

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RENAN MARCOS CANTU

POTÁSSIO EM DIFERENTES DOSES E ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO
NA CULTURA DA SOJA

PALOTINA

2015

RENAN MARCOS CANTU

POTÁSSIO EM DIFERENTES DOSES E ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO
NA CULTURA DA SOJA

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. Leandro Paiola Albrecht

PALOTINA

2015

TERMO DE APROVAÇÃO

RENAN MARCOS CANTU

POTÁSSIO EM DIFERENTES DOSES E ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO NA CULTURA DA SOJA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito à obtenção de aprovação na disciplina de TCC II no curso de graduação em Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Doutor Leandro Paiola Albrecht
Orientador – Departamento de Ciências Agrônômicas da
Universidade Federal, UFPR.



Engº Agrº. Mestre Enoir Cristiano Pellizzaro
C.Vale – Cooperativa Agroindustrial



Prof. Doutor Laércio Augusto Pivetta
Departamento de Ciências Agrônômicas da Universidade Federal,
UFPR.

Palotina, 23 de dezembro de 2015

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho e esta conquista a Deus em primeiro lugar, pois sem Ele de forma alguma teria chegado até aqui e é Ele que tem me sustentado e dado forças até os dias de hoje, dedico à minha família que sempre esteve ao meu lado nos momentos mais difíceis da vida, sempre me auxiliando, aconselhando e incentivando a alcançar todos os meus objetivos e nunca desistir diante de uma batalha e também a minha namorada Adriana, uma pessoa maravilhosa merecedora de todo meu carinho, respeito e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado sua proteção durante toda minha vida, por ter me sustentado e dado forças de chegar até aqui e vencer todos os desafios dessa caminhada, que muitas vezes pareciam ser maiores do que tudo ao meu redor, Deus me mostrou que com vontade, determinação e fé podemos alcançar todos nossos sonhos.

Aos meus pais Itacir Luiz Cantu e Niuza Gomes do Nascimento Cantu, que sempre me ensinaram a andar no caminho correto, praticar o bem e ter bom caráter, nunca mediram esforços para que pudesse estudar e ter uma profissão digna, por toda a força, apoio e amor nos momentos mais difíceis, se sou o que sou hoje, devo isso a eles. A minha irmã Karoline, uma pessoa especial que me enche de alegria com seu carinho e suas travessuras, um ser humano que é capaz de transmitir todo seu amor com simples gestos e da qual tenho um sentimento incapaz de ser explicado com palavras.

A minha namorada Adriana, que além de namorada é minha melhor amiga e companheira para todos os momentos, uma pessoa que me prova todos os dias o seu carinho e fidelidade com gestos nobres de uma mulher digna de todo meu amor e respeito, por toda sua compreensão e cuidado quando preciso de um ombro amigo.

Ao professor Leandro Paiola Albrecht, por aceitar ser orientador deste trabalho, por todo tempo disponibilizado, além da atenção e auxílio para a elaboração deste e também por poder compartilhar parte de seu conhecimento conosco durante toda a graduação, que serão de um valor extraordinário para meu sucesso profissional.

A todos os professores que durante algum momento da graduação passaram pela sala de aula e contribuíram para minha formação, em especial a todos os professores do colegiado de Agronomia, que foram nossos mestres durante todos esses cinco anos de universidade.

Ao Supra Pesquisa, um grupo de trabalho fantástico que também auxiliaram na elaboração deste trabalho, especialmente nas avaliações de campo e laboratório, e do qual extrai muitas informações valiosas durante todo o

período que fui membro deste, durante as conversas, no trabalho e afins. E além de me mostrar o quanto vale o companheirismo e o trabalho em grupo.

E a Universidade Federal do Paraná, por ter me aberto às portas e dado a oportunidade de cursar uma graduação excepcional em uma instituição renomada, de grande prestígio e respeito e também pela concessão de bolsas e auxílios.

RESUMO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) oriunda e domesticada no continente asiático com seus ancestrais muito diferentes da soja que temos hoje, representa atualmente para o agronegócio brasileiro, mais da metade da área de produção de grãos do país. Sua produção cresceu muito nas últimas três décadas, devido à abertura de novos campos de produção, aumento da produtividade por área, proporcionado em grande parte pelo surgimento de tecnologias na área de ciência dos solos, para correção da acidez, adubações corretivas para macro e micronutrientes e inoculação para FBN, o que tem proporcionado grandes saltos na produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de potássio em cobertura no desempenho agrônômico da cultura da soja na região de Palotina – PR. O experimento foi conduzido em uma área agrícola na Linha Água Branca, a cerca de 3 Km da cidade de Palotina – PR durante a safra 2014/2015. O solo predominante na área é o Latossolo Vermelho eutrófico, o delineamento experimental usado foi de blocos casualizados em esquema fatorial de 5x5, sendo cinco doses aplicadas em cinco diferentes estádios fenológicos da cultura, com quatro repetições e totalizando cem parcelas. A fonte de potássio utilizada foi o KCl (60% de K₂O), aplicado nas doses de 0, 30, 60, 90 e 120 Kg ha⁻¹ nos estádios V1, V4, V7, ½ no V1 + ½ no V4 e ½ no V4 + ½ no V7. As variáveis analisadas foram: Estande, Altura Final de Plantas, Número Total de Vagens, Teor Total de Clorofila, Massa de Mil Grãos e Produtividade. Após análise de variância dos dados e desdobramentos, foi aplicada à análise de regressão ($P \leq 0,05$) para verificar o comportamento das doses e o teste de médias de Tukey para comparação dos estádios, utilizando o software Sisvar[®]. As variáveis Altura Final de Plantas e Número Total de Vagens, não apresentaram resultado significativo dentre os desdobramentos, o mesmo se repetiu para o Teor Total de Clorofila e Massa de Mil Grãos, porém para essas duas últimas variáveis houve resultado significativo dentro do fator principal, onde na primeira foi possível ajustar um modelo de regressão quadrática de comportamento das doses, na segunda variável não foi possível fazer o ajuste. Já para a variável Produtividade ocorreu resultado significativo para estádios de aplicação dentro do desdobramento da dose de 90 Kg ha⁻¹ e para o desdobramento de doses dentro do estádio de aplicação V4, porém este com $P=0,21$, sendo possível então traçar um modelo de regressão quadrática para o comportamento das doses. As diferentes doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja não resultaram em grande influência sobre as características morfológicas e produtivas da cultura. Porém, doses de até 60 Kg ha⁻¹ de potássio trouxeram bons resultados neste trabalho, preferencialmente quando aplicado dos 10 aos 30 dias após a emergência da cultura, contribuindo ainda para reposição dos teores deste elemento extraídos do solo pela soja, evitando possíveis deficiências nas safras seguintes.

Palavras-chave: Cobertura, Nutrição, Produtividade.

ABSTRACT

The soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) from domesticated on the Asian continent and with his very different soy ancestors we have today, represents for Brazilian agribusiness, more than half of the grain producing area in the country. Its production has grown much over the past three decades, due to the opening of new fields of production, increased productivity per area, provided largely by the emergence of technologies in the area of soil science, to correct acidity, corrective to macro and micronutrients fertilization and inoculation for FBN, which has provided great leaps in production. The aim of this study was to evaluate the effect of doses and times of application of potassium on the agronomic performance of soybean culture in the region of Palotina – PR, the experiment was conducted in an agricultural area in white water Line, about 3 Km from the town of Palotina – PR during the vintage 2014/2015. The predominant soil in the area is the Red Latosol eutroférico, the experimental design used was randomized block in factorial scheme of 5 x 5, five doses applied in five different phenological stages of culture, with four repetitions and totaling 100 plots. The potassium source used was the KCl (60 of K₂O), applied in doses of 0, 30, 60, 90 and 120 Kg ha⁻¹ at stages V1, V4, V7, ½ in V1 + ½ in V4 and ½ in V4 + ½ in V7. The variables analyzed were: booth, Final height of plants, Total number of Pods, Total content of Chlorophyll, 1000 Grain mass and productivity. After analysis of variance of the data and developments, was applied to regression analysis ($P \leq 0,05$) to verify the behavior of doses and the test of Tukey averages for comparison of the stadiums, using the Sisvar[®] software. The Final height of plants and Total number of Pods, showed no significant result among the wheels, the same was repeated for the Total content of Chlorophyll and 1000 Grain mass, but for these last two variables there was significant result within the main factor, where at first it was possible to adjust a quadratic regression model of behavior of doses the second variable was not possible to make the adjustment. To the Productivity variable significant result occurred for stadiums of application within the unfolding of the dose of 90 Kg ha⁻¹ and to the unfolding of doses within the application stage V4, however this with $P = 0,21$, and then draw a quadratic regression model for the behavior of the doses. The different doses and times of potassium application in soybean culture resulted in no great influence on the morphological and productive culture. However, doses of up to 60 Kg ha⁻¹ of potassium brought good results in this work, preferably when applied the 10 to 30 days after the emergence of culture, contributing to restoring the contents of this element extracted from soil by soy, avoiding possible deficiencies in crops following.

Keywords: coverage, nutrition, grain yield.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1 – ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO (MM) E TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA (°C) NO PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO (SETEMBRO DE 2014 A JANEIRO DE 2015), NA LINHA ÁGUA BRANCA EM PALOTINA – PR. FONTE: C.VALE – COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL 18
- FIGURA 2 – ÍNDICE DE CLOROFILA FALKER DA SOJA, EM FUNÇÃO DAS DOSES DE POTÁSSIO NA ANÁLISE DO FATOR PRINCIPAL DA VARIÁVEL, SAFRA 2014/2015 EM PALOTINA – PR. OBS: $P \leq 0,05$ 26
- FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE (KG HA^{-1}) DA SOJA, EM FUNÇÃO DAS DOSES DE POTÁSSIO APLICADAS NO ESTÁDIO FENOLÓGICO V4, SAFRA 2014/2015 EM PALOTINA – PR. OBS: $P=0,21$ 28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – TABELA CONTENDO AS DOSES UTILIZADAS COMO TRATAMENTO E OS ESTÁDIOS EM QUE FORAM REALIZADAS AS APLICAÇÕES.....	19
TABELA 2 – ALTURA FINAL DE PLANTAS (CM ⁻¹) DA SOJA, SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE CINCO DOSES DE POTÁSSIO EM CINCO DIFERENTES MANEJOS, PALOTINA – PR.....	22
TABELA 3 - NÚMERO TOTAL DE VAGENS DA SOJA, SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE CINCO DOSES DE POTÁSSIO EM CINCO DIFERENTES MANEJOS, PALOTINA – PR.....	24
TABELA 4 – ÍNDICE DE CLOROFILA FALKER DA SOJA, SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE CINCO DOSES DE POTÁSSIO EM CINCO DIFERENTES MANEJOS, PALOTINA – PR.....	25
TABELA 5 – MASSA DE MIL GRÃOS (G) DA SOJA, SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE CINCO DOSES DE POTÁSSIO EM CINCO DIFERENTES MANEJOS, PALOTINA – PR.....	26
TABELA 6 – PRODUTIVIDADE (KG HA ⁻¹) DA SOJA, SUBMETIDA À APLICAÇÃO DE CINCO DOSES DE POTÁSSIO EM CINCO DIFERENTES MANEJOS, PALOTINA – PR.....	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	17
3.2 DADOS METEOROLÓGICOS	17
3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	18
3.4 TRATAMENTO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	19
3.5 TRATOS CULTURAIS E APLICAÇÕES DE KCL	19
3.6 AVALIAÇÕES E ANÁLISE ESTATÍSTICA	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) oriunda e domesticada no continente Asiático, com seus ancestrais muito diferentes da soja que temos hoje, disseminada para o Ocidente pelas navegações, chegou ao Brasil em 1882 no estado baiano, sendo diretamente levada para São Paulo. Trinta anos mais tarde, chegou ao Rio Grande do Sul, estado no qual esta oleaginosa melhor se adaptou, sobretudo variedades trazidas de fora do país, principalmente vindas dos Estados Unidos (FREITAS, 2011).

A soja representa atualmente, para o agronegócio do país mais da metade da área de produção de grãos brasileira (HIRAKUKI; LAZZAROTO, 2014), fato este, alavancado pelo enorme crescimento da produção na região dos Cerrados nas últimas décadas e pelo sucesso da região Sul na produção dessa cultura, e aos programas de melhoramento genético. É uma das oleaginosas mais consumidas não só no Brasil, mas a nível mundial, e nosso país é um dos líderes tanto na produção como na exportação (ZAMBIAZZI, 2014).

Outro fator que contribuiu para aumento da produção de soja foram os saltos obtidos nos rendimentos por área. Para ter-se uma ideia, na década de 80 as produtividades médias eram estimadas em pouco mais de 1300 Kg ha⁻¹, hoje são quase 3.000 Kg ha⁻¹, um salto que ultrapassa 110%. A produção brasileira chega a ultrapassar as 80 milhões de toneladas, contra 13 milhões de toneladas há três décadas (LAZZAROTO; HIRAKUKI, 2010).

Todo o crescimento da produção de soja no Brasil tem incentivado também diversos setores do agronegócio brasileiro, como a abertura de novos campos de produção, a modernização no mercado de máquinas e implementos, no transporte, grande geração de empregos juntamente com o crescimento das cidades, culminando com crescentes avanços científicos e tecnológicos para o setor, o que tende a impulsionar cada vez mais a produção para os próximos anos. Visto que a soja representa especial fonte de óleo e proteína para nutrição humana e animal, esta se torna cada vez mais importante, sobretudo com as crescentes perspectivas de aumento populacional para as próximas décadas (SANTOS; VARGAS, 2012).

Muitos progressos da tecnologia na área de ciências do solo também tem permitido a cultura da soja expressar seu potencial de produção, técnicas como de correção de acidez do solo, inoculação para FBN, e adubações corretivas de macro e micronutrientes, tem levado a soja para regiões onde jamais seria possível seu cultivo em condições naturais. O grande exemplo disso é a abertura de novas fronteiras agrícolas na região dos Cerrados, locais em que os solos têm uma fertilidade natural baixíssima, e graças ao adequado manejo dos solos, os Cerrados tem sido grandes produtores não só de soja, mas de outras commodities (FREITAS, 2011).

Segundo Sfredo (2008), para se obter altas produtividades da soja, é imprescindível uma adubação equilibrada, fornecendo à cultura nutrientes em quantidades adequadas, com o objetivo de alcançar uma absorção suficiente de cada um deles, caso esse aspecto não seja alcançado, a produção final pode ser drasticamente reduzida. Pensando-se nesse aspecto, análises de solo e as correções necessárias devem ser periodicamente realizadas.

Além dos nutrientes orgânicos, a soja necessita de suplementação com adubação via solo, especialmente com relação aos nutrientes exigidos em grandes quantidades como é o caso do N, K, P, S, Ca e Mg (VITTI; TREVISAN, 2000).

Para Gonçalves Junior *et al.* (2010) uma especial atenção deve ser dada ao potássio, pois se trata do segundo nutriente mais exigido pela soja em termos quantitativos. Vários estudos apontam que para cada tonelada de grãos de soja a se produzir requerem-se em torno de 38 Kg de K₂O. As plantas o exigem em quantidades muito consideráveis, sendo extraído pela maioria das culturas, mais do que qualquer outro elemento, havendo necessidade de altas doses de K (ZAMBIAZZI, 2014).

Na cultura da soja, principalmente no período do desenvolvimento vegetativo, é o momento em que há maior absorção de potássio, para ser preciso, em torno dos 30 dias que antecedem o principio do florescimento (TANAKA; MASCARENHAS; BORKET, 1993).

Agindo especialmente na ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, regulação estomática, transporte de carboidratos, controle osmótico dos tecidos, pode até reduzir a incidência de doenças e o acamamento e criar

condições que favorecem o processo fotossintético da planta, pois atua na síntese e produção de clorofila além de aumentar o tamanho, qualidade e teor de óleo das sementes, quantidade de vagens por planta e nódulos na raiz (SFREDO; PANIZZI, 1990; OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2013).

Conforme Zambiazzi (2014), a baixa disponibilidade de potássio, além de causar deficiência, afeta a síntese de proteínas na planta, prejudicando o crescimento da mesma, já que há acúmulo de aminoácidos livres, afeta o rendimento e até mesmo elevar a susceptibilidade ao ataque de pragas e patógenos. As plantas também não aproveitam a água e os outros nutrientes de forma eficaz, com isso tornam-se menos tolerantes a estresses ambientais (POTAFÓS, 1990).

A reposição do potássio no solo é essencial, sendo uma forma de devolver ao mesmo as quantidades do elemento que são exportados aos grãos, bem como contornar as perdas causadas por lixiviação e até mesmo erosão, a fim de que a produção das culturas não seja comprometida por um manejo inadequado do potássio. Este nutriente está presente na forma de cátion (K^+), o que apresenta alta solubilidade e favorece as perdas com lixiviação, sobretudo quando ligado à baixa capacidade de troca de cátions. Sendo assim, através da adubação é feita a reposição dos nutrientes no meio, visando altas produtividades (VILELA; SOUZA; MARTHA, 2007).

Para se produzir soja com eficiência, uma série de manejos com relação à aplicação de potássio que podem ser adotados, pois existem várias classes de solo, tipo de fontes, doses, métodos e épocas de aplicação mais adequadas, sempre dependendo é claro, do teor do elemento presente na área (VILELA; SOUZA; SILVA, 2004).

Como relatado por Zambiazzi (2014), o principal fertilizante que tem como fonte o potássio é o cloreto de potássio (KCl), porém como este elemento apresenta grandes perdas por lixiviação, muitos produtores tem adotado a aplicação de potássio em cobertura, após a semeadura da soja, especialmente na região dos Cerrados onde os teores de argila são baixos, facilitando a lixiviação. Além disso, altas doses de potássio (acima de 50 Kg ha^{-1}), quando aplicadas no sulco de semeadura tende comprometer a germinação e o bom crescimento das

plantas, isso devido à concentração de sais que se torna elevada, ainda mais quando se tem pouca umidade no solo (SALTON *et al.*, 2002).

Para um melhor aproveitamento da aplicação em cobertura de potássio, também pode-se dividir a dose total do fertilizante em mais de uma parcela, o que proporciona uma melhor absorção do elemento em períodos que a soja mais o exige e reduz também perdas por lixiviação (SANTOS; VARGAS, 2012). Uma correta adubação com potássio previne uma possível escassez deste elemento no solo, embora muitas vezes sua aplicação não traga ganhos imediatos de produtividade, mas pode conservar os altos rendimentos por longos períodos, evitando o surgimento de sintomas de deficiência, fato que tem ocorrido desde os anos 80 devido à utilização de fertilizantes com baixos teores de potássio bem como variedades exigentes neste nutriente (BORKERT *et al.*, 1997).

O estado do Paraná, sobretudo a região Oeste, é caracterizada pelo cultivo sucessivo de soja e milho segunda safra por vários anos, sem o uso da rotação de culturas. Por se tratar de duas culturas exigentes em potássio, a não reposição deste elemento de forma adequada no solo pode alterar significativamente a disponibilidade do nutriente. Assim, o estudo em questão se faz necessário, pois é uma forma de se avaliar qual o manejo ideal para o potássio em cobertura na cultura da soja, em que quantidade e em qual época de aplicação os benefícios são maiores, visto que essa prática já trás grandes vantagens.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses e épocas de aplicação de potássio em cobertura no desempenho agrônômico da cultura da soja na região de Palotina – PR.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar qual dose aplicada apresenta melhor resposta a produtividade e demais características agrônômicas da soja;
- Avaliar qual o estágio de aplicação proporciona maior resposta a produtividade e demais características agrônômicas da soja;
- Avaliar se existe interação entre estágios e doses no manejo da adubação potássica em cobertura na cultura da soja.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi conduzido em uma área agrícola na Linha Água Branca, a cerca de 3 Km da cidade de Palotina-PR durante a safra 2014/2015, a área apresentou cultivo de soja seguido de milho safrinha há mais de seis anos.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen é classificado como Cfa (subtropical úmido mesotérmico), com verões quentes e invernos frios ou amenos. A temperatura média anual é de 20°C, precipitação média anual de 1600 mm e altitude de 325 m. As coordenadas são: 24°15'41,32''S e 53°49'55,92''W.

O solo da região apresenta textura muito argilosa e é classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, com classificação tipo 3, solo muito característico de Palotina – PR. Cerca de 30 dias antes da instalação do experimento foi realizada análise física e química do local a 0 – 20 cm de profundidade, coletando-se amostras de solo em seis pontos do local para formar uma amostra composta. A análise apresentou os seguintes resultados: Cálcio = 4,24 Cmol_c dm⁻³; Magnésio = 1,37 Cmol_c dm⁻³; Potássio = 0,25 Cmol_c dm⁻³; Alumínio = 0,22 Cmol_c dm⁻³; H + Alumínio = 6,21 Cmol_c dm⁻³; Soma de bases = 5,86 Cmol_c dm⁻³; CTC = 12,07 Cmol_c dm⁻³; Carbono = 15,60 g dm⁻³; M. Orgânica = 26,83 g dm⁻³; Fósforo = 4,15 mg dm⁻³; Enxofre = 5,06 mg dm⁻³; Ferro = 31,17 mg dm⁻³; Manganês = 81,75 mg dm⁻³; Cobre = 6,86 mg dm⁻³; Zinco = 2,70 mg dm⁻³; Boro = 0,21 mg dm⁻³; pH Água = 5,10; Sat. Alumínio (m%) = 3,62; Sat. Bases (V%) = 48,55. Relações: Ca/Mg = 3,09; Ca/K = 16,96; Mg/K = 5,48. Granulometria: Argila = 63,75%; Areia = 12,50% e Silte = 23,75%.

3.2 DADOS METEOROLÓGICOS

Foram coletados os dados de temperatura máxima e mínima e também as precipitações durante todo o período que o experimento esteve no campo, como mostra a Figura 1.

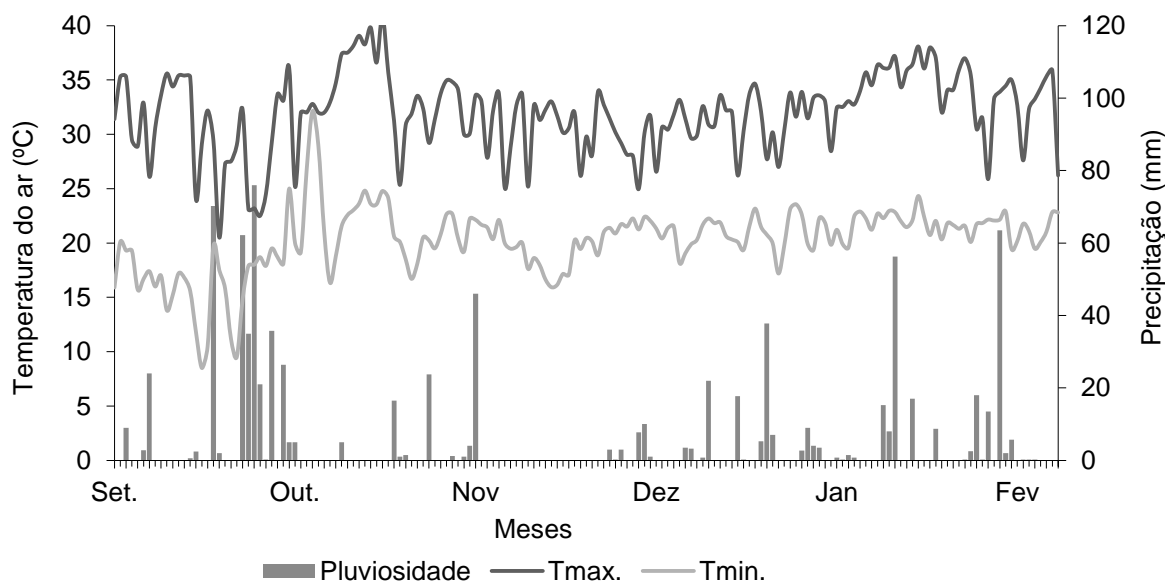


Figura 1 – Índice de precipitação (mm) e temperatura máxima e mínima (°C) no período de realização do experimento (setembro de 2014 a janeiro de 2015), na linha Água Branca em Palotina – PR. Fonte: C.Vale – Cooperativa Agroindustrial.

3.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura da soja na forma de plantio direto foi realizada em 22 de setembro de 2014, na semeadura o espaçamento utilizado foi de 45 cm entre linhas, 15 sementes/metro linear e profundidade de 3 cm com o objetivo de obter-se 266 mil plantas por hectare. A cultivar semeada é a Monsoy 6210 Intacta RR2 PRO[®], que confere tolerância ao herbicida Glyphosate e resistência a insetos da ordem Lepdoptera. A adubação de base sendo composta por 420Kg de Superfosfato Simples (19% P₂O₅ + 12% S + 13% Ca) por hectare, conforme os resultados obtidos da análise de solo (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

3.4 TRATAMENTO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema fatorial duplo de 5 x 5, sendo os tratamentos compostos, conforme mostra a Tabela 1, pela combinação de cinco doses de potássio, 0, 30, 60, 90 e 120 Kg de K₂O por hectare. As aplicações foram realizadas em cinco estádios de desenvolvimento da cultura da soja: 100% em V1, 100% em V4 e 100% em V7 e, 50% em V1 e 50% em V4 e 50% em V4 e 50% em V7, usando como fonte cloreto de potássio (KCl).

Tabela 1 – Tabela contendo as doses utilizadas como tratamento e os estádios em que foram realizadas as aplicações.

	Estádios Fenológicos da Soja Submetidos à Aplicação de KCl				
	V1	V4	V7	V1/V4	V4/V7
Doses de KCl	0	0	0	0	0
Kg ha ⁻¹	30	30	30	30	30
	60	60	60	60	60
	90	90	90	90	90
	120	120	120	120	120

Cada parcela foi composta por 7 linhas com 45 cm de espaçamento e 5 m de comprimento, totalizando 15,75 m² de parcela, utilizando-se como área útil de cada parcela as três linhas centrais, descontando-se 1m de cada borda, totalizando 4,05 m² de área útil.

3.5 TRATOS CULTURAIS E APLICAÇÕES DE KCL

Os tratos culturais como controle de pragas, doenças e plantas daninhas, antes e após a semeadura foi efetuado conforme o pacote tecnológico recomendado para a região e para a cultivar implantada. Nas aplicações de KCl, sendo que este fertilizante continha 60% de K₂O, a distribuição foi efetuada de

forma manual em cada parcela com a sua dose e época correspondente. Antes do período de colheita foram efetuadas as avaliações a campo, a colheita foi realizada de forma manual colhendo-se os 4,05 m² de área útil em cada parcela, sendo todo o material ensacado e trilhado de forma mecânica com auxílio de uma trilhadora estacionária, e os grãos armazenados em sacos de papel com a respectiva identificação do para posteriormente realizar-se as avaliações em laboratório.

3.6 AVALIAÇÕES E ANÁLISE ESTATÍSTICA

As avaliações consistiram de avaliações a campo e de laboratório. No campo foram efetuados índice de clorofila Falker, altura total de plantas, número total de vagens e estande nos dias que antecedem a colheita. Para a determinação do estande, utilizou-se uma régua de 2 metros de comprimento, contando as duas fileiras centrais da parcela, sendo que os resultados foram expostos em plantas m L⁻¹. Para altura final das plantas, foram avaliadas 8 plantas, escolhidas ao acaso na área útil das parcelas, realizando as medições com o auxílio de régua milimétrica de madeira, sendo os resultados expressos em centímetros. O número de vagens por planta foi avaliado por ocasião da maturação plena (estádio R8), por meio da contagem do número de vagens presentes, igualmente em 8 plantas escolhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela. O índice clorofila foi medido com um clorofilômetro da marca Falker[®] que gera o índice de clorofila Falker, sendo realizado em pleno enchimento de grãos, utilizando o penúltimo trifólio completamente aberto em 5 plantas de cada parcela.

Já em laboratório as avaliações consistiram na determinação de produtividade, onde foi pesado todo o material, os dados tabelados e com cálculos simples estimar o real rendimento de cada tratamento em Kg ha⁻¹, onde foram descontados 13% do peso inicial referido a umidade dos grãos, também será avaliado a massa de 1000 grãos, por meio da pesagem de oito subamostras de 100 grãos para cada repetição.

Todos os tratamentos foram submetidos à análise de variância e realizados os desdobramentos necessários, com aplicação do teste de médias de Tukey para comparação dos diferentes estádios de aplicação e análise de regressão para verificar o comportamento das diferentes doses. Utilizou-se o software Sisvar[®] a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes de discutir os resultados obtidos, vale destacar que no fim do mês de setembro houve grandes volumes de precipitação, período que coincidiu com a semeadura da soja, favorecendo a germinação. No mês de outubro, em que a soja se encontrava no estágio V2 em diante, os índices foram bem abaixo que o normal e as temperaturas elevadas, assim prejudicou o desenvolvimento vegetativo na cultura. Do mês de novembro até o fim do ciclo da cultura, as chuvas voltaram ao normal e se tornaram regulares, o que possibilitou a cultura se desenvolver normalmente, sem praticamente causar danos em decorrência da falta de chuva do mês anterior, o que proporcionou boas produtividades.

Como pode-se observar na Tabela 2, a variável altura final de plantas, não apresentou diferença estatística significativa para a interação dos fatores dose e estágio de aplicação. Embora a variação não tenha sido grande, a testemunha (em termos numéricos) apresentou a menor média de altura de plantas, pois não houve aplicação de potássio. Esse resultado é semelhante ao observado por Yamada (1996), onde que as plantas deficientes em K, a sua aplicação resulta em aumento do crescimento das plantas de soja.

Tabela 2 – Altura Final de Plantas (cm^a) da soja, submetida à aplicação de cinco doses de potássio em cinco diferentes manejos, Palotina – PR.

Doses (Kg.ha ⁻¹)	Altura Final de Plantas (cm ⁻¹)					Média
	V1	V4	V7	V1/V4	V4/V7	
0	85,0	82,2	84,4	85,1	85,9	84,5
30	85,2	82,8	84,8	85,8	85,3	84,8
60	85,7	83,9	86,4	86,2	84,2	85,3
90	87,5	83,2	85,8	85,3	86,4	85,6
120	84,1	86,8	84,5	85,4	84,2	85,1
Média	85,5	83,8	85,2	85,5	85,2	85,1
CV (%)	3,03					
DMS	2,28					

Não significativo ($P \leq 0,05$), pelo Teste de Tukey.

O potássio não é um elemento estrutural, porém ele está envolvido na síntese de proteínas, é um regulador osmótico das plantas, está presente nos

mecanismos de defesa das mesmas a pragas e doenças, atua no processo de fotossíntese e no metabolismo e transporte de carboidratos. Sendo assim, plantas mal nutridas em potássio tendem a apresentar redução na síntese de proteínas e acumular compostos de baixo peso molecular (aminoácidos, amidas, aminas e nitratos), vão ter menor turgor das células, reduzido crescimento celular e abertura e fechamento estomático irregular. Há tendência ainda, de essas plantas apresentarem maior incidência de ataque de pragas e doenças, redução da taxa fotossintética e maiores taxas de respiração e ainda, decréscimo no acúmulo de carboidratos como amido e sacarose (SILVEIRA, 2000).

Diante dessas informações, pode-se assegurar que plantas mal nutridas em potássio apresentam potencialmente uma redução no crescimento, devido ao desequilíbrio funcional que este elemento causa as mesmas, já que atua em diversos processos químicos e bioquímicos da fisiologia vegetal, podendo em casos de deficiência severa cessar o desenvolvimento vegetativo (ROCHA FILHO *et al.*, 1978).

Com relação à época de aplicação, Backes e Trento (2007), também não obtiveram diferença estatística significativa até a aplicação dos 10 aos 30 dias após a germinação da cultura, na altura final de plantas. Este fato deve ser atribuído a um período de falta de precipitações regulares durante a condução deste ensaio, que se deu do estágio fenológico V2 até V6 da cultura. Para Malavolta (1980), o estresse hídrico na fase de desenvolvimento vegetativo reduz o crescimento da planta, isso fica evidente na média apresentada no estágio de aplicação V4, e é justamente nesse estágio que se inicia o aumento da curva de absorção de potássio pela cultura (CORDEIRO *et al.*, 1979). Assim pode-se dizer que a falta de precipitações no período tenha provocado estresse a planta e conseqüentemente reduzido a sua absorção de potássio, o que também foi observado por Silvério (2013).

Para variável número total de vagens, conforme a Tabela 3, também não se obteve resultados significativos das doses dentro do desdobramento de estádios de aplicação, onde que ambos também não diferiram entre si. Vale destacar que os manejos onde a aplicação foi feita no estágio fenológico V1, tanto em dose cheia quanto parcelada, apresentaram as melhores médias para a variável.

Tabela 3 – Número Total de Vagens da soja, submetida à aplicação de cinco doses de potássio em cinco diferentes manejos, Palotina – PR.

Doses (Kg.ha ⁻¹)	Número Total de Vagens					Média
	V1	V4	V7	V1/V4	V4/V7	
0	59,97	53,65	56,78	57,15	53,41	56,19
30	57,78	53,53	47,75	54,88	49,97	52,78
60	57,69	49,12	46,97	56,06	55,94	53,15
90	56,31	51,03	49,59	53,81	56,72	53,49
120	53,81	53,03	55,12	61,47	56,22	55,93
Média	57,11	52,07	51,24	56,67	54,45	54,31
CV (%)	13,97					
DMS	6,71					

Não significativo ($P \leq 0,05$), pelo Teste de Tukey.

Esses dados contradizem com os obtidos por Lana *et al.* (2002), onde os melhores resultados para número total de vagens foi com aplicação total em cobertura de 60 kg ha⁻¹ de potássio após o estágio V7, coincidentemente o estágio (V7) e a dose que tiveram as piores médias neste trabalho.

Em um trabalho conduzido por Londero (2012), também não foi observado resultados significativos para número total de vagens com a aplicação de doses de potássio até 90 Kg ha⁻¹, sendo que o solo apresentou teores de K de 0,14 e 0,08 Cmolc dm⁻³, respectivamente, nos dois anos em que o estudo foi realizado. Porém, no trabalho de Vedelago (2014), houve resposta quadrática do número total de vagens em experimentos conduzidos em quatro ambientes distintos com doses de 0 a 180 Kg ha⁻¹, sendo que em todos os ambientes apresentavam características distintas de solo e em dois locais os níveis de K no solo eram de 0,12 Cmolc dm⁻³ e nas outras duas regiões eram de 0,16 e 0,18 Cmolc dm⁻³, respectivamente.

Como se pode perceber os resultados são bastante controversos entre os diferentes autores, mas este último trabalho citado (Vedelago, 2014) deixa explícito que a resposta das variáveis produtivas como número de vagens totais, bem como a produtividade real da soja, depende muito das características do solo como textura, tipo de solo, teor de matéria orgânica e também do teor de K⁺ disponível no mesmo.

Para o Índice de Clorofila Falker, representado na tabela 4, também não ocorreu diferença estatística entre os fatores. Isso também foi observado por Petter *et. al.* (2012), onde aplicou doses crescentes até 150 Kg ha⁻¹ de potássio com doses cheias e parceladas até os 40 dias após a semeadura da soja. Isso porque o potássio não participa diretamente da síntese de clorofila como o nitrogênio, ele contribui indiretamente para os teores de clorofila relativos nas folhas, agindo na melhoria da eficiência de uso do nitrogênio, especialmente em função do aumento da atividade da enzima redutase do nitrato, no metabolismo celular como ativador enzimático ou até mesmo no controle osmótico, por meio da regulação do potencial hídrico das células (NELSON; MOTAVALLI; NATHAN, 2005).

Tabela 4 – Índice de Clorofila Falker da soja, submetida à aplicação de cinco doses de potássio em cinco diferentes manejos, Palotina – PR.

Doses (Kg ha ⁻¹)	Índice de Clorofila Falker					Média
	V1	V4	V7	V1/V4	V4/V7	
0	41,76	36,6	41,93	38,78	39,2	39,65
30	39,84	43,34	42,42	42,32	41,95	41,97
60	42,68	40,78	41,67	41,9	39,5	41,30
90	41,56	40,46	41,01	39,8	41,19	40,80
120	42,29	40,46	40,09	40,15	39,73	40,54
Média	41,62	40,33	41,42	40,59	40,31	40,85
CV (%)	5,46					
DMS	1,97					

Não significativo ($P \leq 0,05$), pelo Teste de Tukey.

Embora não havendo resultados significativos dentro da interação, foi possível ajustar um modelo de regressão quadrática dentro do fator principal da variável analisada, em que se desconsideram os manejos em que foram realizadas as aplicações e a análise baseia-se somente na média das doses aplicadas, independente o estádio.

No gráfico (Figura 2) e modelo ajustado nota-se que houve um aumento do teor de clorofila nas folhas até a dose de 62,53 Kg ha⁻¹ de K₂O que representa o seu ponto máximo, seguido de um decréscimo. Este aumento quando comparado com a dose 0 Kg ha⁻¹, resulta em um incremento de 1,53 no teor total

de clorofila, aumento de 3,68%, com este teor máximo de 41,55 (no índice avaliado).

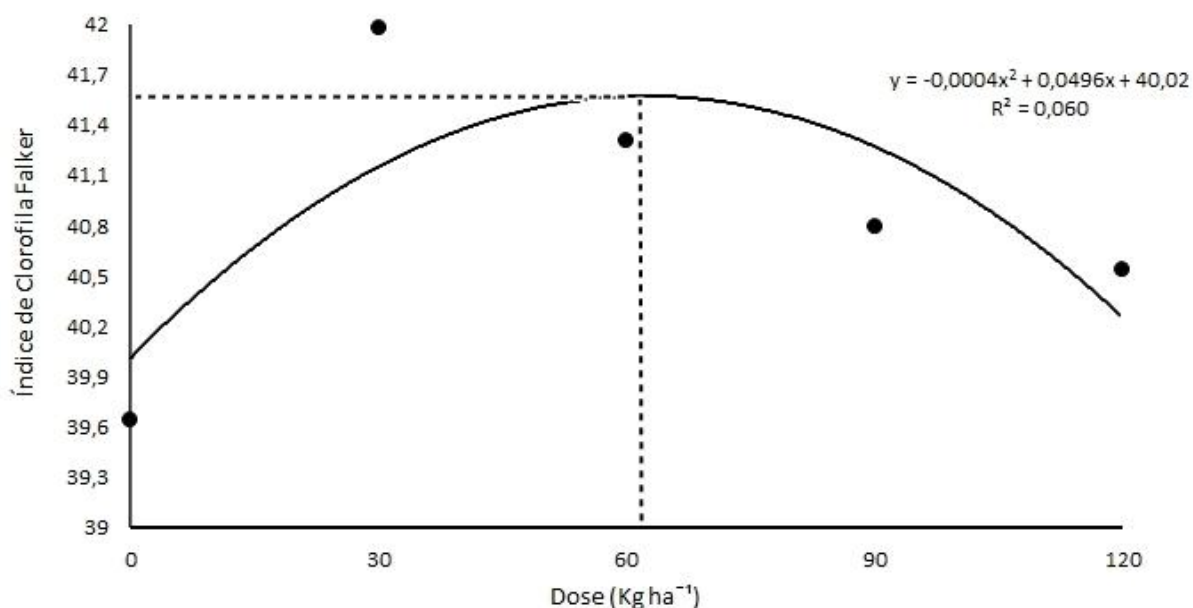


Figura 2 – Índice de Clorofila Falker da Soja, em função das doses de potássio na análise do fator principal da variável, safra 2014/2015 em Palotina – PR. Obs: $P \leq 0,05$.

Analisando a variável massa de mil grãos, também não foi possível observar diferença estatística entre os desdobramentos (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Petter *et al.* (2014) e Moterle *et al.* (2008), em que também não verificaram efeito significativo para a variável em questão dentro das épocas de aplicação de potássio na soja.

Tabela 5 – Massa de Mil Grãos (g) da Soja, submetida à aplicação de cinco doses de potássio em cinco diferentes manejos, Palotina – PR.

Doses (Kg ha ⁻¹)	Massa de Mil Grãos (g)					Média
	V1	V4	V7	V1/V4	V4/V7	
0	131,6	131,6	127,1	128,6	131	130,00
30	125,6	130,7	130,8	132,3	127,9	129,50
60	127,6	128,5	127,1	126,4	129,9	127,90
90	127,7	125,3	128,4	128,4	124	126,70
120	126,4	128,4	132,8	129,3	131,2	129,60
Média	127,80	128,90	129,20	129,00	128,80	128,70
CV (%)	3,01					
DMS	3,43					

Não significativo ($P \leq 0,05$), pelo teste de Tukey.

Embora haja ausência de efeito significativo entre os desdobramentos, ocorreu diferença estatística dentro do fator principal doses para esta variável, porém não foi possível ajustar um modelo de regressão quadrática para este fator.

Estes resultados são difíceis de esclarecer, visto que o potássio tem papel muito importante na qualidade dos grãos, plantas bem nutrida com relação a este nutriente produzem grãos maiores e mais pesados, tem aumento no teor de óleo e redução no número de grãos enrugados e mal formados (OLIVERIA JUNIOR *et al.*, 2013). Com relação ao óleo, é um elemento essencial na síntese e transporte deste composto para os grãos, e desempenha ainda função no transporte de fotoassimilados para os mesmos, o que permite a síntese de óleo (MASCARENHAS *et al.*, 1988).

Para a variável produtividade, observou-se diferença estatística no desdobramento de estádios de aplicação dentro da dose de 90 Kg ha⁻¹, sendo que o estádio V1 teve a melhor média em comparação aos demais estádios, havendo um incremento de 711,25 Kg ha⁻¹ em comparação a pior média que foi apresentada no estádio V7 (Tabela 6).

Tabela 6 – Produtividade (Kg ha⁻¹) da Soja, submetida à aplicação de cinco doses de potássio em cinco diferentes manejos, Palotina – PR.

Doses (Kg ha ⁻¹)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)					Média
	V1	V4	V7	V1/V4	V4/V7	
0	4999	4505	4538	4713	4708	4693
30	4606	4638	4872	4627	4810	4711
60	4392	4900	4840	4509	4937	4716
90	5082 A	4533 AB	4371 B	4624 AB	4833 AB	4689
120	4746	4396	4721	4495	4616	4595
Média	4765	4594	4668	4593	4781	4680
CV (%)	6,74					
DMS	279,27					

Letras iguais na mesma linha dentro de cada dose de aplicação, não diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$), pelo Teste de Tukey.

Estes resultados contradizem com os obtidos por Bernardi *et al.* (2009), em que avaliando doses e formas de aplicação de potássio na rotação soja, milho e algodão, não observou diferença entre épocas de aplicação de potássio

na soja. Já Salib *et al.* (2012) constatou uma maior eficiência na aplicação de potássio aos 30 dias após a semeadura.

Essa diferença entre os estádios de aplicação, mais uma vez pode estar atribuída ao período de falta de precipitações regulares quando a cultura estava no estágio fenológico V2 em diante, o estresse proporcionado pela falta de chuvas não permitiu que a cultura absorvesse o nutriente de forma eficiente, impedindo que expressasse todo seu potencial produtivo. Como houve elevados níveis de precipitação no início do desenvolvimento da soja, o manejo realizado em V1 proporcionou então, melhor aproveitamento do nutriente pela cultura já que não ocorreu estresse hídrico.

Porém no estágio V4, que teoricamente é o período ideal para se aplicar o potássio na soja, devido ao início da curva de absorção deste nutriente, a falta de precipitações regulares pode ter afetado o aproveitamento do nutriente pela soja.

No desdobramento de doses dentro do estágio de aplicação V4, foi possível verificar efeito significativo ($P=0,21$) das mesmas, podendo-se então ajustar um modelo de regressão quadrática para analisar a produtividade com as cinco doses aplicadas.

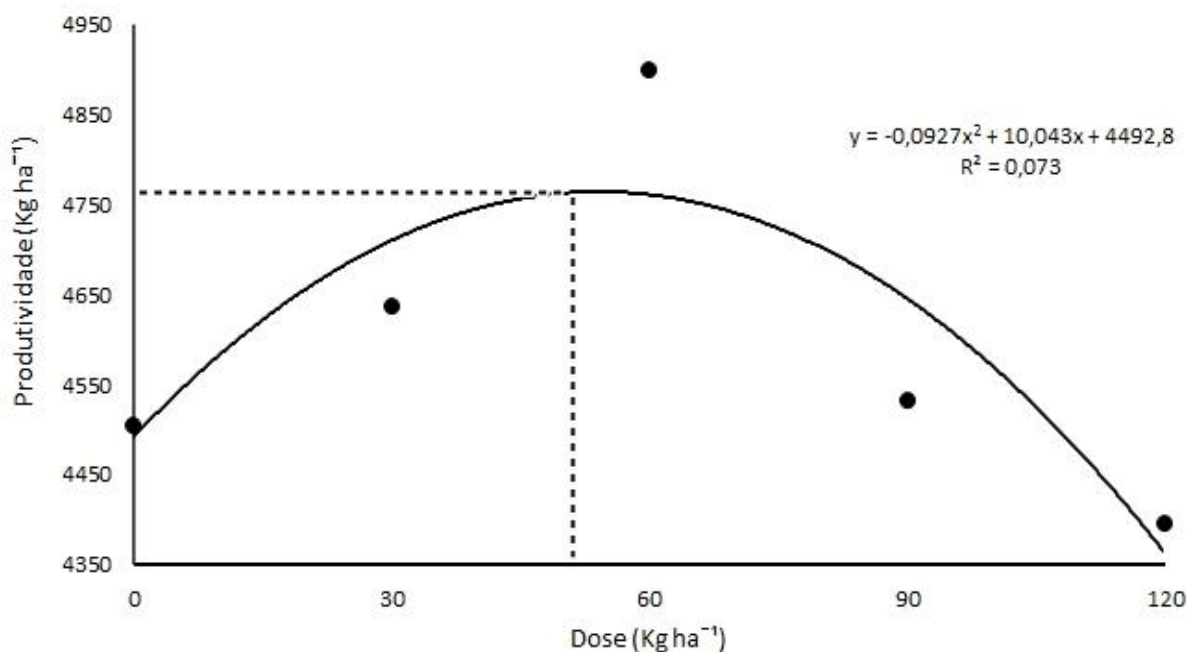


Figura 3 – Produtividade (Kg ha⁻¹) da Soja, em função das doses de potássio aplicadas no estágio fenológico V4, safra 2014/2015 em Palotina – PR. Obs: $P=0,21$.

Pode-se perceber um incremento de produtividade até a dose de 54,17 Kg ha⁻¹, seguido de um decréscimo. Este aumento de produtividade quando comparado à testemunha que foi de 4492,75 Kg ha⁻¹, o que resultou em acréscimo de 271,25 Kg ha⁻¹, ou seja, aproximadamente 5,7%, obtendo seu ponto de máxima produtividade em 4764 Kg ha⁻¹, decrescendo em seguida chegando a 4363,09 Kg ha⁻¹ na dose de 120 Kg ha⁻¹ de potássio. Esse decréscimo na produtividade a partir da dose de 90 Kg ha⁻¹, pode estar relacionado a um desbalanço nutricional do potássio com relação ao cálcio e ao magnésio, onde a absorção de elevadas quantidades de potássio pode reduzir a absorção ou a disponibilidade fisiológica de cálcio e magnésio (PETTER *et al.*, 2012).

Resultados semelhantes foram obtidos por Veloso *et al.* (2007) e Scherer (1998), em estudos realizados em solos com teores de potássio acima do nível crítico para este elemento para a cultura da soja. Estes autores observaram que doses até 60 Kg ha⁻¹ são suficientes para se obter produtividade de 3.000 Kg ha⁻¹ considerando uma exportação média de 21,5 Kg ha⁻¹ de K₂O para cada tonelada de grãos colhida (MASCARENHAS *et al.*, 1980). Contudo neste estudo, a produtividade média obtida foi de mais de 4.600 Kg ha⁻¹, mostrando que não há resposta para produtividade a doses acima de 60 Kg ha⁻¹ de K₂O, e que o teor de potássio presente no solo que corresponde a aproximadamente 117,5 Kg ha⁻¹, é capaz de suprir os 1.600 Kg ha⁻¹ de produção excedente. Além disso, as tabelas de adubação potássica para o estado do Paraná, recomendam doses de 50 Kg ha⁻¹ de K₂O para solos com teores médios (0,20 a 0,30 Cmolc dm⁻³) deste nutriente (OLIVEIRA *et al.*, 2007), mostrando que os resultados aqui obtidos estão de acordo com recomendações de adubação para a região em questão.

Porém estes resultados não estão de acordo com Lana *et al.* (2002), que verificaram maior produtividade da soja em solo com baixo teor de K na aplicação de 90 Kg ha⁻¹. De forma análoga, Foloni e Rosolem (2008), verificaram maiores produtividades de soja com aplicação de 90 Kg ha⁻¹, porém em solo com médio teor de K. Ainda, Gonçalves Junior *et al.*, (2010) verificaram maior produtividade de soja com aplicação de 120 Kg ha⁻¹ em solos com médio teor de K e Bernardi *et al.* (2009) não verificaram efeito da aplicação de potássio em solo com teor médio a alto de K.

Fica evidentemente explícito que os resultados deste trabalho com os de alguns autores citados, são bastante divergentes em relação à dose que proporciona maior resposta na produtividade da soja. Deste modo, faz-se necessário definir a adubação com potássio baseado nas condições edafoclimáticas de cada região e não seguir recomendações de outras regiões, com protocolos fechados, mesmo que ambas estejam inseridas no mesmo bioma.

Diversos fatores físicos, químicos e biológicos podem afetar a disponibilidade de potássio no solo, dentre eles: o material de origem e o grau de intemperização, a mineralogia, a capacidade de troca de cátions, a textura do solo, o pH do solo e também os fatores relacionados a planta (MEURER; INDA JÚNIOR, 2008).

Contudo a não obtenção de resultados significativos na maioria das variáveis analisadas neste trabalho, certamente esta relacionada ao teor médio a alto de potássio ($0,25 \text{ Cmolc dm}^{-3}$) presente no solo, mostrando-se este teor suficiente para suprir as exigências da cultura. Mas por ser uma região em que pouco se pratica a rotação de culturas e sendo caracterizada pelo cultivo de soja e milho segunda safra em sucessão por longos anos, a adubação com até 60 Kg ha^{-1} de potássio na cultura da soja, trazem bons resultados e faz-se necessário, por se tratar de culturas exigentes em potássio, a não reposição adequada deste elemento com o decorrer dos anos de cultivo pode causar sua escassez no solo, comprometendo o sistema de cultivo e quedas de produção, obrigando o produtor a entrar com adubação de correção.

Com relação à época de aplicação, os próprios resultados deste e de outros trabalhos mostram que o ideal é realiza-la dos 10 até os 30 dias após emergência da cultura, o que corresponde aos estádios fenológicos V1 a V4 respectivamente, a partir deste período a aplicação não é tão vantajosa.

Apesar de a cultivar testada neste trabalho não ter respondido tanto a aplicação de potássio, outras cultivares disponíveis para o produtor podem dar uma resposta mais significativa, com certeza essas podem apresentar uma resposta diferenciada a aplicação de potássio. Novos estudos podem ser realizados testando essas novas cultivares, bem como testar outros fertilizantes que são fontes de potássio como o Sulfato de potássio (K_2SO_4), Nitrato de potássio (KNO_3) e o Sulfato de potássio e magnésio ($\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$), que além

de fornecerem potássio também disponibilizam outros nutrientes, proporcionando uma melhor nutrição para a cultura. Estudos podem ser realizados também com outras formas de aplicação de potássio, como por exemplo, a aplicação via foliar que pode ser bastante vantajosa em solos muito arenosos que sofrem com a lixiviação de K^+ , bem como testar a aplicação de potássio em diferentes ambientes de produção.

Além de todos os benefícios já mencionados da aplicação em cobertura do potássio, vale ainda destacar que essa prática influencia de forma positiva a produtividade da soja, porque permite que o mesmo seja aplicado no momento em que a cultura mais o exige, onde ele pode ser mais bem aproveitado. Além de contribuir para uma melhor uniformidade de estante e manter uma adequada população de plantas, já que a germinação de sementes não é afetada devido ao efeito salino dos fertilizantes.

5 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que diferentes doses e épocas de aplicação de potássio na cultura na soja, não resultou em grande influência sobre as características morfológicas da cultura e nem nas características produtivas da mesma, em decorrência do bom nível do elemento no solo em questão. Assim, pensando-se principalmente em produtividade, pode-se indicar a dose de 60 Kg ha⁻¹ de potássio como a que apresentou melhor resposta, dose essa, que também é suficiente para repor ao solo os teores extraídos pela cultura e exportados aos grãos, sendo mais indicada a aplicação entre o estágio V1 da cultura, após essa época os resultados não são muito expressivos.

REFERÊNCIAS

BACKES, D.; TRENTO, S. **Efeito da época de aplicação de cloreto de potássio na cultura da soja**. 2007. 9p. Monografia. Disponível em: http://www.fag.edu.br/tcc/2007/Agronomia/efeito_da_epoca_de_aplicacao_de_cloreto_de_potassio_na_cultura_da_soja.pdf. Acesso em: 06 mai. 2015.

BERNARDI, A. C. C. et al. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milho e algodão em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p. 158-167, 2009.

BORKERT, C. M. et al. Resposta da Soja a adubação e disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo Álico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 11, p.1119-1129, 1997.

CORDEIRO, D. S. et al. Extração de macronutrientes pela Soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em função dos níveis de NPK. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.36, n.36, p.18-25, 1979.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A Computer Statistical Analysis System. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n.4, p. 1549-1561, 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, v.7, n.12, p.1-12, 2011.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C. et al. Produtividade e componentes de produção da soja adubada Com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n.7, p. 660-666, 2010.

LANA, R. M. Q. et al. Resposta da Soja a Doses e Modos de Aplicação de Potássio em Solo de Cerrado. **Biosci Journal**. v.18, n.2, p. 17-23. dez. 2002.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. **Evolução e perspectivas de desempenho econômico associadas com a produção de soja nos contextos mundial brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, p. 46, 2010. (Embrapa Soja. Documentos, 319).

LONDERO, G. T. **Resposta da Soja a Adubação em Solo de Várzea e Efeito Residual em Arroz Irrigado**. 2012. 55 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Produção Vegetal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Documents/dissertação_londero @.html>. Acesso em: 03 nov. 2015.

HIRAKUKI, M. H.; LAZZAROTO, J. J. **O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro**. 349. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 70 p. (Documentos). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/104753/1/O-agronegocio-da-soja-nos-contextos-mundial-e-brasileiro.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2015.

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

MASCARENHAS, H. A. A. et al. Absorção de nutrientes por cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 92-96, 1980.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. Deficiência de potássio em soja no estado de São Paulo: melhor entendimento do problema e possíveis soluções. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, v.12, n. 42, p. 1-4, 1988.

MEURER, E. J.; INDA JÚNIOR, A. V. **Potássio e Adubos Potássicos**. In: BISSANI, C. A. et al. Fertilidade dos Solos e Manejo da Adubação de Culturas. Porto Alegre: Metropole, 2008. p. 139-151.

MOTERLE, D. F. **Disponibilidade de Potássio Afetada por Cultivos em Solos com Longo Histórico de Adubação**. 2008. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008. Disponível em: <<http://w3.ufsm.br/ppgcs/images/Dissertacoes/DIOVANE-MOTERLE.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

NELSON, K. A.; MOTAVALLI, P. P.; NATHAN, M. **Response of Till Soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] To Timing of Preplant and Foliar Potassium Applications** In: Claypan Soil. *Agronomy Journal*, v. 97, n. 03, p. 832-838, 2005.

OLIVEIRA, F. A. et al. **Fertilidade do Solo e Nutrição da Soja**. 50. ed. Londrina: Embrapa, 2007. 8 p. (Circular Técnica).

OLIVEIRA JUNIOR, A. et al. **Adubação potássica da soja: Cuidados no balanço de nutrientes**. 143. ed. Piracicaba: Ipni, 2013. 10 p. (Informações Agronômicas). Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/272AC1ADEF76D54B83257BF80046D30F/\\$FILE/Page1-10-143.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/272AC1ADEF76D54B83257BF80046D30F/$FILE/Page1-10-143.pdf)>. Acesso em: 15 abr. 2015.

PETTER, F. A. et al. Desempenho Agronômico da Soja a Doses e Épocas de Aplicação de Potássio no Cerrado Piauiense. **Amazonian Journal**. Bom Jesus, p. 190-196. set. 2012. Disponível em: <<http://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2012.057>>. Acesso em: 21 mar. 2015.

PETTER, F. A. et al. Produtividade e Qualidade de Sementes de Soja em Função de Doses e Épocas de Aplicação de Potássio. **Ciências Agrárias**. Londrina, p. 89-100. fev. 2014. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/11656-72960-1-PB.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2015.

POTAFOS. **Potássio: Necessidade e uso na agricultura moderna**. Piracicaba: Potafos, 1990. p. 45.

ROCHA FILHO, J. V. C.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA, F. D. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, v.35, n.35, p.19-34, 1978.

SALIB, G. C. et al. **Desempenho da Cultura da Soja Submetida ao Parcelamento da Adubação Potássica**. In: Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação. IF Goiano, Rio Verde, 2012. Anais... Rio Verde, 2012. p. 1-3.

SALTON, J. C. et al. **Cloreto de potássio na linha de semeadura pode causar danos á soja**. 64. ed. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico).

SANTOS, R.; VARGAS, G. R. Efeito da adubação potássica na produtividade da soja. **Revista Conexão Uepg**, Ponta Grossa, v. 8, n. 2, p.79-84, dez. 2012. Semestral. Disponível em:
<<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/viewFile/2475/3622>>. Acesso em: 23 abr. 2015.

SCHERER, E. E. Resposta da Soja à adubação potássica em Latossolo Húmico Distrófico num período de doze anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Chapecó, v. 22, n. 3, p.49-55, nov. 1997. Disponível em:
<<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n1/07.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

SFREDO, G. J.; PANIZZI, M. C. **Importância da adubação e da nutrição na qualidade da soja**. 40. ed. Londrina: Embrapa, 1990. 57 p. (Documentos).

SFREDO, G. J. **Soja no Brasil: Calagem, Adubação e Nutrição Mineral**. 305. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 147 p. (Documentos). Disponível em:
<[http://www.agrolink.com.br/downloads/soja no Brasil - calagem, adubação e nutrição mineral.pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/soja%20no%20Brasil%20-%20calagem,%20adubacao%20e%20nutricao%20mineral.pdf)>. Acesso em: 02 maio 2015.

SILVEIRA, R. L. V. A. **Efeito do potássio no crescimento, nas concentrações dos nutrientes e nas características da madeira juvenil de progênies de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden cultivadas em solução nutritiva**. 2000. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Solos e Nutrição de Plantas, Esalq, Piracicaba, 2000. Disponível em:
<<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/silveira,rlva.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

SILVÉRIO, A. D. **Parcelamento de Doses de Potássio no Rendimento da Cultura da Soja**. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Produção Vegetal, Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2013. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Documents/Dissertação @.html>. Acesso em: 26 out. 2015.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A.; BORKET, C. M. Nutrição mineral da soja. IN: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura de soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós, 1993. p. 535.

VEDELAGO, A. **Adubação Para a Soja em Terras Baixas Drenadas no Rio Grande do Sul**. 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agromomia, Ciências do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <[http://www.agrolink.com.br/downloads/adubação para a soja em terras baixas drenadas no rs.pdf](http://www.agrolink.com.br/downloads/adubação%20para%20a%20soja%20em%20terras%20baixas%20drenadas%20no%20rs.pdf)>. Acesso em: 30 out. 2015.

VELOSO, C.A.C. et al. **Adubação fosfatada e potássica na cultura da soja em Latossolo Amarelo do Estado do Pará**. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, nº 31. Gramado, 2007. Anais... Belém, 2007. p. 1-5. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/83906/1/TRAB-2413.pdf>>. Acesso em: 20 dez. 2015.

VILELA, L.; SOUZA, D. M. G.; SILVA, J. E. Adubação potássica. In: SOUZA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrados: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. p. 169-184.

VILELA, L.; SOUZA, D. M. G.; MARTHA JR., G. B. Adubação potássica e com micronutrientes. In: MARTHA JR., G. B.; VILELA, L.; SOUZA, D. M. G. **Cerrados: Uso Eficiente de Corretivos e Fertilizantes em Pastagens**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. p. 179-188.

VITTI, G. C.; TREVISAN, W. **Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade da soja**. 90. ed. Piracicaba: Esalq/usp, 2000. 16 p. (Informações Agronômicas).

YAMADA, T.; BORKERT, C. M. **Adubação potássica de soja**. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 55, p. 1-3, set. 1996.

ZAMBIAZZI, E. V. **Aplicações da adubação potássica na cultura da soja**. 2014. 117 f. (Dissertação Mestrado) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Cap. 1. Disponível em: <[http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3451/2/DISSERTAÇÃO Aplicações da adubação potássica na cultura da soja.pdf](http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3451/2/DISSERTAÇÃO%20Aplicações%20da%20adubação%20potássica%20na%20cultura%20da%20soja.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2015.