

FESURV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL

**EFICIÊNCIA DE USO DO POTÁSSIO E PRODUTIVIDADE DE
GRÃOS EM SISTEMAS DE CULTIVOS NO CERRADO**

WANDER CRUVINEL FERREIRA FILHO

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS-BRASIL

2013

WANDER CRUVINEL FERREIRA FILHO

**EFICIÊNCIA DE USO DO POTÁSSIO E PRODUTIVIDADE DE
GRÃOS EM SISTEMAS DE CULTIVOS NO CERRADO**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de
Rio Verde, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção
do título de *Magister Scientiae*

**RIO VERDE
GOIÁS-BRASIL**

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
Elaborada por Igor Yure Ramos Matos – Bibliotecário CRB1 - 2819

F441e Ferreira Filho, Wander Cruvinel.

Eficiência de uso do potássio e produtividade de grãos em sistemas de cultivos no Cerrado / Wander Cruvinel Ferreira Filho. – 2013.

65 f.: il., fig. tabs.

Orientador: Dr. Carlos César Evangelista de Menezes. Co-orientadores: Dr. Vinícius de Melo Benites, Dr. Jeander Oliveira Caetano.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, Universidade de Rio Verde-UNIRV, 2013.

Inclui lista de figuras e tabelas.

1. Cultivo. 2. Grãos. 3. Manejo. 4. Cerrado. I. Autor. II. Título.

CDU:633.1(251.3)

WANDER CRUVINEL FERREIRA FILHO

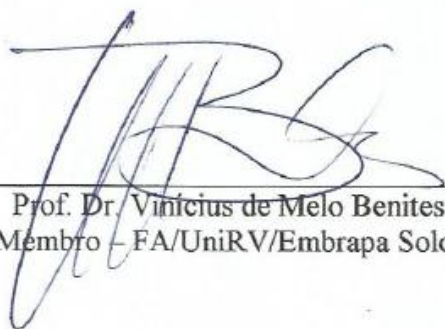
**EFICIÊNCIA DE USO DO POTÁSSIO E PRODUTIVIDADE DE
GRÃOS EM SISTEMAS DE CULTIVOS NO CERRADO**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

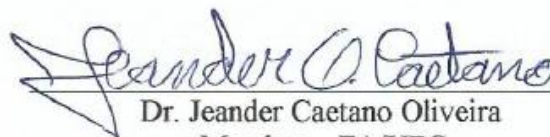
APROVAÇÃO: 14 de julho de 2013.



Prof. Dr. Carlos César Evangelista de Menezes
Presidente da Banca Examinadora



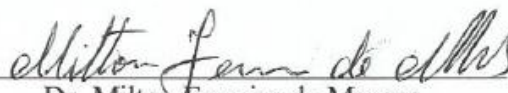
Prof. Dr. Vinicius de Melo Benites
Membro – FA/UniRV/Embrapa Solos



Dr. Jeander Caetano Oliveira
Membro – FA/UFG



Dr. José Carlos Polidoro
Membro/Embrapa Solos



Dr. Milton Ferreira de Moraes
Membro – FA/UFMT

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, intuição e força para superar os desafios impostos na minha caminhada.

Aos meus pais, Wander Cruvinel Ferreira e Jacqueline Leão Teles Cruvinel Ferreira, minha esposa Jordana Damasio Cardoso Cruvinel, meu irmão Victor Leão Teles Cruvinel Ferreira e aos demais familiares pelo amor, orientação, apoio e paciência durante toda minha trajetória.

Aos meus orientadores, Dr. Carlos César Evangelista de Menezes, Dr. Vinícius de Melo Benites e Dr. Jeander Oliveira Caetano pelo companheirismo e orientação deste projeto.

Aos professores Alessandro Guerra da Silva, Alberto Leão de Lemos Barroso, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Adeney de Freitas Bueno, Gustavo André Simon, Hércules Diniz Campos, June Faria Scherrer Menezes, Renato Lara de Assis, Maria Dolores Barbosa Lima, Marcos André Silva Souza pela dedicação, orientação e transferência de seus conhecimentos.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Rizzia Ribeiro Arantes, pelo auxílio e apoio constante.

À Fesurv, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela disponibilização do curso de especialização.

Ao IPI, pelo apoio por meio do projeto Aduba Brasil.

Ao aluno de graduação em Agronomia e amigo, Getúlio Sousa Guimarães.

Ao meu amigo e colega de trabalho Ubirajara, Oliveira Bilego pelos conselhos e orientações.

Aos colegas de trabalho Lucas Vargas de Vargas e Moaci Santos Brito, pelo suporte diário na condução deste trabalho.

Aos colegas de curso pelo apoio e amizade.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO GERAL.....	ix
GENERAL ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
CAPÍTULO 1	
PRODUTIVIDADE DA SOJA E SUA EFICIÊNCIA NO USO DE POTÁSSIO EM SUCESSÃO AO POUSIO E BRAQUIÁRIA NO CERRADO.....	3
RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	4
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
3.1 Produção de massa seca e acúmulo de potássio da <i>Brachiaria brizantha</i>	9
3.2 Efeito da <i>Brachiaria brizantha</i> sobre a produtividade e teor de potássio na parte aérea da cultura da soja.....	11
3.3 Balanço de potássio no sistema de produção.....	17
4. CONCLUSÕES.....	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
CAPÍTULO 2	
PRODUTIVIDADE DA SOJA E SUA EFICIÊNCIA NO USO DE POTÁSSIO EM SUCESSÃO A MILHO CULTIVADO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
1. INTRODUÇÃO.....	25
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.1. Produção e teor de potássio nos grãos da cultura do milho consorciado com <i>Brachiaria ruziziensis</i>	29
3.2. Produtividade de soja e absorção de potássio em sucessão ao milho consorciado com <i>Brachiaria ruziziensis</i> na segunda safra.....	34

3.3. Balanço de potássio no sistema soja/milho.....	38
4. CONCLUSÕES.....	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
ANEXOS.....	49

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Caracterização química e análise textural do solo realizada em 10/10/2007, antes da implantação do experimento (n=8). Rio Verde-GO, 2013.....	6
TABELA 2	Tratamentos empregados nas parcelas e subparcelas e histórico de cultivo ao longo dos últimos três anos. Rio Verde-GO, 2013.....	8
TABELA 3	Análise de variância para as características avaliadas para cobertura com <i>Brachiaria brizantha</i> , comparando as formas de correção do solo (Cr), doses de potássio (DK) e interações. Rio Verde-GO, 2013.....	10
TABELA 4	Formas de correção do solo sobre a produção de matéria seca e acúmulo de K na parte aérea da <i>B. brizantha</i> . Rio Verde-GO, 2013....	10
TABELA 5	Influência do tipo de correção do solo (total inicial e parcelada anual) sobre os teores de K no solo na camada de 0-20 cm. Rio Verde-GO, 2013.....	11
TABELA 6	Análise de variância para as variáveis avaliadas na cultura da soja, comparando as formas de correção do solo (Cr), os tipos de cobertura de segunda safra (Css), doses de potássio (DK) e interações. Rio Verde-GO, 2013.....	12
TABELA 7	Efeito dos tratamentos com tipos de coberturas de segunda safra sobre o rendimento de grãos da cultura da soja (kg ha^{-1}) na safra 2011/2012, Rio Verde-GO, 2013.....	12
TABELA 8	Teor de matéria orgânica no solo (0-20cm) após o quinto ano de implantação do experimento em função das formas de correção do solo e tipos de coberturas de segunda. Rio Verde-GO, 2013.....	14
TABELA 9	Efeito do tipo de cobertura de segunda safra sobre o teor de potássio no solo (0-20 cm) após o quinto ano de implantação do experimento. Rio Verde-GO, 2013.....	15
TABELA 10	Teores de potássio nas folhas da cultura da soja em função do tipo de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.....	16
TABELA 11	Exportação de potássio pelos grãos da cultura da soja em função do tipo de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.....	17
TABELA 12	Balanço médio de K no sistema, em kg ha^{-1} , em função das formas de correção do solo, dos tipos de cobertura de segunda safra e das doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.....	18

TABELA 13	Caracterização química e análise textural do solo em 10/10/2007, antes da implantação do experimento (n=8). Rio Verde-GO, 2013.....	26
TABELA 14	Tratamentos empregados nas parcelas e subparcelas e histórico de cultivo ao longo dos últimos três anos. Rio Verde-GO, 2013.....	28
TABELA 15	Análise de variância das variáveis avaliadas na cultura do milho, comparando diferentes formas de correção do solo (Cr), tipos de coberturas de segunda safra (Css), doses de potássio (DK) e interações. Rio Verde-GO, 2013.....	30
TABELA 16	Produtividade de grãos de milho em função dos tipos de coberturas de segunda safra (Css) e doses de potássio (DK). Rio Verde-GO, 2013.....	31
TABELA 17	Formas de correção do solo sobre a exportação de K pelos grãos da cultura do milho. Rio Verde-GO, 2013.....	32
TABELA 18	Exportação de K pelos grãos de milho em função dos tipos de cobertura de segunda safra (Css) e doses de potássio (DK). Rio Verde-GO, 2013.....	33
TABELA 19	Análise de variância para as variáveis formas de correção do solo (Cr), tipos de coberturas de segunda safra (Css), doses de potássio (DK) e interações, Rio Verde-GO, 2013.....	34
TABELA 20	Produtividade da cultura da soja (kg ha^{-1}) em função das formas de correção do solo e das doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.	34
TABELA 21	Produtividade de soja (kg ha^{-1}) em função dos tipos de cobertura de segunda safra e das doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.....	36
TABELA 22	Teor de potássio na folha de plantas de soja em função das formas de correção do solo e dos tipos de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.....	37
TABELA 23	Teores de potássio acumulados nos grãos da soja em função das formas de correção do solo e do tipo de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.....	38
TABELA 24	Teor de potássio exportado pelos grãos na cultura da soja em função das formas de correção do solo e dos tipos de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.....	39
TABELA 25	Teor de potássio exportado pelos grãos na cultura da soja em função dos tipos de cobertura de segunda safra e as doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.....	39
TABELA 26	Exportação de potássio pelos grãos da soja em função da interação	

	entre formas de correção do solo e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.....	41
TABELA 27	Balanço de potássio nos sistema de produção em função da forma de correção do solo e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.....	42
TABELA 28	Balanço de potássio no sistema de produção em função dos tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.....	43

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Regime pluviométrico durante o período de condução do ensaio na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo. Rio Verde, GO, 2013.....	7
FIGURA 2	Efeito das doses de potássio aplicadas sobre o teor de K no solo (A) e teor de K foliar (B). Rio Verde-GO, 2013.....	15
FIGURA 3	Regime pluviométrico durante o período de condução do ensaio na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo. Rio Verde, GO, 2013.....	28
FIGURA 4	Doses de potássio aplicadas no solo sobre o rendimento de grãos da cultura do Milho cultivado e consorciado com <i>B. ruziziensis</i> . Rio Verde-GO, 2013.....	31
FIGURA 5	Doses de K aplicadas ao solo sobre o teor de K nos grãos do milho cultivado na segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.....	32
FIGURA 6	Efeito das doses de K aplicadas ao solo sobre a exportação de K nos grãos. Rio Verde-GO, 2013.....	33
FIGURA 7	Influência das doses de potássio aplicadas ao solo sobre a produtividade de soja nos sistemas com correção parcelada anual e correção total inicial. Rio Verde-GO, 2013.....	35
FIGURA 8	Influência das doses de potássio sobre a produtividade de grãos de soja após o milho consorciado com <i>B.ruziziensis</i> e milho cultivado solteiro. Rio Verde-GO, 2013.....	36
FIGURA 9	Efeito das doses de potássio aplicadas sobre o teor de K foliar na cultura da soja. Rio Verde-GO, 2013.....	37
FIGURA 10	Exportação de K em função do tipo de cobertura de segunda safra e das doses de potássio aplicadas ao solo. Rio Verde-GO, 2013.....	40
FIGURA 11	Exportação de potássio pelos grãos de soja em função das formas de correção do solo e doses de potássio aplicadas ao solo. Rio Verde-GO, 2013.....	41
FIGURA 12	Efeito das doses de potássio sobre o balanço de potássio no sistema de produção em função do tipo de correção do solo. Rio Verde-GO, 2013.....	43

FIGURA 13	Balanço de Potássio no sistema de produção em função do tipo de cobertura de segunda safra e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.....	44
-----------	---	----

RESUMO GERAL

FERREIRA FILHO, Wander Cruvinel, M.s., Universidade de Rio Verde, Maio de 2013.
Eficiência de uso do potássio e produtividade de grãos em sistemas de cultivos no Cerrado.
Orientador: Dr. Carlos César Evangelista de Menezes. Co-orientadores: Dr. Vinícius de Melo Benites, Dr. Jeander Oliveira Caetano.

O cultivo de milho, em sucessão à soja, tem sido a prática de manejo com melhor retorno econômico ao produtor, apesar disso, em regiões onde há limitações climáticas, as opções de cultivo são pequenas, prevalecendo o cultivo de sorgo e até mesmo o pousio na entre safra. Por outro lado, a introdução de uma espécie forrageira (braquiárias) como cobertura de inverno tem apresentado efeitos positivos no sistema produtivo, principalmente sobre a produtividade da cultura da soja. O objetivo deste estudo foi avaliar formas de manejo sobre a dinâmica de nutrientes no sistema de produção. Foram realizados dois ensaios a campo, em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subsubdivididas 2 x 2 x 4, em que, na parcela principal, foram alocados as formas de correção do solo: correção total inicial e correção parcelada anual, nas subparcelas, foram implantados os tipos de cobertura de segunda safra, sendo caracterizada pelo pousio e cultivo de *B. brizantha* no ensaio 1, no ensaio 2, caracterizou-se milho e milho consorciado com *B. ruziziensis*, e na subsubparcela foi avaliado quatro doses de cloreto de potássio, correspondendo a 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados em cobertura aos 20 dias após a emergência da cultura da soja. As espécies de cobertura de segunda safra foram semeadas no mês de Fevereiro de 2011. O cultivar de soja M7211 RR foi semeado no mês de outubro de 2011. A *B. brizantha* foi semeada na dose de 9 kg ha⁻¹ em espaçamento de 0,5 m, de forma manual. A *B. ruziziensis* foi semeada junto ao adubo de plantio do milho na dose de 7 kg ha⁻¹ de sementes. A coleta de massa verde da *B. brizantha* foi realizada em setembro de 2011, antes da dessecação para o plantio de soja. A correção total inicial proporcionou maior produção de massa seca (14 t ha⁻¹) e acúmulo de potássio nas folhas (121 kg ha⁻¹ de K) de *B. brizantha*. A utilização dessa forrageira como cobertura na segunda safra proporcionou incremento na produção de soja, além de maiores teores de potássio na parte aérea nos grãos e, consequentemente, maior exportação desse nutriente. A adubação potássica proporcionou incremento nos teores foliares desse nutriente e contribuiu para um menor déficit de K no sistema de produção, mas isso não resultou no aumento de produtividade. No ensaio 2, a produção de milho consorciado com *B. ruziziensis* na segunda safra foi afetada diretamente pela consorciação. A soja cultivada sobre os restos culturais de milho consorciado com *B. ruziziensis* foi beneficiada pela reciclagem de K deste sistema, não respondendo às doses de K aplicadas ao solo. Por outro lado, a soja cultivada sobre os restos culturais de milho apresentou resposta linear às doses de K principalmente por não haver ciclagem de nutrientes proporcionados pela espécie forrageira. Contudo as espécies forrageiras apresentaram incremento de produtividade na cultura da soja e menor déficit de potássio nos sistemas avaliados.

Palavras-chave: Ciclagem de nutrientes, braquiária, integração, palhada.

GENERAL ABSTRACT

FERREIRA FILHO, Wander Cruvinel, M.s., University of Rio Verde, May, 2013. **Productivity and efficiency using potassium in different farming systems of grains in a dystrophic red oxisol in Savannah.** Advisor: Dr. Carlos César Evangelista de Menezes. Co-advisors: Dr. Vinícius de Melo Benites, Dr. Jeander Caetano Oliveira.

Corn farming, in succession to soybean cultivation, has been the management practice with best economic return to the producer, nevertheless in regions where there is climatic limitations, there are few farming options, prevailing sorghum cultivation and even fallow between harvests. On the other hand, the introduction of a grass species (*Brachiaria*) as winter coverage has shown positive effects in the production system, especially on productivity of soybean. The aim of this study was to evaluate the effect of different management on nutrient dynamics in the production system. Two experiments were conducted in the field, in randomized blocks design with four replications in a split split plot 2 x 2 x 4, where the main plots were deployed the soil correction types: initial total and annual installments, in the subplots were deployed the second harvest types of coverage, characterized by fallow and *B. brizantha* cultivation in assay 1; assay 2 was characterized by corn and corn intercropped with *B. ruziziensis*, and in the subsubplot was evaluated four doses of potassium chloride, corresponding to 0, 20, 40 and 60 kg ha⁻¹ of K₂O applied as top dressing at 20 days after emergence of soybean. The coverage species of second harvest were sown in February 2011. The M7211 RR soybean cultivar was sown in October 2011. *B. brizantha* was manually seeded in a dosage of 9 kg ha⁻¹, at 0.5 m spacing. *B. ruziziensis* was sown with the corn manure planting in a dosage of 7 kg ha⁻¹ of seeds. The gathering of *B. brizantha* green mass was realized in September 2011, before desiccation for planting soybeans. The initial total correction produced higher dry matter (14 t ha⁻¹) and potassium accumulation in leaves (121 kg ha⁻¹) of *B. brizantha*. The use of this forage as coverage in the second harvest provided an increase in the production of soybean and higher potassium levels in the aerial part in grains and, consequently, largest export of this nutrient. Doses of potassium provided increase in foliar concentrations of this nutrient and contributed to a lower deficit of K in the production system, but didn't result in increased productivity. In the assay 2, the production of corn intercropped with *B. ruziziensis* in the second harvest was directly affected by intercropping. The productivity of soybean cultivated on cultural remains of corn and *B. ruziziensis* was benefited by the K recycling of this system, not responding to the K dosage applied to the soil. On the other hand, the soybean cultivated on cultural remains of corn presented linear response to the dosage of K applied, mainly because there was no nutrient cycling provided by the forage species. However, forage species showed productivity increasing in soybean farming and lower potassium deficit in the systems evaluated.

Keywords: Nutrient cycling, *Brachiaria*, integration, straw.

INTRODUÇÃO GERAL

Os Latossolos são a classe de solos predominantes no Brasil, assim como na região dos Cerrados. Esses solos são bastante intemperizados, apresentam baixa reserva de nutrientes para as plantas, mas sua correção e fertilização viabilizam a prática agrícola. Com a expansão agrícola nos Cerrados, a partir da década de 70, a fertilidade desses solos foi sendo construída ao longo dos anos e, atualmente, observa-se que o incremento de produção em função da aplicação desses insumos tem diminuído.

Por representarem um dos componentes mais onerosos no custo de produção, o uso eficiente e sustentável do fertilizante se torna extremamente importante para agricultura brasileira. A eficiência do uso de fertilizantes pode ser afetada por uma série de fatores, envolvendo o clima, as características químicas, físicas e biológicas do solo e até mesmo as características morfológicas e fisiológicas das plantas. Dentre os nutrientes utilizados na agricultura, o potássio se destaca pelo seu elevado custo, visto que, aproximadamente 91% do seu consumo no Brasil são oriundos da importação. Além disso, o potássio apresenta pouca reserva no solo e é altamente exigido pela cultura da soja.

A principal saída de potássio do sistema de produção ocorre pelos processos de: erosão, lixiviação, volatilização e exportação do nutriente pelos grãos. A adoção de práticas de manejo conservacionistas, como o sistema de plantio direto, o uso de terraços e plantio em nível contribuem minimizando os efeitos da erosão, além de aumentar os teores de matéria orgânica e proporcionar melhor ciclagem de nutrientes. Outras práticas que auxiliam no processo é a utilização de fontes de fertilizantes adequadas e balanceadas, aplicadas no momento de maior exigência das culturas. Além disso, os métodos de aplicação são cruciais para o uso eficiente desse insumo, pois a forma adotada pode ser influenciada pelo clima e principalmente pelas propriedades do solo.

Com a adoção do sistema de plantio direto na grande parte das áreas de cultivo no Brasil, a introdução de uma planta de cobertura no sistema tem sido bastante discutida principalmente para a formação de palhada, requisito crucial para a sustentabilidade dessa prática. Tais forrageiras apresentam uma série de benefícios como a ciclagem de nutrientes, em destaque o potássio, que apresenta elevada mobilidade no solo; aumento no teor de matéria orgânica; melhorias na qualidade física do solo pela formação de agregados e condicionamento da estrutura do solo; melhorias na biota devido à maior manutenção hídrica e favorecendo o desenvolvimento de microrganismos do solo.

O aumento na eficiência do uso de fertilizantes também pode ser acompanhado a partir de avaliações simples como a utilização do balanço de nutrientes no sistema. Tal avaliação pode ser adotada como estratégia para monitorar os níveis de fertilidade do solo e auxiliar na adoção do manejo mais apropriado para a área. O balanço simplesmente contabiliza as entradas e saídas de nutrientes do sistema de produção, desta forma, é possível detectar se a adubação adotada está sendo suficiente para suprir a demanda da cultura e garantir principalmente que a fertilidade do solo seja mantida.

O objetivo foi avaliar as formas de correção do solo, com tipos de cobertura de segunda safra e seus efeitos sobre a eficiência de uso do potássio pelas culturas do milho e soja em sistema de plantio direto.

CAPÍTULO 1

PRODUTIVIDADE DA SOJA E SUA EFICIÊNCIA NO USO DE POTÁSSIO EM SUCESSÃO AO POUSIO E BRAQUIÁRIA NO CERRADO

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da utilização da *Brachiaria brizantha* como planta de cobertura no inverno sobre a dinâmica de potássio do sistema solo/planta e produtividade de soja. O experimento foi conduzido em campo no Centro Tecnológico da Comigo, GO, durante a safra 2011/12. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subsubdivididas 2 x 2 x 4, sendo que na parcela principal foram implantados as formas de correção do solo: total inicial e parcelada anual, nas subparcelas, foram inseridos os tipos de cobertura de segunda safra, pousio e cultivo de *B. brizantha* e na subsubparcela foi avaliado quatro doses de cloreto de potássio, correspondendo a 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O aplicados em cobertura aos 20 dias após a emergência da cultura da soja. A *B. brizantha* foi semeada com 9 kg de sementes viáveis por hectare, com espaçamento de 0,5m, no mês de fevereiro de 2011, logo após a colheita da soja. A coleta de massa verde da *B. brizantha* foi realizada em setembro de 2011, antes da dessecação para o plantio de soja. O cultivar de soja M7211 RR foi semeado no mês de outubro de 2011. Nas parcelas com correção total inicial, foi observado maior produção de massa seca (14 t ha⁻¹) e acúmulo de potássio na parte aérea (121 kg ha⁻¹) de *B. brizantha*. A utilização dessa forrageira como cobertura na segunda safra proporcionou incremento de aproximadamente 19% na produção de soja cultivada no verão subsequente, além de resultar em maiores teores de potássio na parte aérea, nos grãos e, consequentemente, maior exportação deste nutriente. As doses de potássio proporcionaram incremento nos teores foliares deste nutriente, mas não promoveu o aumento de produtividade. Apesar disso, o aumento crescente das doses de potássio contribuiu para um menor déficit no balanço de K. Desta forma, a utilização da *B. brizantha* como cobertura de segunda safra constitui-se uma alternativa para ciclagem de potássio e formação de palha para o sistema de plantio direto.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, pousio, matéria orgânica, acúmulo de nutrientes.

PRODUCTIVITY AND EFFICIENCY OF THE USE OF POTASSIUM BY SOYBEAN SIGNALGRASS SUCCESSION PLANTING SYSTEM IN DIRECT IN SAVANNAH

ABSTRACT

The purpose of this study was evaluate the influency of the *Brachiaria brizantha* use as cover crop in winter on potassium dinamic of soil/plant sistem and soybean productivity. The experiment was conduced in the field at the Technology Center of Comigo, GO, during the 2011/12 harvest. The delineation was conduced in randomized blocks design with four replications in a split split plot 2 x 2 x 4, where in the main plot were deployed the soil correction types: initial total and annual installments, in the subplots were deployed the second harvest types of coverage, followed by fallow period and *B. brizantha* farming, and in the subsubplot was evaluated four doses of potassium chloride, corresponding to 0, 20, 40 and 60 kg ha⁻¹ of K₂O applied as top dressing at 20 days after emergence of soybean. *B. brizantha* was seeded with 9 kg of viable seeds per hectare, at spacing of 0.5 m, in February 2011, soon after the soybean harvest. The gathering of *B. brizantha* green mass was realized in September 2011, before desiccation for planting soybeans. The M7211 RR soybean cultivar was sown in October 2011. In the plots with initial total correction, was observed higher dry matter yield (14 t ha⁻¹) and potassium accumulation in the aerial part (121 kg ha⁻¹) of *B. brizantha*. The use of this forage as cover in the second harvest provided an increase of approximately 19% in the production of soybeans cultivated in the subsequent summer, and result in higher levels of potassium in the aerial part, grain, and consequently, largest export of this nutrient. Potassium dosage provided increase in foliar content of this nutrient, but didn't increase productivity. Nevertheless, the crescent increasing of potassium dosage contributed to a lower deficit in the balance of K. This way, the use of *B. brizantha* as second harvest coverage constitutes an excellent alternative to potassium cycling and straw generation for the tillage system.

Key-words: *Brachiaria brizantha*, fallow, raw organic, nutrients accumulation.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos tem forçado a agricultura moderna a se tornar mais competitiva, com isso, a busca por cultivos sustentáveis tem sido o foco dos principais fóruns de discussão. Ao se tratar de sustentabilidade dos sistemas produtivos, o manejo de cultivo apresenta forte impacto sobre o desenvolvimento e consequentemente sucesso da atividade.

Uma das principais premissas da sustentabilidade é a redução do custo de produção agrícola, sendo que a otimização da eficiência do uso dos fertilizantes destaca-se como alternativa para minimizar tais custos (Oliveira, 2010; Soares & Espidola, 2012). A eficiência no aproveitamento de nutrientes pelas culturas pode ser determinada de duas maneiras: do ponto de vista fisiológico, em que é quantificada a produção de fitomassa por unidade de nutriente acumulado; e do ponto de vista agrônomo, em que a eficiência é expressa pelo rendimento agrícola por unidade de nutriente aplicado na área. (Anghinoni, 2004).

A quantificação entre o que foi exportado e o que foi aplicado podem ser chamados de balanço de nutrientes. O balanço de nutrientes é mais uma ferramenta para avaliação do uso de fertilizantes, o qual apresenta elevada importância para o manejo sustentável do sistema de produção (Cunha et al. 2010).

Já o sistema de produção de grãos, na região dos Cerrados, é caracterizado principalmente por soja na safra verão, e sua implantação é dependente das primeiras chuvas que ocorrem geralmente em meados de outubro. A segunda safra também é influenciada pelas condições climáticas, sendo que o atraso na implantação da cultura de verão afeta diretamente o sucesso e até mesmo a escolha da cultura subsequente. Desta forma, em algumas regiões, é comum observar a predominância do pousio na entressafra devido essas limitações hídricas.

A utilização de plantas para adubação verde e cobertura do solo assume importante papel nesses sistemas de produção, 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 (Carvalho et al. 2004).

Nessas condições, a implantação de uma espécie forrageira com o intuito de formação de palhada nos sistemas de produção em que a entressafra fica em pousio seria de grande valia para promover a manutenção e conservação das áreas de cultivo.

Conforme descrito por Kliemann et al. (2006), o sucesso do sistema está relacionado com o acúmulo das palhadas pelas culturas de cobertura e restos culturais de lavouras comerciais, os quais criam ambientes favoráveis à recuperação e à manutenção da qualidade do solo. A utilização da braquiária como cobertura vegetal ao solo é uma alternativa favorável, pois apresenta excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano (Timossi et al. 2007). Além disso, Bernardes (2003) comenta sobre a melhor aceitação dessa forrageira devido a sua difusão entre os produtores o que favorece sua adoção para a produção de massa para a cobertura do solo.

Apesar disso, pouco se sabe sobre o efeito do pousio e adoção de plantas de cobertura sobre o balanço de nutrientes no sistema de produção de grãos.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência do pousio, e a utilização da *Brachiaria brizantha* como planta de cobertura na segunda safra sobre a eficiência do uso de potássio e produtividade de soja.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo, em Rio Verde – GO, latitude 17°45'49.13"S e longitude 51°01'57.47" O e altitude de 845m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006) com textura argilosa (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização química e análise textural do solo realizada em 10/10/2007, antes da implantação do experimento (n=8). Rio Verde-GO.

Camada	pH CaCl ₂	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺		H+Al	K ⁺	
(cm)	-	c mol _c dm ⁻³						
0-20	4,93	2,56	0,54	0,05		3,13	0,1	
20-40	4,48	1,21	0,57	0,26		3,74	0,08	
Camada	Pmehlich	MOS	CTC pH7	m V		Argila	Silte	Areia
(cm)	mg m ⁻³	g dm ⁻³	c molc dm ⁻³	%		g kg ⁻¹		
0-20 cm	10,47	25,51	6,33	1,61	50,61	381	84	536
20-40 cm	1,84	20,45	5,3	14,15	29,44	394	88	519

Adaptado de Caetano, 2010.

O experimento foi instalado em 18 de outubro de 2007, os resultados utilizados foram os da segunda safra em 2011 e safra verão 2011/2012. O plantio de soja na safra de verão foi realizado no dia 20 de outubro de 2011, a cultivar utilizada foi a Monsoy M7211RR de ciclo precoce. A adubação de plantio foi realizada com 300 kg/ha de superfosfato simples. O histórico pluviométrico mensal da área em estudo está representado na figura 1. Houve a ocorrência de um veranico de 12 dias no final do mês de outubro, estendendo-se ao início do mês de novembro (Anexo 2).

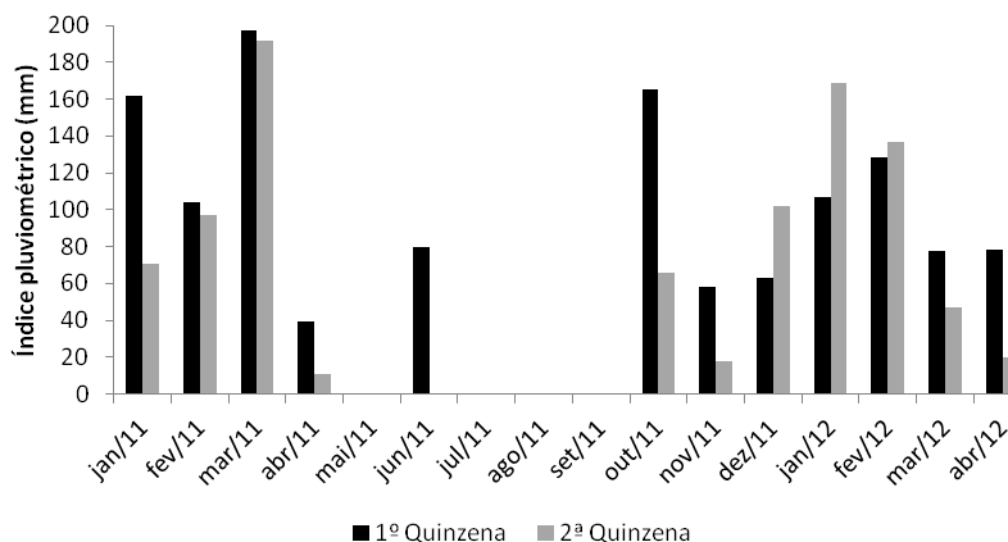


Figura 1. Regime pluviométrico durante o período de condução do ensaio na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo. Rio Verde, GO, 2013.

Os tratamentos foram dispostos em um delineamento em blocos casualizados, em esquema de parcelas subsubdivididas 2x2x4, com quatro repetições. Nas parcelas, com área de 960 m² (12 x 80m), foram aplicados as formas de manejo de solo: correção total inicial e correção parcelada anual; nas subparcelas, com área de 240 m² (12 x 20 m), foram utilizados dois tipos de cobertura vegetal de segunda safra: *Brachiaria brizantha* e pousio (vegetação espontânea dessecada); e as subsubparcelas, com área de 60 m² (6 x 10 m), foram constituídas pelas doses de cloreto de potássio.

A implantação 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 polegadas, e, posteriormente, foi efetuada uma calagem, com a aplicação de 1,7 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (295 g kg⁻¹ de CaO, 168 g kg⁻¹ de MgO), incorporado por arado de aiveca a 40 cm de profundidade, somada a outra calagem de 1,7 t ha⁻¹ de calcário e KCl correspondendo à

121 kg ha⁻¹ de K₂O, incorporados com grade leve com discos de 22 polegadas, totalizando 3,4 t ha⁻¹ de calcário. A dose de calcário foi calculada pelo método de saturação por bases, para elevá-la a 65%, na camada de 0 a 40 cm, corrigindo-se para níveis adequados de Ca, Mg (Sousa & Lobato, 2004).

O solo da parcela, com correção anual, recebeu na implantação do ensaio 0,85 t ha⁻¹ de calcário (correspondente a 1/4 da calagem do tratamento com correção inicial) e KCl correspondendo à 61 kg ha⁻¹ de K₂O aplicado em dose única sobre a superfície do solo visando à correção na camada de 0 – 20 cm. Em 02/10/2008, 13/10/2009 e 11/10/2010, aplicou-se novamente 0,85 t ha⁻¹ de calcário, totalizando 100% (3,4 t ha⁻¹) da calagem do tratamento com correção total inicial (Caetano, 2011).

Os tratamentos das subparcelas foram os tipos de cobertura vegetal do solo, sendo que o cultivo de verão é sempre caracterizado pela cultura da soja. A cobertura vegetal posicionada na segunda safra correspondeu à utilização de *Brachiaria brizantha* e milho (Tabela 2).

Tabela 2. Tratamentos empregados nas parcelas e subparcelas e histórico de cultivo nos últimos três anos. Rio Verde-GO, 2013.

Tratamentos		Safr 2009/2010		Safr 2010/2011		Safr 2011/2012	
Parcela	Subparcela	Verão	Segunda safra	Verão	Segunda safra	Verão	Segunda safra
Correção do solo	Coberturas de segunda safra						
Total inicial	<i>B. brizantha</i>	Soja RR	<i>B. brizantha</i>	Soja RR	<i>B. brizantha</i>	Soja RR	<i>B. brizantha</i>
	Pousio	Soja RR	Pousio	Soja RR	Pousio	Soja RR	Pousio
Parcelada anual	<i>B. brizantha</i>	Soja RR	<i>B. brizantha</i>	Soja RR	<i>B. brizantha</i>	Soja RR	<i>B. brizantha</i>
	Pousio	Soja RR	Pousio	Soja RR	Pousio	Soja RR	Pousio

As subsubparcelas foram constituídas pelas aplicações de KCl equivalentes a 0, 20, 40, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. As aplicações de KCl foram realizadas a lanço, aos 20 dias após o semeadura da soja.

Antes da dessecação da *B.brizantha*, foram coletadas aleatoriamente três subamostras da biomassa, em cada subsubparcela, para formar uma amostra composta da produção dessa cobertura. Foi utilizado na coleta um quadro de 0,25 m² (0,5 x 0,5 m) e recolhido todo o material vegetal contido na área demarcada.

No início do florescimento da cultura da soja (estádio R1), foi realizada amostragem foliar, coletando-se a terceira folha do ápice para a base em 30 plantas, por subsubparcela (Silva, 1999) para determinação dos teores de K nas folhas.

As amostras foliares da cobertura vegetal e da cultura da soja foram desintegradas, após secagem, em moinho do tipo Willye com malha de 20 mesh. Foi determinado o teor de K de acordo com a metodologia descrita por Silva (1999). A partir da produção da biomassa seca da parte aérea (folhas e colmos) da cobertura e da concentração dos seus nutrientes, foi calculado o acúmulo de nutrientes na parte aérea.

A amostragem do solo foi realizada após a colheita dos grãos de soja, na profundidade de 0 a 20 cm. As amostras foram coletadas de acordo com a metodologia para áreas adubadas em linha (CQFS RS/SC, 2004). O instrumento utilizado foi uma furadora com trado rosca. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira com malha de 2 mm. Foram analisados o pH em CaCl_2 ; o teor de matéria orgânica; os teores trocáveis de Ca, Mg, K e Al; a acidez potencial ($\text{H}^+ + \text{Al}$) e os teores de P, Fe, Mn, Cu e Zn (Mehlich), segundo metodologia proposta por Silva (1999).

Foram determinados: a biomassa seca e o teor de K da parte aérea de *B. brizantha* cultivada na segunda safra; o rendimento de grãos de soja; o teor de K foliar e nos grãos de soja e calculado a exportação de K através da remoção pela colheita dos grãos de soja; e o balanço de K no sistema produtivo.

Os teores de K nos grãos foram determinados de acordo com metodologia para determinação de nutrientes na folha (Silva, 1999) e a exportação de K foi estimada a partir dos teores no grão e da produtividade do tratamento em questão. O balanço de K foi calculado pela diferença entre a entrada e saída deste nutriente do sistema expresso em kg ha^{-1} de K.

Os dados foram tabulados e analisados utilizando-se o programa estatístico Sisvar para análise de variância, teste de médias e regressão (Ferreira, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de massa seca e acúmulo de potássio da *Brachiaria brizantha*.

Foi observada diferença significativa para produção de massa seca e teor de K na parte aérea da *B. brizantha* apenas para a variável formas de correção do solo (Tabela 3).

Tabela 3. Análise de variância para as características avaliadas para cobertura com *Brachiaria brizantha*, comparando as formas de correção do solo (Cr), doses de potássio (DK) e interações. Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	CV (%)	F calculado		
		Cr	DK	Cr x DK
Produção de massa seca	13,60	9,22**	1,63	2,670
Teor de K na parte aérea	24,42	6,10*	1,94	0,293

**, * P significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

O tratamento com correção total inicial promoveu ganho de produtividade de aproximadamente 17% na produção de massa seca, e acumulou 44% a mais de K na parte aérea da *Brachiaria brizantha* do que o tratamento com correção parcelada anual (Tabela 4).

Tabela 4. Formas de correção do solo sobre a produção de matéria seca e acúmulo de K na parte aérea da *B. brizantha*. Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	Correção do solo	
	Total inicial	Parcelada anual
	(kg kg ⁻¹)	
Produção de massa seca	14.000 a	12.000 b
Teor de K na parte aérea	121 a	84 b

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

Segundo Rossato (2008), a aplicação de calcário, sem incorporação, proporciona um menor contato entre as partículas de solo e o corretivo quando comparado à aplicação seguida por incorporação, determinando que as reações de dissolução ocorram basicamente na superfície do solo. Portanto, acredita-se que os resultados obtidos foram influenciados pelo melhor condicionamento do solo em profundidade nas parcelas com correção total inicial. Dessa forma, possivelmente, houve maior desenvolvimento radicular da forrageira, possibilitando a melhor exploração do perfil do solo, ciclando mais nutrientes e, conseqüentemente, absorvendo maiores teores de K. Vale ressaltar que no tratamento com correção total inicial houve incorporação de 121 kg ha⁻¹ de K₂O no momento da implantação do experimento (correção do perfil), o que pode ter potencializado também, o maior teor desse nutriente na parte aérea da *Brachiaria brizantha*. Já no tratamento com correção parcelada anual a aplicação de K foi de 61 kg ha⁻¹ de K₂O, visando apenas a correção da camada de 0 a 20cm.

Ao analisar o teor de K do solo em função das formas de correção do solo (Tabela 5), observou-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. Portanto,

acredita-se que o maior acúmulo de K observado ocorreu em função da maior produção de massa. Resultados semelhantes foram obtidos por Magalhães et. al (2002) ao estudar relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *B. brizantha*, em que foi obtido maior acúmulo de potássio em função do aumento na produção de matéria seca.

Tabela 5. Influência do tipo de correção do solo (total inicial e parcelada anual) sobre os teores de K no solo na camada de 0-20 cm. Rio Verde-GO, 2013.

Correção do solo	Teor de potássio no solo c mol _c kg ⁻¹
Total Inicial	0,10 a
Parcelada anual	0,09 a

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

Outra hipótese está relacionada com as características físicas do solo, em que o revolvimento proporcionado pelo tratamento com correção total inicial rompeu camadas compactadas o que provavelmente pode ter contribuído para o melhor desenvolvimento e consequente aumento na produção de massa seca da *B. brizantha* neste tratamento. De acordo com Camargo & Alleoni (1997), a *B. brizantha* adapta-se bem na grande maioria dos tipos de solo, porém há dúvidas sobre sua tolerância à compactação do solo, pois apesar de sua rusticidade, a camada compactada pode constituir obstáculo ao livre crescimento de suas raízes, modificando a dinâmica da água, restringindo sua disponibilidade, além de reduzir a aeração do solo (Khan et al., 2000) e acesso a nutrientes.

3.2 Efeito da *Brachiaria brizantha* sobre a produtividade e teor de potássio na parte aérea da cultura da soja.

Em função dos fatores formas de correção do solo, tipos de coberturas de segunda época e doses de potássio, houve diferença significativa para as variáveis produtividade de grãos de soja, teor de K na folha e no solo, matéria orgânica no solo (MOS), exportação de K pelos grãos e balanço de K no sistema de produção (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância para as variáveis avaliadas na cultura da soja, comparando as formas de correção do solo (Cr), os tipos de cobertura de segunda safra (Css), doses de potássio (DK) e interações. Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	CV 1	CV 2	CV 3	F calculado						
				Cr	Css	DK	Cr x Css	Cr x DK	Css x DK	Cr x Css x DK
Produtividade de grãos	11,7	15,9	7,5	0,65	25,58**	0,05	0,66	2,82	0,17	2,41
Teor de K no solo	25,0	21,0	16,1	9,77	11,35*	25,80**	0,31	0,87	0,51	0,72
Teor de MOS ²	4,3	11,0	9,6	26,91*	25,30*	0,51	2,04	0,15	0,64	0,05
Teor de K Foliar	9,3	7,2	9,2	0,11	6,10*	3,77*	0,23	0,44	0,44	0,55
Teor de K nos grãos	5,8	5,1	5,5	0,05	1,04	0,49	2,06	1,13	0,41	0,60
Exportação de K pelos grãos	10,8	20,2	9,1	0,83	17,94*	0,36	0,98	1,86	0,16	3,10*
Balanço de K no sistema	20,9	39,2	17,6	0,83	17,94**	338**	0,98	1,86	0,16	3,11*

**, * P significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; ¹CV: Coeficiente de variação; ²MOS: Matéria orgânica no solo.

A produtividade de grãos de soja foi influenciada apenas pelos tipos de coberturas de segunda safra. A produção de soja na safra 2011/2012 foi, aproximadamente, 20% superior quando adotado a *B.brizantha* como cobertura na segunda safra, diferindo do sistema com pousio na segunda safra (Tabela 7). Os resultados obtidos por Caetano (2010), nas safras anteriores nesse mesmo ensaio também apresentaram maior produção de soja, quando cultivada subsequente à *B.brizantha* em comparação ao pousio.

Tabela 7. Efeito dos tratamentos com tipos de coberturas de segunda safra sobre o rendimento de grãos da cultura da soja (kg ha⁻¹) na safra 2011/2012, Rio Verde-GO, 2013.

Safras	Coberturas de segunda safra	
	<i>B. brizantha</i>	Pousio
2011/2012	3300 a	2760 b

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

O manejo de espécies vegetais de cobertura do solo em semeadura direta também foi avaliado por Muraishi et al. (2005) que observaram maior produtividade de grãos de soja, quando esta foi semeada sobre palhada de *Brachiaria brizantha*.

Acredita-se que, possivelmente, a grande quantidade de palhada deixada no sistema pela *B. brizantha* contribui para a maior produtividade de grãos de soja, pois a semeadura da soja ocorreu num período de veranico, em que foi observado um intervalo de 12 dias sem chuvas (Anexo 2). De acordo com Noce et al. (2008), espécies de gramíneas como as braquiárias têm a capacidade de produzir grandes volumes de massa e, por apresentarem alta relação C/N, essa massa vegetal permanece por mais tempo cobrindo o solo. Dessa forma,

permite uma maior manutenção na umidade do solo e menor temperatura (Salton & Mielniczuk, 1995), reduzindo as perdas de água por evaporação e garantindo boa germinação e desenvolvimento inicial das plantas, quando as entrelinhas da cultura ainda não estão completamente fechadas (Argenton et al, 2005; Franchini et al, 2007).

Além desses fatores, possivelmente a utilização da *B. brizantha* pode ter apresentado melhorias na qualidade física do solo, pois a atividade do sistema radicular das gramíneas, associado à ausência de revolvimento do solo, contribui efetivamente para formação de macroagregados estáveis no solo (Salton et al, 2008). Com isso, há um condicionamento, principalmente em função da formação de bioporos pelas raízes destas forrageiras, permitindo com que as raízes da cultura subsequente se desenvolvam melhor, ampliando a exploração do reservatório de água no perfil do solo. Debiasi et al. (2009), ao estudarem o efeito da *Brachiaria ruziziensis* sobre a qualidade física do solo, encontraram os menores valores de resistência à penetração na camada de 0,1 – 0,2 m nos tratamentos com utilização da *B. ruziziensis* solteira e concluíram que esta gramínea apresenta elevada eficiência em sistemas de rotação de culturas com a soja para melhorar a qualidade física do solo.

Os benefícios citados anteriormente podem estar diretamente relacionados com o teor de matéria orgânica no solo (MOS), pois esta contribui positivamente para importantes atributos do solo, como: atividade biológica; ciclagem de nutrientes; dinâmica da água; resistência à erosão; melhoria da estrutura do solo, principalmente por meio da formação e estabilização de agregados; e complexação de elementos tóxicos às culturas, como o alumínio (Roscoe et al, 2006; Franchini et al, 2011).

De acordo com os resultados obtidos para o teor de MOS, no quinto ano de condução deste experimento (Tabela 6), observou-se que houve efeito significativo em função das formas de correção do solo e tipos de cobertura de segunda safra. Apesar disso, não houve interação significativa entre os fatores avaliados. O teor de MOS, no tratamento com correção parcelada anual (sem revolvimento do solo), foi, aproximadamente, 6% superior ao tratamento com correção total (Tabela 8). Esse resultado concorda com os obtidos por Falleiro et. al (2003), em que, ao avaliar a influência dos sistemas de preparo nos atributos químicos e físicos do solo, constatou maior teor de MO no sistema de semeadura direta quando comparado com o sistema convencional, com utilização do arado de aiveca.

Além disso, ao analisar o teor de MOS em função das formas de cobertura do solo (Tabela 8), observou-se que a utilização de *B. brizantha* proporcionou um incremento de, aproximadamente, 15% quando comparado com o sistema de pousio, e 16% em relação ao teor de MOS, antes da implantação do experimento. Apesar de não ter ocorrido interação

significativa entre as formas de correção do solo e os tipos de coberturas de segunda safra, observa-se que a simples associação do sistema de plantio direto com a utilização de *B. brizantha* em rotação de cultura com a soja, proporcionou numericamente o maior teor de MOS, sendo esta 21% superior, após cinco anos da implantação do ensaio. Balota et al. (1998) evidenciaram que, em áreas com mais de 20 anos de implantação do sistema de plantio direto, o incremento de matéria orgânica, na camada superficial dos solos (0-15 cm), foram equivalentes a 12%. Segundo Bayer & Mielniczuk (1999) e Resck et al. (1999), o não revolvimento do solo, deixando os resíduos vegetais na superfície, reduz a taxa de decomposição da MOS, o que favorece a manutenção e até o acúmulo da mesma.

Tabela 8. Teor de matéria orgânica no solo (0-20cm) após o quinto ano de implantação do experimento em função das formas de correção do solo e tipos de coberturas de segunda. Rio Verde-GO, 2013.

Correção do solo	Coberturas de segunda safra		Média
	<i>B.brizantha</i>	Pousio	
	Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)		
Total Inicial	28,4	25,6	27,0 b
Parcelada anual	31,0	26,1	28,5 a
Média	29,6 A	25,8 B	

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

Outro aspecto que deve ser é a influência da palhada da *B. brizantha* sobre a emergência de plantas daninhas. Segundo Kluthcouski et al. (2003), a palhada de braquiária, além de proporcionar o impedimento físico à germinação, pode liberar substâncias que atuam sobre as sementes das plantas daninhas comprometendo a germinação das mesmas. De acordo com o estudo realizado por Correia et al. (2006), os níveis de palha de *B. brizantha* na ordem de 5,5 t ha⁻¹, foram suficientes para reduzir significativamente a germinação de plantas daninhas na área. Portanto, uma vez que essas plantas daninhas podem interferir no rendimento da cultura da soja, acredita-se que a soja cultivada sobre palhada de *B. brizantha* também pode ser beneficiada por este fator.

Os teores de K no solo e na folha da cultura da soja foram influenciados significativamente pelo tipo de cobertura do solo e pelas doses de K aplicadas (Tabela 6).

O teor de K no solo nas parcelas com pousio foi superior às parcelas com *B. brizantha* (Tabela 9). Visto que a coleta de solo foi realizada após a colheita da soja, acredita-se que o menor teor de K ocorreu em função da maior produtividade de soja nesse

tratamento, ou seja, houve maior extração por unidade de área e, conseqüentemente, maior exportação desse nutriente pelos grãos da cultura.

Tabela 9. Efeito do tipo de cobertura de segunda safra sobre o teor de potássio no solo (0-20 cm) após o quinto ano de implantação do experimento. Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	Coberturas de segunda safra	
	<i>B.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, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor de K no solo e foliar apresentaram aumento linear em função do incremento das doses de K (Figura 2A e 2B). Apesar disso, as doses aplicadas não afetaram a produtividade da soja (Tabela 6). Mesmo o teor de K no solo, estando abaixo do adequado, o teor foliar manteve-se dentro da faixa adequada independente das doses aplicadas.

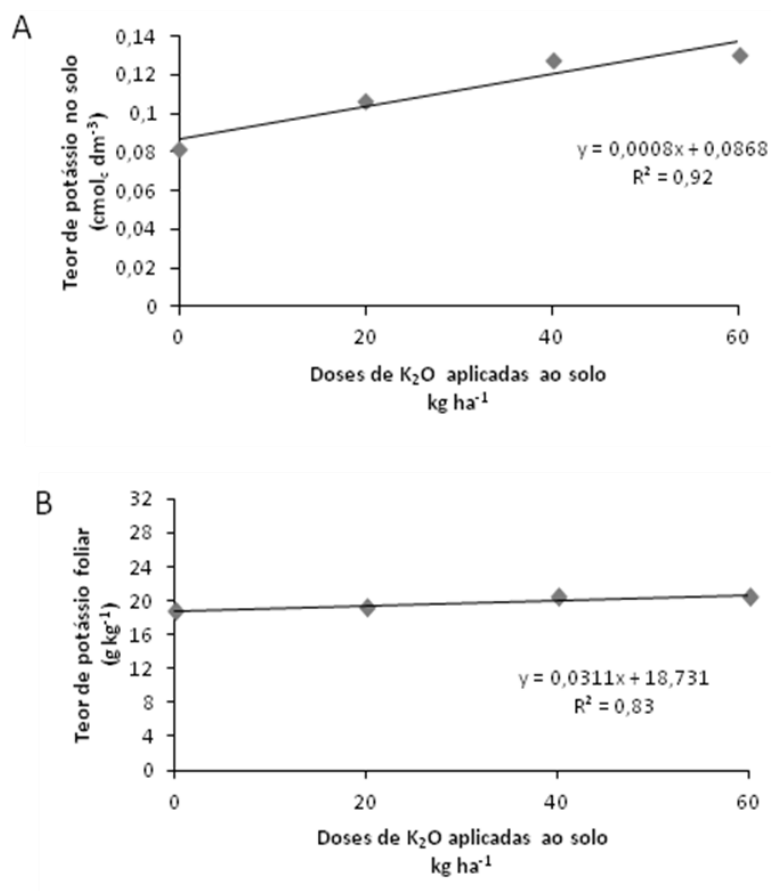


Figura 2. Efeito das doses de potássio aplicadas sobre o teor de K no solo (A) e teor de K foliar (B). Rio Verde-GO, 2013.

Supõe-se que a fração de K não trocável do solo possa estar contribuindo de certa forma para tal resultado. Todos os solos apresentam formas de K não-trocável, sendo esta variável de acordo com o tipo de solo (Werle et al., 2008). O K não-trocável do solo e o K dos restos de cultura podem contribuir para a nutrição das plantas (Raij et al., 1996), sendo que o suprimento desse nutriente advém da solução e dos sítios de troca dos colóides do solo (Rosolem et al., 2006). Portanto, novos estudos devem ser feitos para determinação do K não-trocável visando ao melhor entendimento da possível contribuição desta fração.

Analisando o teor foliar de K na cultura da soja em função do tipo de cobertura de segunda safra (Tabela 10), observa-se maior absorção desse nutriente nas parcelas em que a soja foi cultivada sobre a palhada de *Brachiaria brizantha*, diferindo do plantio sobre o pousio. Uma vez que a absorção de K depende principalmente do processo de difusão (Ruiz et al. 1999; Parfitt, 1989) e esse mecanismo está diretamente relacionado com o conteúdo volumétrico de água no solo (Costa et al. 2006; Ernani et al. 2007), acredita-se que um dos fatores que contribuiu para a maior absorção desses nutrientes, no tratamento com cobertura de *B. brizantha* foi a manutenção hídrica proporcionada pela cobertura morta residual. Observou-se que, no período do florescimento da cultura, no mês de novembro, houve irregularidades climáticas e baixo volume de água acumulado (Figura 1). Além disso, a ciclagem de K proporcionada pela *B. brizantha* pode ter contribuído também para o maior teor de K foliar na cultura da soja, uma vez que essa forrageira acumulou, aproximadamente, 121 kg ha⁻¹ de K (Tabela 4), minimizando o efeito das doses de K aplicados ao solo na cultura da soja.

Com relação ao teor K nos grãos, estes não apresentam diferença significativa em função dos tratamentos avaliados (Tabela 6).

Tabela 10. Teores de potássio nas folhas da cultura da soja em função do tipo de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	Coberturas de segunda safra	
	<i>B.brizantha</i>	Pousio
	(g kg ⁻¹)	
Teor de K foliar	20 a	19 b

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

3.3 Balanço de potássio no sistema de produção

A maior exportação de K observada no tratamento com utilização de *B.brizantha* ocorreu devido à maior produtividade de soja obtida pela utilização dessa cobertura (Tabela 11).

Tabela 11. Exportação de potássio pelos grãos da cultura da soja em função do tipo de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.

Característica avaliada	Coberturas de segunda safra	
	<i>B.brizantha</i>	Pousio
	(kg ha ⁻¹)	
Exportação de K pelos grãos	57 a	47 b

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

De acordo com os resultados obtidos para o balanço de K, na análise de variância (Tabela 5), observou-se que houve interação tripla entre os fatores formas de correção do solo, tipos de coberturas de segunda safra e doses de potássio.

Analisando os resultados da interação tripla (Tabela 12), percebeu-se que o balanço de K foi mais negativo quando utilizou-se *B.brizantha* como cobertura de segunda safra. Esse efeito é relacionado diretamente à maior exportação desse nutriente em função da maior produtividade de grãos de soja obtida nesse tratamento. Analisando o efeito das doses aplicadas sobre o sistema, observou-se que, apesar de ser negativo em quase todas as doses avaliadas, houve uma tendência crescente ao equilíbrio na medida em que se aumentou a dose de K, independente do tipo de correção do solo e da cobertura de segunda safra utilizada. No entanto, quando se adotou o pousio como cobertura de segunda safra 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 anual. Acredita-se que o residual da correção de K no tratamento com correção total inicial tenha proporcionado esse efeito. A mesma tendência foi observada quando a *B.brizantha* foi utilizada como cobertura de segunda safra, ou seja, houve diferença significativa entre as formas de correção do solo em função da dose aplicada.

Tabela 12. Balanço médio de K no sistema, em kg ha⁻¹, em função das formas de correção do solo, dos tipos de cobertura de segunda safra e das doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

		Pousio			
		Doses de Potássio (kg ha ⁻¹ de K ₂ O)			
Correção do solo		0	20	40	60
		kg ha ⁻¹ de K			
Correção Total inicial	Entrada	0	17	33	50
	Saída	46	47	42	59
	Balanço	-46a	-30a	-9a	9a
Correção Parcelada anual	Entrada	0	17	33	50
	Saída	45	46	48	52
	Balanço	-45a	-29a	-15a	-2b
Balanço médio		-46	-30	-12	3,3
<i>Brachiaria brizantha</i>					
Correção Total inicial	Entrada	0	17	33	50
	Saída	60	55	57	58
	Balanço	-60a	-38a	-24a	-8a
Correção Parcelada anual	Entrada	0	17	33	50
	Saída	55	60	54	57
	Balanço	-55b	-43b	-21a	-7b
Balanço médio		-58	-41	-23	-8

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

4. CONCLUSÕES

A utilização da *B.brizantha* como planta de cobertura na segunda safra proporciona benefícios à cultura da soja cultivada subsequente;

A correção do perfil do solo contribuiu para um melhor desenvolvimento da *B.brizantha* e, conseqüentemente, maior ciclagem de potássio;

De acordo com o manejo adotado no sistema de produção, as doses de potássio utilizadas estão abaixo da quantidade necessária para manter o balanço positivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I. Fatores que interferem na eficiência da adubação fosfatada. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. (Ed.). **Fósforo na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2004. p. 537-558.
- ARGENTON, J. et al. Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 425-435, 2005.
- BALOTA, E. L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, p. 641-649, 1998.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Genesis, p. 9-26, 1999.
- BERNARDES, L. F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2003.
- CAETANO, J. O. **Correção do solo e sistemas de rotação de culturas sobre a absorção de nutrientes e produção de soja**. 2011. 96 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Solo e Água)-Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.
- CAETANO, J. O. et al. Influência de sequencias de cultivo e calagem em um Latossolo Vermelho sobre os seus atributos químicos e produtividade de soja. In: XXIX REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29., 2010, Guarapari. **Anais...** Guarapari: Fertbio 2010. 1 CD ROM.
- CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: **Degaspar**, 1997. 132 p.
- CARVALHO, M. A. C. et al. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, nov. 2004.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.
- CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 24, n. 2, p. 245-253, 2006.

COSTA, J. P. V. et al. FLUXO difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n. 4, p. 828-835, 2006.

CUNHA, J. F.; CASARIN, V.; PROCHNOW, L. I. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 130, p. 1-11, 2010.

DEBIASI, H. et al. Uso de forrageiras tropicais em sistemas de sucessão com a soja e sua relação com a qualidade física do solo na região do basalto paranaense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009; MERCOSOJA, 2009, Goiânia. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2009. 1 CD-ROM.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2006.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 551-594.

FALLEIRO, R. M. et al. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 6, p. 1097-1104, 2003.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

FRANCHINI, J.C.; COSTA, J. M.; DEBIASI, H.; TORRES, E. **Importância da rotação de culturas para a produção agrícola no Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 52p. (Documentos, 327).

FRANCHINI, J. C. et al. **Contribuição de sistemas de manejo do solo para a produção sustentável da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4 p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 46).

KHAN, A. R. et al. Soil aeration under different soil surface conditions. **Journal of Agronomy and Crop Science**. v. 185, n. 2, p. 105-112, 2000.

KLIEMANN, J. H.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distrófico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Cultivo do feijoeiro em palhada de braquiária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. (Documentos, 157).

MAGALHÃES, R. T.; OLIVEIRA, I. P.; KLIEMANN, H. J. Relações da produção de massa seca e as quantidades de nutrientes exportados por *Brachiaria brizantha* em solos sob o manejo pelo sistema "Barreirão". **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 13-20, 2002.

MURAISHI, C. T. et al. Manejo de espécies vegetais de cobertura do solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2 p.199-206, 2005.

NOCE, M. A. et al. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 3, p. 265-278, 2008.

OLIVEIRA, P. **Consórcio de milho com adubos verdes e manejo da adubação nitrogenada no cultivo de feijão em sucessão no sistema Integração Lavoura-Pecuária no Cerrado**. 2010. 125 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PARFITT, R. L. Phosphate reactions with natural allophane, ferrihydrite and goethite. **Journal of Soil Science**, Oxford, v. 40, p. 359-369, 1989.

RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, Fundação IAC, 1996. 285 p.

RESCK, D. V. S. et al. Impact of conversion of Brazilian Cerrados to cropland and pasture land on soil carbon pool and dynamics. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Ed.). **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: CRC, 1999.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**. Dourados, MS: EMBRAPA, 2006.

ROSOLEM, C.A. et al. Potássio no solo em consequência da adubação sobre a palha de milho e chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 6, p. 1033-1040, 2006.

ROSSATO, O. B. **Correção da acidez em subsuperfície em um Latossolo de textura franco-arenosa sob plantio direto**. 2008. 90 p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

RUIZ, H. A.; MIRANDA, J.; CONCEIÇÃO, J. C. S. Contribuição dos mecanismos de fluxo de massa e de difusão para o suprimento de K, Ca, Mg às plantas de arroz. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, p. 1015-1018, 1999.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 313-319, 1995.

SALTON, J. C. et al. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, p. 11-21, 2008.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SOARES, J.; ESPINDOLA, C. Geotecnologias no planejamento de assentamentos rurais: premissa para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Nera**, Presidente Prudente, Ano 11, n. 12, 2012.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Ed.) **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiária para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.

WERLE, R.; GARCIA, R. A.; ROSOLEM, A. C. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008.

CAPÍTULO 2

PRODUTIVIDADE DA SOJA E SUA EFICIÊNCIA NO USO DE POTÁSSIO EM SUCESSÃO A MILHO CULTIVADO SOLTEIRO E CONSORCIADO COM BRAQUIÁRIA

RESUMO

O objetivo foi avaliar a influência do sistema de cultivo milho e o de milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* na segunda safra sobre a produtividade de grãos da cultura da soja cultivada no verão subsequente e balanço de potássio. O ensaio foi realizado em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subsubdivididas 2 x 2 x 4, onde na parcela principal foram realizados as formas de correção do solo: total inicial e parcelada anual. Nas subparcelas, foram implantados os tipos de cobertura de segunda safra, milho e milho consorciado com *B. ruziziensis*. Na subsubparcela foram aplicados quatro doses de cloreto de potássio: 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, aplicado em cobertura aos 20 dias após a emergência da cultura da soja. O milho cultivado solteiro e o consorciado na segunda safra foram semeados no mês de Fevereiro de 2011. A *Brachiaria ruziziensis* foi semeada junto ao adubo de plantio do milho na dose de 7 kg ha⁻¹ de sementes. A semeadura de soja foi realizada no mês de outubro de 2011. A produção de grãos de milho na segunda safra foi afetada diretamente pela consorciação. As doses de potássio utilizadas proporcionaram efeito negativo sobre o acúmulo de K nos grãos da cultura do milho. A soja cultivada sobre os restos culturais de milho e *B. ruziziensis* foi beneficiada pela ciclagem de K deste sistema, não respondendo às doses de K aplicadas ao solo. Por outro lado, a soja cultivada sobre os restos culturais de milho apresentou resposta linear às doses aplicadas de K por não haver ciclagem de nutrientes proporcionados pela espécie forrageira. A produção de grãos de soja foi superior nas parcelas com correção inicial do solo, sem aplicação de K, quando comparada com as parcelas com correção parcelada anual. A produtividade de grãos da soja cultivada sobre os restos de culturas de milho e *B. ruziziensis* diferiu da produzida sobre os restos culturais de milho apresentando maior rendimento na dose zero de potássio. O balanço de potássio no sistema foi negativo independente da cobertura, sendo menos negativo com o aumento das doses de potássio aplicado ao solo.

Palavras-chave: *Brachiaria ruziziensis*, balanço de potássio, residual no solo, déficit hídrico.

SOYBEAN PRODUCTIVITY AND ITS EFFICIENCY BY USING POTASSIUM IN SUCCESSION TO SINGLE CULTIVATED CORN AND INTERCROPPED WITH BRACHIARIA

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of corn cultivation system and corn intercropped with *Brachiaria ruziziensis*, in the second harvest, on grain productivity of soybean cultivated in the subsequent summer and potassium balance. The assay was performed in delineation of randomized blocks design with four replications, in a split split plot 2 x 2 x 4, where in the main plot were realized the forms of soil correction: initial total and annual installments. In the subplot were deployed the second harvest types of coverage, corn and corn intercropped with *B. ruziziensis*. In the subsubplot were used four doses of potassium chloride: 0, 20, 40 and 60 kg ha⁻¹ de K₂O, applied as top dressing at 20 days after emergence of soybean. The single cultivated corn and the intercropping corn in the second harvest were sown in February 2011. *Brachiaria ruziziensis* was sown with the corn manure planting in a dose of 7 kg ha⁻¹ of seed. The soybean sowing was performed in October 2011. The corn grain production in the second harvest was directly affected by the consortium. The used potassium dosage caused negative effect on K accumulation in corn grains. The soybean cultivated on cultural remains of corn and *B. ruziziensis* was benefited by the K cycling of this system, not responding to the K dosage applied in the soil. On the other hand, the soybean cultivated on the cultural rests of corn presented linear response to the dosage of K applied, because there was no nutrient cycling provided by the forage species. The soybean grain production was higher in plots with soil initial correction, without K application, when compared with plots with annual installments correction. The productivity of soybean grain cultivated on cultural remains of corn and *B. ruziziensis* differed from the produced on cultural rests of corn, presenting higher income at zero dose of potassium. The potassium balance in the system was negative irrespective of coverage, being less negative with higher dosage of potassium applied to the soil.

Key-words: *Brachiaria ruziziensis*, potassium balance, residuals in the soil, hydric deficit.

1. INTRODUÇÃO

O termo sustentável tem sido amplamente utilizado nas mais diversas áreas, inclusive, na agricultura. A sustentabilidade do sistema produtivo fundamenta-se basicamente na utilização do solo com elevada eficiência sem comprometer os cultivos futuros.

A otimização no uso dos insumos tem sido um grande desafio em meio às adversidades do sistema de produção agrícola. Os insumos que se destacam são os fertilizantes, os quais compõem a maior parte do custo de produção. Nos cultivos com alta tecnologia, esses custos podem ultrapassar a 26% do custo total de produção (Fageria, 1998; Menegatti e Barros, 2007). Além disso, as culturas anuais apresentam baixa taxa de recuperação de nutrientes (Baligar & Bennett, 1986). Assim, novos componentes têm sido avaliados junto aos cultivos principais, como por exemplo, a consorciação do milho com uma espécie forrageira na entressafra, produzindo grão e forragem na mesma área e no mesmo período de cultivo.

O cultivo em consórcio é basicamente um sistema em que, numa mesma área, são implantadas duas ou mais espécies, convivendo juntas, em parte ou em todo seu ciclo, possibilitando aumento de produtividade (Portes et al., 2003). Para garantir o pleno estabelecimento da forrageira e a produtividade da cultura, uma série de fatores devem ser considerados como: a fertilidade do solo; a ocorrência de plantas daninhas; a compatibilidade entre espécies; e a competição por recursos entre as espécies consorciadas (Jakelaitis et al., 2005).

As pastagens bem formadas mantêm o solo coberto e favorecem o incremento de matéria orgânica ao sistema (Carvalho et al., 2005). Dentre as forrageiras disponíveis, as braquiárias se destacam por apresentar alta capacidade de produção de massa seca, com elevada relação carbono/nitrogênio (Noce et al. 2008), ou seja, a palhada residual da braquiária permanece por maior tempo na superfície do solo. Dessa forma, contribui como barreira física sobre a germinação de sementes de plantas daninhas, manutenção da umidade do solo, redução do escoamento superficial e favorecimento da infiltração de água, contribuindo com a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Hernani et al. 1997, 1999; Franzluebbbers, 2007; Barducci et al., 2009). O sistema de rotação de culturas pode afetar de forma diferente esses atributos, sendo que a escolha das culturas a serem implantadas pode influenciar diretamente a qualidade do solo, em

especial a densidade e o teor de matéria orgânica (Fonseca et al., 2007). De forma geral, esses atributos são considerados peças chaves para o desenvolvimento de sistemas de produção mais sustentáveis (Vilela et al., 2011).

As propriedades química, física e biológica do solo podem ser comprometidas com o cultivo consecutivo de culturas com pouca produção de palha (Vilela et al., 2003). Nessas condições, a perda de matéria orgânica do sistema é frequente. Diante desse fato, a inserção da espécie forrageira por meio da consorciação entre espécies é uma alternativa para a manutenção desses sistemas produtivos. As pastagens sem consórcio, quando bem manejadas, contribuem com a manutenção do teor de matéria orgânica do solo, além de apresentar eficiência superior na ciclagem de nutrientes quando comparadas com culturas anuais (Cruz, 2007).

Portanto, o objetivo foi avaliar a influência dos sistemas de produção com milho e milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* na segunda safra sobre a produtividade de grãos da cultura da soja e balanço de potássio no solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo, em Rio Verde – GO, latitude 17°45'49.13"S e longitude 51°01'57.47" O e altitude de 845m. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Embrapa, 2006) com textura argilosa (Tabela 13).

Tabela 13. Caracterização química e análise textural do solo em 10/10/2007, antes da implantação do experimento (n=8). Rio Verde-GO, 2013.

Camada	pH CaCl ₂	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺		H+Al	K ⁺	
(cm)	-	c mol _c dm ⁻³						
0-20	4,93	2,56	0,54	0,05		3,13	0,1	
20-40	4,48	1,21	0,57	0,26		3,74	0,08	
Camada	Pmehlich	MOS*	CTC pH7	m V		Argila	Silte	Areia
(cm)	mg m ⁻³	g dm ⁻³	c molc dm ⁻³	%		g kg ⁻¹		
0-20 cm	10,47	25,51	6,33	1,61	50,61	381	84	536
20-40 cm	1,84	20,45	5,3	14,15	29,44	394	88	519

Adaptado de Caetano, 2010; *MOS: Matéria orgânica do solo.

O experimento foi instalado em 18 de outubro de 2007, os resultados utilizados foram os da segunda safra em 2011 e safra verão 2011/2012. 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 800m) foram aplicados as duas formas de manejo de solo: correção total inicial e correção parcelada anual; nas subparcelas, com área de 240 m² (12 x 20m), foram aplicadas os dois tipos de cobertura vegetal: milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* e milho; nas subsubparcelas, com área de 60 m² (6 x 10m), foram constituídas pelas doses de KCl correspondentes a 0, 20, 40 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, aplicadas aos 20 dias após o plantio.

A implantação dos tratamentos com as correções de solo (total inicial e parcelada anual) ocorreu na instalação do experimento, em 18/10/2007 (Caetano, 2011). A semeadura de milho e *B. ruziziensis* foi realizada em 20/11/2007. O solo das parcelas com correção total inicial foi manejado com grade aradora contendo discos de 28 polegadas. Posteriormente, foi aplicado 1,7 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (295 g kg⁻¹ de CaO, 168 g kg⁻¹ de MgO) e incorporado por arado de aiveca a 40 cm de profundidade. Na sequência, foi aplicado mais 1,7 t ha⁻¹ de calcário e KCl correspondendo à 121 kg ha⁻¹ de K₂O, incorporados com grade leve com discos de 22 polegadas, totalizando 3,4 t ha⁻¹ de calcário. A dose de calcário foi calculada pelo método de saturação por bases, para elevá-la a 65%, na camada de 0 a 40 cm, corrigindo-se para níveis adequados de Ca, Mg e K (Sousa & Lobato, 2004).

O solo da parcela com correção gradual anual recebeu na implantação do ensaio 0,85 t ha⁻¹ de calcário correspondente a 1/4 da calagem do tratamento com correção total inicial 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 t ha⁻¹ de calcário, conforme foi realizado anteriormente.

Os tratamentos das subparcelas foram os tipos de cobertura vegetal do solo, sendo que o cultivo de verão é sempre a cultura da soja. A cobertura vegetal na segunda safra correspondeu à utilização de *Brachiaria ruziziensis* consorciada com milho e milho (Tabela 14).

Tabela 14. Tratamentos empregados nas parcelas e subparcelas e histórico de cultivo ao longo dos últimos três anos. Rio Verde-GO, 2013.

Tratamentos		Safr 2009/2010		Safr 2010/2011		Safr 2011/2012	
Parcela	Subparcela	Verão	Segunda safra	Verão	Segunda safra	Verão	Segunda safra
Correção do solo	Coberturas de segunda safra						
Total inicial	Milho consorciado com <i>B. ruziziensis</i>	Soja	<i>B. ruziziensis</i>	Soja	Milho + <i>B. ruziziensis</i>	Soja	Milho + <i>B. ruziziensis</i>
	Milho	Soja	Milho	Soja	Milho	Soja	Milho
Parcelada anual	Milho consorciado com <i>B. ruziziensis</i>	Soja	<i>B. ruziziensis</i>	Soja	Milho + <i>B. ruziziensis</i>	Soja	Milho + <i>B. ruziziensis</i>
	Milho	Soja	Milho	Soja	Milho	Soja	Milho

Nas subsubparcelas, aplicaram-se as doses de cloreto de potássio equivalentes a 0, 20, 40, e 60 kg ha⁻¹ de K₂O. As aplicações de KCl foram realizadas a lanço, aos 20 dias após o semeadura da soja.

O plantio das coberturas de segunda época ocorreu no dia 17 de fevereiro de 2011. Na consorciação, a *Brachiaria ruziziensis* foi semeado junto ao adubo do milho na dose de 7 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis. A adubação de plantio foi realizada com 150 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico (MAP). O plantio de soja na safra de verão foi realizado no dia 20 de outubro de 2011, a cultivar utilizada foi a Monsoy M7211RR de ciclo precoce. A adubação de plantio foi realizada com 300 kg ha⁻¹ de superfosfato simples. O histórico pluviométrico mensal da área em estudo está representado na figura 3. Houve a ocorrência de um veranico de 12 dias no final do mês de outubro, estendendo-se ao início do mês de novembro (Anexo 2).

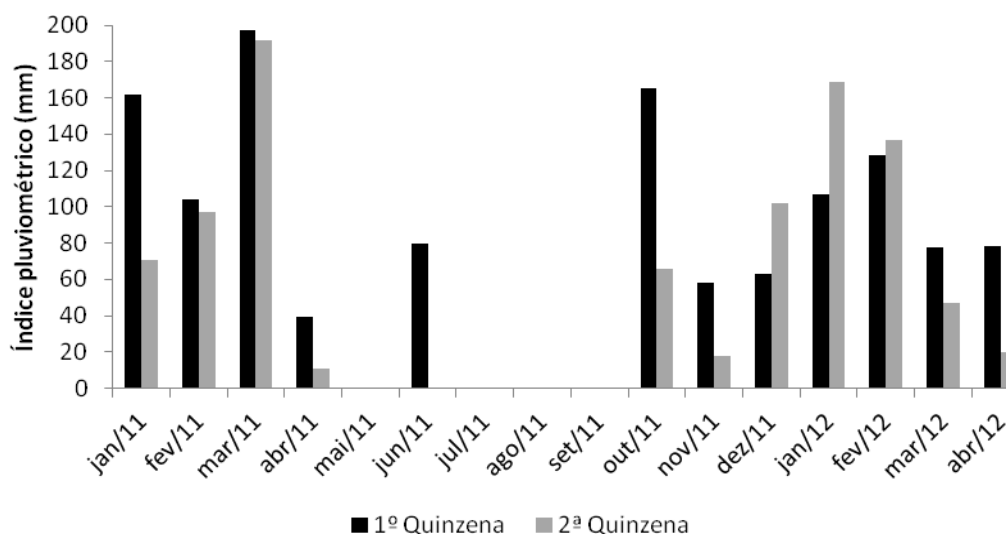


Figura 3. Regime pluviométrico durante o período de condução do ensaio na área experimental do Centro Tecnológico da Comigo. Rio Verde, GO, 2013.

No início do florescimento da cultura da soja (estádio R1), foi realizada amostragem foliar, coletando-se a terceira folha do ápice para a base, em 30 plantas por subsubparcela (Silva, 1999) para determinação do nível de K nas folhas.

A amostragem do solo foi realizada após a colheita dos grãos de soja, na profundidade de 0 a 20 cm. As amostras foram coletadas de acordo com a metodologia para áreas adubadas em linha (CQFS RS/SC, 2004). O instrumento utilizado foi uma furadora com trado rosca. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira com malha de 2 mm. Foram analisados: o pH em CaCl_2 ; o teor de matéria orgânica; os teores trocáveis de Ca, Mg, K e Al; a acidez potencial (H+Al); e os teores de P, Fe, Mn, Cu e Zn (Mehlich), segundo metodologia proposta por Silva (1999).

Foram determinados os rendimentos de grãos do milho cultivado e consorciado com *B. ruziziensis* na segunda safra e soja na safra verão; o teor de K foliar e nos grãos de milho e soja e calculada a exportação de K através dos grãos de soja e o balanço de K no sistema produtivo.

Os teores de K nos grãos foram determinados de acordo com metodologia para determinação de nutrientes na folha (Silva, 1999) e a exportação de K foi estimada a partir dos teores no grão e da produtividade do tratamento em questão. O balanço de K foi calculado pela diferença entre a entrada e saída deste nutriente do sistema expresso em kg ha^{-1} de K.

Os dados foram tabulados e analisados utilizando-se o programa estatístico Sisvar para análise de variância, teste de médias e regressão (Ferreira, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção e teor de potássio nos grãos da cultura do milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis*.

Houve diferença significativa para todas as variáveis avaliadas (Tabela 15).

Tabela 15. Análise de variância das variáveis avaliadas na cultura do milho, comparando diferentes formas de correção do solo (Cr), tipos de coberturas de segunda safra (Css), doses de potássio (DK) e interações. Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	CV 1	CV 2 (%)	CV 3	F calculado						
				Cr	Css	DK	Cr x Css	Cr x DK	Css x DK	Cr x Css x DK
Produtividade de grãos	45,65	22,63	18,31	8,47	40,06**	6,08**	1,62	1,02	4,30*	0,638
Teor de K no grão	34,25	11,88	11,56	0,062	5,26	8,09**	0,88	0,18	0,69	0,285
Exportação de K pelos grãos	37,34	32,09	19,86	11,91*	12,92*	2,19	2,54	1,01	5,39**	0,21

**, * P significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Analisando a produtividade de grãos de milho (Tabela 15), observa-se que houve interação significativa entre os fatores tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio. O cultivo solteiro apresentou maior produtividade de grãos do que o milho cultivado em consorciado com a *B. ruziziensis* em todas as doses de potássio avaliadas, exceto na dose zero, mostrando que, possivelmente, houve competição entre a cultura do milho e a *B. ruziziensis* pelos recursos do meio (Tabela 16). Provavelmente, os resultados foram influenciados pelas condições climáticas da época de cultivo, pois o florescimento da cultura coincidiu com um veranico na segunda quinzena do mês de abril (Figura 3). De forma geral, os cultivos de segunda época passam por limitações hídricas em função da redução do regime pluviométrico (Sereia et al, 2012). Nesse período, as culturas apresentam maior sensibilidade às competições intra e interespecíficas, refletindo na produtividade. Segundo Kasele et al. (1994), o milho apresenta relativa tolerância ao déficit hídrico durante a fase vegetativa, no entanto, seu crescimento pode ser reduzido em função do decréscimo da área foliar e biomassa (Bergamaschi et al, 2006). Além disso, a baixa disponibilidade de água no solo, durante o período do pré-florescimento, afeta o desenvolvimento das estruturas vegetativas das plantas, reduzindo a capacidade de produção de biomassa pela cultura (Santos & Carlesso, 1998). Tais aspectos afetam os fatores de produção, comprometendo diretamente a produtividade final da cultura (Zinselmeier et al, 1995; Magalhães & Durães, 2006). Brambilla et al. (2009) observaram redução de aproximadamente 50% na produtividade de milho quando submetido ao consórcio com *B. Ruziziensis* na segunda safra. Experimentos avaliando o consórcio de milho com forrageiras demonstraram redução média de, aproximadamente, 5% na produtividade de grãos (Alvarenga et al 2006). No entanto, em outras situações, a consorciação não diferiu significativamente do milho cultivado, conforme os resultados obtidos por Kluthcouski et al. (2000), Tsumanuma (2004), Borghi e Crusciol (2007), Silva et al. (2007) e Richart et al, (2010).

Tabela 16. Produtividade de grãos de milho em função dos tipos de coberturas de segunda safra (Css) e doses de potássio (DK). Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de segunda safra	Doses de Potássio (kg ha ⁻¹)				Média
	0	20	40	60	
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	3159 a	3095 b	3733 b	3197 b	3296
Milho cultivado solteiro	3602 a	4903 a	5022 a	5406 a	4733
Média	3381	3999	4378	4302	

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

Ao analisar o desdobramento da dose de potássio dentro dos tipos de cobertura de segunda safra, o milho de cultivo solteiro apresentou resposta linear positiva às doses aplicadas de K. Já no milho cultivado, consorciado com *B. ruziziensis*, não foi observado resposta à aplicação de K (Figura 4).

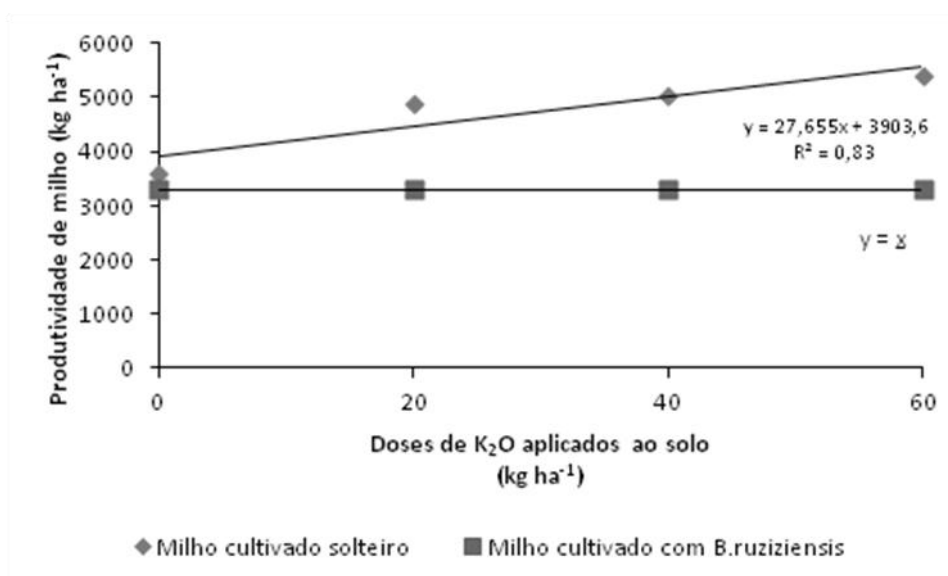


Figura 4. Doses de potássio aplicadas no solo sobre o rendimento de grãos da cultura do Milho cultivado e consorciado com *B. ruziziensis*. Rio Verde-GO, 2013.

Analisando teor de potássio (K) nos grãos do milho (Tabela 15), observa-se que houve diferença apenas em função das doses de potássio. A resposta é linear negativa em função das doses de K aplicadas ao solo (Figura 5). Possivelmente, houve efeito de diluição, em que os tratamentos que produziram mais grãos apresentaram menores teores de K.

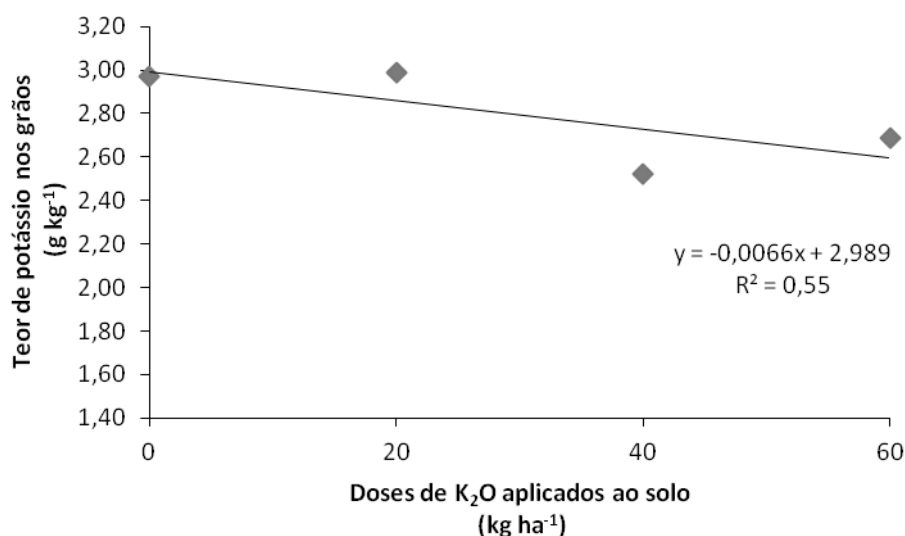


Figura 5. Doses de K aplicadas ao solo sobre o teor de K nos grãos do milho cultivado na segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.

O teor de K exportado pelos grãos diferiu estatisticamente em função da forma de correção do solo e da interação entre os tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio (Tabela 15). O tratamento, com correção total inicial, apresentou exportação de K 30% superior ao tratamento com correção parcelada anual (Tabela 17). O tratamento com correção total inicial recebeu 121 kg ha⁻¹ de K₂O visando à elevação do teor de K a níveis adequados na camada de 0-40cm. Acredita-se que tal efeito ainda ocorra uma vez que o teor de K médio no solo para essa forma de correção é, aproximadamente, 21% superior à correção parcelada anual (Anexo 1).

Tabela 17. Formas de correção do solo sobre a exportação de K pelos grãos da cultura do milho. Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	Correção do solo	
	Total Inicial	Parcelada Anual
	(kg ha ⁻¹)	
Exportação de K pelo grão	13,00 a	9,00 b

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

Avaliando a interação entre os tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio, observou-se que houve maior exportação de K nas parcelas com milho cultivado solteiro nas doses de 20 e 60 kg ha⁻¹ quando comparado ao milho consorciado com *B. ruziziensis* (Tabela 18). A exportação de potássio é definida em função da produção de grãos

e do acúmulo do nutriente nos mesmos, então a diferença na produtividade de grãos do milho possivelmente afetou os valores exportados.

Tabela 18. Exportação de K pelos grãos de milho em função dos tipos de cobertura de segunda safra (Css) e doses de potássio (DK). Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de Segunda safra	Doses de Potássio (kg ha^{-1})				Média
	0	20	40	60	
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	9,70 a	9,60 b	10,00 a	8,00 b	9,40
Milho cultivado solteiro	10,00 a	14,00 a	12,00 a	14,00 a	13,00
Média	9,70	9,60	9,80	8,30	

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

Para as doses de potássio, dentro de cada tipo de cobertura de segunda safra, apenas as médias do tratamento milho cultivado solteiro ajustou-se ao modelo linear (Figura 6).

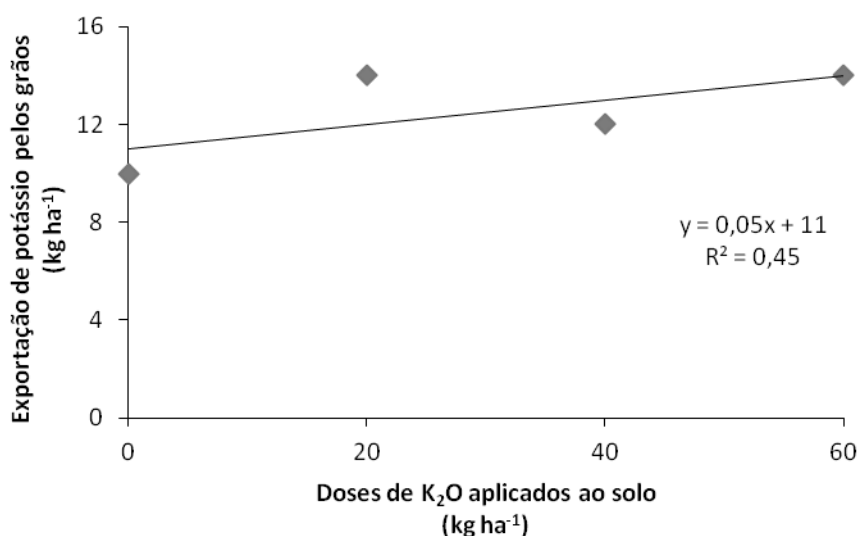


Figura 6. Efeito das doses de K aplicadas ao solo sobre a exportação de K nos grãos. Rio Verde-GO, 2013.

Como a exportação de nutrientes é calculada a partir da produtividade de grãos e do teor de nutriente no grão, os resultados foram influenciados diretamente pela produtividade a qual foi maior nas parcelas de milho cultivado.

3.2 Produtividade de soja e absorção de potássio em sucessão ao milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis* na segunda safra

O rendimento de grãos diferiu significativamente em função das interações entre formas de correção do solo e doses de potássio, e entre os tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio (Tabela 19).

Tabela 19. Análise de variância para as variáveis formas de correção do solo (Cr), tipos de coberturas de segunda safra (Css), doses de potássio (DK) e interações, Rio Verde-GO, 2013.

Características avaliadas	CV 1	CV 2 (%)	CV 3	F calculado						
				Cr	Css	DK	Cr x Css	Cr x DK	Css x DK	Cr x Css x DK
Produtividade de grãos de soja	12	10	8	0,02	6,55*	3,70*	2,20	4,36*	3,19*	0,61
Teor de K no solo	28	11	23	6,67	50,11**	10,06**	1,29	0,26	0,59	0,65
Teor de K na folha de soja	8	10	7	5,18	13,20*	5,53**	6,74*	0,15	1,70	1,43
Teor de K no grão de soja	1	3	5	2,16	29,83**	0,68	10,83*	0,36	0,36	0,98
Exportação de K pelos grãos de soja	12	9	8	0,05	19,27**	3,71*	6,34*	4,26*	3,27*	1,23
Balanço de K do sistema	27	14	17	4,17	2,09	4,06**	1,53	3,40*	5,59**	1,00

**, * p significativo, a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

Houve diferença significativa entre as formas de correção do solo e doses de potássio sobre a produtividade da soja (Tabela 20), observa-se que o tipo de correção do solo diferiu apenas na dose zero, em que a correção total inicial apresentou a maior produtividade. Na implantação do ensaio, o tratamento, com correção total inicial, recebeu 121 kg/ha de K₂O incorporado com grade leve. Acredita-se que, mesmo o K sendo um elemento com elevada mobilidade no solo, o efeito residual dessa adubação proporcionou maior produtividade comparado à correção parcelada anual. Resultados sobre a movimentação de K no perfil do solo, obtidos por Werle et al (2008), demonstraram que cerca de 39% do K aplicado na forma de K₂O (120 kg ha⁻¹) percolou no perfil do solo. Apesar disso, o teor final de K no solo foi 36% superior ao da dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O. Portanto, mesmo submetido aos efeitos da lixiviação, as maiores doses apresentam maior efeito residual.

Tabela 20. Produtividade da cultura da soja (kg ha⁻¹) em função das formas de correção do solo e das doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

Formas de correção do solo	Doses de Potássio (kg ha ⁻¹)				Média
	0	20	40	60	
Total inicial	2820 a	2940 a	2700 a	2760 a	2805
Parcelada anual	2520 b	2820 a	2820 a	2940 a	2775
Média	2670	2880	2760	2850	

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

Ao verificar a produtividade de grãos em função do desdobramento das doses dentro das formas de correção do solo (Figura 7), nota-se que houve efeito significativo destas apenas sobre a produtividade de soja nas parcelas com correção parcelada anual. Tais resultados evidenciam a resposta às doses de K no sistema com correção parcelada, o qual recebeu apenas 61 kg ha⁻¹ de K₂O na implantação do ensaio. Portanto, acredita-se que a dose de 121 kg ha⁻¹ de K₂O, aplicada na correção total inicial, ainda contribui para o sistema.

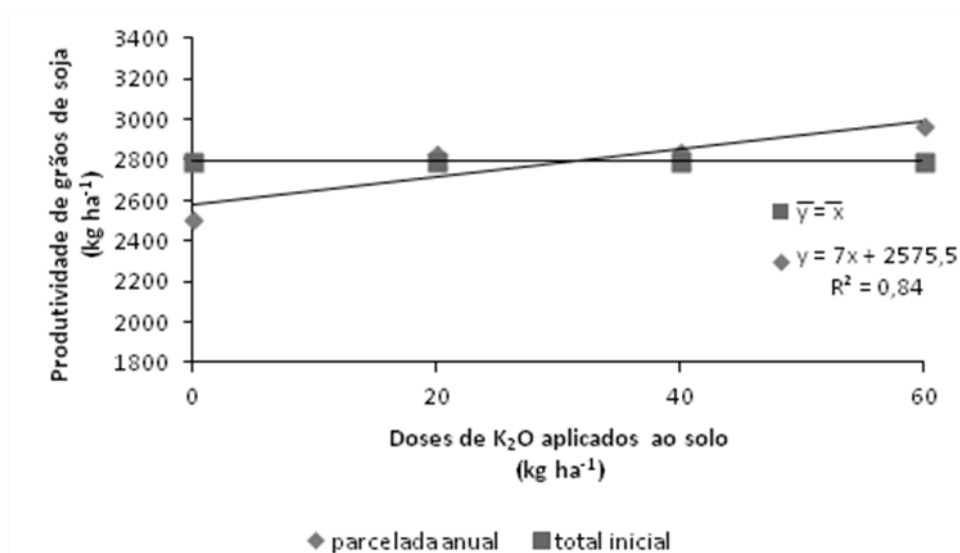


Figura 7. Influência das doses de potássio aplicadas ao solo sobre a produtividade de soja nos sistemas com correção parcelada anual e correção total inicial. Rio Verde-GO, 2013.

Avaliando o desdobramento entre Css e DK para a variável produtividade de grãos de soja (Tabela 21), nota-se que o rendimento de grãos da soja cultivada sobre os restos culturais de milho e *B.ruziziensis* foi maior na dose zero de K do que a soja cultivada sobre os restos culturais de milho. Acredita-se que a menor produtividade de grãos do milho consorciado com *B. ruziziensis*, na segunda safra, proporcionou maior residual de K no solo em função da menor exportação desse nutriente, quando comparado com o milho, o qual apresentou maior produção (Tabela 15). Segundo Duarte & Cantarella (2007), o K pode ser extraído em grandes quantidades pela cultura do milho, chegando a 38 kg de K₂O por tonelada de grão produzida. Além disso, é possível que a *B. ruziziensis*, inserida no sistema, tenha influenciado na produção da soja através da reciclagem de K no solo. A braquiária, além de proporcionar elevado aporte de palhada para o sistema, também apresenta um grande volume de raízes em profundidade, podendo refletir diretamente na fertilidade do solo e aumento nos níveis de potássio (Cruccioli & Borghi, 2007). Queiroz et al. (2004), avaliando os teores de K no solo em função do uso de plantas de cobertura, observou que a braquiária apresentou a maior

extração de K do solo diferindo das demais. Tais resultados evidenciam a contribuição da braquiária na dinâmica do K no solo e, conseqüentemente, no sistema de produção de grãos.

Tabela 21. Produtividade de soja (kg ha^{-1}) em função dos tipos de cobertura de segunda safra e das doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de segunda safra (Css)	Doses de Potássio (kg ha^{-1})				Média
	0	20	40	60	
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	2880 a	3000 a	2820 a	2880 a	2880 a
Milho cultivado solteiro	2460 b	2760 a	2700 a	2820 a	2700 b
Média	2460	2880	2760	2880	

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

Avaliando o desdobramento das doses aplicadas de potássio dentro de cada tipo de cobertura de segunda safra (Figura 8), observou-se que não houve efeito das doses sobre a produtividade de soja cultivada após o sistema de milho consorciado com *B. ruziziensis*. A baixa extração e exportação do nutriente para esse tratamento na segunda safra associado à ciclagem de K pela *B. ruziziensis*, possivelmente minimizaram a resposta da cultura às aplicações de K. Já no sistema com soja, após milho cultivado solteiro, foi observada resposta linear à aplicação das doses de potássio. Neste sistema, o milho cultivado na segunda safra apresentou maior produção e maior exportação de nutrientes, contribuindo com a resposta produtiva da soja mediante a aplicação das doses de potássio.

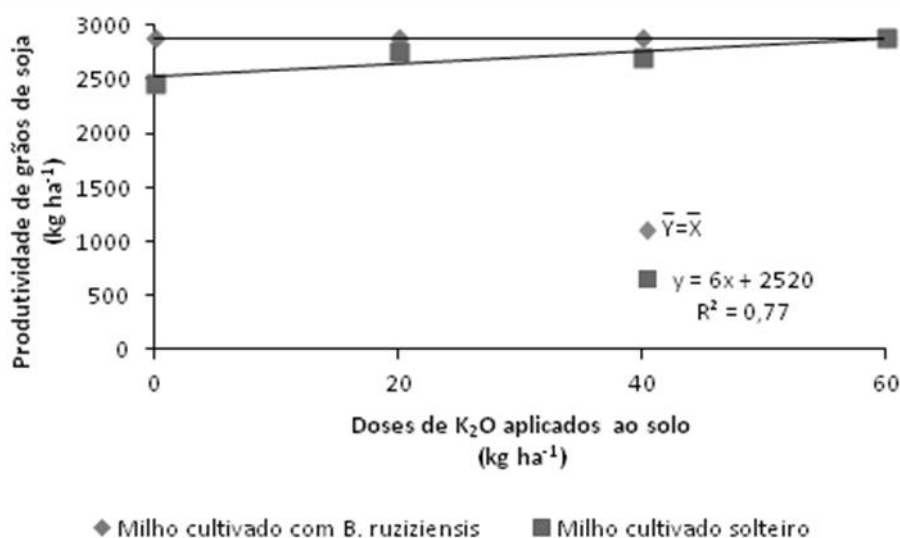


Figura 8. Influência das doses de potássio sobre a produtividade de grãos de soja após o milho consorciado com *B.ruziziensis* e milho cultivado solteiro. Rio Verde-GO, 2013.

O K no tecido foliar das plantas de soja apresentou acúmulo linear do nutriente no tecido vegetal em função das doses de K aplicadas ao solo (Figura 10).

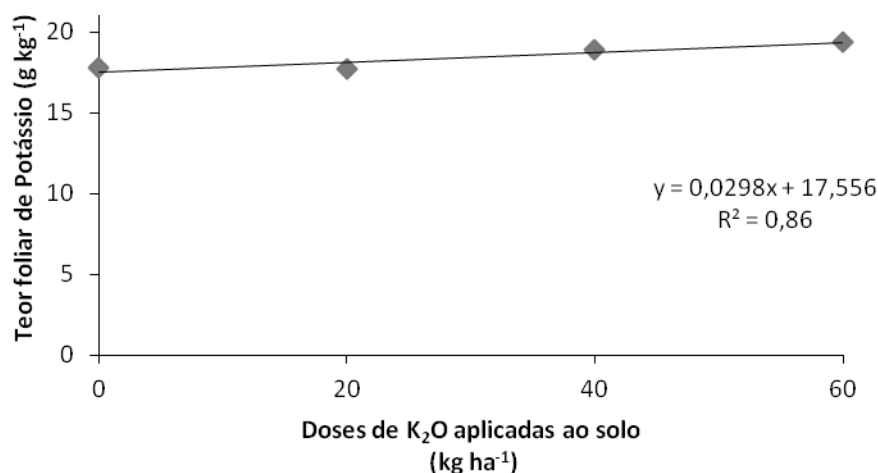


Figura 9. Efeito das doses de potássio aplicadas sobre o teor de K foliar na cultura da soja. Rio Verde-GO, 2013.

O acúmulo de K foi superior na soja cultivada após o milho consorciado com *B. ruziziensis*. A soja cultivada após o milho consorciado com *B. ruziziensis*, apresentou o maior acúmulo de K do que a soja cultivada após milho cultivado solteiro no tratamento com correção parcelada anual (Tabela 22). Os teores de K, no tecido vegetal, correlacionam com os resultados de produção de grãos.

Tabela 22. Teor de potássio na folha de plantas de soja em função das formas de correção do solo e dos tipos de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de segunda safra (Css)	Formas de correção do solo		Média
	Total Inicial	Parcelada anual	
	(g kg ⁻¹)		
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	19,1 Aa	19,5 Aa	19,3
Milho cultivado solteiro	18,6 Aa	16,6 Bb	17,8
Média	18,8	18,0	

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 do solo nas parcelas com soja cultivada após o milho consorciado com *B. ruziziensis* foi 20% superior (46 mg dm⁻³) ao das parcelas de soja após o milho cultivado solteiro (Anexo 1). Isso ocorreu em função da menor produtividade de grãos e menor exportação obtida na segunda safra no tratamento de milho consorciado com *B. ruziziensis* (Tabela 18). A ciclagem e acúmulo de K pela *B. ruziziensis* com posterior liberação

possivelmente influenciou nesses valores. O maior acúmulo de K pelas plantas de cobertura ocorreu para as gramíneas e a maior liberação desse nutriente aconteceu aos 42 dias após o manejo no milheto, aveia, braquiária e crotalária (Torres & Parreira, 2008).

Para o acúmulo de K nos grãos (Tabela 23), não houve diferença significativa entre os tipos de cobertura da segunda safra em função da correção total inicial do solo. Já para a correção parcelada anual foi observada diferença significativa, em que, a soja cultivada, após o milho consorciado com *B. ruziziensis*, apresentou maior acúmulo do nutriente no grão. Também é possível visualizar que houve diferença dentro de cada tipo de cobertura com relação à forma de correção do solo. Os grãos da soja semeada após o milho consorciado com *B. ruziziensis* apresentaram maior teor de K, quando a correção foi parcelada anual; já os grãos da soja cultivados, após o milho cultivado solteiro, apresentou maior acúmulo quando a correção foi total inicial. De forma geral a diferença no acúmulo deste nutriente em função dos tipos de cobertura e formas de correção do solo foi inferior a 3%, ou seja, apesar de ter sido detectado diferença estatística, os valores são próximos, podendo não apresentar efeito sobre os sistemas de produção. Além disso, os teores foliares desse nutriente, em ambos os tratamentos, encontravam-se dentro da faixa adequada para a cultura, não comprometendo a translocação desse para os grãos.

Tabela 23. Teores de potássio acumulados nos grãos da soja em função das formas de correção do solo e do tipo de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de segunda safra (Css)	Formas de correção do solo		Média
	Total Inicial	Parcelada anual	
	(g kg ⁻¹)		
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	16,9 Ba	17,3 Aa	17,1
Milho cultivado solteiro	16,7 Aa	16,2 Bb	16,5
Média	17,0	17,0	

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

3.3 Balanço de potássio no sistema soja/milho.

A exportação de K pelos grãos em função da interação entre os tipos de cobertura de segunda safra e as formas de correção do solo apresentou diferença significativa apenas para a forma de correção do solo parcelada anual, em que a soja cultivada, após o milho consorciado com *B. ruziziensis*, apresentou a maior exportação de potássio (Tabela 24). Por esse

tratamento apresentar menor teor de K no solo (Anexo 1), acredita-se que a utilização da *B. ruziziensis* contribuiu para um melhor aproveitamento desse nutriente, uma vez que essa gramínea apresenta elevada capacidade de exploração do perfil do solo. Resultados obtidos por Rosolen et al., (2012) demonstraram que, na ausência de adubação potássica, a forma não-trocável de K foi a principal fonte desse nutriente para as plantas de *B. ruziziensis*, confirmando a importância dessa espécie como cultura de cobertura na ciclagem de K no solo.

Tabela 24. Teor de potássio exportado pelos grãos na cultura da soja em função das formas de correção do solo e dos tipos de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de segunda safra	Formas de correção do solo		Média
	Total Inicial	Parcelada anual	
	(kg ha ⁻¹)		
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	48 Aa	51 Aa	49
Milho cultivado solteiro	46 Aa	43 Ab	45
Média		47	

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

Avaliando a exportação de potássio em função da interação entre os tipos de cobertura de segunda safra e as doses de potássio (Tabela 25), houve diferença significativa entre as coberturas apenas nas doses 0 e 20 kg ha⁻¹ de K₂O. Provavelmente, a ciclagem do nutriente foi suficiente para minimizar o efeito dessas doses no sistema soja após o milho consorciado com *B. ruziziensis*.

Tabela 25. Teor de potássio exportado pelos grãos na cultura da soja em função dos tipos de cobertura de segunda safra e as doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de segunda safra	Doses de Potássio (kg ha ⁻¹)				Média
	0	20	40	60	
	(kg ha ⁻¹)				
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	49 a	51 a	49 a	49 a	49
Milho cultivado solteiro	40 b	45 b	46 a	48 a	45
Média	44	48	47	48	

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

A exportação de K pelos grãos de soja apresentou resposta linear à aplicação das doses de potássio apenas para a soja cultivada após o milho consorciado com *B. ruziziensis* (Figura 10).

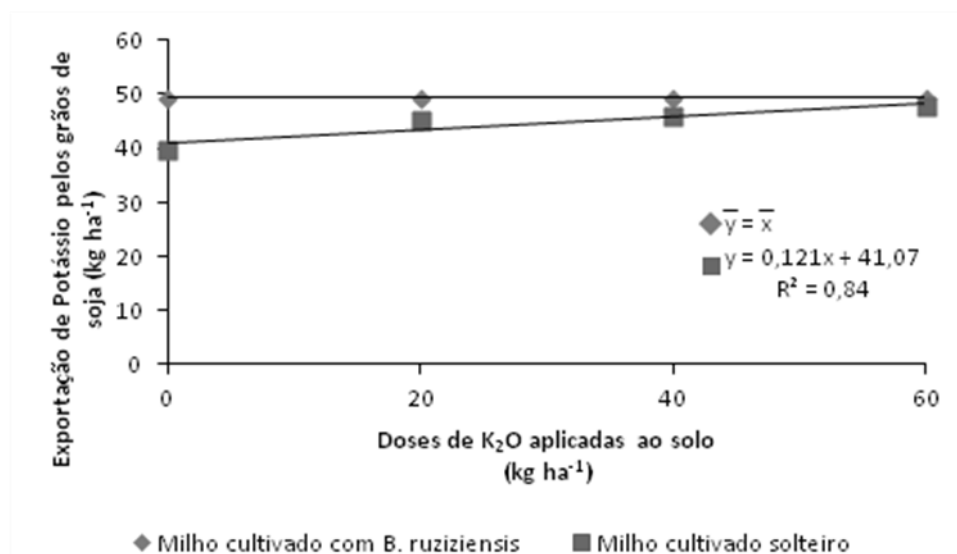


Figura 10. Exportação de K em função do tipo de cobertura de segunda safra e das doses de potássio aplicadas ao solo. Rio Verde-GO, 2013.

Provavelmente, a resposta ao potássio não foi significativa na soja cultivada, após o milho consorciado com *B. ruziziensis*, pois de acordo com os resultados na segunda safra que antecedeu o plantio da soja, esse tratamento caracterizado pelo plantio de milho consorciado com *B. ruziziensis*, apresentou menor exportação do nutriente. Esse fato ocorreu em função da menor produtividade de grãos obtida na segunda safra para o tratamento (Tabela 16). A *B. ruziziensis* possivelmente contribuiu com esse resultado ciclando K no sistema. Algumas forrageiras podem reciclar K e liberá-lo ao longo do tempo de forma a suprir parcialmente as necessidades das culturas semeadas em sucessão (Salton et al., 2008). No sistema com milho cultivado solteiro, houve maior produtividade de grãos de milho (Tabela 16) e maior exportação de K pelos grãos (Tabela 18), diferindo significativamente do sistema milho consorciado com *B. ruziziensis*. Possivelmente, a competição por água entre o milho e a *B. ruziziensis* proporcionou as menores produtividades neste tratamento, uma vez que a disponibilidade hídrica na segunda safra é um dos principais limitantes de produtividade.

Houve diferença para exportação de potássio em função do desdobramento das formas de correção do solo dentro das doses de potássio avaliadas apenas para a dose zero de K (Tabela 26).

Tabela 26. Exportação de potássio pelos grãos da soja em função da interação entre formas de correção do solo e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

Correção do solo	Doses de Potássio (kg ha ⁻¹)				Média
	0	20	40	60	
Total inicial	47 a	49 a	47 a	46 a	47
Parcelada anual	42 b	48 a	48 a	50 a	47
Média	44	48	47	48	

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

Acredita-se que, a correção dos teores de potássio feita na implantação do ensaio com incorporação do mesmo com grade leve, promoveu maior efeito residual o qual tem sustentado a maior produtividade e consequentemente a maior exportação de K para a dose zero de K. No entanto, não houve diferença significativa entre as formas de correção do solo com relação ao teor de K exportado.

Percebe-se que, realmente, as doses de potássio não influenciaram a exportação de K no tratamento com correção total inicial (Figura 11). Em contrapartida, o efeito das doses foi linear para o tratamento com correção parcelada anual, principalmente por ter recebido uma dose de K, visando à correção superficial desse nutriente.

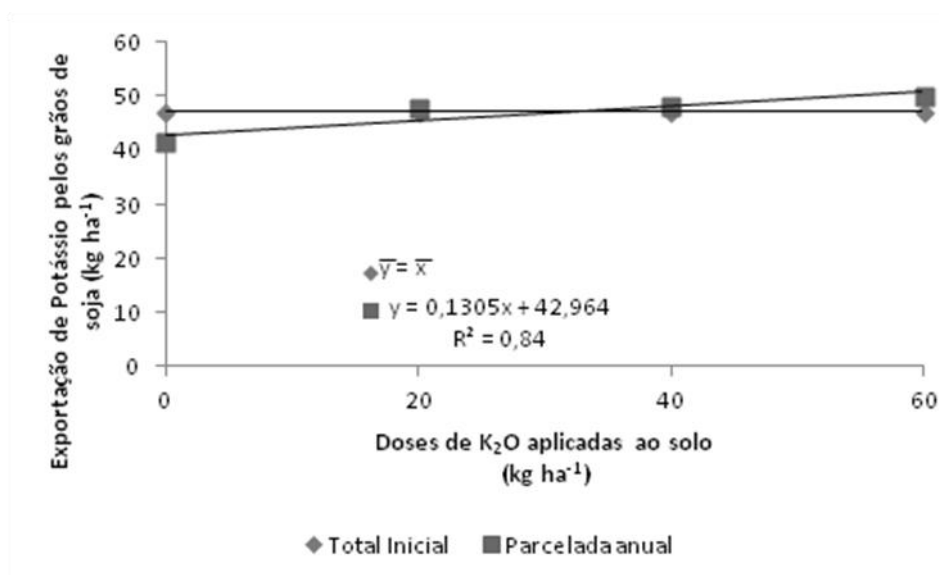


Figura 11. Exportação de potássio pelos grãos de soja em função das formas de correção do solo e doses de potássio aplicadas ao solo. Rio Verde-GO, 2013.

Houve interação significativa entre os fatores formas de correção do solo e doses de potássio, e tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio para o variável balanço de potássio (Tabela 19).

Os resultados da interação entre formas de correção do solo e doses de potássio (Tabela 27) demonstram que, independente da forma de correção do solo, o balanço foi negativo para todas as doses avaliadas. Apesar disso, observou-se que na dose 0 e 20 kg ha⁻¹ de K₂O, o sistema com correção total inicial apresentou balanço mais negativo diferindo do sistema com correção parcelada anual. É possível que tal efeito ocorreu em função das maiores produtividades obtidas, ou seja, houve maior exportação de nutrientes pelos grãos. Esses resultados demonstram que há um déficit na adubação potássica em função do manejo adotado podendo afetar os cultivos seguintes.

Tabela 27. Balanço de potássio nos sistema de produção em função da forma de correção do solo e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

Correção do solo		Doses de Potássio (kg ha ⁻¹ de K ₂ O)			
		0	20	40	60
		kg ha ⁻¹ de K			
Correção Total inicial	Entrada	0	17	33	50
	Exportação	59	63	59	60
	Balanço	-59 b	-46 b	-25 a	-10 a
Correção Parcelada anual	Entrada	0	17	33	50
	Exportação	50	57	57	59
	Balanço	-50 a	-40 a	-24 a	-9a
Balanço médio		-55	-43	-25	-10

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

Ao realizar o desdobramento entre as doses de potássio e a forma de correção do solo (Figura 12), ficou evidente o balanço negativo em função das doses adotadas, confirmando os resultados apresentados anteriormente. Possivelmente, um dos fatores que contribui para o saldo negativo desse nutriente foi a forma de manejo adotado, visto que a adubação potássica foi realizada apenas na cultura da soja. Ou seja, a saída de K do sistema foi superior à entrada através do fertilizante. Andrist-Rangel et al. (2007), encontraram um balanço negativo de K, em três locais no sul da Suécia, por 18 anos, no qual as saídas de K foram maiores do que as entradas desse nutriente, com déficit variando entre -27 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (sistema não orgânico) e -96 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (sistema orgânico).

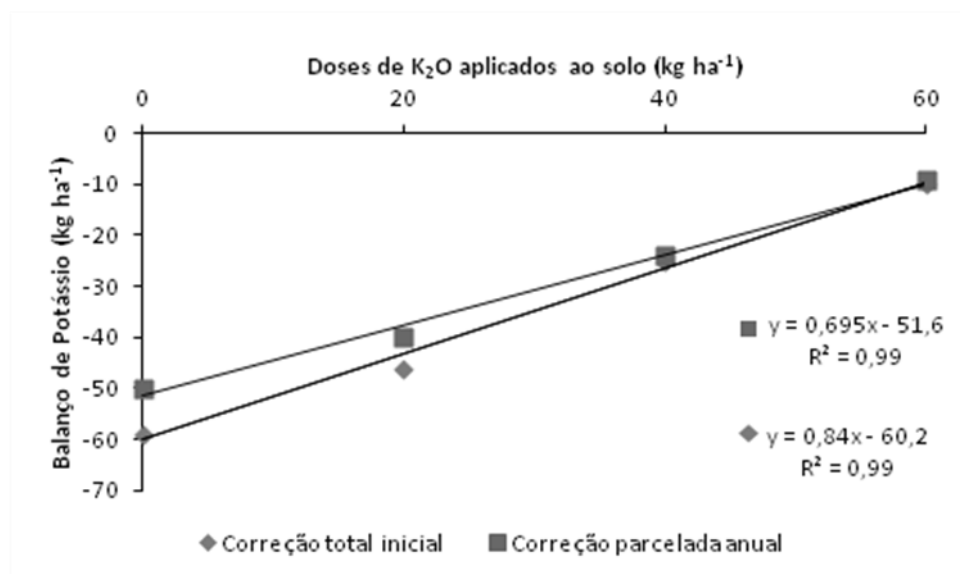


Figura 12. Efeito das doses de potássio sobre o balanço de potássio no sistema de produção em função do tipo de correção do solo. Rio Verde-GO, 2013.

Analisando o balanço de K, em função da interação entre tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio (Tabela 28), notou-se que, na dose zero de K, o balanço foi mais negativo quando a cobertura de segunda safra foi o milho consorciado com *B. ruziziensis*. Esse efeito foi proporcionado pela maior produtividade e, consequentemente, maior exportação do nutriente pelo grão observado na soja cultivada na safra 2011/12 (Tabela 26). Na dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O houve um efeito inverso, ou seja, a cobertura de segunda safra milho consorciado com *B. ruziziensis* apresentou balanço negativo menor quando comparado com o milho em cultivo solteiro (Tabela 28). Provavelmente, isso ocorreu em função da menor produtividade de milho para esse tratamento, portanto, houve uma menor exportação desse nutriente pelo grão (Tabela 28). Santos et al. (2008) também consideraram a variação da produtividade da cultura como um dos componentes-chave na avaliação do balanço nutricional.

Tabela 28. Balanço de potássio no sistema de produção em função dos tipos de cobertura de segunda safra e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

Coberturas de Segunda safra	Doses de Potássio				Média
	0	20	40	60	
	(kg/ha)				
Milho cultivado com <i>B.ruziziensis</i>	-58 b	-44 a	- 25 a	- 7 a	- 29
Milho cultivado solteiro	-50 a	-43 a	- 24 a	- 12 b	- 27
Média	- 54	- 40	- 37	0,5	

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

O desdobramento das doses de potássio, dentro dos tipos de cobertura de segunda safra (Figura 13), apresentou a mesma tendência observada entre o desdobramento das doses de potássio e formas de correção do solo, ou seja, o balanço foi negativo em função das doses de potássio independente da cobertura utilizada na segunda safra.

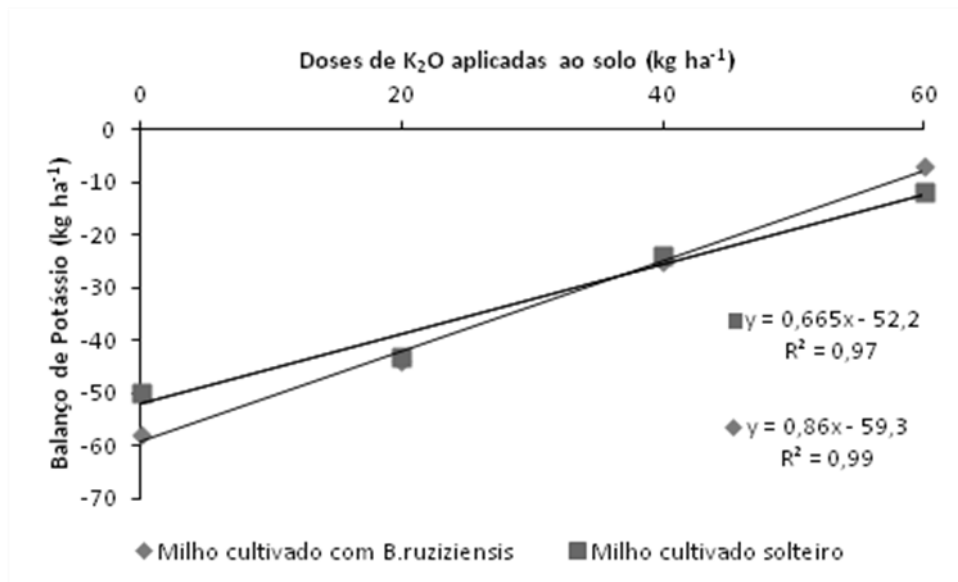


Figura 13. Balanço de Potássio no sistema de produção em função do tipo de cobertura de segunda safra e doses de potássio. Rio Verde-GO, 2013.

4. CONCLUSÕES

A produtividade do milho segunda safra foi comprometida pelo consórcio com *B. ruziziensis* provavelmente devido à competição por água;

A utilização da *B. ruziziensis* no consórcio contribui com a ciclagem de potássio favorecendo a cultura da soja principalmente quando esta não recebeu adubação potássica;

As doses de potássio utilizadas são insuficientes para repor o potássio extraído pelas colheitas e manter o balanço positivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, R. C. et al. **A cultura do milho na Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Circular Técnica, 80).
- ANDRIST-RANGEL, Y. et al. Long-term K dynamics in organic and conventional mixed cropping systems as related to management and soil properties. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S. l.], v. 122, n. 4, p. 413–426, 2007.
- BALIGAR, V. C.; BENNETT, O. L. NPK-fertilizer efficiency - a situation analysis for the tropics. **Fertilizer Research**, Dordrecht, v. 10, p.147-164, 1986.
- BARDUCCI, R. S. et al. Produção de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, p. 211-222, 2009.
- BERGAMASCHI, H. et al. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n.2 p. 243-249, 2006.
- BRAMBILLA, J. A. et al. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 263-274, set./dez. 2009.
- BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. **Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com no sistema plantio direto**. Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 163- 171, fev. 2007.
- CARVALHO, G. G. P. et al. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 6, n. 8, ago. 2005. ISSN 1695-7504. Disponível em: <<http://www.revista.inf.br/veterinaria/>>. Acesso em: 23 de jan. 2013.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 400 p.
- CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 1, n. 100, p. 10-14, 2007.
- CRUZ, S. C. S. **Milho e *Brachiaria decumbens* em sistemas de integração lavoura-pecuária**. 2007. 88 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual de São Paulo, Campus de Botucatu, 2007.
- DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H. Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO MILHO SAFRINHA: RUMO A ESTABILIDADE, 9., 2007, Dourados, 2007. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p. 44-61. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2006.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 6-16, 1998.

FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

FONSECA, G. C. et al. Atributos físicos, químicos e biológicos de Latossolo Vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n.1, p. 22-30, 2007.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated crop-livestock systems in the southeastern USA. **Agronomy Journal**, [S. l.], v. 99, n. 2, p. 361-372, 2007.

HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 145-154, jan./mar. 1999.

HERNANI, L. C. et al. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 21, n. 4, p. 667-676, out./dez. 1997.

JAKELAITIS, A. et al. Efeitos de herbicidas no controle de plantas daninhas, crescimento e produção de milho e *Brachiaria brizantha* em consórcio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n.1, p.53-60, 2006.

JAKELAITIS, A. et al. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta Daninha**, Viçosa, MG, v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

KASELE, I. N. et al. Ethephon alters corn growth, water use, and grain yield under drought stress. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, p. 283- 288, 1994.

KLUTHCOUSKI, J. et al. **Integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular técnica, 38).

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 76).

MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 45, n. 1, p. 163-183, 2007.

NOCE, M. A. Souza, et al. Influência da palhada de gramíneas forrageiras sobre o desenvolvimento da planta de milho e das plantas daninhas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 7, n. 3, p. 265-278, 2008.

PORTES, T. de A; CARVALHO, S. I. C. de; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos Fisiológicos das plantas cultivadas e análise de crescimento da *brachiaria* consorciada com cereais. In:

Klathcouski, J.; Stone, L. F.; Aidar, H. (Ed.). **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 303-330.

QUEIROZ, F. M. et al. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n. 5, p.1487-1492, 2004.

RICHART, A. et al. Desempenho do Milho Safrinha e da *Brachiaria ruziziensis* cv. Comum em Consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Viçosa, MG, v. 5, n.4, p. 497-502, 2010.

ROSOLEM, C. A. et al. Suprimento de potássio em função da adubação potássica residual em um Latossolo Vermelho do Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n. 5, p. 1507-1515, 2012.

SALTON, J. C. et al. Potencial de reciclagem e disponibilização de nutrientes por plantas forrageiras perenes cultivadas durante a entressafra em Mato Grosso do Sul. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 17., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, SBCE, UFRRJ, 2008. 1 CD-ROM.

SANTOS, F. C. et al. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1661-1674, 2008.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SEREIA, R. C.; LEITE, L. F.; CECCON, G. Crescimento de *Brachiaria* spp. e milho safrinha em cultivo consorciado. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n.18, p. 349-355, 2012.

SILVA, F. A. M. da et al. Consumo de água e coeficientes culturais do milho consorciado com *Braquiaria brizantha*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 25., 2007, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370 p.

SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. 416 p.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 1609-1618, 2008

TSUMANUMA, G. M. **Efeito da água na agricultura Rotação de culturas em plantio direto Efeito da água na agricultura Solo: desempenho de milho consorciado com diferentes espécies de braquiárias**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

VILELA, L. et al. Integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, out. 2011.

VILELA, L. et al. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 143-170.

WERLE, R.; GARCIA, A. R.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008.

ZINSELMEIER, C. et al. Kernel set at low water potential does not vary with source sink/ratio in maize. **Crop Science**, [S. l.], v. 35, n.1, p. 158-164, 1995.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou que a utilização de espécies de cobertura como a *Brachiaria brizantha* e a *Brachiaria ruziziensis* proporcionou benefícios à cultura da soja, principalmente em função da produção de palhada e ciclagem de nutrientes. Vale ressaltar, que a consorciação dessas espécies com a cultura do milho podem interferir na produção de grãos de milho se cultivados em épocas desfavoráveis.

O balanço de potássio demonstrou que as doses adotadas nesse estudo não foram suficientes para garantir um saldo positivo de potássio no sistema. Tais resultados estão diretamente relacionados ao manejo adotado desde o início do ensaio, podendo apresentar variações em outras condições edafoclimáticas.

Para estudos futuros, recomenda-se a avaliação da real participação do potássio não-trocável no sistema, além do remanejamento das doses de potássio. Outra variável passível de avaliação é a estimativa da produção de massa seca residual do sistema de milho consorciado com *Brachiaria ruziziensis*.

ANEXOS

Anexo 1. Teores médios de Ca^{2+} , Mg^{2+} , Al^{3+} , $\text{H}+\text{Al}$, K^+ , $\text{P}(\text{mehlich})$, matéria orgânica (M.O), $\text{pH}(\text{CaCl}_2)$, saturação por alumínio (m), saturação por bases (V), capacidade de troca de cátions (CTC) e soma de bases (SB) de um Latossolo Vermelho Distrófico submetido aos tratamentos de duas formas de correção do solo e dois tipos de cobertura de segunda safra. Rio Verde-GO, 2013.

Correção do solo	0 - 20 cm					
	Coberturas de segunda safra					
	Milho consorciado com <i>B. ruziziensis</i>	Milho Solteiro	Média	Milho consorciado com <i>B. ruziziensis</i>	Milho Solteiro	Média
Ca , cmolc dm^{-3}				M.O , g dm^{-3}		
Correção total inicial	3,073	3,041	3,057	13,225	13,866	13,545
Correção parcelada anual	3,145	2,998	3,071	14,331	13,722	14,026
Média	3,109	3,019		13,778	13,794	
Mg , cmolc dm^{-3}				$\text{pH}(\text{CaCl}_2)$		
Correção total inicial	0,127	0,109	0,118	5,333	5,304	5,318
Correção parcelada anual	0,111	0,086	0,099	5,311	5,382	5,346
Média	0,119	0,097		5,322	5,343	
Al , cmolc dm^{-3}				m, %		
Correção total inicial	0,015	0,015	0,015	0,363	0,392	0,378
Correção parcelada anual	0,010	0,021	0,015	0,240	0,605	0,422
Média	0,013	0,018		0,301	0,499	
$\text{H}+\text{Al}$, cmolc dm^{-3}				V, %		
Correção total inicial	3,083	2,970	3,027	58,686	59,015	58,850
Correção parcelada anual	3,063	3,058	3,060	58,197	56,736	57,466
Média	3,073	3,014		58,441	57,875	
K , mg dm^{-3}				CTC , cmolc dm^{-3}		
Correção total inicial	49,563	42,375	45,969	7,407	7,273	7,340
Correção parcelada anual	43,438	33,500	38,469	7,319	7,063	7,191
Média	46,500	37,938		7,363	7,168	
P mehlich, mg dm^{-3}				SB , cmolc dm^{-3}		
Correção total inicial	10,836	9,565	10,200	4,324	4,303	4,314
Correção parcelada anual	10,241	13,369	11,805	4,256	4,006	4,131
Média	10,539	11,467		4,290	4,155	

Anexo 2. Regime pluviométrico durante o mês de outubro de 2011 no Centro Tecnológico da Comigo. Rio Verde-GO, 2013.

