

Produtividade de soja e eficiência no uso de potássio em sucessão a *Urochloa brizantha* cultivada na entressafra⁽¹⁾

Wander Cruvinel Ferreira Filho⁽²⁾; Jeander Oliveira Caetano⁽³⁾; Vinícius de Melo Benites⁽⁴⁾; Carlos César Evangelista de Menezes⁽²⁾; Getúlio Sousa Guimarães⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fapeg, CNPq, IPI, Embrapa Solos e Comigo.

⁽²⁾ Pesquisador, Centro Tecnológico Comigo, Anel viário Paulo Campos, s/n, Km 07, Zona Rural, CEP 75.902-261, Rio Verde, GO; ⁽³⁾ Bolsista de DCR FAPEG/CNPq; Programa de Pós-graduação em Agronomia; Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí; Rodovia BR 364, Km 192, nº 3.800, Parque Industrial, CEP 75801-615, Jataí, GO, jeandercaetano@gmail.com; ⁽⁴⁾ Pesquisador, Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, CEP 22.460-000, Rio de Janeiro, RJ. ⁽⁵⁾ Graduando em Agronomia - bolsista Embrapa Solos; Fesurv - Universidade de Rio Verde, Caixa Postal 104, CEP 75901-970, Rio Verde, GO.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de *Urochloa brizantha* na entressafra sobre a dinâmica de potássio e produtividade de soja cultivada em sucessão. O ensaio foi conduzido em blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas subsubdivididas 2x2x4. Na parcela principal foram alocados os tipos de correção do solo: total inicial e parcelada anual, nas subparcelas, foram implantados os tipos de cobertura de segunda safra: pousio e cultivo de *U. brizantha* e na subsubparcela foi avaliado as doses de 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados à lanço e aos 20 dias após a emergência da soja. A *U. brizantha* foi semeada em 02/2011. A soja M7211 RR foi semeada em 10/2011. A coleta foliar de *U. brizantha* foi realizada em setembro de 2011 antes da dessecação para o plantio de soja. A correção total inicial proporcionou maior produção de matéria seca (14 Mg ha⁻¹) e acúmulo de potássio nas folhas (121 kg ha⁻¹) de *U. brizantha*. A utilização dessa forrageira na entressafra proporcionou incremento na produção de soja, além de maiores teores de potássio na parte aérea, nos grãos e consequentemente maior exportação desse nutriente. As doses de potássio proporcionaram incremento nos teores foliares desse nutriente, porém isso não se refletiu na produtividade. Apesar disso, o aumento crescente das doses de potássio contribuiu para a ocorrência de menores valores negativos no balanço de potássio.

Termos de indexação: *Brachiaria brizantha*, acúmulo de nutrientes, pousio.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos tem forçado a agricultura a se tornar mais competitiva, com a busca por cultivos mais sustentáveis. Uma das principais premissas da sustentabilidade é a redução do custo de produção, com a otimização no uso dos fertilizantes. Assim, o balanço de nutrientes é utilizado para avaliação do uso de fertilizantes, apresentando elevada importância para o manejo

sustentável do sistema.

Na safra verão da região dos Cerrados quase sempre cultiva-se soja, e sua implantação é dependente das primeiras chuvas que ocorrem em meados de outubro. A entressafra também é influenciada pelas condições climáticas, sendo que o atraso na implantação da cultura de verão afeta diretamente o sucesso e a escolha da cultura subsequente. Dessa forma, em alguns locais é comum observar a predominância do pousio na entressafra devido às limitações hídricas. A utilização de plantas para adubação verde e cobertura do solo assume importante papel no sistema, visto que nos Cerrados na entressafra, os solos descobertos ficam expostos à intensa radiação solar e à erosão eólica, além disso, no início da estação chuvosa, tais solos ficam susceptíveis à erosão causada por chuvas intensas. A utilização da *Urochloa* sp. como cobertura vegetal do solo é uma alternativa favorável, pois apresenta excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da *Urochloa brizantha* na entressafra sobre a dinâmica de potássio e produtividade de soja cultivada em sucessão.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em Rio Verde, GO no Centro Tecnológico da Comigo (17°45'49"S e 51°01'56"O, altitude de 842 m), em um Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa. Esse ensaio é de longa duração e foi instalado em 18/10/2007. O plantio da soja foi realizado em 20/10/2011, com a cultivar M7211RR. A adubação de plantio foi realizada com 300 kg ha⁻¹ de supersimples. Os tratamentos foram dispostos em blocos casualizados, em esquema de parcelas subsubdivididas 2x2x4, com quatro repetições. Nas parcelas, com área de 960 m² (12 x 20m), foram aplicados os tipos de manejo de solo: correção total inicial e correção parcelada anual; nas subparcelas,

com área de 240 m² (12x20 m), foram utilizados os tipos de cobertura vegetal de entressafra: *U. brizantha* e pousio (com dessecação das plantas daninhas); as subsubparcelas, com área de 60 m² (6x10 m), foram constituídas pelas doses de KCl correspondentes à 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (**Tabela 1**). A introdução dos tratamentos com as correções de solo (total inicial e parcelada anual) ocorreu na instalação do experimento, em 18/10/2007. O solo do tratamento da parcela com correção total inicial foi manejado com grade aradora contendo discos de 28", e, posteriormente, foi efetuada uma calagem, com a aplicação de 1,7 Mg ha⁻¹ de calcário dolomítico (295 g kg⁻¹ de CaO, 168 g kg⁻¹ de MgO e PRNT de 83%), incorporado por arado de aiveca a 40 cm de profundidade, somada a outra calagem de 1,7 Mg ha⁻¹ de calcário e KCl correspondendo à 121 kg ha⁻¹ de K₂O, incorporados com grade leve com discos de 22", totalizando 3,4 Mg ha⁻¹ de calcário.. O solo do tratamento da parcela com correção parcelada anual, recebeu na implantação do ensaio 0,85 Mg ha⁻¹ de calcário (1/4 da calagem do tratamento com correção total) e KCl correspondendo à 61 kg ha⁻¹ de K₂O aplicado em dose única sobre a superfície do solo. Em 02/10/2008, 13/10/2009 e 11/10/2010 aplicou-se novamente 0,85 Mg ha⁻¹ de calcário, conforme foi realizado anteriormente, totalizando 100% da calagem do tratamento com correção total inicial. Nos tratamentos das subsubparcelas aplicaram-se, anualmente e à lanço, as doses de KCl equivalentes à 0, 20, 40, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O aos 20 dias após o semeadura da soja.

Tabela 1 - Histórico de cultivo por três safras.

Tratamento		Safrá 2009/2010		Safrá 2010/2011		Safrá 2011/2012	
Parcela	Sub-parcela	Safrá	Entres-safrá	Safrá	Entres-safrá	Safrá	Entres-safrá
Correção do solo	Cobertura						
Total inicial/Parcelada anual	<i>U. brizantha</i>	Soja	<i>U. brizantha</i>	Soja	<i>U. brizantha</i>	Soja	<i>U. brizantha</i>
	Pousio	Soja	Pousio	Soja	Pousio	Soja	Pousio

Antes da dessecação das áreas sob *U. brizantha*, utilizando-se um quadro de 0,25 m², coletou-se três subamostras da sua biomassa na diagonal de cada subsubparcela, formando-se uma amostra composta. A amostragem foliar da soja foi feita no estádio R1. Determinou-se o teor de K foliar da *U. brizantha* e da soja (Malavolta et al., 1997). A partir da produção da biomassa seca da parte aérea (folhas e colmos) da soja e da concentração de K, foi calculado o acúmulo de nutrientes. A amostragem de solo foi realizada após a colheita dos grãos de soja utilizando-se uma furadeira com trado rosca. As amostras compostas constituíram-se de quinze subamostras coletadas na diagonal de

cada subsubparcela, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, sendo dez na entrelinha e cinco na linha de plantio, conforme recomendação para amostragem em áreas adubadas em linhas (Anghinoni, 2007). Foram analisados o teor de matéria orgânica e o teor K trocável (Embrapa, 1999). Em 08/02/2012 realizou-se a colheita da soja no centro de cada uma das subsubparcelas, para o espaçamento de 0,5 m, cinco linhas em dois metros lineares (área de 5 m²), obtendo-se o rendimento de grãos de soja. Os teores de K nos grãos foram determinados de acordo com metodologia para determinação de nutrientes na folha (Embrapa, 1999) e a exportação de K foi estimada a partir dos teores nos grãos e da produtividade. O balanço de K foi calculado pela diferença entre a entrada e saída desse nutriente em cada sistema de cultivo.

Os dados foram avaliados por análise de variância, através do teste de Tukey a 5 %, e por regressão utilizando-se o Sisvar 5.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com correção total inicial foi 17% superior na produção de matéria seca, e acumulou 44% a mais de K na parte aérea da *Urochloa brizantha* do que aquele com correção parcelada anual (**Figura 1**). A aplicação de calcário, sem incorporação, proporciona um menor contato entre as partículas de solo e corretivo quando comparado à aplicação com incorporação, com as reações de dissolução ocorrendo basicamente na superfície do solo (Rossato et al., 2009). Portanto, o melhor condicionamento do solo em profundidade sob correção total inicial, ocasionou maior desenvolvimento radicular dessa forrageira, com a melhor exploração do perfil do solo, ciclando mais nutrientes e absorvendo maiores teores de K.

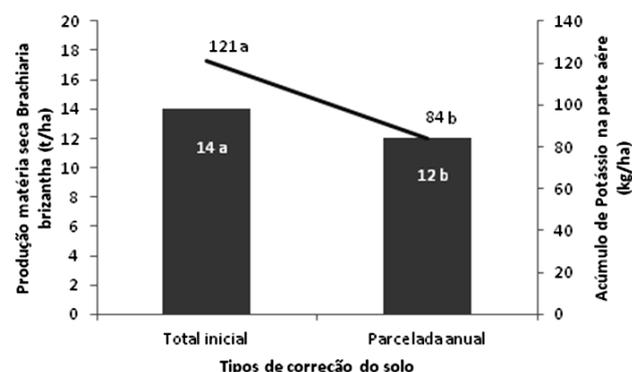


Figura 1 - Efeito dos tipos de correção do solo sobre a produção de matéria seca e acúmulo de K na *U. brizantha*. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A produção de soja na safra 2011/2012 foi 24% superior quando adotado a *U. brizantha* como

cobertura em relação ao uso de pousio (**Tabela 2**). Os resultados obtidos anteriormente neste ensaio já apresentaram maior produção de soja em cultivo subsequente à *U. brizantha* (Caetano, 2011). De acordo com Noce et al. (2010), espécies de gramíneas como as braquiárias, têm a característica de produzir grandes volumes de massa e, por apresentarem alta relação C/N, cobrem o solo por mais tempo. Isso permite uma maior manutenção na umidade do solo e menor temperatura, contribuindo com a redução das perdas por evaporação e garantindo boa germinação e desenvolvimento inicial das plantas.

Tabela 2 - Avaliação das coberturas de entressafra sobre o rendimento de grãos da soja.

Safrá	Cobertura de entressafra	
	<i>U. brizantha</i>	pousio
	Rendimento de grãos de soja, kg ha ⁻¹	
2011/2012	3.300,00 a	2.760,00 b

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelos testes de Tukey.

Os benefícios do manejo com *U. brizantha* podem estar relacionados com o teor de matéria orgânica no solo (MOS). A MOS contribui com importantes atributos do solo, como atividade biológica, ciclagem de nutrientes e formação e estabilização de agregados. O teor de MOS sob correção parcelada anual foi 6% superior àquele com correção total inicial (**Tabela 3**). Esse resultado corrobora com os obtidos por Falleiro et al. (2003), que constataram maior teor de MOS no sistema de semeadura direta quando comparado com o sistema convencional, com utilização do arado de aiveca. A utilização de *U. brizantha* proporcionou um incremento de 15% no teor de MOS, quando comparado com o pousio (**Tabela 3**) e de 16% em relação ao teor de MOS antes da implantação do experimento. Balota et al. (1998) evidenciaram que práticas como o sistema de plantio direto, podem resultar em incremento de até 12% de MOS na camada superficial do solo de 0 a 15 cm.

Tabela 3 - Efeito da correção do solo e coberturas de entressafra sobre o teor de matéria orgânica no solo na camada de 0 a 20 cm.

Correção do solo	Cobertura de entressafra		
	<i>U. brizantha</i>	pousio	média
	Matéria orgânica do solo (g kg ⁻¹)		
Total Inicial	28,40	25,60	27,00 b
Parcelada anual	31,00	26,10	28,50 a
média	29,60 A	25,80 B	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor de K no solo nas parcelas sob pousio foi superior àquelas sob *U. brizantha* (**Tabela 4**). Como a coleta de solo foi realizada após a colheita da soja, o menor teor de K ocorreu em função da maior

produtividade de soja sob *U. brizantha*, com a maior exportação desse nutriente pelos grãos da soja.

Tabela 4 - Efeito dos tipos de cobertura sobre o teor de potássio no solo na camada de 0 a 20 cm.

Atributo avaliado	Coberturas de entressafra	
	<i>U. brizantha</i>	pousio
	cmolc dm ⁻³	
Teor de K no solo	0,10 b	0,12 a

Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se maior absorção de K na parte aérea da soja cultivada sobre a palhada de *U. brizantha*, em relação àquela sob pousio (**Tabela 5**). Como a absorção de K ocorre principalmente por difusão, o qual está diretamente relacionado com o conteúdo volumétrico de água no solo, pode ser que um dos fatores que contribuiu para a melhor absorção nesse tratamento foi a maior manutenção hídrica proporcionada pela cobertura morta de *U. brizantha*. O teor de K nos grãos não apresentaram diferença entre os tipos de cobertura (**Tabela 5**). Apesar disso, a exportação de K através dos grãos diferiu em função das coberturas de entressafra (**Tabela 6**). A maior exportação de K observados no tratamento sob *U. brizantha* ocorreu principalmente em função da maior produtividade de soja em sucessão a essa cobertura (**Tabela 6**).

Tabela 5 - Teor de potássio foliar e dos grãos de soja em função da cobertura de entressafra.

Atributo avaliado	Coberturas de entressafra	
	<i>U. brizantha</i>	Pousio
	g kg ⁻¹	
Teor foliar de K na soja	20,00 a	19,00 b
Teor de K nos grãos de soja	17,10 a	16,90 a

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 6 - Exportação de potássio pelos grãos de soja em função da cobertura de entressafra.

Atributo avaliado	Coberturas de entressafra	
	<i>U. brizantha</i>	Pousio
	kg ha ⁻¹	
Exportação de K pelos grãos	57,00 a	47,00 b

Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O balanço de K foi mais negativo sob cultivo com *U. brizantha* (**Tabela 7**). Isso pode estar relacionando diretamente à maior exportação desse nutriente em função da maior produtividade de soja obtida quando cultivada em sucessão à *U. brizantha*. O déficit de K ocorrido nessas áreas, ocasionado pelo maior rendimento da soja, foi suprido pelas camadas mais profundas de solo e pela absorção das formas não trocáveis de K do solo pela gramínea (Andrist-Rangel et al., 2007).

Analisando-se o balanço de K quanto às doses de K₂O aplicadas no sistema de cultivo, observa-se que apesar de ser negativo em quase todas as doses avaliadas, houve uma tendência crescente para o equilíbrio na medida em que se aumentou a dose de K, independentemente do tipo de correção do solo e da cobertura de entressafra utilizada (**Tabela 7**). No entanto, quando se adotou o pousio como cobertura de entressafra associado com a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura, a correção total inicial do sistema apresentou balanço positivo em comparação à correção parcelada anual. Acredita-se que o residual da correção de K realizada, na camada de 20 cm, no tratamento com correção total inicial tenha proporcionado este efeito. A mesma tendência foi observada quando a *U. brizantha* foi utilizada como cobertura de entressafra, pois foi observado também na dose de 60 kg ha⁻¹ um maior valor para a correção total, assim como verificado sob pousio. As doses 0, 20 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O apresentaram balanço mais negativo quando submetidas à correção total inicial.

Portanto, o equilíbrio entre a entrada e a saída de nutrientes do sistema de manejo é um fator crucial para garantir a sua sustentabilidade, além disso, a adoção de práticas de manejo sustentáveis garantem a eficiência do uso destes fertilizantes.

Tabela 7 - Balanço médio de K entre a correção do solo, coberturas de entressafra e doses de K₂O.

Correção do solo	Pousio				média
	Doses de potássio				
	0	20	40	60	
	kg/ha				
Total inicial	-46a	-30a	-9a	9a	-19
Parcelada anual	-45a	-29a	-15a	-2,4b	-23
média	-46	-30	-12	3,3	
	<i>Urochloa brizantha</i>				
Total inicial	-60a	-38a	-24a	-8a	-33
Parcelada anual	-55b	-43b	-21a	-7b	-32
média	-58	-41	-23	-8	

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

A utilização da *U. brizantha* na entressafra proporciona incremento no rendimento de soja, com maiores teores de K na sua parte aérea, nos seus grãos e maior exportação de K pela soja.

O aumento da adubação potássica eleva os teores foliares desse nutriente na soja, porém não afeta a sua produtividade.

A correção total inicial ocasiona maior produção de matéria seca de *U. brizantha*, em relação à parcelada anual, além de promover maior ciclagem de potássio pela gramínea.

O aumento crescente das doses de K ocasiona valores menos negativos no balanço de K.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Rio Verde e Universidade Federal de Goiás pelo apoio a pesquisa. Ao International Potash Institute (IPI), por meio do Projeto Aduba Brasil (convênio IPI/Embrapa/Funarbe), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (Fapeg) e à Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (COMIGO) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ANDRIST-RANGEL, Y.; EDWARDS, A.C.; HILLIER, S. & ÖBORN, I. Long-term K dynamics in organic and conventional mixed cropping systems as related to management and soil properties. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 122:413-426, 2007.

ANGHINONI, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: NOVAIS, R.F.; V., V.H.A.; BARROS, N.F.D.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., ed. Fertilidade do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.874-819.

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S. & HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 22:641-649, 1998.

CAETANO, J.O. Correção do solo e sistemas de rotação de culturas sobre a absorção de nutrientes e produção de soja. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 2011. 96p. (Tese de Doutorado em Agronomia: Solo e Água)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 1.ed. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.

FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A. & FAGUNDES, J.L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:1097-1104, 2003.

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

NOCE, M.A.; SOUZA, I.F.D.; KARAM, D.; FRANÇA, A.C. & MACIEL, G. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 7:265-278, 2010.

ROSSATO, O.B.; CERETTA, C.A.; SILVA, L.S.D.; BRUNETTO, G.; ADORNA, J.C.; GIROTTO, E. & LORENZI, C.R. Correction of soil acidity in the subsurface of an oxisol with sandy loam texture under no-tillage. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:659-667, 2009.