

**QUALIDADE DA FIBRA DO ALGODÃO COLORIDO EM FUNÇÃO DA
ADUBAÇÃO POTÁSSICA NO SEMIÁRIDO**

**FIBER QUALITY OF COLORED COTTON AS A FUNCTION OF POTASSIUM
FERTILIZATION IN THE SEMI-ARID REGION**

Gisele Lopes dos Santos*, Silvana Fraga da Silva*, Anna Kézia Soares de Oliveira*, Ester dos Santos Coêlho*, João Everthon da Silva Ribeiro*, Elania Freire da Silva*, Valécia Nogueira Santos e Silva*, Pablo Henrique de Almeida Oliveira*, Antonio Gideilson Correia da Silva*, Antônio Lourenço Bezerra*, Aurélio Paes Barros Júnior*, Lindomar Maria da Silveira*

RESUMO

O algodão de fibra naturalmente colorida é uma alternativa essencial, verde e orgânica para a indústria têxtil, pois não requer tingimento químico. No entanto, a baixa disponibilidade de potássio durante a produção pode afetar diretamente a qualidade da fibra. Com base nisso, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da fibra em cultivares de algodão naturalmente colorido submetidas à adubação potássica em uma região semiárida. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, e os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas. Na parcela, foram alocadas: cinco doses de K (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O); e nas subparcelas, as quatro cultivares de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde). Os resultados mostraram que o K está envolvido no comprimento, uniformidade, índice de fibra curta, índice de micronaire e índice de fiabilidade de fibras de algodão naturalmente coloridas. Um comprimento de fibra mais longo, de 30,45 mm, foi obtido na dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O para a cultivar BRS Topázio. Além disso, uma maior uniformidade (84,95%) foi alcançada com a dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O para BRS Verde. A dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O reduziu (8,62% e 11,28%) o índice de fibra curta nas cultivares BRS Rubi e BRS Safira, respectivamente.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*; potássio; micronaire; fiabilidade.

ABSTRACT

Naturally colored fiber cotton is an essential alternative green and organic for the textile industry, as it does not require chemical dyeing. However, the low availability of potassium during production can directly affect the quality of the fiber. Based on this, this study aimed to evaluate the fiber quality in naturally colored cotton cultivars submitted to potassium fertilization in a semi-arid region. The experimental design was in randomized blocks, with four replications, and the treatments were arranged in split

Nota: *Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural do Semiárido - UFERSA, Mossoró, Brasil
gisele1612@gmail.com; silvana.fraga17@hotmail.com; annakezia@outlook.com; estersantos12@hotmail.com;
j.everthon@hotmail.com; elania.freire23@gmail.com; valecia.santos@gmail.com; pablohenrickk@gmail.com;
antonio.correia@alunos.ufersa.edu.br; aurelio.barros@ufersa.edu.br; lindomarmaria@ufersa.edu.br

plots. In the plot, the following were allocated: five K rates (0, 60, 120, 180, and 240 kg ha⁻¹ of K₂O); and in the subplots, the four colored cotton cultivars (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio, and BRS Verde). The results showed that K is involved in the length, uniformity, short fiber index, micronaire index, and reliability index of naturally colored cotton fibers. A longer fiber length of 30.45 mm was obtained at a dose of 240 kg ha⁻¹ of K₂O for the cultivar BRS Topázio. In addition, a higher uniformity (84.95%) was achieved with the dose of 240 kg ha⁻¹ of K₂O for BRS Verde. The dose of 240 kg ha⁻¹ of K₂O reduced (8.62% and 11.28%) the short fiber index in the cultivars BRS Rubi and BRS Safira, respectively.

Key words: *Gossypium hirsutum*; potassium; micronaire; reliability.

Disponibilidade (<https://doi.org/10.1080/15440478.2024.2351152>).

1 INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é uma fibra de grande importância mundial, com múltiplas aplicações (Soares et al., 2021). No entanto, tingir a fibra branca pode, consequentemente, causar danos ao meio ambiente e até mesmo à saúde humana (Chen et al., 2021). Diante disso, a produção de cultivares naturalmente coloridas deve ser aprimorada anualmente na busca por materiais que dispensem a etapa de tingimento.

Embora o algodão colorido tenha potencial, esse segmento também está sujeito a mudanças no padrão de qualidade da fibra. Essas mudanças podem ocorrer devido ao manejo adotado a partir da produção no campo. Segundo Santos et al. (2023), a qualidade da fibra do algodão colorido pode variar significativamente dependendo do manejo, principalmente devido ao uso de fertilizantes.

Além disso, o cultivo do algodão colorido em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro ainda é um desafio para os produtores, pois ocorre em baixo nível tecnológico. Essas áreas apresentam condições climáticas desfavoráveis e podem apresentar limitações quanto à disponibilidade de nutrientes essenciais à planta. No entanto, o desenvolvimento de tecnologias e práticas agrícolas apropriadas pode aumentar a produtividade e a qualidade da fibra (Araújo et al., 2022).

O algodão é uma cultura que tem uma alta exigência de potássio (K) (Tariq et al., 2018), que é o cátion (K⁺) mais abundante nas fibras de algodão (Almeida, Oliveira e Saibo, 2017). Um estudo mostrou que o K é o osmólito mais crítico em células fibrosas e pode estar associado a outros, como malato e açúcares solúveis. Assim, o aumento desses osmólitos pode maximizar o turgor celular, promover o alongamento e aumentar o comprimento da fibra (Yu et al., 2022).

O K desempenha um papel crítico no alongamento da fibra porque as células da fibra o requerem abundantemente para manter a pressão túrgida (Guo et al., 2017). Portanto, o baixo teor de K induz senescência prematura no algodão e causa defeitos nas propriedades da fibra, como comprimento e resistência reduzidos (Yang et al., 2016). A implementação de K via fertilizante deve ser recomendada para atender às necessidades da cultura e garantir a qualidade da fibra.

Em um estudo que avaliou os efeitos de doses de K (variam de 0 a 300 kg ha⁻¹ de K₂O) no algodão produzido sob seca induzida, os pesquisadores encontraram maior comprimento de fibra devido à maior disponibilidade de K (Zhao et al., 2019). Os mesmos autores justificaram o resultado enfatizando que esse cátion está associado à dinâmica osmolítica durante o desenvolvimento das fibras. Fibras mais longas e

resistentes estão entre os padrões exigidos pela indústria têxtil.

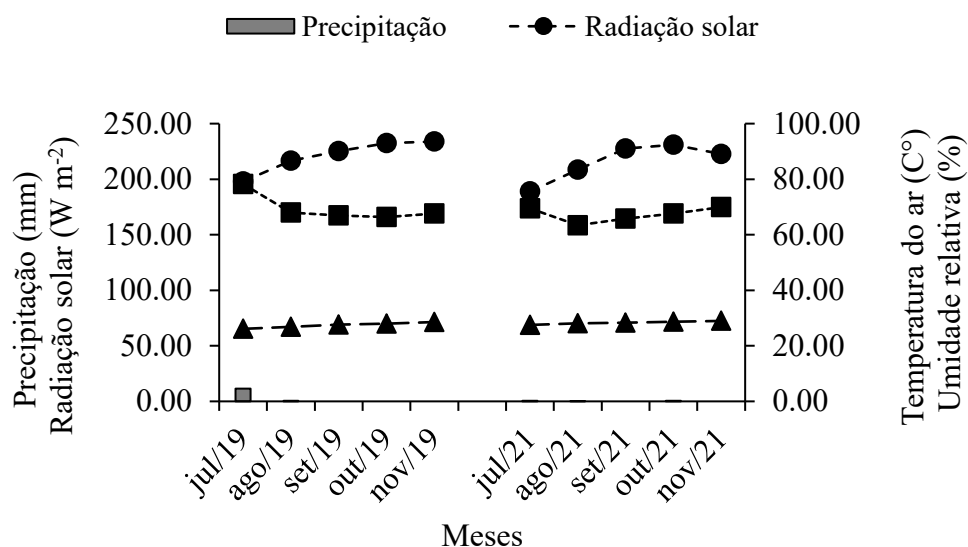
Com base nessas informações, as variáveis que constituem a qualidade da fibra podem depender da disponibilidade de K. No entanto, por ser uma fibra natural, pode ter características físicas muito variadas entre as cultivares. Assim, o presente estudo investiga a influência da adubação potássica na qualidade da fibra de cultivares de algodão naturalmente colorido na região semiárida.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (latitude 5°03'31.00" S, longitude 37°23'47.57" W e 80 m de altitude), localizada em Mossoró, RN, Brasil. O clima desta região é caracterizado como BSh, tropical semi-árido quente, com temperatura média de 27,4 °C e precipitação anual de 673,9 mm (Alvares et al., 2013). O solo da região, por sua vez, é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (Rêgo et al., 2016).

Foram conduzidos dois experimentos, correspondentes às safras de 2019 e 2021, desenvolvidos no segundo semestre de cada ano. Os dados meteorológicos (Figura 1) foram monitorados durante toda a condução experimental por meio da Estação Meteorológica Automática instalada na Fazenda Experimental.

Figura 1 – Precipitação pluviométrica, radiação solar, temperatura do ar e umidade relativa do ar durante as safras 2019 e 2021, Mossoró, RN, Brasil.



Fonte: Santos et al. (2024)

Antes da instalação dos experimentos, foram coletadas amostras de solo a uma profundidade de 0–0,20 m para caracterização química e física das áreas experimentais, cujos resultados foram: pH (H₂O): 7,50 e 5,60; P: 8,00 e 4,20 mg dm⁻³ (extrator: Mehlich⁻¹); K⁺: 0,10 e 0,11 cmol_c dm⁻³; Na⁺: 0,04 e 0,01 cmol_c dm⁻³; Al³⁺: 0,00 e 0,00 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺: 1,3 e 0,78 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺: 0,2 e 0,3 cmol_c dm⁻³, na primeira e segunda safra, respectivamente. Os atributos físicos foram os mesmos para ambas as safras: areia: 0,9 kg kg⁻¹; silte: 0,03 kg kg⁻¹; e argila: 0,07 kg kg⁻¹. O preparo do solo foi então realizado de forma convencional, com aração e gradagem.

A adubação recomendada para o algodão irrigado foi realizada em ambas as safras

em função da análise do solo. O nitrogênio (N) foi fornecido pelos fertilizantes uréia (46% de N) e fosfato monoamônico (MAP –12% de N), enquanto o fósforo (P) foi fornecido apenas com o uso de MAP (61% de P_2O_5). Assim, 90 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de P_2O_5 (Gomes e Coutinho, 2008). Além disso, um composto de micronutrientes, correspondente a 1 kg ha⁻¹ do produto comercial Rexolin® BRA, foi fornecido e aplicado na fase de surgimento dos botões florais (Pedroso Neto et al., 1999). A composição do composto correspondeu a 2,10% de B, 0,36% de Cu, 2,66% de Fe, 2,48% de Mn, 0,036% de Mo e 3,38% de Zn.

O potássio (K) foi disponibilizado como cloreto de potássio (KCl – 61% K₂O). A distribuição de todos os fertilizantes foi realizada via fertirrigação com o auxílio de tanques de desvio. O P foi aplicado apenas em fundação, mas o N e o K foram fornecidos parceladamente, no plantio (50%) e outras duas aplicações (25% cada), com intervalos de 20 dias de uma para a outra (Gomes e Coutinho, 2008).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Cinco doses de potássio (0, 60, 120, 180, 240 kg ha⁻¹ de K₂O) foram fixadas nas parcelas, e quatro cultivares de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde) foram fixadas nas subparcelas. As doses foram determinadas considerando a faixa de responsividade do algodoeiro encontrada na literatura (variando de 0 a 300 kg ha⁻¹). O intervalo foi definido de acordo com a dose de referência (60 kg ha⁻¹ de K₂O), considerando os teores de potássio contidos no solo. Em relação às cultivares, foram escolhidas as mais cultivadas pelos produtores regionais.

As cultivares utilizadas nesta pesquisa foram desenvolvidas pelo Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (CNPQ), pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). São cultivares com ciclo anual em torno de 120 a 140 dias e possuem tamanho herbáceo, com altura média de 1,20 m. As cores das fibras são marrom escuro (BRS Rubi e BRS Safira), marrom muito claro (BRS Topázio) e verde (BRS Verde). Nos ensaios, na região semiárida, os dados médios obtidos para comprimento e resistência à ruptura, respectivamente, foram os seguintes: 25,4 mm e 24,5 gf tex⁻¹ para BRS Rubi; 24,0 mm e 24,2 gf tex⁻¹ para BRS Safira; 30,4 mm e 31,9 gf tex⁻¹ para BRS Topázio; e 29,56 mm e 25,86 gf tex⁻¹ para a BRS Verde (Carvalho, Andrade e Silva Filho, 2011). O rendimento médio dessas cultivares, segundo os mesmos autores, varia de 1560 kg ha⁻¹ (BRS Safira) a 2825 kg ha⁻¹ (BRS Topázio). O material foi obtido diretamente da Embrapa e multiplicado para obtenção de sementes e realização dos experimentos.

Cada subparcela foi constituída por quatro fileiras de plantas, com 19 plantas por fileira. Para fins de pesquisa, apenas as duas linhas centrais foram determinadas como áreas funcionais, desconsiderando as plantas nas extremidades (borda), de modo que foram determinadas 34 plantas na área valiosa da subparcela. O espaçamento entre plantas foi de 0,20 m entre plantas e 0,70 m entre linhas, e a área total da subparcela foi de 10,64 m² (3,8 m x 2,8 m). A área de cada parcela correspondeu a 42,56 m² (15,2 m x 2,8 m). Assim, a área total em cada experimento foi de 851,2 m², e a densidade populacional foi de 71.428 ha⁻¹ (Santos et al., 2023).

A semeadura foi feita manualmente, com três sementes por cova, a uma profundidade de aproximadamente 5 cm. O desbaste foi realizado quando as plantas emitiram três folhas definitivas, restando apenas uma planta por cova. Foram realizadas três capinas manuais durante o ciclo da cultura, em intervalos de 20 dias, em ambas as safras, para controle de plantas daninhas.

O sistema de irrigação instalado foi localizado no tipo gotejamento, com emissores espaçados de 0,20 m e vazão de 1,6 L h⁻¹. A irrigação foi realizada diariamente com profundidade média diária de 6,39 mm na primeira safra e 6,47 mm na segunda

safra. A lâmina foi aplicada com base na evapotranspiração diária da cultura, utilizando-se o coeficiente de cultura (K_c) (Allen et al., 1998). Os K_c 's de referência foram de 1,10 e 1,15 nas safras de 2019 e 2021, respectivamente. A irrigação foi suspensa aos 115 e 110 dias após a semeadura (DAS) para a primeira e segunda safras, respectivamente.

A colheita foi realizada manualmente em todas as plantas da área útil, a partir de 106 (2019) e 102 (2021) DAS. Todas as cápsulas do terço inferior da planta foram colhidas na primeira colheita. As demais colheitas foram realizadas semanalmente, de acordo com a abertura das demais cápsulas. O ciclo da cultura durou 133 dias na primeira safra e 123 dias na segunda safra.

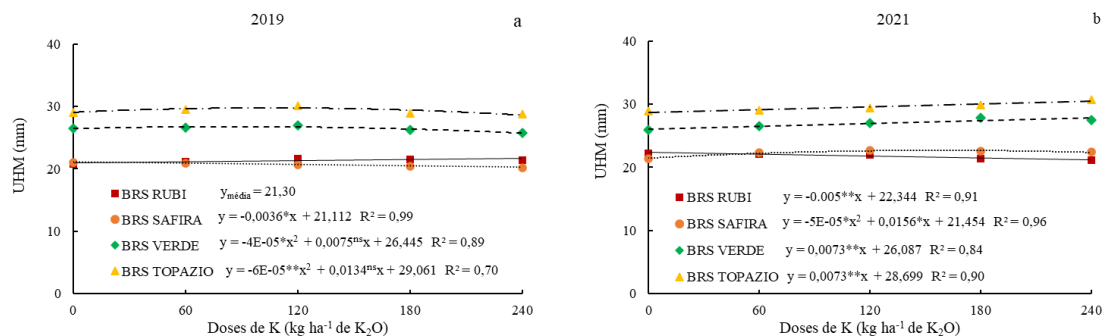
Para avaliar as variáveis de qualidade da fibra, foram utilizadas amostras de 50 gramas de fibra de cada subparcela. A formação das amostras foi realizada após a colheita de todos os capulros coletados na área útil de cada subparcela (32 plantas). Separadamente, em cada subparcela, a pluma coletada foi homogeneizada (misturada) e 50 g do material homogeneizado foram pesados. Posteriormente, as amostras foram em sacos de papel e enviadas para o laboratório da Embrapa. A análise foi realizada por meio do High Volume Instrument (HVI), modelo 1000 da USTER, no laboratório da Embrapa em Campina Grande, PB, Brasil. As variáveis avaliadas foram: comprimento (UHM) (mm), uniformidade da fibra (UNF) (%), índice de fibra curta (SFI), resistência à ruptura (STR) (gf/tex), alongamento à ruptura (ELG) (%), índice de micronaire (CIM), maturidade (MAT) e índice de produto de contagem de força (CSP). O CSP foi derivado usando um cálculo de regressão múltipla, permitindo-nos tirar conclusões sobre a resistência máxima prevista.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e cada safra foi avaliada separadamente. Quando observada a homogeneidade das variâncias entre as safras, aplicou-se a análise conjunta. Obedecendo ao princípio de que as grandezas dos quadrados médios do resíduo (QMRes) eram homogêneas, ou seja, a razão entre os maiores e os menores QMRes não era superior a sete. Assim, foram avaliadas as interações entre os tratamentos. Quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e regressão, utilizando-se o programa SISVAR (Ferreira, 2019). Além disso, foi realizada uma análise de correlação linear de Pearson para investigar a relação entre as variáveis, utilizando o software PAST, versão 4.03. Os gráficos foram elaborados no Excel versão 2209 (Microsoft®).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se homogeneidade das variâncias entre as safras para todas as variáveis, de modo que os dados foram submetidos à análise conjunta. Na safra de 2019 (Figura 2a), os maiores valores de UHM (29,81 e 26,80 mm) foram obtidos com as cultivares BRS Topázio e BRS Verde, devido às doses estimadas de 112 e 94 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. Por outro lado, com BRS Safira, o máximo (21,11 mm) foi obtido na ausência de fertilização. Para a cultivar BRS Rubi, não foi observada variação em função das doses, obtendo-se um valor médio de 21,30 mm.

Figura 2 – Comprimento de fibra (UHM) de cultivares de algodão colorido sob doses de potássio, em dois cultivos 2019 (a) e 2021 (b).



Fonte: Santos et al. (2024)

Nota: ns, *, ** - Não significativo, significativo em $p \leq 0,05$ e $0,01$, respectivamente.

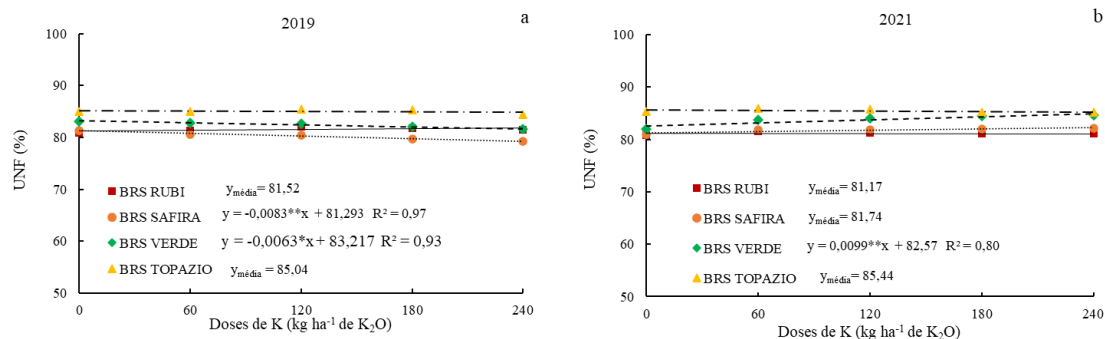
Na safra 2021 (Figura 2b), o valor máximo obtido (30,45 mm) foi alcançado pela BRS Topázio com a dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O . Posteriormente, 27,84 mm foram obtidos com BRS Verde devido à mesma dose. A BRS Safira atingiu seu máximo de 22,67 mm com uma dose estimada de 156 kg ha^{-1} de K_2O . Por fim, a BRS Rubi obteve um valor máximo de 22,34 mm sem adubação. A partir disso, sugere-se que para essa cultivar, especificamente para a variável UHM, o K presente no solo foi suficiente. Além disso, isso pode ser um indicativo de que a cultivar apresenta certa tolerância a solos com menores teores de K. No entanto, para a BRS Rubi, doses mais altas mantiveram os valores da variável próximos ao valor médio encontrado na safra 2019. Assim, as cultivares apresentaram demanda por maior quantidade de adubação potássica e obtiveram maiores valores de UHM na segunda safra.

Segundo Santos et al. (2023), o UHM considerado ideal para a indústria têxtil é aquele maior que 29,5 mm. Com base nessa narrativa, apenas a cultivar BRS Topázio superaria esse valor nas condições do estudo. No entanto, os valores obtidos pelos mesmos autores para essa variável foram inferiores aos observados no presente estudo. Principalmente para as cultivares BRS Topázio e BRS Verde, inferindo-se a importância do K para maximizar o comprimento da fibra.

O comprimento das fibras é de grande importância na avaliação de características que determinarão a qualidade do fio, bem como suas propriedades finais, como tecido. Assim, quanto maior o comprimento efetivo da fibra de algodão, melhor será sua classificação comercial. De acordo com Guo et al. (2017), o K é crítico no alongamento da fibra porque as células da fibra de alongamento requerem potássio abundante para manter a pressão de turgidez.

Para a variável UNF, verificou-se na safra 2019 (Figura 3a) que as cultivares BRS Verde e BRS Safira obtiveram maiores valores (83,22 e 81,29%) sem adubação potássica. As demais cultivares não apresentaram variação em função das doses, obtendo-se valores médios de 85,04% (BRS Topázio) e 81,52% (BRS Rubi). Na safra 2021 (Figura 3b), apenas a cultivar BRS Verde respondeu à adubação, com seu máximo obtido de 84,95% devido à dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O . Uma uniformidade de fibra mais excelente permite menos desperdício de fibra durante o processamento, por isso é um recurso desejável para a indústria.

Figura 3 – Uniformidade de fibras (UNF) de cultivares de algodão colorido sob doses de potássio, em dois cultivos 2019 (a) e 2021 (b).



Fonte: Santos et al. (2024)

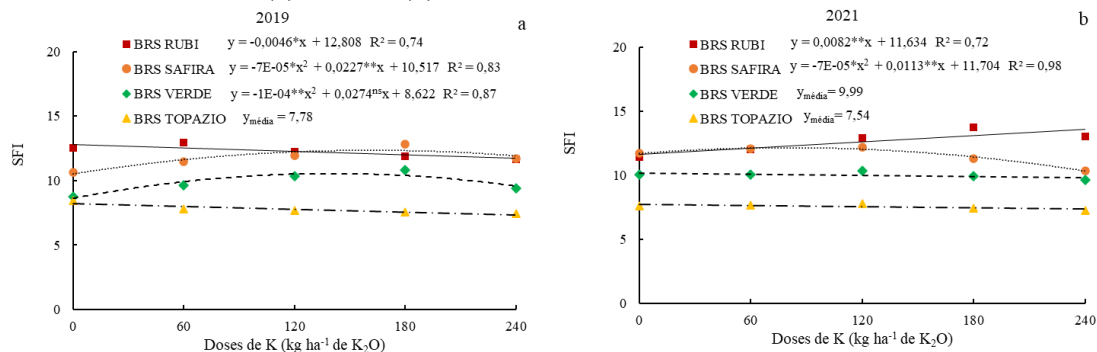
Nota: *, ** significativo em $p \leq 0,05$ e $0,01$, respectivamente.

O UNF foi influenciado pelo K apenas para a cultivar BRS Verde, com aumento de 1,73% na safra de 2021 em relação a 2019. Os valores obtidos por esta cultivar foram superiores aos de Santos et al. (2023) observados na mesma região. A demanda por K pode, portanto, diferir entre as safras. Variar as condições não controláveis, como o clima, deve ser um fator essencial. De acordo com Zhang et al. (2023), as condições climáticas foram responsáveis por mais de dois terços da variação na qualidade da fibra. Especificamente, entre os vários fatores climáticos considerados, os índices de temperatura e radiação solar foram os mais influenciados. Além disso, um estudo mostrou que a temperatura afetou consideravelmente a qualidade da fibra de algodão, de acordo com dados de uma década atrás (Li et al., 2021).

Diante disso, torna-se imprescindível a realização de avaliações anuais da qualidade da fibra de acordo com as variações edafoclimáticas de uma determinada região, principalmente na região semiárida. Assim, será possível estabelecer quais implicações essas variações podem causar. Darawsheh et al. (2022) relataram que o efeito do ano (estação) sobre a qualidade da fibra foi de duas a seis vezes maior do que o do ambiente. Como resultado, o efeito do ano foi identificado como uma fonte essencial de variação nas características de qualidade do algodão. Os mesmos autores apontaram que houve uma interação entre o ambiente e o ano. Isso explica os resultados diferentes entre as safras, que ocorreram em anos diferentes, independentemente de o manejo ter sido semelhante.

Em relação ao SFI, observou-se que no cultivo da safra 2019 (Figura 4a), o maior índice (12,81) foi obtido com BRS Rubi na ausência de adubação potássica. A BRS Safira atingiu um máximo de 12,36 com uma dose estimada de 162 kg ha^{-1} de K_2O , diminuindo a partir daí. O mesmo ocorreu com o BRS Verde, que obteve um máximo de 10,50 com uma dose estimada de 137 kg ha^{-1} de K_2O . A cultivar BRS Topázio não apresentou variação em função das doses, com valor médio de 7,78. Na safra 2021 (Figura 4b), a BRS Rubi novamente apresentou o maior IFC (13,60), mas desta vez com uma dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O . Na sequência, a BRS Safira com 12,16 foi atribuída a uma dose estimada de 80 kg ha^{-1} de K_2O . BRS Verde e BRS Topázio obtiveram os valores médios correspondentes a 9,99 e 7,54, não apresentando variação em função das doses de K. Dentre as cultivares, a BRS Rubi apresentou o maior SFI em ambas as safras, enquanto a BRS Topázio apresentou o menor SFI. Isso corrobora os resultados de Soares et al. (2018), que observaram menor teor de fibra curta na cultivar de algodão BRS Topázio, independentemente das estratégias de manejo. Isso determina que essas são características das próprias cultivares.

Figura 4 – Índice de fibra curta (SFI) de cultivares de algodão colorido sob doses de potássio, em dois cultivos 2019 (a) e 2021 (b).



Fonte: Santos et al. (2024)

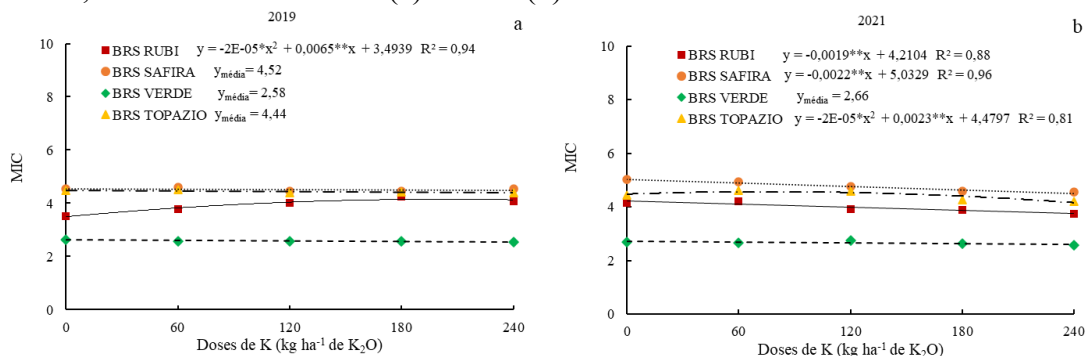
Nota: ns, *, ** - Não significativo, significativo em $p \leq 0,05$ e $0,01$, respectivamente.

A dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O na safra 2019 causou uma redução de 8,62% do SFI na cultivar BRS Rubi em relação à dose de 0 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 4a). Resultado semelhante foi observado na safra 2021 para a BRS Safira, com redução do IFC em 11,28% com a dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O sobre a dose de 0 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 4b). Assim, doses mais altas de K às vezes reduzem o índice de fibra curta. Oscilações na resposta das cultivares em função das safras podem ter sido motivadas por variações edafoclimáticas e atributos químicos do solo. No entanto, essas observações, por ainda não terem sido investigadas em profundidade neste estudo, merecem mais evidências.

Uma consideração constante do teor de fibras curtas está relacionada à redução da qualidade e das propriedades dinamométricas dos fios de algodão. No entanto, não há validação de que este seja o único responsável; A redução da qualidade pode estar relacionada a muitos outros fatores. Portanto, estudar a correlação entre as variáveis é essencial para uma análise mais precisa. Além disso, para garantir maior qualidade da fibra, também deve haver uma relação positiva com fatores extrínsecos à fibra, como ajustes de fiação.

Em relação à variável MIC, verificou-se que na safra 2019 (Figura 5a), apenas a cultivar BRS Rubi respondeu às doses de K, obtendo-se um valor máximo de 4,02 devido à dose estimada de 162 kg ha^{-1} de K_2O . Para a safra de 2021 (Figura 5b), as cultivares BRS Safira e BRS Rubi apresentaram os maiores índices (5,03 e 4,21, respectivamente) na dose de 0 kg ha^{-1} de K_2O . BRS Topázio apresentou aumentos até a dose de 56 kg ha^{-1} de K_2O , com um máximo de 4,55, e diminuiu a partir disso. Para o BRS Verde, não foram observadas variações nas funções de dose, obtendo-se um valor médio de 2,66.

Figura 5 – Índice de micronaire (MIC) de cultivares de algodão colorido sob doses de potássio, em dois cultivos 2019 (a) e 2021 (b).



Fonte: Santos et al. (2024)

Nota: *, ** significativo em $p \leq 0,05$ e $0,01$, respectivamente.

A MIC é um índice através do qual se verifica o comportamento de uma massa fibrosa e a resistência do ar, sem unidade (Mitra e Majumdar, 2023). Quando é menor que 3,0, a interpretação é que é muito bom; entre 4,0 e 4,9, regular, e de 5,0 a 5,9, é considerado espesso. Normalmente, uma MIC baixa causa irregularidade no fio e no tecido, chamada de "neeps". Um índice de micronaire entre 3,5 e 4,2 permite que as fibras sejam giradas por rotores de alta velocidade em equipamentos modernos de fiação (Araújo et al., 2022). Galdi et al. (2022) determinam que o prêmio micronaire está dentro da faixa de 4,2 a 4,9. Os resultados para MIC obtidos em nosso estudo estão primariamente dentro ou próximos a essa faixa, exceto para BRS Verde, característica inerente à cultivar.

Para a STR, foram observadas apenas diferenças entre as safras com as cultivares BRS Topázio e BRS Safira, sendo que estas obtiveram maiores médias na safra de 2021 (Tabela 1). Avaliando as diferenças entre as cultivares, na safra 2019, a BRS Topázio foi a que apresentou a maior média, divergindo estatisticamente das demais cultivares estudadas. Na safra 2021, a BRS Topázio volta a se destacar. No entanto, não difere estatisticamente do BRS Safira; ambas obtiveram médias superiores às demais cultivares. Assim, na safra de 2019, todas as cultivares obtiveram menor TRS em relação aos valores de referência estabelecidos por Carvalho et al. (2011), exceto BRS Safira. De acordo com Gonçalves-Filho et al. (2023), valores de STR superiores a 30 gf tex⁻¹ são classificados como muito resistentes à ruptura. Diante dessa afirmação, as cultivares BRS Topázio e BRS Safira foram classificadas como resistentes à ruptura na safra 2021.

Tabela 1 – Valores médios de resistência à ruptura (STR), alongamento à ruptura (ELG) e maturidade (MAT), em cultivares de algodoeiro colorido, em duas safras.

STR (gf/tex)				
Safras	Cultivares			
	BRS Rubi	BRS Safira	BRS Verde	BRS Topázio
2019	23,74aC	27,13bB	22,90aC	29,63bA
2021	24,15aB	30,25aA	23,53aB	30,89aA
ELG (%)				
Safras	Cultivares			
	BRS Rubi	BRS Safira	BRS Verde	BRS Topázio
2019	7,13bA	7,05aA	6,22aB	5,90aB
2021	7,60aA	7,31aA	5,76aB	5,56aB
MAT				
Safras	Cultivares			
	BRS Rubi	BRS Safira	BRS Verde	BRS Topázio
2019	0,844aC	0,861bB	0,819bD	0,869bA
2021	0,845aC	0,866aB	0,824aD	0,871aA

Fonte: Santos et al. (2024)

Nota: *As médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e por diferentes letras maiúsculas na linha diferem umas das outras, em um nível de probabilidade de 5%, pelo teste de Tukey.

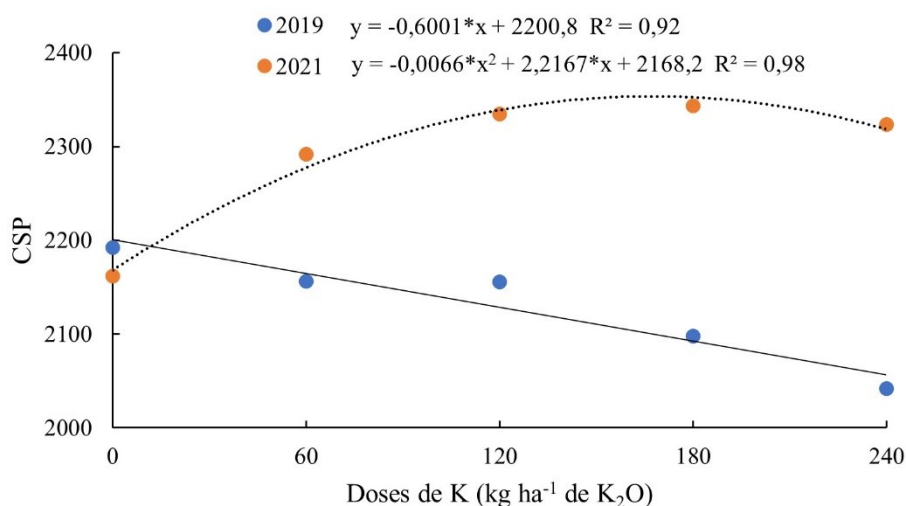
Quando avaliada a ELG, não foi encontrada diferença entre as safras para as cultivares, exceto a cultivar BRS Rubi (Tabela 1). Na safra de 2019, a BRS Rubi e a BRS Safira foram estatisticamente semelhantes entre si, mas diferiram das demais cultivares. O mesmo comportamento foi observado na safra 2021. Resposta semelhante foi encontrada por Santos et al. (2023), propondo que, para essa variável, as cultivares BRS Rubi e BRS Safira são semelhantes.

Em relação ao MAT, houve diferenças entre as safras para as cultivares, exceto BRS

Rubi (Tabela 1). Na safra de 2021, as maiores médias foram observadas para as cultivares BRS Topázio, BRS Safira e BRS Verde. Avaliando-se as diferenças entre as cultivares, a BRS Topázio apresentou a maior média, diferindo estatisticamente das demais cultivares nas duas safras estudadas. Araújo et al. (2013) afirmaram que a MAT é influenciada pela deposição de camadas de celulose na fibra e pode variar dependendo das condições climáticas, época de colheita e ataques de pragas. Essa afirmação pode explicar a diferença entre as safras, considerando as variações nas condições climáticas e nas épocas de colheita de uma safra para outra.

Na variável CSP (Figura 6), observou-se interação entre as safras e as doses de K. Na safra de 2019, o aumento mais expressivo foi de 2200,80 sem adubação potássica. Na safra 2021, houve aumento até a dose estimada de 168 kg ha⁻¹ de K₂O, onde o máximo de 2354,33 foi atingido, com decréscimos a partir disso. O índice CSP está relacionado à resistência dos fios, dependendo essencialmente da tenacidade individual das fibras (Veloso et al., 2023). No caso deste estudo, embora as doses de K tenham influenciado as estações do ano, os valores não ultrapassaram os estabelecidos como padrão pela indústria têxtil, sendo aceito o intervalo de 2000 a 2500 (Bachelier e Gourlot, 2018).

Figura 6 – Índice de fiabilidade (CSP) da fibra de algodão colorido sob doses de potássio, em dois cultivos 2019 e 2021.



Fonte: Santos et al. (2024)

Nota: * significativo em $p \leq 0,05$.

O UHM correlacionou-se fortemente com as variáveis UNF e CSP (Tabela 2). O UNF correlacionou-se muito fortemente com o CSP em ambas as safras e moderadamente com o SRT em 2019. O SFI foi fortemente correlacionado com o ELG, assim como o MIC com o MAT. O MIC também mostrou uma forte correlação com o SRT. Por outro lado, o SRT apresentou correlação moderada a forte com o MAT entre as safras e fraca correlação entre o SRT e o CSP, o que foi identificado apenas na safra de 2019.

Tabela 2 – Correlação de Pearson das variáveis de qualidade da fibra para comprimento (UHM), uniformidade (UNF), índice de fibra curta (SFI), resistência à ruptura (STR), alongamento à ruptura (ELG), índice de micronaire (MIC), maturidade (MAT) e índice de fiabilidade (CSP) do algodão naturalmente colorido em duas épocas de cultivo.

2019								
	UHM	UNF	SFI	MIC	STR	ELG	MAT	CSP
UHM	1,00							
UNF	0,92**	1,00						
SFI	-0,93**	-0,88**	1,00					
MIC	-0,20 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,00				
STR	0,37 ^{ns}	0,48*	-0,52*	0,76**	1,00			
ELG	-0,91**	-0,82**	0,93**	0,21 ^{ns}	-0,32 ^{ns}	1,00		
MAT	0,02 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	0,95**	0,89**	-0,004 ^{ns}	1,00	
CSP	0,98**	0,92**	-0,96**	-0,12 ^{ns}	0,47*	-0,92**	0,12 ^{ns}	1,00
2021								
	UHM	UNF	SFI	MIC	STR	ELG	MAT	CSP
UHM	1,00							
UNF	0,96**	1,00						
SFI	-0,94**	-0,91**	1,00					
MIC	-0,26 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,00				
STR	0,26 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-0,45*	0,80**	1,00			
ELG	-0,93**	-0,84**	0,88**	0,40 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	1,00		
MAT	0,09 ^{ns}	0,15 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,93**	0,90**	0,06 ^{ns}	1,00	
CSP	0,98**	0,98**	-0,94**	-0,17 ^{ns}	0,38 ^{ns}	-0,89**	0,16 ^{ns}	1,00

Fonte: Santos et al. (2024)

Nota: ^{ns}; *, ** - Não significativo, significativo em $p \leq 0,05$ e $0,01$, respectivamente. 0 a 0,19 – Muito fraco; 0,20 a 0,39 – Fraco; 0,40 a 0,69 – Moderado; 0,70 a 0,89 – Forte; 0,90 a 1,00 – Muito forte.

De acordo com o estudo de Nawaz et al. (2019), houve uma relação positiva entre o comprimento e a resistência da fibra, onde um aumento no comprimento da fibra correspondeu a um aumento na resistência da fibra. No entanto, nosso estudo mostrou que o comprimento está positivamente correlacionado, não com a resistência, mas com a uniformidade e fiabilidade das fibras de algodão.

A adubação potássica a 240 kg ha^{-1} de K_2O aumentou UHM e UNF em até 6,30%, especificamente para as cultivares BRS Topázio e BRS Verde. A dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O tendeu a reduzir o SFI da BRS Rubi e da BRS Safira. A dose estimada de 162 kg ha^{-1} de K_2O apresentou incrementos para a MIC da BRS Rubi. Uma dose próxima (168 kg ha^{-1} de K_2O) exibiram um CSP mais alto. Além disso, a resposta das cultivares de algodoeiro colorido à adubação potássica apresentou variação entre as safras. Esses resultados indicam que o K deve ser mais explorado, testando-se outras doses de fertilizante, outras fontes, diferentes épocas e tipos de solos.

Dentre as cultivares, a BRS Topázio apresentou os maiores SRT e MAT; por outro lado, BRS Rubi e BRS Safira obtiveram o maior ELG. As cultivares não influenciaram o CSP. Com base nesses resultados, o produtor deve avaliar o mercado e determinar quais variáveis e cultivares são essenciais para atendê-lo.

Assim, o presente trabalho discutiu o nível adequado de K, as variáveis mais influenciadas, a correlação existente e as potenciais cultivares de algodão colorido para a região semiárida. Desta forma, fornecemos uma base teórica para o manejo da adubação potássica para a qualidade da fibra de algodão colorida. A qualidade da fibra tem uma influência significativa na comercialização e industrialização do algodão.

4 CONCLUSÕES

O potássio está envolvido no comprimento, uniformidade, índice de fibra curta, índice

de micronaire e índice de confiabilidade de fibras de algodão naturalmente coloridas. Um maior comprimento de fibra foi obtido com 240 kg ha⁻¹ de K₂O no cultivo da BRS Topázio. Melhor uniformidade foi alcançada com a adubação potássica de 240 kg ha⁻¹ de K₂O para BRS Verde. A BRS Safira apresentou redução no índice de fibra curta na dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO. 1998.
- ALMEIDA, D. M.; OLIVEIRA, M. M.; SAIBO, N. J. Regulation of Na⁺ and K⁺ Homeostasis in Plants: Towards Improved Salt Stress Tolerance in Crop Plants. **Genetics and Molecular Biology**, v.40, n.1, p.326–345, 2017
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's Climate Classification Map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711–728, 2013.
- ARAÚJO, L. F.; BERTINI, C. H. C.; BLEICHER, E.; VIDAL NETO, F. C.; ALMEIDA, W. S. Características fenológicas, agronômicas e tecnológicas da fibra em diferentes cultivares de algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.3, p.448–453, 2013.
- ARAÚJO, A. F. B.; CAVALCANTE, E. S.; LACERDA, C. F.; ALBUQUERQUE, F. A.; SILVA SALES, J. R.; LOPES, F. B.; SILVA FERREIRA, J. F.; COSTA, R. N. T.; LIMA, S. C. R. V.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Fiber quality, yield, and profitability of cotton in response to supplemental irrigation with treated wastewater and NPK fertilization. **Agronomy**, v.12, n.10, p.2527, 2022.
- BACHELIER, B.; GOURLOT, J. **A fibra do algodão**. In: Manual da qualidade de fibra, BELOT, J. (ed). Cuiabá: IMAmt. p.29–153. 2018.
- CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P.; SILVA FILHO, J. L. Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.15, n.1, p.37–44, 2011.
- CHEN, M.; ZHANG, T. T.; HE, L.; WANG, K.; CHEN, Y. Qualitative analysis of cotton fiber pigment composition. **Textile Research Journal**, v.91, n.3, p.456–463, 2021.
- DARAWSHEH, M. K.; BESLEMES, D.; KOUNELI, V.; TIGKA, E.; BILALIS, D.; ROUSSIS, I.; KAKABOUKI, I. Environmental and regional effects on fiber quality of cotton cultivated in greece. **Agronomy**, v.12, n.4, p.943, 2022
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n.4, p. 529–535, 2019.
- GALDI, L. V.; CORDEIRO, C. F. S.; SENNA, B.; SILVA, B. D. E.; LA TORRE, E. J. R.; ECHER, F. R. Interactive effects of increased plant density, cultivars and N rates in environments with different cotton yield recovery potential. **Industrial Crops and Products**,

v.176, p.114394. 2022.

GOMES, R. V.; COUTINHO, J. L. B. **Algodão herbáceo/Algodão herbáceo irrigado**. In: Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2a aproximação, CAVALCANTI, C. F. J. A. (ed). 3. ed. Recife: IPA. 2008, p.114–115.

GONÇALO FILHO, F.; FERREIRA NETO, M.; FERNANDES, C. S.; DIAS, N. S.; HOLANDA, J. S.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MEDEIROS, J. F.; SÁ, F. V. S. Domestic sewage effluent increases plant growth, yield, and fiber quality of cotton cv. BRS 335. **Journal of Natural Fibers**, v.20, n.1, p.1–12, 2023.

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, 2017.

LI, X.; LEI, Y.; HAN, Y.; WANG, Z.; WANG, G.; FENG, L.; DU, W.; FAN, Z.; YANG, B.; XIONG, S.; XING, F.; XIN, M.; LI, Y. The relative impacts of changes in plant density and weather on cotton yield variability. **Field Crops Research**, v. 270, p.108202, 2021.

MITRA, A.; MAJUMDAR, A. Determination of quality value of cotton fiber using integrated best-worst method-revised analytic hierarchy process. **Journal of Natural Fibers**, v.20, n.2, p.1–14, 2023.

NAWAZ, S.; AHMAD MALIK, T.; AHMAD, F.; IMRAN, H. M. Correlation of some morphological traits in upland cotton (*G. Hirsutum* L.). **International Journal of Scientific & Research Publications**, v.9, n.3, p.144–147, 2019.

PEDROSO NETO, J. C.; FALLIERI, J.; SILVA, N. M.; LACA, J. B. **Algodão**. In: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a aproximação, Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. V. H. Viçosa: Comissão de Fertilidade do solo do estado de Minas Gerais. 1999, p. 278–279.

RÊGO, L. G. S.; MARTINS, C. M.; SILVA, E. F.; SILVA, J. J.; LIMA, R. N. S. Pedogenesis and soil classification of an experimental farm in Mossoró, state of Rio Grande do Norte, Brazil. **Revista Caatinga**, v.29, n.4, p.1036–1042, 2016.

SANTOS, M. G.; SANTOS, G. L.; BEZERRA, L. R. F. C.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; TARTAGLIA, F. L.; LINS, H. A.; LOPES, W. A. R.; SOUZA, E. G. F.; ROCHA, A. T.; COELHO, E. S.; RIBEIRO, J. E. S. Yield and quality of naturally colored cotton fiber fertilized with phosphorus rates in the Brazilian semiarid. **Journal of Natural Fibers**, v.20, n.2, p.1–14, 2023.

SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SILVA, S. S.; MOREIRA, R. C. L.; MEDEIROS, T. L. F. Phytomass and production components of colored cotton under salt stress in different phenological stages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, n.2, p.132–138, 2021.

SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S.; SUASSUNA, J. F.; BRITO, M. E.; SÁ, F. V. S. Growth and fiber quality of colored cotton under salinity management strategies. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.5, p. 332–337, 2018.

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, p.37–43, 2018.

VELOSO, L. L. S. A.; AZEVEDO, C. A. V.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; BEZERRA, J. R. C.; SILVA, A. A. R.; FÁTIMA, R. T.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D.; LIMA, V. L. A.; CHAVES, L. H. G. Production and fiber characteristics of colored cotton cultivares under salt stress and H₂O₂. **Plants**, v.12, n.11, p.2090, 2023.

YANG, J. S.; HU, W.; ZHAO, W.; MENG, Y.; CHEN, B.; WANG, Y.; ZHOU, Z. Soil potassium deficiency reduces cotton fiber strength by accelerating and shortening fiber development. **Scientific Reports**, v.6, n.1, p.28856, 2016.

YU, K.; JU, F.; WANG, Z.; SUN, L.; HUO, Y.; ZHU, J.; PANG, J.; ALI, S.; CHEN, W.; WANG, S.; ZHOU, Z.; TANG, Q.; CHEN, B. Potassium ameliorates cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) fiber length by regulating osmotic and K⁺/Na⁺ homeostasis under salt stress. **Physiologia plantarum**, v.175, n.1, p.e13842, 2022.

ZHANG, S.; HAN, Y.; WANG, G.; FENG, L.; LEI, Y.; WANG, Z.; XIONG, S.; YANG, B.; DU, W.; ZHI, X.; XIN, M.; JIAO, Y.; LI, X.; LI, Y. Long-term assessments of cotton fiber quality in response to plant population density: reconciling fiber quality and its temporal stability. **Industrial Crops and Products**, v.198, p.1–9, 2023.

ZHAO, W.; DONG, H.; ZAHOOR, R.; ZHOU, Z.; SNIDER, J. L.; CHENG, Y.; SIDDIQUEE, K. H. M.; WANG, Y. Ameliorative effects of potassium on drought-induced decreases in fiber length of cotton (*Gossypium Hirsutum* L.) are associated with osmolyte dynamics during fiber development. **Crop Journal**, v.7, n.5, p.619–634, 2019.