

**INDICADORES DE PRODUÇÃO E QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO
FERTIRRIGADO COM ÁGUA RESIDUÁRIA SANITÁRIA**Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n3p525-536/2016>**SILVÂNIO R. DOS SANTOS¹, ANTÔNIO A. SOARES (In memoriam)²,
MARCOS K. KONDO³, ANTONIO T. MATOS⁴, VICTOR M. MAIA⁵**

RESUMO: Problemas decorrentes da descarga de esgoto sanitário em rios são fatores preocupantes, por reduzir a qualidade da água, principalmente na região semiárida. Como alternativa viável, a utilização agrícola de águas residuárias pode minimizar problemas ambientais e fornecer nutrientes bem como parte da exigência hídrica de plantas cultivadas. Assim, objetivou-se verificar a influência da água residuária sanitária tanto na forma bruta (ARB) quanto na tratada, em nível terciário (ART), em substituição à adubação potássica mineral em cobertura, sobre os indicadores de produção e qualidade tecnológica da fibra do algodoeiro NuOpal BG RR[®]. O experimento foi conduzido em Janaúba - MG, no delineamento em blocos casualizados, constituído por 5 tratamentos (T0: Água limpa e adubação mineral; T1: 100% e T2: 150% de ART no fornecimento do K em cobertura; T3: 100% e T4: 150% de ARB no fornecimento do K em cobertura), com quatro repetições. Pode-se substituir a adubação potássica em cobertura aplicando 100% da dose potássica recomendada via ART, sem afetar a produtividade e a qualidade da fibra, sendo complementada a cobertura nitrogenada. Ao se empregar a ARB, além de não afetar a qualidade da fibra, há incremento de até 43,6% na produtividade do algodão, sendo dispensada a cobertura nitrogenada.

PALAVRAS-CHAVE: algodão em pluma, produtividade, tecnologia da fibra, esgoto bruto, esgoto de tratamento terciário.

**COTTON YIELD AND FIBER QUALITY INDEX WITH SANITARY WASTEWATER
FERTIGATION**

ABSTRACT: Sewage discharge into rivers cause troubles by deteriorating water quality, mainly in the semi-arid region. The agriculture reuse of wastewater is an alternative to minimize environmental problems, provide nutrients and part of water requirements to crops. The purpose of the current study was to verify the influence of raw sanitary wastewater (ARB) and tertiary treated sanitary wastewater (ART) replacing potassium topdressing in cotton fertigation, investigating changes in the yield and fiber quality indexes of cotton NuOpal BG RR[®]. The field experiment was developed in Janaúba, Minas Gerais State, Brazil, in randomized complete block design with five treatments (T0: drinking water and mineral fertilizer; T1 and T2: 100% and 150% of potassium topdressing requirements supplied by ART; T3 and T4: 100% and 150% of potassium topdressing supplied by ARB) and four replications. The T1 do not change cotton yield and fiber quality, once nitrogen topdressing is performed. The ARB not affect cotton fiber quality and improve yield by 43.6%, being unnecessary nitrogen topdressing.

KEY WORDS: cotton lint, crop yield, fiber technology, raw sewage, tertiary sewage treatment.

¹ Eng^o A grônomo, Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES/Janaúba - MG, Fone: (38) 3821-2756, silvanio.santos@unimontes.br

² Eng^o A grícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFV/Viçosa - MG, aasoares@ufv.br

³ Eng^o A grônomo, Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES/Janaúba - MG, marcos.kondo@unimontes.br

⁴ Eng^o A grícola, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG/Belo Horizonte - MG, atmatos@desa.ufmg.br

⁵ Eng^o A grônomo, Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrárias, UNIMONTES/Janaúba - MG, victor.maia@unimontes.br

Recebido pelo Conselho Editorial em: 22/08/2013

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 23/04/2015

INTRODUÇÃO

Devido ao aumento populacional e do desenvolvimento econômico, é crescente a demanda por alimentos e vestuários. Ao mesmo tempo, problemas decorrentes das descargas de águas residuárias em rios tornam-se fator preocupante, por contribuir para a redução da qualidade dessas águas. O lançamento de esgoto em cursos d'água é prática comum em todo o Brasil, tanto em cidades que apresentam sistema de tratamento quanto naquelas somente com sistema de coleta, fazendo o lançamento, sem tratamento algum. Em Minas Gerais, mais de 90% dos pontos de lançamento de água residuária sanitária (AR) coletada nos municípios têm os leitos dos rios como destino final (BRASIL, 2010).

A utilização agrícola de águas residuárias, além de minimizar esses problemas ambientais, pode reduzir o uso de adubos minerais e de água limpa na agricultura irrigada em regiões semiáridas (FIGUEIREDO et al., 2005). Esta redução no uso de adubos minerais é possível em decorrência da elevada concentração de nutrientes na AR (AZEVEDO et al., 2005; LEAL et al., 2009; VARALLO et al., 2012), desde que a mesma seja manejada de forma criteriosa (MATOS et al., 2013).

Dentre as plantas cultivadas, o algodoeiro é uma das recomendadas para a fertirrigação com AR devido a seu principal produto não ser utilizado para a alimentação humana. Além disso, as cultivares modernas são exigentes em nutrientes quando se buscam altas produtividades (AQUINO et al., 2012a; AQUINO et al., 2012b; JÁCOME et al., 2003; ROSOLEM & WITACKER, 2007; BATISTA et al., 2010; SANTOS et al., 2012).

No Brasil, dentre as cultivares modernas, tem aumentado a disponibilidade de materiais de algodoeiro geneticamente modificado, desde a liberação do primeiro, em 2005 (MCTI, 2012). No entanto, são raros os estudos do comportamento desses materiais no campo, quando fertirrigados com AR.

Minas Gerais destaca-se como o quinto maior produtor de algodão do Brasil (CONAB, 2013). O governo estadual, por meio do programa mineiro de incentivo à cotonicultura (PROALMINAS), tem estimulado a implantação de algodoeiras, proporcionando isenção de impostos sobre produtos acabados por elas que, por sua vez, pagam bônus de 7,85% sobre o índice de preços CEPEA/Esalq aos produtores de algodão no Estado (CARVALHO et al., 2012).

A maioria dos cotonicultores de Minas Gerais são agricultores familiares, correspondendo a 63,6% do total (CARVALHO et al., 2012), localizados principalmente na região norte do estado, onde também é crescente a instalação de rede de coleta e tratamento de esgotos. Assim, alternativas que possibilitem a redução no custo de produção da lavoura aliadas à minimização de impactos ambientais, devido ao lançamento de esgoto em cursos d'água ou em sumidouros pontuais, contaminando águas superficiais e/ou subterrâneas, podem promover ganhos aos produtores e à sociedade.

Diversos trabalhos relatam o uso de AR no aumento da produtividade do algodoeiro (ALIKHASI et al., 2012; AZEVEDO et al., 2005). Todavia, percebe-se que a maioria deles tem a água residuária tratada (ART), como principal utilização. Além disso, a AR foi utilizada para atender a toda a demanda hídrica da cultura, o que pode comprometer a sustentabilidade do processo produtivo a médio e longo prazos devido ao acúmulo de elementos indesejáveis no solo. Entretanto, a água residuária bruta (ARB) pode ser interessante devido à maior concentração de nutrientes e material orgânico. Além disso, com a disposição final criteriosa desse afluente na agricultura, podem-se evitar gastos na construção de estações para tratamento das águas residuárias (AR) de comunidades rurais.

Quanto ao aspecto nutricional, o fósforo tende a aumentar o comprimento da fibra e o potássio regulariza o ciclo da cultura e aumenta o teor de celulose nas paredes internas das fibras, refletindo na melhoria de outros caracteres econômicos, aumentando a produção, a massa de um capulho, o comprimento da fibra, a uniformidade de comprimento e a finura (AQUINO et al., 2012a; AQUINO et al., 2012b; ROSOLEM & WITACKER, 2007; SANTOS et al., 2012).

Associada aos aspectos produtivos, a adubação nitrogenada aumenta o vigor das plantas durante o desenvolvimento vegetativo, culminando em aumento de produtividade e em melhoria no comprimento, resistência e finura das fibras (AZEVEDO et al., 2005; PEREIRA et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se verificar a influência de ARB e ART, em substituição à adubação potássica mineral em cobertura, sobre os indicadores de produção e qualidade tecnológica da fibra do algodoeiro transgênico NuOpal BG RR®.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental da Copasa/Unimontes, localizada ao lado da ETE de Janaúba - MG, latitude 15° 46' 12,6" S, longitude 43° 19' 13,5" W e altitude de 530 m, em área anteriormente cultivada com pastagem degradada há mais de cinco anos. O clima é classificado como Aw, tropical com inverno seco, de acordo com a classificação de Köppen. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2013).

Foi feita a correção do solo com calcário dolomítico (1.500 kg ha⁻¹), 41 dias antes da semeadura (CFSEMG, 1999). No dia seguinte, foi feita sua incorporação com duas subsolagens, cruzadas, com hastes espaçadas 0,50 m entre si, até à profundidade de 0,65 m, aproveitando a umidade do solo proporcionada por 48 mm de chuva, nos quatro dias anteriores. Aos 38 dias antes da semeadura, foram realizadas duas gradagens, cruzadas. Esta sequência possibilitou o destorroamento e o nivelamento do solo, incorporando o calcário e controlando as plantas daninhas remanescentes.

A semeadura foi em 30-04-2012, após o solo atingir teor de água equivalente ao da capacidade de campo, com a aplicação de 62,7 mm de água limpa, dividida em três lâminas de irrigação.

Utilizou-se da cultivar de algodão NuOPAL BG RR, ciclo precoce a médio, fibra média, resistente a lepidópteros e ao herbicida glifosato. A semeadura foi manual, com 20 sementes por metro linear (70% de germinação, 40% de vigor), com 0,90 m entre linhas, na profundidade de 0,03 m. As sementes deslintadas foram tratadas com inseticida e fungicida.

No sulco de plantio, foram aplicados 100,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (333,3 kg ha⁻¹ do formulado NPK 4-30-10), sendo a adubação nitrogenada (20,0 kg ha⁻¹ de N) complementada com ureia, na dose de 14,8 kg ha⁻¹, e a potássica (40,0 kg ha⁻¹ de K₂O) com o cloreto de potássio, na dose de 11,6 kg ha⁻¹, conforme CFSEMG (1999).

O ciclo cultural iniciou-se em 04-05-2012, quando mais de 80% das plântulas emergiram, sendo desbastadas para 9 plantas m⁻¹ linear, equivalente a 100.000 plantas ha⁻¹, aos 21 dias após a emergência (DAE).

Para a aplicação da AR e a complementação das irrigações na cultura, foi usado um sistema de irrigação por gotejamento, com filtro de areia, com taxa de 6,1 m³ m⁻² h⁻¹ e filtro de disco com 120 mesh.

Foi utilizada uma linha lateral com 5,9 m de comprimento para cada fileira de plantas, no espaçamento de 0,90 m, e composta por tubogotejadores modelo Naantif®, com diâmetro interno igual a 0,014 m, não autocompensante, cilíndrico, com pré-filtro, de vazão média (q_e) igual a 5,87 L h⁻¹ à pressão de 204 kPa, com emissores espaçados 0,40 m entre si.

Trabalhou-se com turno de rega de dois dias. No cálculo da demanda hídrica do algodoeiro (ET_c), utilizou-se do modelo de Penman-Monteith-FAO (ALLEN et al., 2006) para o cálculo da evapotranspiração de referência (ET₀), e os coeficientes de cultivo (K_c), de localização da irrigação (K_l) e do solo (k_s), conforme BELTRÃO & AZEVEDO (2008) e MANTOVANI et al. (2009). Estimou-se a eficiência de aplicação em 96%, correspondente à uniformidade de aplicação média em campo (MANTOVANI et al., 2009). Mediante os resultados de ET_c, E_a e q_e, foram calculadas as lâminas líquidas, as lâminas brutas acumuladas e os tempos de funcionamento do sistema de

irrigação. Decorridas as aplicações, as lâminas líquidas de AR foram recalculadas a partir dos tempos de funcionamento.

Aos 9 e 57 DAE, foram abertas trincheiras no final de três linhas laterais aleatórias, doze horas depois da última irrigação, medindo-se, com fita milimétrica, a largura da faixa molhada pelos emissores a cada 0,05 m de profundidade e calculando-se a porcentagem de área molhada média pela divisão entre a largura máxima e o espaçamento entre linhas laterais.

Aos 133 DAE, foi feito o corte da irrigação, com aproximadamente 55% das maçãs abertas e 30% fisiologicamente maduras (BELTRÃO & AZEVEDO, 2008).

A água para irrigação foi obtida da rede de abastecimento da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA - MG), em Janaúba – MG, aduzida do reservatório Bico da Pedra.

A ART foi captada por condução em gradiente, via 200 m de tubulação de PVC, desde a segunda lagoa de maturação da ETE - Janaúba (último estágio do tratamento, antes do lançamento no rio Gorutuba) até o conjunto motobomba localizado na área experimental. A ARB, igualmente conduzida, foi captada após o medidor de vazão, na saída do sistema de tratamento preliminar.

A ETE Janaúba é composta por tratamento preliminar (grade e desarenador), reator anaeróbio de fluxo ascendente (UASB), lagoa facultativa e duas lagoas de maturação, operando com vazão de até 48,4 L s⁻¹.

O controle de plantas daninhas, o monitoramento e o controle de pragas e doenças foram feitos em momento oportuno ao longo do ciclo da cultura, seguindo recomendações de BELTRÃO & AZEVEDO (2008) e PEIXOTO et al. (2009).

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos de fertirrigação da cultura foram os descritos a seguir: a) T0: Água limpa (AL) e cobertura com adubação mineral (AM); b) T1: 100% do potássio em cobertura via ART; c) T2: 150% do potássio em cobertura via ART; d) T3: 100% do potássio em cobertura via ARB e; e) T4: 150% do potássio em cobertura via ARB. Utilizou-se da água de abastecimento para a complementação da exigência hídrica da cultura.

O potássio foi definido como elemento referência, após análise da AR, considerando-se os nutrientes exigidos pela cultura e as quantidades limites dos elementos constituintes da AR, aplicadas no solo anualmente (MATOS et al., 2013).

A parcela experimental foi composta por seis linhas de plantas, com 0,90 m entre linhas, 5,90 m de comprimento e 0,11 m entre plantas, totalizando 31,86 m². Para a área útil, foram utilizadas as quatro linhas centrais de cada parcela, desprezando-se 1 m das extremidades da linha, totalizando 14,04 m² de área útil.

Os tratamentos foram diferenciados aos 35 DAE, aplicando-se a AR e as adubações em cobertura na testemunha. Até os 100 DAE, foram feitas 22 aplicações de AR.

Na testemunha, foram feitas seis adubações minerais de cobertura, totalizando 50,0 kg ha⁻¹ de N (111,1 kg ha⁻¹ de ureia) e 40,0 kg ha⁻¹ de K₂O (69,0 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio), conforme CFSEMG (1999). Essas mesmas doses de N e K₂O foram usadas para calcular as quantidades de AR aplicadas nos tratamentos, à exceção do T1, que recebeu dose adicional de 15,5 kg ha⁻¹ de N (34,44 kg ha⁻¹ de ureia), aos 76 DAE, pois com a concentração do N na ART, a dose final do nutriente ficaria abaixo das fornecidas nos demais tratamentos.

Mensalmente, foram coletadas amostras simples da AR no final de uma das linhas laterais, durante o horário das aplicações, sendo colocadas em recipientes apropriados. Os recipientes foram acondicionados em caixas de isopor com gelo e enviados imediatamente ao laboratório, para as análises de N total, P total, K total, Na, Ca, óleos e graxas, Fe e demanda química de oxigênio (DQO), seguindo metodologias descritas em APHA et al. (2012). De posse dos resultados das análises da AR do mês anterior, eram calculadas as lâminas de fertirrigação com a AR nos respectivos tratamentos.

Aos 75 DAE, ocasião do florescimento, foi coletada a quinta folha verdadeira de cada uma das plantas marcadas nas parcelas experimentais, sendo acondicionadas em sacos de papel e enviadas ao laboratório para análises químicas (CFSEMG, 1999).

Aos 150 DAE, foram coletados 3 capulhos (terço inferior, médio e superior) em cada uma das 16 plantas previamente marcadas na parcela útil, totalizando 48 capulhos. Essas plantas tiveram o número total de capulhos contabilizados, obtendo-se o número médio por planta. Após pesagem, o algodão foi descaroçado, obtendo-se a massa da fibra que foi enviada ao laboratório para análises tecnológicas em equipamento HVI (*high volume instrument*), conforme metodologia descrita por BELTRÃO & AZEVEDO (2008).

No ato da colheita de todas as plantas da parcela útil, ocorrida aos 150 DAE, outra amostra contendo 9 capulhos (três capulhos por planta em três plantas) teve a massa obtida e foi levada para estufa de secagem a 65 °C por 72 horas, acrescida de 1 hora a 105 °C, para a obtenção do teor de água. O algodão colhido teve a massa medida e, depois da obtenção do teor de água, foi feita a correção para 8,5% (ABNT, 1991). A partir das massas do algodão em caroço e fibra das amostras descaroçadas, foi calculada a massa média de capulho e o rendimento de fibra, depois de corrigido o teor de água. De posse do rendimento e da massa de algodão em caroço da parcela útil, foi calculada a produtividade de algodão em fibra.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos a até 5% pelo teste F, foram aplicados testes para comparar os tratamentos entre si (Tukey) e com a testemunha (Dunnett).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo do ciclo da cultura, contado a partir da emergência das plântulas, foram aplicadas lâminas líquidas totais de 491,7 mm, incluindo precipitações ocorridas entre os 10 e 16 DAE (total igual a 9,4 mm), objetivando atender a sua exigência hídrica. Os valores da ET_0 oscilaram entre 1,8 e 6,2 mm d⁻¹, e os da ET_c , entre 0,6 e 4,4 mm d⁻¹. Das lâminas totais aplicadas, 24,1 e 36,1% foram com ART e 22,5 e 33,8% com ARB, nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente, aplicados entre 35 e 100 DAE, de modo que as lâminas aplicadas não superaram a demanda hídrica da cultura.

Com a correção do solo e as fertilizações, bem como as aplicações da AR, estimaram-se os aportes dos componentes (Tabela 1). As cargas de potássio aportadas via AR, inferiores à estipulada inicialmente para os tratamentos T3 (40 kg ha⁻¹ de K₂O) e T4 (60 kg ha⁻¹ de K₂O), foram atribuídas ao atraso no recebimento dos resultados das análises de AR, visto que, especialmente no mês de agosto, para finalizar as aplicações, estimou-se a concentração do potássio em 35 mg L⁻¹ e, no entanto, foi 30,4 mg L⁻¹ na ARB.

Nas análises dos conteúdos foliares de N, P, K, Ca, B, Fe e Na, realizadas no florescimento (75 DAE), não se constatou diferença entre tratamentos ou blocos para nenhum dos elementos avaliados (Tabela 2). Isso permite inferir que nessa data os elementos extraídos pelas plantas eram basicamente advindos dos conteúdos já existentes no solo (Fe, Na) e/ou fornecidos via calagem e adubação inicial (N, P, K, Ca) (Tabela 1). Além disso, é possível afirmar, também, que o suprimento de N e K via AR naquela ocasião se equiparou ao mineral, possibilitando igual absorção pelas plantas.

TABELA 1. Doses totais (kg ha^{-1}) dos constituintes químicos nitrogênio total (N), fósforo (P_2O_5), potássio (K_2O), sódio (Na), cálcio (Ca), óleos e graxas (O&G), ferro (Fe) e matéria orgânica (DQO), fornecidos via adubação mineral (AM) e aporte ao solo via água residuária (AR) nos tratamentos (Trat.). **Total rates (kg ha^{-1}) of the chemical constituents: total nitrogen (N), phosphorus (P_2O_5), potassium (K_2O), sodium (Na), calcium (Ca), oil and grease (O&G), iron (Fe) and organic matter (DQO) provided by treatments (Trat.) with mineral fertilizer (AM) and wastewater (AR).**

Trat.	N*			P_2O_5			K_2O			Na		
	AM	AR	Tot	AM	AR	Tot	AM	AR	Tot	AM	AR	Tot.
T0	70,0	0,0	70,0	100,0	0,0	100,0	80,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0
T1	35,5	37,5	73,0	100,0	23,8	123,8	40,0	40,2	80,2	0,0	69,0	69,0
T2	20,0	44,3	64,3	100,0	35,6	135,6	40,0	60,0	100,0	0,0	103,1	103,1
T3	20,0	70,1	90,1	100,0	36,5	136,5	40,0	38,0	78,0	0,0	52,7	52,7
T4	20,0	93,5	113,5	100,0	55,0	155,0	40,0	57,1	97,1	0,0	79,3	79,3

Trat.	Ca			O&G			Fe			DQO		
	AM	AR	Tot	AM	AR	Tot	AM	AR	Tot	AM	AR	Tot
T0	410,5	0,0	410,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T1	410,5	4,6	415,1	0,0	16,7	16,7	0,0	1,3	1,3	0,0	212,8	212,8
T2	410,5	6,8	417,4	0,0	25,1	25,1	0,0	2,0	2,0	0,0	318,1	318,1
T3	410,5	4,1	414,6	0,0	73,3	73,3	0,0	3,3	3,3	0,0	689,4	689,4
T4	410,5	6,2	416,7	0,0	110,1	110,1	0,0	4,9	4,9	0,0	1036,7	1036,7

*Corresponde ao nitrogênio disponibilizado para a cultura, conforme MATOS et al. (2013), adaptado; T0: Água limpa e cobertura com adubação mineral; T1: 100% do potássio em cobertura via ART; T2: 150% do potássio em cobertura via ART; T3: 100% do potássio em cobertura via ARB; T4: 150% do potássio em cobertura via ARB.

Os níveis críticos de N, P, K, Ca e Fe, na quinta folha do algodoeiro (folha índice), são $3,2 \text{ dag kg}^{-1}$, $0,17 \text{ dag kg}^{-1}$, $1,5 \text{ dag kg}^{-1}$, 2 mg kg^{-1} e 70 mg kg^{-1} , respectivamente, para produtividade esperada de 980 kg ha^{-1} de algodão em fibra, assumindo rendimento de fibra igual a 39,2%, cujas recomendações de calagem e fertilização foram seguidas no presente trabalho (CSFEMG, 1999). Portanto, de acordo com esse critério de interpretação, as plantas de todos os tratamentos encontravam-se com níveis adequados dos elementos avaliados, no dia anterior à última cobertura nitrogenada e potássica na testemunha.

Em coleta de amostras de solo feita aos 30 DAE, observou-se conteúdo médio de sódio igual a $0,11 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ na camada de 0-0,40 m. Por esta existência no solo e pela alta mobilidade em solução (JÁCOME et al., 2003; RODRIGUES et al., 2012), o acúmulo foliar no T0 equiparou-se ao dos tratamentos em que houve aplicação de AR, cujos aportes de sódio estimados até aos 75 DAE variaram entre $19,3 \text{ kg ha}^{-1}$ (T3) e $49,6 \text{ kg ha}^{-1}$ de Na (T2).

Houve efeito de tratamentos sobre os resultados de produtividade do algodão em fibra, rendimento de fibra e massa de capulho, não havendo efeito para o número de capulhos por planta (Tabela 3).

TABELA 2. Resumo da análise de variância e médias de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), ferro (Fe) e sódio (Na), encontrados em folhas de algodoeiro, aos 75 DAE, em tratamentos com adubação potássica em cobertura. **Variance analysis summary and average concentration of nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), calcium (Ca), iron (Fe) and sodium (Na) in cotton leaves at 75 DAE, in potassium topdressing treatments.**

FV	GL	Quadrado Médio					
		N	P	K	Ca	Fe	Na
Bloc.	3	0,593	0,002	0,040	0,067	130,37	12541,40
Trat.	4	0,256 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,164 ^{ns}	0,078 ^{ns}	79,97 ^{ns}	3116,20 ^{ns}
Res.	12	0,282	0,001	0,154	0,036	198,05	5211,38
CV (%)		10,55	11,56	20,87	6,46	17,47	24,54
Trat.		Média					
		----- dag kg ⁻¹ -----			----- mg kg ⁻¹ -----		
T0		4,81 A a	0,27 A a	1,74 A a	2,94 A a	87,40 A a	254,56 A a
T1		4,84 A a	0,29 A a	2,10 A a	2,90 A a	82,62 A a	307,71 A a
T2		5,02 A a	0,31 A a	1,65 A a	3,16 A a	76,76 A a	295,88 A a
T3		5,44 A a	0,26 A a	2,09 A a	2,81 A a	77,06 A a	283,44 A a
T4		5,02 A a	0,32 A a	1,84 A a	2,84 A a	79,03 A a	329,46 A a
Média		5,03	0,29	1,88	2,93	80,58	294,21

^{ns} Não significativo a 5%, pelo teste F. T0: água limpa e adubação mineral; T1: 100% da cobertura potássica via ART; T2: 150% da cobertura potássica via ART; T3: 100% da cobertura potássica via ARB; T4: 150% da cobertura potássica via ARB; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula da testemunha (T0) na coluna, não diferem dela, pelo teste de Dunnett, e médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na comparação das médias dos tratamentos em que houve aplicação de AR com a testemunha (T0), maiores valores de produtividade e massa de capulho foram alcançados pelo T3 e T4 (Tabela 3). Mesmo o T4 ficando com menor rendimento de fibra (42,71%), sua produtividade situou-se 43,6% acima do T0. A produtividade do T3 ficou 40,1% acima da alcançada pelo T0. O T3 e o T4 proporcionaram produtividades de fibra acima da média alcançada em Minas Gerais (1.411 kg ha⁻¹) e no Brasil (1.347 kg ha⁻¹), na safra de 2011/2012 (CONAB, 2013). Isso ocorreu, possivelmente, devido aos maiores conteúdos de N e P disponibilizados por esses tratamentos ao longo do ciclo, comparados ao T0 (50 kg ha⁻¹ de N e 0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ em cobertura), uma vez que, por estarem diretamente relacionados à fotossíntese, proporcionam maiores acúmulos de açúcares, óleos e fibras nas estruturas reprodutivas do algodoeiro, culminando em maiores massas de capulho, refletindo no aumento de produtividade (AQUINO et al., 2012a; BELTRÃO & AZEVEDO, 2008; SANTOS et al., 2012). Além do mais, a combinação dos componentes massa de capulho e número de capulhos por planta também contribuiu para a maior produtividade do algodoeiro em que houve aplicação de ARB, já que a população final média, constatada em todos os tratamentos, ficou próxima de 100.000 plantas ha⁻¹.

Os tratamentos em que houve aplicação de ART (37,5 kg ha⁻¹ de N + 15,5 kg ha⁻¹ de N mineral; 44,3 kg ha⁻¹ de N; 23,8 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 35,6 kg ha⁻¹ de P₂O₅, para T1 e T2, respectivamente) (Tabela 1) equiparam-se ao T0 em termos de produtividade, rendimento de fibra, massa de capulho e capulhos por planta, comprovando, também, o efeito fertilizante da ART nos aspectos produtivos do algodoeiro. Resultados semelhantes quanto a AR para produtividade também foram obtidos por outros autores (ALIKHASI et al., 2012; FIGUEIREDO et al., 2005).

TABELA 3. Resumo da análise de variância e médias de produtividade de algodão em fibra, kg ha⁻¹ (Fibra), rendimento de fibra, em decimal (Rend.), massa de capulho, g (Capulho) e número de capulhos por planta (CpPta) de algodão submetido a diferentes fontes de adubação potássica em cobertura. **Variance analysis summary and averages of cotton fiber yield, in kg ha⁻¹ (Fibra), lint yield, in decimal (Rend.), boll weight, in g (Capulho) and number of bolls per cotton plant (CpPta) under sources of potassium in topdressing.**

FV	GL	Quadrado Médio			
		Fibra	Rend.	Capulho	CpPta
Bloc.	3	114.762,5	4,006 x 10 ⁻⁵	0,142	1,450
Trat.	4	165.656,3*	2,703 x 10 ^{-4*}	0,337*	2,633 ^{ns}
Res.	12	47.227,02	7,514 x 10 ⁻⁵	7,95 x 10 ⁻²	1,045
CV (%)		15,28	1,97	5,49	15,63
Trat.	Médias				
T0		1.143,05 A b	0,4484 A b	4,92 A a	5,48 A a
T1		1.378,08 A ab	0,4449 A ab	4,89 A a	6,23 A a
T2		1.345,80 A ab	0,4435 A ab	4,98 A a	6,30 A a
T3		1.601,19 B ab	0,4414 A ab	5,45 B a	7,53 A a
T4		1.641,09 B a	0,4271 B a	5,46 B a	7,15 A a
Média		1.421,84	0,4411	5,14	6,54

* Significativo a 5% e ^{ns} não significativo, pelo teste F; T0: água limpa e adubação mineral; T1: 100% da cobertura potássica via ART; T2: 150% da cobertura potássica via ART; T3: 100% da cobertura potássica via ARB; T4: 150% da cobertura potássica via ARB; Médias seguidas pela mesma letra maiúscula da testemunha (T0) na coluna, não diferem dela, pelo teste de Dunnett, e médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Na comparação entre médias de todos os tratamentos, observa-se que as produtividades e rendimentos de fibra dos tratamentos em que houve aplicação de ART se equipararam aos dos tratamentos com aplicação de ARB (Tabela 3). Porém, pelos maiores aportes de N, P, K e menores de sódio observados na ARB, a exigência nutricional da cultura é atendida com menores doses da ARB, inclusive com 150% da exigência em K (T4), o que pode minimizar problemas de acúmulo de sódio no solo, decorrentes de aplicações sucessivas de AR. Ressalta-se que o aporte de sódio ao solo pode promover alterações em sua condição física, devido à dispersão de argila (LEAL et al., 2009; MATOS et al., 2013; VARALLO et al., 2012).

Pela sensibilidade do teste de Tukey (DMS = 0,6358), não foi acusada diferença significativa entre os tratamentos para a massa de capulho (Tabela 3). Nota-se, na literatura, que há divergência entre os resultados de pesquisa utilizando esta última variável. ALIKHASI et al. (2012) verificaram diferença superior em tratamento com mistura de AL e ART nas proporções respectivas de 33% e 66% (4,9 g capulho⁻¹), em relação à aplicação de AL com cobertura nitrogenada (3,8 g capulho⁻¹), na cultivar MEHR. O aporte estimado de N, P e K no tratamento correspondente à mistura citada resultou em aproximadamente 112,3 kg ha⁻¹ de N (N-NH₄ + N-NO₃); 46 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 135,7 kg ha⁻¹ de K₂O. Já no tratamento com AL e cobertura nitrogenada feita aos 62 DAE e 90 DAE, o aporte estimado a partir das informações disponibilizadas pelos autores foi de 156,7 kg ha⁻¹ de N (128,8 kg ha⁻¹ de N mineral + N-NH₄ + N-NO₃); 11,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 13,4 kg ha⁻¹ de K₂O. O solo utilizado pelos autores possuía baixos conteúdos de matéria orgânica e fósforo, e bom de potássio.

Resposta da massa de capulho também foi registrada por BATISTA et al. (2010), em experimento com doses de P e sistemas de irrigação; e PEREIRA et al. (2012), com doses crescentes de esterco bovino (0 a 40.000 kg ha⁻¹, contribuindo com 0 a 680 kg ha⁻¹ de N, 0 a 360 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 0 a 980 kg ha⁻¹ de K₂O). Por outro lado, AQUINO et al. (2012b), JÁCOME et al. (2003) e SANTOS et al. (2012) notaram que o parcelamento de P, o aumento da salinidade na água de irrigação e as doses de P não interferem nesta variável para as cultivares Delta Opal, CNPA Precoce 1 e CNPA 7H. Com isso, tudo indica que a interferência de tratamentos na massa de capulhos está associada a fatores genéticos bem como à condição inicial do solo, posição em que

eles se encontram na planta e suprimento dos nutrientes N, P e K durante as fases de formação e de maturação dos frutos.

O rendimento de fibra constatado nos tratamentos encontra-se acima da média de Minas Gerais, que é de 39,2%, conforme CONAB (2013). O mais baixo rendimento apresentado pelo T4 (42,71%), comparado ao T0 (44,84%), pode ser atribuído às maiores disponibilidades de nutrientes, sobretudo o N, por estimular o fluxo de fotoassimilados para as estruturas de crescimento das plantas. Isso, além de maior proporção de fotoassimilados para as reservas das sementes, culmina em maior acúmulo de massa nestas em relação à deposição de celulose nas fibras (BELTRÃO & AZEVEDO, 2008). Uma das cultivares mais plantadas em Minas Gerais é a 'Delta Opal', que apresenta relativamente mais baixo rendimento de fibras que a empregada no presente experimento, conforme pode ser verificado em outros trabalhos (AQUINO et al., 2012a; AQUINO et al., 2012b; BATISTA et al., 2010).

A semelhança entre tratamentos para o número de capulhos por planta (Tabela 3) pode ser atribuída ao suprimento de nutrientes no solo, principalmente N, P e K, que durante a floração (Tabela 2) e a frutificação pode ter proporcionado adequada retenção de frutos pelas plantas em todos os tratamentos. Comportamento contrário foi observado por outros autores tanto com AR quanto com doses de nutrientes e qualidade de água (ALIKHASI et al., 2012; AQUINO et al., 2012a; AQUINO et al., 2012b; BATISTA et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2005; JÁCOME et al., 2003). Nos três primeiros trabalhos citados anteriormente, foi observado que, com o aumento do suprimento de P no solo, aliado à disponibilidade de água, há aumento no pagamento e na retenção de estruturas reprodutivas do algodoeiro.

Não se constatou diferença significativa entre tratamentos para comprimento de fibra (UHML), uniformidade de comprimento (UI), resistência ao rompimento (STR), finura da fibra (MIC), grau de reflectância (Rd), grau de amarelecimento (+b) e porcentagem da amostra coberta por impureza (Área), observando-se somente efeito de blocos para uniformidade de comprimento e grau de reflectância (Tabela 4).

Efeito não significativo de tratamentos, sobre pelo menos uma das características tecnológicas analisadas nas fibras do algodoeiro, também foi observado por outros autores (ALIKHASI et al., 2012; AZEVEDO et al., 2005; ROSOLEM & WITACKER, 2007; PEREIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2012).

Ao contrário do ocorrido no presente trabalho, AZEVEDO et al. (2005), comparando irrigação com ART e AL + AM, encontraram maiores médias de ART para UHML (fibras longas), UI (fibras mais uniformes) e Rd (brancura mais alta). Porém, mais baixo MIC (fibra menos fina) foi observado no tratamento submetido a ART. Os autores concluíram que a ART proporcionou melhora na qualidade da fibra do algodoeiro.

Mediante interpretação apresentada por BELTRÃO & AZEVEDO (2008), o algodoeiro do presente estudo apresentou fibras com comprimento médio ($29 \text{ mm} < \text{UHML} \leq 32 \text{ mm}$), muito uniformes ($\text{UI} > 46\%$), com média resistência ao rompimento ($27 \text{ gf tex}^{-1} < \text{STR} \leq 30 \text{ gf tex}^{-1}$) e finas ($3,0 \text{ } \mu\text{g poI}^{-1} < \text{STR} \leq 3,9 \text{ } \mu\text{g poI}^{-1}$). Devido à combinação do grau de reflectância e de amarelecimento, foram classificadas em branca, tipo 4, código 21 USDA e muito baixa porcentagem de impurezas (Tabela 4). Esta classificação das fibras proporciona boa aceitação por parte da indústria algodoeira que pode remunerar melhor o produtor.

Como houve semelhança entre tratamentos para todas as variáveis utilizadas para atestar a qualidade física da fibra do algodão (Tabela 4), pode-se inferir que o suprimento de N, P e K, durante a formação e a maturação da fibra, foi adequado, já que esses nutrientes são essenciais na produção, transporte e deposição de fotoassimilados nos frutos e posterior acúmulo de celulose nas paredes internas da fibra, conforme BELTRÃO & AZEVEDO (2008), PEREIRA et al. (2012), ROSOLEM & WITACKER (2007) e SANTOS et al. (2012).

Apesar das baixas porcentagens de impurezas observadas nos tratamentos (Área), na ocasião da colheita, percebeu-se saída de restos de brácteas junto do algodão, o que parece ser um problema

relacionado ao material genético utilizado. Além disso, notou-se também acamamento de plantas em todos os blocos.

TABELA 4. Resumo da análise de variância e médias de comprimento de fibra (UHML), uniformidade de comprimento (UI), resistência ao rompimento (STR), finura (MIC), grau de reflectância (Rd), grau de amarelecimento (+b) e porcentagem da amostra coberta por impureza (Área), relacionada à qualidade tecnológica do algodão submetido a diferentes fontes de adubação potássica em cobertura. **Variance analysis summary and averages of upper half mean length (UHML), uniformity index (UI), fiber strength (STR), micronaire (MIC), color Rd (Rd) and color +bs (+b), and percentage of impurity samples (Área), which are related to cotton fiber quality under sources of potassium in topdressing.**

FV	GL	Quadrado Médio						
		UHML	UI	STR	MIC	Rd	+b	Área
Bloc.	3	0,179	1,952	2,696	0,156	1,858	0,131	$7,2 \times 10^{-3}$
Trat.	4	0,179 ^{ns}	0,690 ^{ns}	1,019 ^{ns}	0,063 ^{ns}	0,686 ^{ns}	0,178 ^{ns}	$1,2 \times 10^{-4ns}$
Res.	12	0,213	0,181	1,209	0,049	0,349	0,088	$1,2 \times 10^{-4}$
CV (%)		1,54	0,50	3,64	6,39	0,72	3,85	52,88
Trat.	Média							
	(mm)	(%)	(gf tex ⁻¹)	(µg pol ⁻¹)	(Rd)	(+b)	(%)	
T0	29,79Aa	84,87Aa	30,05Aa	3,58Aa	81,23Aa	7,80Aa	0,018Aa	
T1	29,82Aa	84,69Aa	30,78Aa	3,41Aa	82,23Aa	7,55Aa	0,015Aa	
T2	30,11Aa	85,00Aa	30,65Aa	3,58Aa	82,07Aa	7,40Aa	0,018Aa	
T3	30,22Aa	84,74Aa	29,53Aa	3,45Aa	81,73Aa	7,78Aa	0,028Aa	
T4	30,21Aa	84,71Aa	30,10Aa	3,28Aa	81,47Aa	7,93Aa	0,025Aa	
Média	30,03	84,8	30,22	3,46	81,74	7,69	0,02	

*Significativo a 5%, pelo teste F; ^{ns} Não significativo; T0: água limpa e adubação mineral; T1: 100% da cobertura potássica via ART; T2: 150% da cobertura potássica via ART; T3: 100% da cobertura potássica via ARB; T4: 150% da cobertura potássica via ARB.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula da testemunha (T0) na coluna não diferem dela, pelo teste de Dunnett, e médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

CONCLUSÕES

A adubação potássica recomendada em cobertura para o algodoeiro (40 kg ha⁻¹ de K₂O) pode ser substituída por 100% da dose via água residuária tratada (ART), sem afetar a produtividade e a qualidade tecnológica da fibra, devendo ser complementada parte da cobertura nitrogenada.

A água residuária bruta (ARB) no algodoeiro, além de substituir a adubação potássica recomendada em cobertura (40 kg ha⁻¹ de K₂O), pode proporcionar incremento de 43,6% na produtividade de algodão em fibra, quando usada no atendimento de 150% da dose recomendada, sem afetar a qualidade tecnológica da fibra, com baixo risco de alterar a condição física do solo, sendo dispensada a cobertura nitrogenada (50 kg ha⁻¹ de N).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB/ETENE/FUNDECI), à Associação Mineira de Produtores de Algodão (AMIPA) e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo auxílio financeiro e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12331**: fibras textéis – taxa convencional de condicionamento. Rio de Janeiro, 1991. 2 p.
- ALIKHASI, M.; KOUCHAKZADEH, M.; BANIANI, E. The effect of treated municipal wastewater irrigation in non-agricultural soil on cotton plant. **Journal of Agriculture Science and Technology**, Nairobi, v. 14, p. 1357-1364, 2012.

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos**. Rome: FAO, 2006. 320 p. (Irrigation and Drainage, 56).
- APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION; WEF - WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd ed. Washington, 2012. 1360 p.
- AQUINO, L. A. de; AQUINO, R. F. B. A.; SILVA, T. C.; SANTOS, D. F. dos; BERGER, P. G. Aplicação do fósforo e da irrigação na absorção e exportação de nutrientes pelo algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 4, p. 355-361, 2012a.
- AQUINO, L. A. de; BERGER, P. G.; NEVES, J. C. L.; LIMA, T. C.; AQUINO, R. F. B. A. A. Parcelamento de fósforo em algodoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2012b.
- AZEVEDO, M. R. Q. A.; KONIG, A.; BELTRÃO, N. E. M.; CEBALLOS, B. S. O.; AZEVEDO, C. A. V.; TAVARES, T. L. Características tecnológicas da fibra do algodão herbáceo sob efeito da adubação nitrogenada e irrigação com água residuária tratada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 202-206, 2005.
- BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A. de; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010.
- BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Ed.). **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 2 v., 1309 p.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro, 2010. 219 p. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb2008/default.shtm>>. Acesso em: 08 jan. 2013.
- CARVALHO, C. de.; KIST, B.; REETZ, E. R.; DRUM, M. **Anuário brasileiro do algodão 2012**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2012. 136 p.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira 2012/2013: grãos, quinto levantamento**. Brasília, 2013. 27 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Brasília, 2013. 353 p.
- FIGUEIREDO, I. C. de M.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. de M.; ARAÚJO, M. G. F. de; SANTOS, T. S. S.; AZEVEDO, C. A. V. Uso da água residuária tratada e do biossólido no algodão colorido: produção e seus componentes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 288-291, 2005. Suplemento.
- JÁCOME, A. G.; OLIVEIRA, R. H.; FERNANDES, P. D.; GONÇALVES, A. C. A. Comportamento produtivo de genótipos de algodão sob condições salinas. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 187-194, 2003.
- LEAL, R. M. P.; HERPIN, U.; FONSECA, A. F. da; FIRME, L. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J. Sodicity and salinity in a Brazilian Oxisol cultivated with sugarcane irrigated with wastewater. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 96, p. 307-316, 2009.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2009. 355 p.
- MATOS, A. T.; SILVA, D. F.; LO MONACO, P. A. V.; PEREIRA, O. G. Produtividade e composição química do capim tifton 85 submetido a diferentes taxas de aplicação do percolado de resíduo sólido urbano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 188-200, 2013.

MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, CTNBio - COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA. **Algodão**. 2012. Disponível em:

<<http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14783.html>>. Acesso em: 01 mar. 2013.

PEIXOTO, M. F.; BARBOSA, R. V.; OLIVEIRA, R. R. da C.; FERNANDES, P. M.; COSTA, R. B. da. Amostragem do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch (*Acari: Tetranychidae*) e eficiência de controle de acaricidas no seu controle na cultura do algodoeiro irrigado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 24-32, 2009.

PEREIRA, J. R.; ARAÚJO, W. P.; FERREIRA, M. M. M.; LIMA, F. V.; ARAÚJO, V. L.; SILVA, M. N. B. Doses de esterco bovino nas características agrônômicas e de fibras do algodoeiro herbáceo BRS Rubi. **REVISTA AGROAMBIENTE**, Roraima, v. 6, n. 3, p. 195-204, 2012.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa, CFSEMG, 1999. 359 p.

RODRIGUES, C. R. F.; SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, E. N.; DUTRA, A. T. B.; VIÉGAS, R. A. Transporte e distribuição de potássio atenuam os efeitos tóxicos do sódio em plantas jovens de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, p. 223-232, 2012.

ROSOLEM, C. A.; WITACKER, J. P. T. Adubação foliar com nitrato de potássio em algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 147-155, 2007.

SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; NOVAIS, R. F. de; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S.; SILVA FILHO, J. L. Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo para o algodoeiro no cerrado da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, n. 4, p. 537-543, 2012.

VARALLO, A. C. T.; SOUZA, C. F.; SANTORO, B. de L. Mudanças nas características físico-químicas de um latossolo vermelho-amarelo distrófico após a irrigação com água de reúso na cultura da alface-crespa (*Lactuca sativa*, L.). **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 271-279, 2012.