

QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODOEIRO COLORIDO SOB LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO COM ÁGUA RESIDUÁRIA E ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Breno Leonan de Carvalho Lima¹, Ênio Farias de França e Silva², João Henrique Zonta³,
Cícero Pereira Cordão Terceiro Neto⁴, Claudivan Feitosa de Lacerda⁵,
Jorge Freire da Silva Ferreira⁶

RESUMO: A utilização dos esgotos domésticos tratados (TDS) na agricultura contribui para a economia de fertilizantes e melhora a qualidade da produção. No entanto, em culturas como o algodoeiro colorido, as respostas quanto a qualidade de fibras sob regimes de irrigação de déficit ou excesso hídrico com TDS, e em especial da sua interação com a nutrição potássica (K) são pouco esclarecidas quando em cultivo de campo. Nesse sentido, este trabalho objetivou avaliar as características tecnológicas da fibra do algodoeiro colorido sob regimes de irrigação com TDS sob adubação potássica (K). O estudo seguiu o delineamento experimental em blocos casualizados e em esquema fatorial constituído por cinco regimes de irrigação (ID) com TDS em cinco proporções da evapotranspiração da cultura (50, 75, 100, 125 e 150% da ET_C) e cinco doses de potássio (KR) (0, 50, 100, 150 e 200% da recomendação para a cultura) + uma testemunha irrigada com água de abastecimento público em 100% da ET_C e adubada conforme a recomendação local para a cultura (AC), com quatro repetições. O regime de irrigação para a reposição de 100% da ET_C com TDS sem adição de K proporcionou adequada nutrição potássica e de outros nutrientes durante o desenvolvimento celular da fibra o qual resultou em fibras mais longas e finas atendendo os padrões de qualidade da indústria têxtil.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum* L., reuso, indústria têxtil.

¹ Pesquisador Post-doc, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, CEP 52171-900, Recife-PE. E-mail: breno.lclima@ufrpe.br. Fone: +55 (84) 9 9612 3640

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

³ Centro Nacional de Pesquisa em Algodão, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Campina Grande-PB.

⁴ Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, Secretaria de Agricultura do Estado da Paraíba, Campina Grande-PB.

⁵ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Recife-PE.

⁶ United States Salinity Laboratory USDA-ARS, Water Reuse and Remediation Research Unit, Riverside-CA.

QUALITY OF COLORED COTTON FIBER UNDER WASTE IRRIGATION DEPTHS AND POTASSIUM FERTILIZATION

ABSTRACT: The use of treated domestic sewage (TDS) in agriculture contributes to the economics of fertilizers and improves the quality of production. However, in crops such as colored cotton, the responses regarding the quality of fibers under irrigation regimes of water deficit or excess with TDS, and especially of their interaction with potassium nutrition (K), are poorly understood when in field cultivation. In this sense, this work aimed to evaluate the technological characteristics of the fiber of the colored cotton under irrigation regimes with TDS under potassium fertilization (K). The study was conducted in a randomized complete block design and in a factorial scheme consisting of five TDS irrigation regimes in five proportions of crop evapotranspiration (50, 75, 100, 125 and 150% of the ETC) and five doses of potassium (KR) (0, 50, 100, 150 and 200% of the recommendation for the crop) + one control irrigated with 100% ETC public water and fertilized according to the local recommendation for the crop (AC), with four replications. The irrigation regime for the 100% replacement of TOC with TDS without K addition provided adequate potassium and other nutrients during the cellular development of the fiber, which resulted in longer and thinner fibers meeting the quality standards of the textile industry.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum* L., reuse, textile industry.

INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é a fibra natural mais importante do mundo, se constituindo na principal matéria-prima essencial para a indústria têxtil internacional (Abdelraheem et al., 2019; Zhang et al., 2019).

O algodoeiro é o terceiro maior consumidor mundial de água da irrigação e fornece matéria prima a 40% das roupas produzidas na indústria, necessitando de aproximadamente 2700 litros de água para a produção de uma camisa (Brenot et al., 2019). Estas circunstâncias têm levado os fabricantes de tecidos à adoção de tecnologias de produção alternativas e ambientalmente sustentáveis para minimizar o uso dos recursos hídricos e reduzir a poluição ambiental.

O algodoeiro colorido é uma alternativa viável por dispensar qualquer tipo de tingimento químico, propiciando uma economia de água que normalmente seria consumida no processo convencional de tingimento de tecidos (Ozturk et al., 2016). Isso aumenta o valor do

produto devido à crescente procura por tecidos naturalmente coloridos, para o vestuário de recém-nascidos, para pessoas alérgicas ou por simples tendências da moda.

O potássio (K) apresenta reconhecida importância nos processos biológicos das plantas tais como respiração, balanço hídrico, homeostase iônica e fotossíntese (Guo et al., 2017). Sua deficiência resulta em crescimento reduzido e baixa produtividade. No entanto, na maioria dos solos onde se produz o algodão, principalmente em solos distróficos, a reserva de nutrientes não é suficiente para suprir a quantidade extraída pela cultura durante seu ciclo de cultivo, de modo que a adubação potássica torna-se imprescindível no cultivo do algodoeiro (Hu et al., 2016).

As águas residuárias e a fertilização potássica propiciam melhorias nas características qualitativas da fibra do algodoeiro (Tariq et al., 2018). Contudo, mais pesquisas são necessárias para comprovar os benefícios do uso de água residuária, combinada ou não com doses de potássio nas características físicas da fibra do algodão em cultivares de fibra colorida.

Portanto, objetivou-se com o presente estudo, avaliar os diferentes regimes de irrigação com água residuária tratada e a combinação destas com diferentes doses de potássio na qualidade tecnológica da fibra do algodoeiro colorido em região semiárida.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de campo foi desenvolvido em região semiárida no período de 15 de abril à 30 de agosto de 2016 na Unidade Piloto de Reuso Hidro-Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Ibimirim, Brasil (8° 32' 05" S e 37° 41' 50" O, com altitude média de 408 m).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com esquema fatorial (5 x 5) + 1, composto por 26 tratamentos com quatro repetições, totalizando 104 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos por cinco regimes de irrigação (ID) correspondendo a 50, 75, 100, 125 e 150% da evapotranspiração da cultura (ET_C) com água de esgoto doméstico tratado (TDS) por um reator UASB (*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) e cinco doses de potássio (KR) correspondendo a 0, 50, 100, 150 e 200% da recomendação local para a cultura do algodoeiro herbáceo irrigado. Adicionalmente, uma testemunha absoluta (AC) foi irrigada com água de abastecimento público em 100% da ET_C e fertilizada com N-P-K conforme recomendação local para o algodoeiro herbáceo irrigado.

O material genético utilizado foi o algodoeiro cv. 'BRS Rubi', indicado para o cultivo em região semiárida do Nordeste brasileiro, de fibra com coloração marrom escura, ciclo de 120 a 140 dias e resistente à seca. O plantio foi realizado em sulco na profundidade de 0,05 m, com cinco sementes por intervalo de 0,20 m no sulco de plantio, deixando-se 10 plantas por metro linear após o desbaste. A parcela experimental foi de 15,0 m², sendo composta por três fileiras simples do algodoeiro com comprimento linear igual a 5,0 m, espaçadas de 1,0 m e com plantas espaçadas de 0,20 m na linha. A área útil da parcela compreendeu a fileira central, desprezando-se 1,0 m de cada extremidade.

Os dados inerentes à qualidade tecnológica da fibra do algodoeiro foram mensurados a partir da amostragem de 20 capulhos colhidos aleatoriamente no terço médio de plantas da área útil da parcela sendo as variáveis analisadas: comprimento da fibra (UHM, mm), uniformidade da fibra (UNF, %), índice de fibras curtas (SFI, %) e a resistência da fibra (STR, gf tex⁻¹).

A análise de variância foi realizada para avaliar os efeitos dos regimes de irrigação com água de esgoto doméstico tratado (ID) e das doses de potássio (KR) na qualidade da fibra do algodoeiro colorido, utilizando-se o pacote estatístico SAS 9.0. Quando os efeitos foram isolados para ID e KR, as médias foram ajustadas a modelos de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os regimes de irrigação com água de esgoto doméstico tratado (ID) afetaram isoladamente ($P < 0,05$) o comprimento da fibra (UHM) e o índice de fibras curtas (SFI). Adicionalmente, as doses de potássio (KR) influenciaram ($P < 0,05$) apenas na resistência de fibras do algodoeiro colorido (STR). Entretanto, a uniformidade de fibra (UNF) manteve-se constante ($P > 0,05$) sob todos os fatores estudados.

O comprimento da fibra (UHM) respondeu de forma quadrática em resposta ao regime de irrigação com água de esgoto doméstico tratado (Fig. 1A), com máximo comprimento de 23,71 mm quando aplicada uma lâmina de 98,7% ET_C, entretanto, lâminas superiores provocaram diminuição no comprimento das fibras. Ressalta-se, que o regime de irrigação com TDS para a obtenção do máximo UHM foi inferior a 100% da ET_C e 4% maior comparado ao controle absoluto (AC = 22,78 mm).

Azevedo et al. (2005), Alikhasi et al. (2012) e Santos et al. (2016) constataram que a irrigação com águas residuárias tratadas promovem maior UHM no algodoeiro herbáceo

comparado com a irrigação com água de abastecimento e adubada com fertilizantes minerais, o que concorda com os nossos resultados. Adicionalmente, a disponibilidade hídrica também apresenta efeito significativo no comprimento da fibra como constatado por [Papastylianou & Argyrokastritis \(2014\)](#) e [Zhang et al. \(2016\)](#).

A formação da fibra é resultante de vários processos biológicos desencadeados logo após o florescimento. Durante o início da floração as lâminas de irrigação não afetam o comprimento da fibra. Entretanto, a deficiência de água após a floração e durante o estágio de alongamento da fibra pode comprometer as características do comprimento em virtude dos processos fisiológicos e mecânicos do alongamento celular serem afetados pela deficiência hídrica ([Papastylianou & Argyrokastritis, 2014](#)). Contudo, também se observou efeito negativo no UHM quando aplicadas lâminas superiores a 98,7% da ET_C com TDS, a qual podem estar associados a lixiviação de nutrientes devido as lâminas excessivas, que, adicionalmente, com o algodoeiro cultivado em solo arenoso, potencializa o efeito da lixiviação.

Fatores ambientais, como a fertilidade do solo, são reportados na literatura como interferentes na qualidade intrínseca da fibra. O aumento do UHM proporcionado pelo incremento da reposição hídrica até 98,7% da ET_C ([Fig. 1A](#)) é um indicativo do enriquecimento do solo com vários nutrientes e potássio via água de esgoto doméstico tratado. Isso eleva a fertilidade do solo favorecendo o desenvolvimento celular e, conseqüentemente, um maior alongamento da fibra ([Guo et al., 2017](#)).

Para os regimes de irrigação de 50 e 75% da ET_C com TDS, os comprimentos de fibra corresponderam a 23,13 e 23,57 mm, ambos superiores a AC. Ressalta-se que a ‘BRS Rubi’ é uma cultivar de fibra curta (UHM < 25 mm). Não obstante, a utilização de águas de esgoto doméstico tratado na irrigação do algodoeiro colorido promoveu valores médios de UHM dentro do padrão da cultivar estudada.

Os regimes de irrigação com TDS e as doses de K não alteraram a uniformidade da fibra do algodoeiro, de modo que esta não diferiu da testemunha absoluta ([Fig. 1B](#)). A falta de efeito significativo para a UNF também foi constatada por [Freitas et al. \(2007\)](#) e [Tsialtas et al. \(2016\)](#) ao estudarem as aplicação de doses de K em algodoeiro herbáceo. Adicionalmente, [Papastylianou & Argyrokastritis \(2014\)](#) não constataram efeitos significativos avaliando o efeito de regimes de irrigação para o algodoeiro.

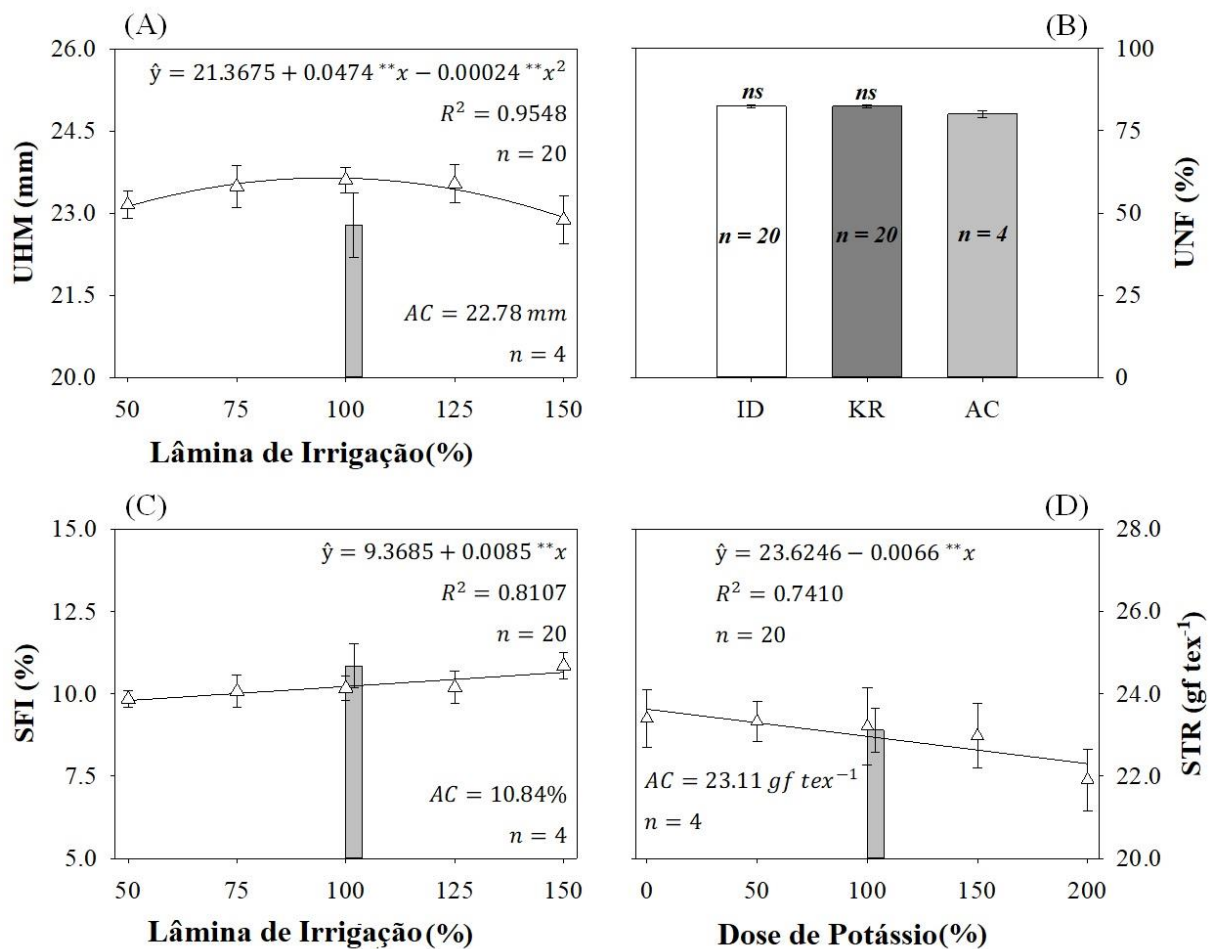


Figura 1. Comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibras curtas (SFI) e resistência (STR) das fibras do algodoeiro colorido, cv. BRS Rubi, em função do regime de irrigação com água de esgoto doméstico tratado (ID) e das doses de potássio (KR). ** $P \leq 0.01$; * $P \leq 0.05$; ns, não significativa. (■) Testemunha absoluta (AC). Barras verticais indicam a média \pm erro padrão.

O índice de fibras curtas (SFI) aumentou linearmente em função do aumento da disponibilidade hídrica com águas de esgoto doméstico tratado. Entretanto, as médias observadas para cada regime de irrigação com água de esgoto doméstico tratado não diferiram do observado para as plantas do AC (Fig. 1C).

Os padrões mínimos de qualidade da fibra para a indústria têxtil no Brasil requerem menores percentuais de fibras curtas (< 9%), indicando que quanto menor este índice, melhor é a qualidade da fibra. A aplicação de regimes de irrigação com água de TDS no cultivo do algodoeiro ‘BRS Rubi’ proporcionou fibras variando de 9,79 a 10,64%, classificando-se como média.

A resistência da fibra (STR) diminuiu com o aumento das doses de K (Fig. 1D) variando de 23,29 a 22,63 gf tex⁻¹ entre as doses de 0 a 200% de K. A testemunha absoluta apresentou resistência de fibra igual a 23,11 gf tex⁻¹. O efeito negativo na aplicação excessiva de potássio provocando diminuição da resistência de fibra pode estar associado a partição de

carbono priorizando outras estruturas celulares ou partes da planta, bem como, devido aos efeitos antagônicos entre nutrientes ocasionado pela competitividade do K em excesso levando a deficiência de outros nutrientes (Ding et al., 2006).

CONCLUSÕES

As características tecnológicas da fibra foram afetadas individualmente pelos regimes de irrigação com água de esgoto doméstico tratado (TDS) ou pelas doses de K. Entretanto, a UNF não foi influenciada pelos fatores estudados. A utilização de águas de TDS forneceu suficiente K e outros nutrientes durante o alongamento e desenvolvimento celular da fibra, proporcionando fibras mais longas e finas que melhoraram as características das fibras do algodão colorido, atendendo aos requisitos de alta qualidade da indústria têxtil.

AGRADECIMENTOS

Nós autores agradecemos o apoio da Embrapa Algodão pela realização das análises tecnológicas da fibra do algodoeiro; à FACEPE pela concessão da bolsa de doutorado e ao CNPq pelo aporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDELRAHEEM, A.; ESMAEILI, N.; O'CONNELL, M.; ZHANG, J. Progress and perspective on drought and salt stress tolerance in cotton. **Industrial Crops and Products**, v. 130, n. October 2018, p. 118–129, abr. 2019.

ALIKHASI, M.; KOUCHAKZADEH, M.; BANIANI, E. The Effect of Treated Municipal Wastewater Irrigation in Non-Agricultural Soil on Cotton Plant. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 6, p. 1357–1364, 15 nov. 2012.

AZEVEDO, M. R. D. Q. A.; KÖNIG, A.; BELTRÃO, N. E. D. M. Características tecnológicas da fibra do algodão herbáceo sob efeito de adubação nitrogenada e irrigação com água residuária tratada characteristics o. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 202–206, 2005.

BRENOT, A.; RAMCHANDANI, M.; LEMOINE, L.; TORNAIRE, C.; DEROUCHE, M.; GODAT, E.; COSTE-MANIÈRE, I.; SETTE, E.; CHUFFART, C. Water footprint in fashion and luxury industry. *In: MUTHU, S. S. (Ed.). . Water in Textiles and Fashion*. Kidlington: Elsevier Ltd., 2019. p. 95–113.

DING, Y.; LUO, W.; XU, G. Characterisation of magnesium nutrition and interaction of magnesium and potassium in rice. **Annals of Applied Biology**, v. 149, n. 2, p. 111–123, 2006.

FREITAS, R. J.; LEANDRO, W. M.; CARVALHO, M. C. S. Efeito da adubação potássica via solo e foliar sobre a produção e a qualidade da fibra em algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 106–112, 2007.

GUO, K.; TU, L.; HE, Y.; DENG, J.; WANG, M.; HUANG, H.; LI, Z.; ZHANG, X. Interaction between calcium and potassium modulates elongation rate in cotton fiber cells. **Journal of Experimental Botany**, v. 68, n. 18, p. 5161–5175, 2 nov. 2017.

HU, W.; JIANG, N.; YANG, J.; MENG, Y.; WANG, Y.; CHEN, B.; ZHAO, W.; OOSTERHUIS, D. M.; ZHOU, Z. Potassium (K) supply affects K accumulation and photosynthetic physiology in two cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars with different K sensitivities. **Field Crops Research**, v. 196, p. 51–63, 2016.

OZTURK, E.; KOSEOGLU, H.; KARABOYACI, M.; YIGIT, N. O.; YETIS, U.; KITIS, M. Minimization of water and chemical use in a cotton/polyester fabric dyeing textile mill. **Journal of Cleaner Production**, v. 130, p. 92–102, 2016.

PAPASTYLIANOU, P. T.; ARGYROKASTRITIS, I. G. Effect of limited drip irrigation regime on yield, yield components, and fiber quality of cotton under Mediterranean conditions. **Agricultural Water Management**, v. 142, p. 127–134, 2014.

SANTOS, S. R. DOS; SOARES, A. A.; KONDO, M. K.; MATOS, A. T.; MAIA, V. M. Indicadores de produção e qualidade da fibra do algodoeiro fertirrigado com água residuária sanitária. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 3, p. 525–536, jun. 2016.

TARIQ, M.; AFZAL, M. N.; MUHAMMAD, D.; AHMAD, S.; SHAHZAD, A. N.; KIRAN, A.; WAKEEL, A. Relationship of tissue potassium content with yield and fiber quality components of Bt cotton as influenced by potassium application methods. **Field Crops Research**, v. 229, n. July, p. 37–43, 2018.

TSIALTAS, I. T.; SHABALA, S.; BAXEVANOS, D.; MATSI, T. Effect of potassium fertilization on leaf physiology, fiber yield and quality in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under irrigated

Mediterranean conditions. **Field Crops Research**, v. 193, p. 94–103, 2016.

ZHANG, D.; LUO, Z.; LIU, S.; LI, W.; WEITANG; DONG, H. Effects of deficit irrigation and plant density on the growth, yield and fiber quality of irrigated cotton. **Field Crops Research**, v. 197, p. 1–9, 2016.

ZHANG, J.; ABDELRAHEEM, A.; WEDEGAERTNER, T. Genetic variation of waterlogging tolerance in Pima (*Gossypium barbadense*) cotton and glanded and glandless Upland cotton (*Gossypium hirsutum*) under field conditions. **Industrial Crops and Products**, v. 129, n. November 2018, p. 169–174, 2019.