

RESPOSTA DA SOJA A DOSES E MODOS DE APLICAÇÃO DE POTÁSSIO EM SOLO DE CERRADO

THE RESPONSE OF SOYBEAN CROP PRODUCTION RATES TO AND APPLICATION FORMS OF POTASSIUM FERTILIZER IN THE CERRADO SOIL

Regina Maria Quintão LANA¹; Osvaldo Toshiyuki HAMAWAKI²; Lais Mary Lisboa de LIMA³; Luiz Antônio ZANÃO JÚNIOR⁴

RESUMO: Avaliou-se o efeito de doses no plantio e parcelamento de potássio, em três épocas de aplicação: plantio (P), cobertura (C) e floração (F) em dois cultivares de soja (*Glycine max* L.), Garimpo e FT-Cristalina. Instalou-se o experimento em condições de campo, num LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico, textura arenosa, fase cerrado, na Fazenda Dois Irmãos, município de Monte Alegre de Minas – MG, no ano agrícola 1999/2000. O delineamento foi em blocos ao acaso, com nove tratamentos em três repetições, onde determinou-se, o efeito de doses de K (0, 30, 60 e 90 kg.ha⁻¹ K₂O) aplicadas no plantio, através de regressão polinomial. Em outro ensaio, a dose de 60 kg.ha⁻¹ de K₂O foi aplicada em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura, nas seguintes proporções: 00P-60C-00F, 20P-40C-00F, 30P-30C-00F, 40P-20C-00F, 00P-00C-60F, 20P-00C-40F, 30P-00C-30F, 40P-00C-20F e como testemunha, 60P-00C-00F kg.ha⁻¹. Conclui-se que houve aumento quadrático significativo até 90 kg.ha⁻¹ de K₂O resultando maior produtividade, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e teor de K no solo. A aplicação parcelada de K aumentou o teor de K no solo, o número de vagens e sementes por planta.

UNITERMOS: *Glycine max* (L.) Merrill, Soja, Adubação, Potássio

INTRODUÇÃO

Devido à utilização contínua de formulações concentradas com altos teores de P e baixos teores de K na adubação da soja, há um esgotamento gradativo dos solos e uma tendência cada vez maior ao aparecimento de áreas com baixos teores de K (BORKERT et al., 1993). Após o nitrogênio, o potássio é o nutriente absorvido em maior quantidade pelas plantas, exportando até 18,5 kg de K por tonelada de grãos de soja produzidos (TANAKA; MASCARENHAS, 1992). Sua deficiência acarreta sintomas, tais como: clorose foliar, hastes verdes, retenção foliar e formação de frutos partenocárpicos (MASCARENHAS et al., 1987).

Tem sido observado que o potássio do solo pode ser exaurido a níveis nos quais ainda não ocorre deficiência severa e visível à planta, mas, certamente, limitam a produtividade e a qualidade dos grãos. Segundo Mascarenhas et al. (1982), níveis baixos (< 30 mg.dm⁻³)

são normalmente encontrados em LATOSSOLO VERMELHO, textura arenosa. Mascarenhas et al. (1981) relataram não existir respostas sobre o rendimento da soja em solos com 31 mg.dm⁻³ de K para variedades de soja de ciclo longo. No entanto, estes valores não são concordantes para o solo de cerrado. A lixiviação de K em solos de cerrado indica perdas variando de 36 a 48 % (CHAVES; LIBARDI, 1995). Uma técnica para reduzir estas perdas é adubação potássica parcelada em pequenas doses. Segundo Malavolta (1981), adubação potássica no momento do plantio é mais eficiente do que em cobertura, incorporado ou na superfície.

Em geral, estudos com adubação potássica em soja, têm predominado a aplicação de doses totais aplicadas no sulco de semeadura ou em área total com incorporação (ROSOLEM et al., 1984; BORKERT et al., 1993). Oliveira et al. (1992) constataram aumento de produção da soja, no primeiro ano, com a aplicação de 60 kg.ha⁻¹ de K₂O a lanço ou em sulco, metade no plantio e metade em

¹ Professora Titular, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia

² Professor Adjunto, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia

³ Engenheira Agrônoma

⁴ Aluno do Curso de Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia

cobertura. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de quatro doses de K_2O aplicadas no plantio, bem como, o parcelamento da dose de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O , na época do plantio (P) e em cobertura para os cultivares Garimpo e FT-Cristalina.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Fazenda Dois Irmãos, no município de Monte Alegre de Minas –MG, no ano agrícola 1999/2000, num LATOSSOLO VERMELHO Eutrófico, textura arenosa, com as seguintes características químicas: pH (H_2O 1:2,5) = 6,5; M.O. (Walkley Black) = $18 \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$; P (Mehlich) = $4,0 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; K (Mehlich) = $28 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; Ca = $18 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$; Mg = $10 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$ e Al = $0,0 \text{ mmol} \cdot \text{dm}^{-3}$.

A semeadura foi realizada em 29/11/1999, colocando-se 24 e 20 sementes dos cultivares Garimpo e FT-Cristalina, respectivamente, por metro de sulco. Na ocasião da semeadura, todas as parcelas receberam uma adubação fosfatada de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de P_2O_5 , na forma de superfosfato simples, acrescido de $4 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de Zn (sulfato de zinco), no sulco de plantio.

O delineamento foi em blocos ao acaso, com nove tratamentos em três repetições, onde determinou-se, o efeito de doses de K (0, 30, 60 e $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ K_2O) aplicadas no plantio, através de regressão polinomial. Paralelamente, a dose de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O foi aplicada em diferentes épocas de desenvolvimento da cultura, nas seguintes proporções: 00P-60C-00F, 20P-40C-00F, 30P-30C-00F, 40P-20C-00F, 00P-00C-60F, 20P-00C-40F, 30P-00C-30F, 40P-00C-20F e como testemunha, 60P-00C-00F $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O .

Foram testadas as doses totais de 0, 30, 60 e $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O no plantio (P). As doses parceladas de $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O foram aplicadas em três épocas: (P) plantio, (C) cobertura, com 35 e 45 dias após a emergência, para cv. Garimpo e FT-Cristalina, respectivamente; e (F) - Floração- correspondeu a aplicação de potássio aos 45 e 55 dias após a emergência, para os respectivos cultivares (Tabela 1). Efetuou-se a análise de variância e regressão polinomial, correlacionando-se as variáveis: dose de potássio, produtividade de grãos, altura de planta, altura de inserção da primeira vagem e teor de potássio no solo. Quanto ao efeito do parcelamento, utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com nove tratamentos e três repetições, para ambos os cultivares (Tabela 1). Após a retirada dos cultivares, coletou-se amostras de solo, dentro das parcelas, à 20 cm de profundidade, para determinar o teor de potássio no solo. Avaliou-se a produtividade, altura de planta, altura de inserção de 1ª vagem e teor de K no solo.

A unidade experimental constou de seis fileiras espaçadas entre si de 0,45m e com 6m de comprimento, reservando para a área útil os $3,6 \text{ m}^2$, constituída pelas duas fileiras centrais. Para o preparo da área foram realizadas três gradagens, sendo as duas primeiras com grade pesada e a terceira com grade niveladora. Foi realizada uma aplicação de Endossulfan®, para o controle de insetos e uma capina manual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito significativo ($P \leq 0,01$) para doses de K_2O aplicadas no plantio e para cultivares, bem como da interação de doses de K_2O versus cultivares, sobre a produtividade, altura de plantas, altura de inserção da 1ª vagem e teor de potássio no solo. Pela curva de regressão quadrática observa-se resposta crescente da produtividade em função do aumento das doses de K_2O , no plantio (Figura 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Borkert et al. (1993) relatando alta correlação na produção de grãos de soja, em função de doses crescentes de K_2O aplicadas a lanço e ou no sulco de semeadura. Observa-se aumento quadrático significativo até $90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O resultando maior produtividade, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e teor de K no solo (Figuras 1,2,3 e 4). O cv FT-Cristalina atingiu 29,93 cm de altura de inserção da primeira vagem, enquanto que o cv. Garimpo atingiu 21,28 cm. Segundo Fernandes et al. (1993), estes valores indicam a existência de comportamento diferencial entre os cultivares. A Figura 3 mostra o efeito quadrático crescente da altura de plantas de soja em função do aumento das doses de K_2O . Observa-se que o cv. FT-Cristalina atingiu uma altura média (65,75cm) superior a encontrada no cv Garimpo (55,53 cm). Rossetto et al. (1995) demonstraram, em 6 cultivares de soja, que a resposta da aplicação de K não está relacionada ao hábito de crescimento, ou ao ciclo da planta.

Quanto ao teor de potássio no solo, observa-se efeito quadrático crescente com o aumento das doses de K_2O em ambos os cultivares (Figura 4). Observa-se que no final das avaliações, o nível de potássio no solo, apresentou-se bastante superior para o FT-Cristalina em relação ao cv Garimpo. Possivelmente, tal ocorrência esteja relacionada ao período de veranico.

Com relação ao parcelamento do K, observa-se que a aplicação de 00P-00C-60F de $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de K_2O , para o cultivar Garimpo, resultou em maior número de vagens por planta, menor número de lóculos vazios, resultando no aumento do número de sementes por planta; porém, verifica-se diminuição no porte da planta (Tabela 2). Já o

tratamento 00P-60C-00F kg.ha⁻¹ de K₂O causou decréscimos no número de vagens por planta e aumento do número de lóculos vazios, acarretando um menor número de sementes por planta. De modo geral, percebe-se que a aplicação de doses parceladas de K, na época de floração, para o cv Garimpo, apresenta melhor resposta em relação à adubação da dose total no plantio.

Pela Tabela 3, percebe-se que o tratamento 00P-00C-60F kg/ha de K₂O causou aumento do número de vagem por planta, menor número de lóculos vazios e maior número de sementes por planta, para o cv FT-Cristalina. Enquanto, que a aplicação de 20P-40C-00F kg/ha de K₂O promoveu decréscimo no número de vagem por planta e menor número de sementes por planta. Pode-se aferir que quando se aplicou 60 kg.ha⁻¹ de K₂O total no plantio, ocorreu menor retenção de potássio no solo, para ambos cultivares. Porém, a mesma quantidade de K₂O aplicada somente no período de florescimento, resultou respostas significativas na cultura da soja. Estes resultados

contrastam com os de Oliveira et al.(1992), que encontraram resposta da soja, no primeiro ano, à aplicação de 60 kg/ha de K₂O a lanço e em sulco, sendo aplicado metade no plantio e metade em cobertura.

CONCLUSÕES

Observou-se aumento quadrático significativo até 90 kg.ha⁻¹ de K₂O aplicadas total no plantio, resultando maior produtividade, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e teor de K no solo.

O uso de 60 kg.ha⁻¹ de K₂O, aos 45 e 55 dias após a emergência, para o cv Garimpo e FT-Cristalina, respectivamente, resultou aumento significativo sobre o número de vagens por planta, menor número de lóculos vazios e maior número de sementes por planta.

As doses parceladas de K₂O, principalmente quando aplicadas na fase de florescimento, apresentam respostas significativas, em relação à dose total no plantio.

ABSTRACT: It was evaluated the effect of doses and split applications of potassium, at three times: planting (P), covering (C) and budding (F) in two soybean cultivars (*Glycine max* L.), Garimpo and FT-Cristalina. This research work was conducted in the following field conditions: Eutric Red Latosol, sandy texture, cerrado, in the Dois Irmãos Farm, Monte Alegre de Minas, MG, Brazil, in 1999/2000 agricultural year. The experimental design was a randomized blocks with nine treatments and three replications was determined the effect of the following rates of K: 0, 30, 60 and 90 kg/ha⁻¹ K₂O applied at the planting time, through polynomial regression. In another experiment, the dose of 60 kg.ha⁻¹ of K₂O was applied in different times of crop developing, in the following rates: 00P-60C-00F, 20P-40C-00F, 30P-30C-00F, 40P-20C-00F, 00P-00C-60F, 20P-00C-40F, 30P-00C-30F, 40P-00C-20F and as control treatment 60P-00C-00F kg.ha⁻¹ of K₂O. It was concluded that it had significant quadratic increase until 90 kg.ha⁻¹ of K₂O resulting in higher yield, plants height, height of insertion of the first seedpod and K in the soil. The application of 60 kg.ha⁻¹ of K₂O at budding stage resulted on the number of seedpods per plant increased, number of plants per plot unit and minor number of seeds.

UNITERMS: *Glycine max* (L.) Merrill, Soybean, Fertilization, Potassium.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORKERT, C. M.; SFREDO, G. J.; SILVA, D. N. Calibração de potássio trocável para soja em Latossolo Roxo distrófico. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.17, n. 2, p.223-226,1993.

CHAVES, L. H. G.; LIBARDI, P. L. Lixiviação de potássio e cálcio mais magnésio influenciado pelo pH. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.19, n. 1, p.145-148,1995.

FERNANDES, D. M.; ROSSETTO, C. A. V.; ISHIMURA, I.; ROSOLEM, C. A. Nutrição da soja de formas e formas de potássio no solo em função de cultivares e adubação potássica. **R. bras. Ci. Solo**, Viçosa, v.17, n.3, p. 405-410, 1993.

MALAVOLTA, E. **Manual de química agrícola adubos e adubação**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 596 p.

MASCARENHAS, H. A. A.; MIRANDA, M. A. C. de; LÉLIS, L. G. L.; BULISANI, E. A.; BRAGA, N. R. E PEREIRA, J. C. V. N. A. **Haste verde e retenção foliar em soja por deficiência de potássio**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 15 p. (Boletim Técnico, 119).

MASCARENHAS, H. A. A.; BRAGA, N. R.; MIRANDA, M. A. C.; TISSELI FILHO, O.; MIYASAKA, J. Calagem e adubação da soja. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil central**. 2. ed. Campinas, 1982. p.137-211.

MASCARENHAS, H. A. A.; VALADARES, J. M. A. S.; ROTA, C. L.; BULISANI, E. A. Adubação potássica na produção de soja, nos teores de potássio nas folhas e na disponibilidade de potássio em Latossolo Roxo Distrófico de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.40, n.12, p.125-134, 1981.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, J. J. S.; VILELA, L.; SOUSA, D. M. G. Doses e métodos de aplicação de potássio na soja em solo dos cerrados da Bahia. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, vol. 27, n. 11, p. 1485-1495, nov. 1992.

ROSOLEM, C. A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R. Adubação potássica da soja em Latossolo Vermelho-Escuro fase arenosa. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.19, n.11, p.1319-1326, 1984.

ROSSETTO, C. A. V.; FERNANDES, D. M.; ISHIMURA, I.; ROSOLEM, C. A. Diferentes respostas de cultivares de soja ao potássio. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.30, n. 10, p.1225-1231, 1995.

TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. **Soja, nutrição, correção do solo e adubação**. Campinas: Fundação Cargill, 1992. 60 p. (Série Técnica 7).

Tabela 1. Épocas de parcelamento da dose de 60 kg/ha de K₂O, no plantio (P), cobertura (C) e florescimento (F) para os cultivares Garimpo e FT-Cristalina. Monte Alegre de Minas-MG, 2000.

1: 00P-60C-00F	60 kg/ha de K ₂ O em cobertura
2: 20P-40C-00F	20 kg/ha de K ₂ O no plantio + 40 kg/ha em cobertura
3: 30P-30C-00F	30 kg/ha de K ₂ O no plantio + 30 kg/ha em cobertura
4: 40P-20C-00F	40 kg/ha de K ₂ O no plantio + 20 Kg/ha em cobertura
5: 00P-00C- 60F	60 kg/ha de K ₂ O em cobertura no período de florescimento
6: 20P-00C-40F	20 kg/ha de K ₂ O no plantio + 40 Kg/ha em cobertura no florescimento
7: 30P-00C-30F	30 kg/ha de K ₂ O no plantio + 30 Kg/ha em cobertura no florescimento
8: 40P-00C-20F	40 kg/ha de K ₂ O no plantio + 20 Kg/ha em cobertura no florescimento
9: 60P-00C-00F	60 kg/ha de K ₂ O no plantio

Tabela 2. Altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de lóculos vazios, número de semente por planta e teor de potássio do solo, cv Garimpo, em função de modos de aplicação de K₂O, Monte Alegre de Minas-MG, 2000.

Parcelamento da adubação potássica (60 kg.ha ⁻¹ K ₂ O)	Altura da planta cm	Altura de inserção da 1 ^a vagem cm	N.º vagens por planta n	Lóculos vazios n	Sementes por planta n	Teor de potássio no solo mg.dm ⁻³
1: 00P-60C-00F	67,00 abc	22,03 b ¹	29,66 b	19,00 ab	45,43 c	12,66 de
2: 20P-40C-00F	69,00 ab	24,00 ab	27,66 b	17,13 ab	44,33 c	25,33 ab
3: 30P-30C-00F	67,66 abc	24,86 a	35,66 a	13,70 cd	61,33 ab	27,00 a
4: 40P-20C-00F	67,00 abc	23,13 ab	37,33 a	13,66 cd	67,16 ab	18,33 c
5: 00P-00C-60F	64,33 c	22,60 b	37,00 a	11,73 d	70,16 a	15,66 cd
6: 20P-00C-40F	70,00 a	22,86 ab	29,00 b	19,23 ab	62,66 ab	22,00 b
7: 30P-00C-30F	67,00 abc	22,53 b	28,33 b	19,56 a	61,60 ab	23,00 b
8: 40P-00C-20F	65,66 bc	22,03 b	29,33 b	18,20 ab	59,90 b	27,33 a
9: 60P-00C-00F	68,40 ab	23,03 ab	30,00 b	16,33 bc	64,20 ab	12,00 e

¹ Médias na coluna seguidas das mesmas letras não diferem significativamente, entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Tabela 3. Altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de lóculos vazios, número de semente por planta e teor de potássio do solo, CV FT-Cristalina, em função de doses e modos de aplicação de K₂O. Monte Alegre de Minas-MG, 2000.

Parcelamento da adubação potássica (60 kg.ha ⁻¹ K ₂ O)	Altura da planta cm	Altura de inserção da 1 ^a vagem cm	Vagens por planta n	Lóculos Vazios n	Semente por planta n	Teor de potássio no solo mg.dm ⁻³
1:00P-60C-00F	65.97 de	26.23 c	34.00 b	15.83 bc	46.16 ef	17.00 cd
2:20P-40C-00F	72.90 bc	28.56 bc	30.66 cd	17.30 b	42.00 f	25.66 a
3:30P-30C-00F	78.78 ab	29.96 ab	33.66 b	11.66 d	57.56 abc	27.33 a
4:40P-20C-00F	80.58 a	31.40 a	40.00 a	10.93 d	60.03 ab	18.66 c
5:00P-00C-60F	64.98 e	29.03 ab	41.00 a	11.10 d	63.03 a	15.66 d
6:20P-00C-40F	71.81 cd	26.13 c	32.33 bc	17.10 b	49.66 de	21.33 b
7:30P-00C-30F	78.93 ab	29.40 ab	30.00 d	17.56 ab	55.00 bcd	23.00 b
8:40P-00C-20F	76.13 abc	30.83 ab	33.66 b	19.20 a	51.16 cde	27.33 a
9:60P-00C-00F	73.07 bc	29.70 ab	33.66 b	14.50 c	51.33 cde	14.66 d

¹ Médias na coluna seguidas das mesmas letras não diferem entre si significativamente, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

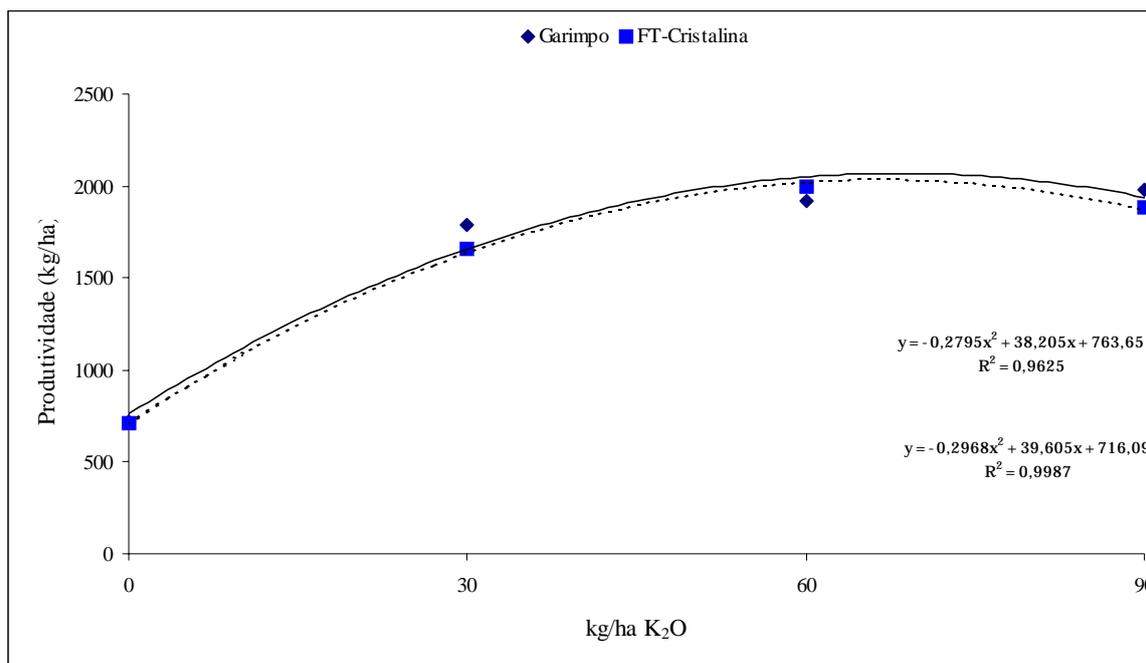


Figura 1. Produtividade para os cv Garimpo e FT-Cristalina, (kg/ha), em função de doses de K₂O aplicadas no plantio. Monte Alegre de Minas-MG, 2000.

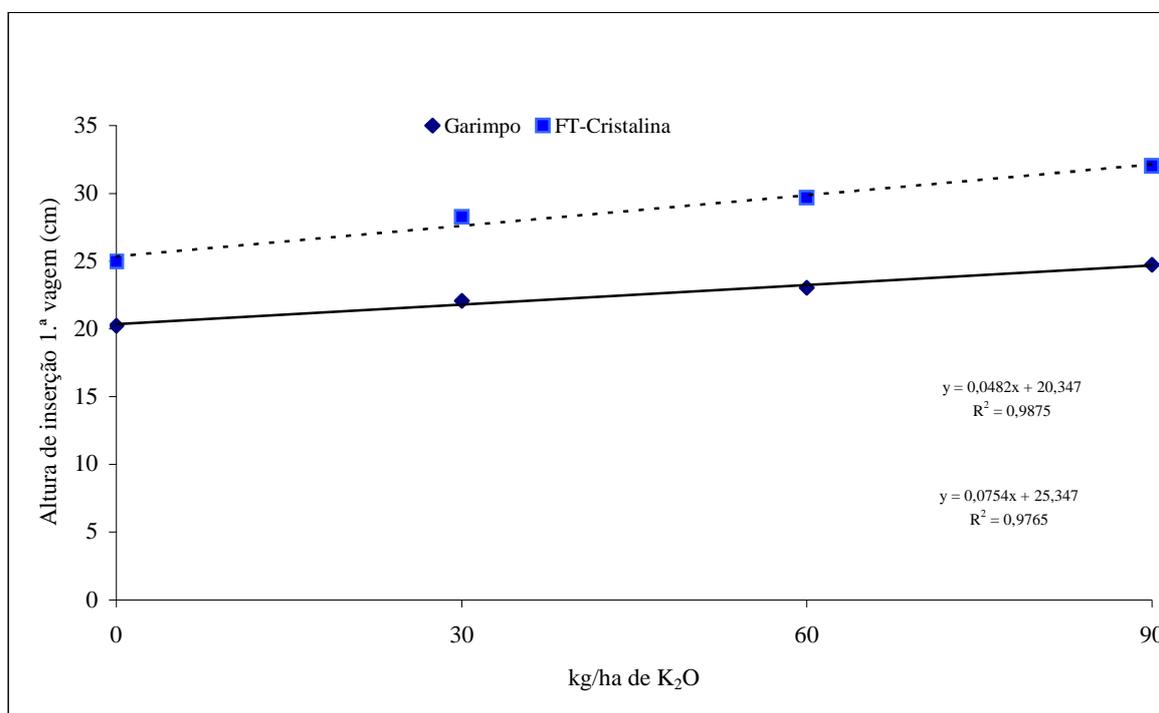


Figura 2. Altura de inserção de primeira vagem (cm) dos cv Garimpo e FT-Cristalina, em função de doses de K₂O aplicadas no plantio. Monte Alegre de Minas-MG, 2000.

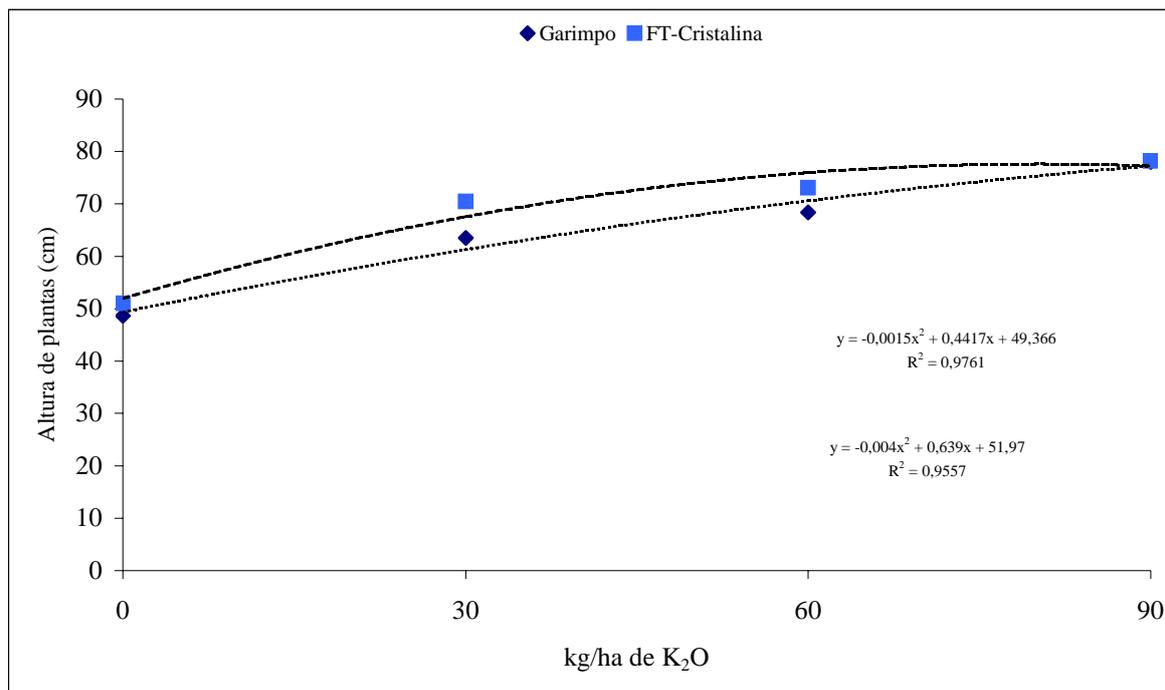


Figura 3. Altura de planta, dos cv Garimpo e FT- Cristalina, em função de doses de K_2O , no plantio. Monte Alegre de Minas-MG, 2000.

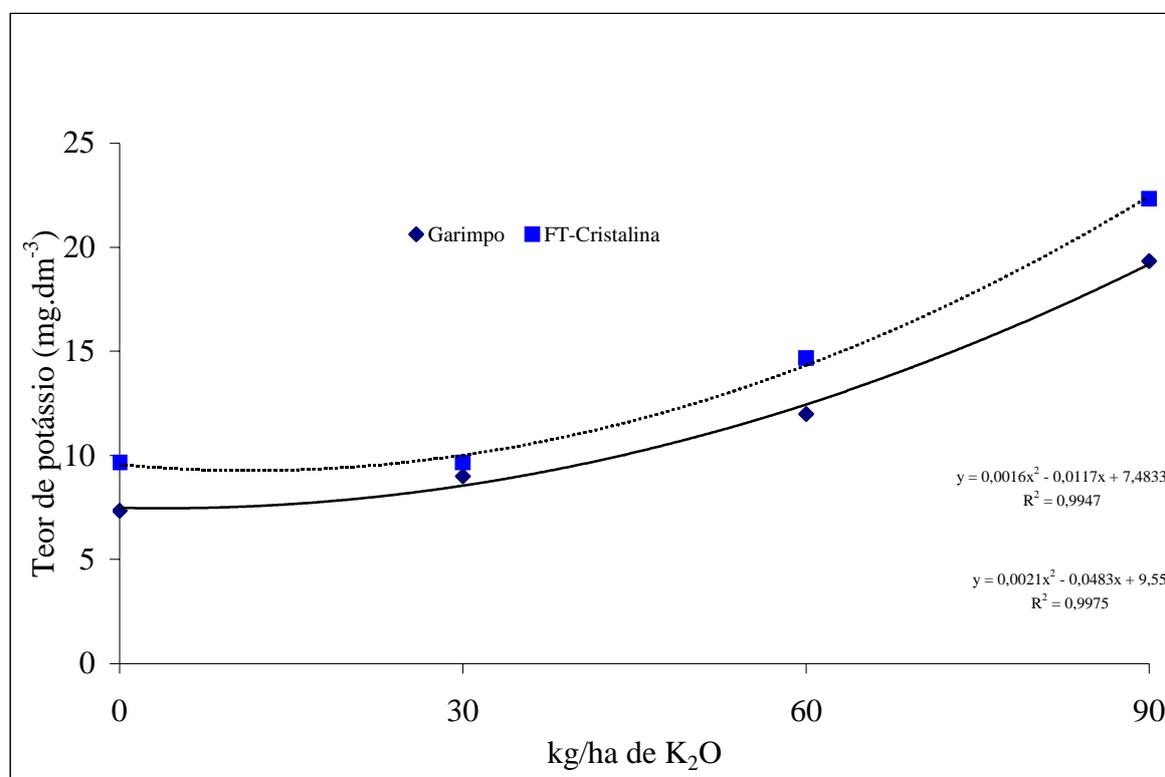


Figura 4. Potássio no solo, cultivado com Garimpo e FT- Cristalina, em função de doses de K_2O no plantio. Monte Alegre de Minas-MG, 2000.