressalta que a redução da concentração de K conforme aumento da profundidade do solo é

consequência principalmente do não revolvimento do solo, o qual mantém a palhada e os fertilizantes na camada superficial do solo.

Devido ao fato dos nutrientes catiônicos ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ ) competirem pelos mesmos sítios de troca, o equilíbrio entre eles é essencial. Mascarenhas *et al.* (2000) avaliaram o efeito da aplicação de calcário dolomítico e de potássio na produtividade da soja em um solo de textura argilosa durante três anos e concluíram que a relação  $(Ca + Mg)/K$  no solo ideal é de 23 para maior produtividade da cultura. Também observaram que aplicações anuais de K elevadas diminuiriam esta relação para 14, entretanto, isto não afetou a produtividade da oleaginosa pois as concentrações dos nutrientes estavam adequadas.

Isso pôde ser observado no experimento, pois a relação  $(Ca + Mg)/K$  inicial na camada de 0,0-0,2 m é de 9, indicando que há K excedente no solo, porém não houve efeito na produtividade, pois as concentrações estavam apropriadas.

Oliveira Junior *et al.* (2013) afirmam que na adubação potássica da soja é importante considerarmos o balanço do nutriente nas culturas e a aplicação de doses recomendadas dos fertilizantes. Dessa forma irá suprir a demanda do vegetal, manterá o equilíbrio do balanço do sistema de produção, diminuirá a perda por lixiviação do nutriente, e conseqüentemente irá evitar o empobrecimento de K no solo. Diante disto, faz-se necessário uma análise de todos os fatores que interferem no desenvolvimento das culturas cultivadas.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se concluir que não houve empobrecimento no solo em relação aos teores de K, resultando em boas produtividades mesmo sem realizar a adubação potássica durante um ciclo da cultura da soja. O não esgotamento de K no solo foi devido ao alto teor deste nutriente encontrado no solo, o qual era suficiente para atender as exigências da cultura.

## 6. REFERÊNCIAS

ABIOVE- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **ABIOVE projeta novo aumento da safra de soja em 2017: 107,30 milhões de toneladas**, 2017.

ARATANI, R. G. LAZARINI, E.; MARQUES, R. R. Adubação potássica na cultura da soja em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 2, n. 3, p. 208-211, jul./set. 2007

BORKER, C. M.; FARIAS, J. R. B.; SFREDO, G. J.; TUTIDA, F.; SPOLADORI, C. L. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo Distrófico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.1235-1249. 1997.

CÂMARA, G. M. S. **Introdução ao agronegócio soja**. Texto básico da disciplina essencial LPV 584: Cana-de-açúcar, mandioca e soja, do curso de graduação em Engenharia Agrônoma da USP/ESALQ. 2011.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS: NRS: UFRGS, 400 p. 2004.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra Brasileira Grãos**, Brasília, v. 1, n. 3. 182p, 2013.

CORDEIRO, D. S; SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, G. D.; SILVEIRA, R. I. **Extração de Macronutrientes pela soja (*Glycine max (L.) Merrill*) em função dos níveis de NPK**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1979.

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. Circular Técnica.

EMBRAPA- CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região Central do Brasil 1998/99**. Londrina, 182p. 1998.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA, **Soja em números (Safra 2016/2017)**. 2017 Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 10 de Maio de 2017.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2005.

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1549-1561, ago. 2008.

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção Brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, vol. 7, n. 12, p. 1-12, maio 2011.

HIRAKURI, M. H.; LAZZAROTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. Londrina; Embrapa Soja, 2014.

LACERDA, J. J. J. **Níveis críticos de fósforo e potássio no sistema soja-milho em Latossolos de fertilidade construída**. 112 p. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Lavras. 2014.

MANUAL DE ADUBAÇÃO E DE CALAGEM PARA OS ESTADOS DO RIO GRANDE DO SUL E DE SANTA CATARINA - **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Comissão de Química e Fertilidade do Solo**. 10° ed. – Porto Alegre, 400 p., 2004.

MARCANDALLI, L. H.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; OLIVEIRA, W. A. S. **Resposta da cultura da soja a adubação potássica em cobertura na região dos chapadões**. In: FERTBIO, 2008. Desafios para o uso do solo com eficiência e qualidade ambiental. Londrina, PR. 2008.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; CARMELLO, Q. A. C.; GALLO, P. B.; AMBROSANO, G. M. B. Calcário e Potássio para a cultura de soja. **Scientia Agrícola**, v.57, n.3, p. 445-449, jul./set. 2000.

OLIVEIRA, F. A.; SFREDO, G. J.; CASTRO, C.; KLEPKER, D. **Fertilidade do solo e nutrição da soja**. Embrapa (Circular Técnica 50), Londrina, set. 2007. Disponível: < <https://www.agrolink.com.br/downloads/FERTILIDADE%20DO%20SOLO%20E%20NUTRI%C3%87%C3%83O%20DA%20SOJA.pdf>>. Acesso em: 10 de Maio de 2017.

OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; JORDÃO, L. T. **Adubação Potássica da soja: cuidados no balanço de nutrientes**, IPNI – International Plant Nutrition Institute – Informações Agronômicas, n.143, set. 2013.

PEDRON, I. T.; MARIANI, K. L.; FARIAS, J. L. R.; ROSSETTO, A. Comportamento do clima de Palotina/PR de 1973 a 2010, **Scientia Agraria Paranaensis – SAP**, Marechal Cândido Rondon, v.12, p. 411-419, 2013.

POTAFOS – Instituto da Potassa e Fosfato. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes - 2° ed.; revisada e ampliada. Piracicaba, 177 p. 1998.

PRISCO, J. T. Introdução à Fisiologia Vegetal: Conceito e aplicações. In: LACERDA, C. F.; FILHO, J. E.; PINHEIRO, C. B. **Fisiologia Vegetal**, Fortaleza, 332 p. set. 2007.

ROSOLEM, C. A.; SANTOS, F. P.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Lixiviação de potássio no solo de acordo com suas dose aplicadas sobre palha de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, p. 813-819. 2006.

SILVA, C. S. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2° Ed. revisada e ampliada. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 627 p. 2009.

SCHERER, E. E. Resposta da soja a adubação potássica em Latossolo húmico distrófico num período de doze anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 49-55, 1998a.

SCHERER, E. E. Níveis críticos de potássio para a soja em Latossolo húmico de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 57-62. 1998b.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**. 2003. Disponível em: < <http://www.nupel.uem.br/nutrientes-2003.pdf> >. Acesso em: 04 de Novembro de 2016.

STEINER, F. **Balanço de Potássio no sistema solo-planta influenciado pela textura e adubação potássica em solos tropicais**. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014.

VELOSO, C. A. C.; EL-HUSNY, J. C.; CORRÊA, J. R. V; CARVALHO, E. J. M.; SOUZA, F. R. S.; MARTINEZ, G. B.; RODRIGUES, A. L. N. Adubação fosfatada e potássica na cultura da soja em Latossolo Amarelo do Estado do Pará. In: **Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**. Gramado - RS. 2007.

VIEIRA, R. C. B.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M.V.; ANGHINONI, I.; ERNANI, P. R.; MORAES, R. P. Critérios de calagem e teores críticos de fósforo e potássio em Latossolos sob plantio direto no Centro-Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 37, p. 188-198, 2012.

VITTI, G. C.; TREVISAN, W. **Manejo de Macro e micronutrientes para alta produtividade da soja**, Potafos, Piracicaba ESALQ/USP, 2000. Encarte Técnico.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32, p. 2297-2305, 2008.

XAVIER, W. D. **Manejo da adubação potássica na sucessão soja-milho no sudoeste Goiano em áreas de fertilidade construída**. 49 f. Dissertação (mestrado em Agronomia) – Universidade federal de Goiás, Regional Jataí, 2015.

ZAMBIAZZI, E. V. **Aplicações da adubação potássica na cultura da soja**. 117 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

