



FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

Antecipação da Adubação Potássica do Algodoeiro para a Cultura de Cobertura do Solo em Sistema Plantio Direto

Maria da Conceição Santana Carvalho⁽¹⁾; Alexandre Cunha de Barcellos Ferreira⁽²⁾;
Flávia Cristina dos Santos⁽³⁾; Celso Rangel Oliveira Santos⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Pesquisadora Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 01, Zona Rural, CP 179, CEP: 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, e-mail: conceicao@cnpaf.embrapa.br. ⁽²⁾ Pesquisador(a) da Embrapa Algodão, Núcleo de P&D do Cerrado, CP 179, CEP: 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO, e-mail: acunha@cnpa.embrapa.br; ana.borin@cnpa.embrapa.br; ⁽³⁾ Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, ⁽⁴⁾ Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG-424, km 45, CEP:35701-70, Sete Lagoas, MG, email: fsantos@cnpms.embrapa.br; ⁽⁴⁾ Estudante de Agronomia da Universidade Uni-Anhanguera e estagiário da Embrapa Arroz e Feijão, bolsista do CNPq, e-mail: celsoangel1@hotmail.com

RESUMO – O manejo da adubação com potássio (K) é um dos fatores que afetam o crescimento e a produtividade do algodão. O trabalho objetivou avaliar a eficiência da antecipação da adubação potássica do algodoeiro para a cultura de cobertura do solo, constituída por *Brachiaria ruziziensis*, em sistema plantio direto. O experimento foi instalado em esquema fatorial 3x3+1. Os tratamentos foram formados pela combinação de três doses de K (60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O) com três épocas de aplicação (100 % do K aplicado antecipado a lanço na braquiária, 50% do K aplicado antecipado + 50% em cobertura, 100% do K em cobertura), e um tratamento controle, sem adubação com K. O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Utilizou-se cloreto de potássio comercial granulado como fonte de K. A adubação antecipada foi realizada na braquiária em 22/10/2009. Semeou-se o algodão em 17/12/2009, quinze dias após a dessecação da braquiária. Foram avaliados: produção de massa seca, teor de K, quantidade de K acumulada na biomassa e liberada da palhada de braquiária durante o ciclo do algodoeiro; componentes de produção, teor de nutrientes na folha e exportados pelo algodoeiro; teor de K no solo após a colheita. Concluiu-se que é possível aplicar 100% da adubação potássica do algodoeiro para o pré-plantio na braquiária, sem prejuízo para o crescimento e produção de algodão, havendo sincronia entre o tempo de liberação de K na palha da braquiária e os estádios de maior demanda do algodoeiro pelo nutriente.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*, algodão, potássio, Cerrado, *Brachiaria ruziziensis*.

INTRODUÇÃO – O potássio (K) é um nutriente absorvido em grandes quantidades pelo algodoeiro e desempenha papel fundamental no desenvolvimento da planta, produção e qualidade da fibra (Carvalho et al., 2011). Com a adoção do SPD e a entrada de plantas de cobertura no sistema, incluindo as forrageiras no sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), a dinâmica dos nutrientes no solo é alterada, exigindo novas linhas de

pesquisa cujos resultados possam direcionar os produtores para o manejo eficiente do uso de fertilizantes e, ainda, criar alternativas que facilitem as operações no campo. Uma das alternativas é a antecipação da adubação potássica do algodoeiro para a gramínea usada como cobertura do solo, ou ainda logo após a semeadura do algodão, permitindo a retirada do adubo potássico do sulco de semeadura. Essa prática apresenta vantagens operacionais, tais como maior flexibilidade do uso de máquinas e mão-de-obra e maior rendimento nas operações de plantio (Coelho et al., 2002). Espera-se também maior desenvolvimento vegetativo da cultura de cobertura do solo, que será dessecada e os nutrientes liberados pela sua decomposição poderão ser absorvidos pela cultura do algodoeiro, aumentando assim a ciclagem de nutrientes no sistema. Num estudo conduzido durante três safras agrícolas em Latossolo vermelho de textura média, em Botucatú-SP, Foloni & Rosolem (2008) verificaram que a antecipação da adubação potássica na semeadura do milheto não comprometeu o acúmulo de K e nem a produtividade da soja em sucessão e ainda minimizou a exportação de K nos grãos de soja. Bernardi et al. (2009) demonstraram que a antecipação da adubação potássica do algodoeiro para o milheto foi mais eficiente que a adubação convencional (sulco de semeadura e cobertura). Embora hajam diversos resultados de pesquisa comprovando a eficiência da antecipação da adubação potássica para o milheto e a eficiência das espécies de *Brachiaria* como recicadoras de potássio, há carência de informações incluindo antecipação do adubo potássico para a braquiária e a sua disponibilidade para a cultura do algodão cultivado em sucessão, sobretudo em solos da região do Cerrado.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a eficiência da antecipação da adubação potássica do algodoeiro para a cultura de cobertura do solo, constituída por *Brachiaria ruziziensis*, em sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS - Esse estudo foi conduzido na área experimental da Fundação Goiás/Embrapa, no município de Santa Helena de Goiás, em área cultivada

sob SPD, com rotação algodão (safrinha) - soja (safrinha) - pastagem (safrinha) - algodão (safrinha). Na safra 2008/09, após a colheita da soja, em março de 2009, semeou-se *B. ruziziensis* (8 kg ha⁻¹), de modo que esta espécie permaneceu na área como planta de cobertura do solo até ser dessecada para plantio do algodão, em dezembro de 2009. Antes da instalação do experimento foi retirada uma amostra composta de solo para análise química, nas camadas 0-20 e 20-40 cm de profundidade, cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

O experimento foi instalado em esquema fatorial 3x3+1, no qual os tratamentos foram constituídos pela combinação de três doses de potássio (60, 90 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O) com três épocas de aplicação (100 % do potássio aplicado antecipado a lanço na cultura de cobertura – braquiária, 50% do K aplicado antecipado a lanço na braquiária + 50% em cobertura no estádio B1, 100% do K em cobertura no estádio B1), e um tratamento adicional sem adubação potássica (controle). O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram formadas por 10 linhas de algodão por 5 m de comprimento em espaçamento entre linhas de 0,80 m, utilizando-se as 4 linhas centrais como área útil. Utilizou-se cloreto de potássio comercial granulado como fonte de K.

A adubação antecipada, de acordo com os tratamentos, foi realizada na braquiária no início do período das chuvas, em 22/10/2009, manualmente a lanço em área total. A primeira dessecação da braquiária foi feita em 01/12/2009 com aplicação de 4,0 l ha⁻¹ de glifosato + 150 ml de aurora + nimbus 1%; a segunda dessecção, em 03/12/2009, foi realizada com aplicação de 3,0 l ha⁻¹ de herbicida gramoxone + 0,5 l ha⁻¹ de diuron.

A semeadura do algodoeiro foi feita mecanicamente com semeadora-adubadora, em 17/12/2009, utilizando sementes da cultivar BRS Buriti, buscando-se a germinação de oito plantas por metro. A adubação de semeadura foi feita com uma mistura de grânulos de MAP + borogran + zincogran, totalizando 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 27 kg ha⁻¹ de N, 2,5 kg ha⁻¹ de Zn e 1,0 kg ha⁻¹ de B. Foram realizadas duas adubações de cobertura: a primeira, em 27/01/2010, com uma mistura de grânulos de sulfato de amônio + uréia + borogran, totalizando 50 kg ha⁻¹ de N, 36 kg ha⁻¹ de S, 1,5 kg ha⁻¹ de B, além de K, de acordo com os tratamentos; a segunda, em 09/02/2010, com 56 kg ha⁻¹ de N, utilizando-se uréia. Os fertilizantes em cobertura foram aplicados em filete contínuo paralelo à linha de plantio, distando cerca de 20 cm das plantas.

Antes da dessecção da braquiária, em 01/01/2009, foi estimada a quantidade de matéria seca da parte aérea por meio de corte rente ao solo e coleta de todo o material verde contido em três áreas de 0,25 m² por parcela. Do mesmo modo, foi determinada a quantidade de palha na superfície do solo pouco antes do plantio do algodoeiro, em 15/12/2009, e em mais três épocas: 26/01/2010, correspondente a 40 DAP e antes da adubação de cobertura; 17/03/2010, 90 DAP e em pleno florescimento; e por ocasião da colheita, em 17/06/2010. Essas amostras foram secadas em estufa a 70 °C, pesadas, moídas e analisadas quimicamente para determinação do teor de macronutrientes, e cálculos das quantidades acumuladas na biomassa da parte aérea e remanescente na palhada.

Com esses dados foram calculadas as quantidades de K acumuladas na biomassa e liberadas para o algodoeiro até o estádio B1, no qual geralmente é feita a adubação de cobertura do algodoeiro com potássio.

No florescimento do algodoeiro foi realizada amostragem de folhas (4^a ou 5^a folha a partir do ápice da haste principal), em 15 plantas por parcela, para posterior análise química e determinação dos teores de macronutrientes, de acordo com os métodos descritos em Malavolta et al. (1997). A colheita do algodão foi realizada em 16/06/2010. As variáveis avaliadas durante e após a colheita foram: stand final; altura final de plantas; peso médio de capulhos; número médio de capulhos por planta; produtividade de algodão em caroço; rendimento de fibra, por meio do descarçoamento do algodão; e produtividade de algodão em pluma. Após a separação da pluma, amostras de caroço de algodão foram analisados quimicamente para se determinar as quantidades de N, P e K exportadas. Após a colheita foi realizada amostragem do solo na camada 0-20 cm para análise química e monitoramento do teor de K no solo.

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio da análise de variância (teste F; Pr<0,05). Quando houve efeito significativo dos fatores testados, aplicou-se o teste de Tukey (Pr<0,05) para comparação entre os modos de aplicação de potássio, e análise de regressão para doses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Os resultados de produção de massa seca, acúmulo e liberação de K na palha de braquiária, em função da adubação potássica, são apresentados na Tabela 2. Observa-se que houve uma tendência de aumento de produção de massa seca da braquiária com a dose de K aplicada; porém, o efeito mais importante foi o aumento do teor de K, que resultou em maior acúmulo desse nutriente na biomassa da braquiária. O K acumulado foi rapidamente liberado para o solo, pois aos 15 dias após a dessecção (no dia da semeadura do algodão) mais de 40% do K já havia sido liberado da palhada. Até os 40 dias após o plantio do algodão (ou 55 dias após a dessecção da braquiária), praticamente todo o K acumulado na biomassa da braquiária já havia sido liberado (Tabela 2), tornando possível a sua absorção pelas plantas de algodão. Mesmo na ausência de adubação potássica, a quantidade de K acumulada na parte aérea da braquiária foi estimada em 268 kg ha⁻¹ confirmando, assim, a eficiência dessa espécie forrageira como excelente recicladora desse nutriente.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados dos componentes de produção e de avaliação do estado nutricional do algodoeiro quanto a nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo dos fatores avaliados (doses e épocas de aplicação de potássio) para os componentes de produção do algodoeiro (Tabela 3). Considerando que o teor de K no solo antes da instalação do experimento foi de 64 e 33 mg dm⁻³, nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm, respectivamente (Tabela 1), era de se esperar resposta da adubação com esse nutriente, tomando-se por base o nível de exigência do algodoeiro em potássio, sobretudo para a média de produtividade obtida no experimento (acima de 5.000 kg ha⁻¹). Assim, a ausência de resposta está mais

relacionada, provavelmente, ao aporte significativo de K liberado da biomassa da braquiária, conforme apresentado na Tabela 2. Vale ressaltar, também, que a adubação potássica melhorou o estado nutricional do algodoeiro quanto ao nitrogênio, aumentando o seu teor na folha (Tabela 3), confirmando a interação positiva entre esses dois nutrientes. Como não houve resposta à adubação potássica, a época de aplicação do fertilizante também não afetou a produtividade de algodão; porém, a aplicação de todo o K em cobertura favoreceu o crescimento das plantas, que ficaram mais altas, sem alterar os valores de K nas folhas, que apresentaram teores adequados em todos os tratamentos (Tabela 3).

Os teores de N, P e K medidos no caroço do algodão, após separação da pluma, foram usados para calcular a quantidade exportada desses nutrientes do sistema (Tabela 4). A produtividade média de caroço de algodão foi cerca de 3.200 kg ha⁻¹, que com teores médios de 47 g dm⁻³ de N, 6 g dm⁻³ de P e 19 g dm⁻³ de K, exportaram, em média, o equivalente a 153, 47 e 75 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Essas quantidades devem ser repostas ao sistema na adubação, visando manter o mesmo nível de fertiidade do solo. O aumento da dose de K na adubação não afetou a exportação de N, P e K, sugerindo que, o excesso de K acumulado nas plantas retorna para o solo, o que, de fato foi demonstrado pelo aumento linear do teor de K no solo com as doses aplicadas, independente da época de adubação (Tabela 4). Vale ressaltar que o teor de K no solo no tratamento controle (que não recebeu adubação potássica) após a colheita do algodão (88 mg dm⁻³) foi maior que o teor inicial de K no solo na mesma camada (64 mg dm⁻³), evidenciando, mais uma vez, o efeito reciclagem da braquiária.

Tabela 1 - Resultados da análise de solo, nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm de profundidade, antes da instalação do experimento. Santa Helena de Goiás, safra 2009/10.

M.O. mg dm ⁻³	pH CaCl ₂	P (Mehl.) ----- mg dm ⁻³	K ⁺ ----- mg dm ⁻³	S ----- mg dm ⁻³	Ca ²⁺ ----- cmol _c dm ⁻³	Mg ²⁺ ----- cmol _c dm ⁻³	Al ³⁺ ----- cmol _c dm ⁻³	CTC ----- %	V ----- %	B ----- mg dm ⁻³	Cu ----- mg dm ⁻³	Mn ----- mg dm ⁻³	Zn ----- mg dm ⁻³
Camada 0 - 20 cm													
32	5,2	6,8	64	29	3,5	1,0	0,0	8,0	58,5	0,19	1,5	46,7	1,2
Camada 20 - 40 cm													
24	5,1	0,5	33	54	1,7	0,4	0,0	6,3	34,7	0,18	2,1	28,5	0,1

Tabela 2 – Produção de massa seca da parte aérea da braquiária, teor de K, quantidade de K acumulada na biomassa e liberada da palhada durante o ciclo do algodoeiro, em função de doses de potássio aplicado na braquiária. Santa Helena de Goiás, safra 2009/10.

Dose de K ₂ O kg ha ⁻¹	MS	Teor de K na biomassa (Dias após o manejo)			K Acumulado na biomassa da braquiária	K liberado para o solo (Dias após o manejo – dias após plantio do algodão)	
		0	15	55		15 – 0	55 – 40
0	9,4	28,6	20,0	1,5	268	115 (43 %)	259 (97 %)
60	9,6	33,3	21,0	1,3	321	146 (45 %)	313 (98 %)
90	10,1	37,7	19,9	1,2	382	241 (63 %)	377 (99 %)
120	10,2	36,4	17,2	1,4	372	215 (58 %)	363 (98 %)

MS = produtividade de massa seca da parte aérea da braquiária

CONCLUSÃO – Na sucessão braquiária-algodão, é possível se aplicar 100% da adubação potássica do algodão para o pré-plantio na braquiária, havendo sincronia entre o tempo de liberação de K na palha da braquiária e os estádios de maior demanda do algodoeiro pelo nutriente.

AGRADECIMENTOS - Os autores agradecem ao Fundo de Incentivo a Cultura do Algodão em Goiás – FIALGO – pelo financiamento dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

BERNARDI, A.C.C.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.P.; LEANDRO, W.M.; MESQUITA, T.G.S.; FREITAS, P.L.; CARVALHO, M.C.S. Doses e formas de aplicação da adubação potássica na rotação soja, milheto, algodão em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, p. 158-167, 2009.

CARVALHO, M. C. S.; FERREIRA G.B.; STAUT, L.A. Nutrição, calagem e adubação. In: FREIRE, E.C. (Org.). *Algodão no Cerrado do Brasil*. 2 ed. Aparecida de Goiânia: Associação dos Produtores de Algodão, Mundial Gráfica, 2011. p. 677-752.

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

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

Tabela 3- Resultados de componentes de produção e teores de N, P e K na folha do algodoeiro (cv BRS 269 - Buriti), em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio no experimento. Santa Helena de Goiás, safra 2009/2010.

Tratamentos	Stand	Alt	Ncap	Cap	Prod	Fibra	Pluma	N	P	K
		cm		g	kg ha ⁻¹	%	kg ha ⁻¹	-----	g kg ⁻¹	-----
Contraste controle vs. adubado										
Controle (sem K)	6,0	105	9,9	6,7	5.368	40,4	2.167	42,1 b	3,2	30,6
Adubado (Fatorial: Doses x Épocas)	6,2	109	10,7	6,7	5.559	40,8	2.266	46,5 a	3,1	30,6
Média de épocas de aplicação										
100 % pré-plantio na braquiária (PP)	6,0	106 b	10,1	6,6	5.479	40,8	2.234	45,7 a	3,1	30,5
50 % PP + 50% em cobertura	6,2	108 b	11,1	6,9	5.466	40,6	2.221	46,6 a	3,0	31,5
100 % em cobertura	6,5	114 a	10,8	6,7	5.733	40,8	2.343	47,2 a	3,3	30,0
Média de doses de K₂O (kg ha⁻¹)										
0	6,0	105	9,9	6,7	5.368	40,4	2.167	42,1 b	3,2	30,6
60	6,3	107	10,5	6,9	5.648	40,7	2.296	45,4 a	3,1	31,0
90	6,2	110	11,2	6,7	5.586	40,6	2.268	47,1 a	3,0	30,4
120	6,3	110	10,4	6,7	5.444	41,0	2.234	47,0 a	3,2	30,6
C.V. (%)	10,2	4,4	11,3	17,6	7,9	1,3	8,2	8,7	8,4	8,6

Alt = altura; Ncap = número médio de capulhos por planta; Cap = massa média de 1 capulho; Prod = produtividade de algodão em caroço; Pluma = produtividade de algodão em pluma; Fibra = % de fibra.

Tabela 4 – Teores de N, P, K no caroço do algodão, quantidade exportada desses nutrientes, e teor de K no solo, na camada 0-20 cm, após a colheita do algodão. Santa Helena de Goiás, safra 2009/10.

Tratamentos	Caroço kg ha ⁻¹	Teano no caroço			Total exportado			K-solo mg dm ⁻³
		N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	
Contraste controle vs. adubado								
Controle (sem K)	3.202	44,6	6,5	19,9	143	48	76	88
Adubado (Fatorial: Dose x Época)	3.293	47,4	6,3	18,9	156	47	75	95
Média de épocas de aplicação								
100 % pré-plantio braquiária (PP)	3.245	47,6	6,2	19,1	154	46	75	90
50 % PP + 50% em cobertura	3.245	45,7	6,3	19,5	149	47	77	94
100 % em cobertura	3.390	48,8	6,3	18,0	166	49	74	101
Média de doses de K₂O (kg ha⁻¹)								
0	3.202	44,6	6,5	19,9	143	48	76	88
60	3.352	46,6	6,2	19,4	157	48	79	90
90	3.319	47,6	6,1	18,6	158	47	74	95
120	3.209	47,9	6,4	18,5	154	47	72	100
C.V. (%)	7,8	12,5	11,3	9,9	15,0	14,7	13,0	17,9