



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

GISELE LOPES DOS SANTOS

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE ALGODÃO COLORIDO IRRIGADO À
ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

MOSSORÓ

2022

GISELE LOPES DOS SANTOS

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE ALGODÃO COLORIDO IRRIGADO À
ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Orientador: Prof. D. Sc. Aurélio Paes Barros Júnior.

Coorientadora: Prof^a. D. Sc. Lindomar Maria da Silveira.

Coorientador: D. Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes.

MOSSORÓ

2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S237r Santos, Gisele Lopes dos.
Resposta de cultivares de algodão colorido irrigado à adubação potássica em ambiente semiárido / Gisele Lopes dos Santos. - 2022.
73 f. : il.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior.
Coorientadora: Lindomar Maria da Silveira.
Coorientador: Welder de Araújo Rangel Lopes.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2022.

1. Gossypium hirsutum. 2. Potássio. 3. Fibra colorida. 4. Produtividade. 5. Eficiência. I. Barros Júnior, Aurélio Paes, orient. II. Silveira, Lindomar Maria da, co-orient. III. Lopes, Welder de Araújo Rangel. co-orient. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

GISELE LOPES DOS SANTOS

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE ALGODÃO COLORIDO IRRIGADO À
ADUBAÇÃO POTÁSSICA EM AMBIENTE SEMIÁRIDO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutora em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Defendida em: 11 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Aurélio Paes Barros Júnior, Prof. D. Sc. (UFERSA)
Presidente (Orientador)

Welder de Araújo Rangel Lopes, D. Sc. (UFERSA)
Examinador (Coorientador)

Alexandre Tavares da Rocha, Prof. D. Sc. (UFAPE)
Examinador

Ênio Gomes Flôr Souza, Prof. D. Sc. (IFAL)
Examinador

Flávio Pereira da Mota Silveira, D. Sc. (UFRN)
Examinador

Manoel Galdino dos Santos, D. Sc.
Examinador

Aos meus pais, Rita Lopes dos Santos e Marcos Antônio dos Santos, aos meus queridos irmãos, e ao meu esposo Rodolfo Batista Fernandes. Pelo apoio, incentivo e amor.

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado oportunidades, força, saúde e determinação para que eu chegasse até aqui.

Aos familiares que se fizeram presentes nessa jornada, prestando incentivo e amor, pilares que considero essenciais para qualquer crescimento.

À Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (PPGF), pela possibilidade de realização deste curso de doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa, essencial para que eu pudesse me estabelecer em Mossoró e assim conseguir desenvolver minha pesquisa.

À Embrapa, pelo fornecimento de informações, material e realização de análises, sendo um amplo suporte à pesquisa.

Ao Prof. Aurélio Paes Barros Júnior, pela orientação, apoio, confiança e contribuições.

À Prof^a. Lindomar Maria da Silveira e ao Dr. Welder de Araújo Rangel Lopes, pela coorientação, suporte e conhecimentos compartilhados.

Aos membros da banca, por enriquecerem este trabalho com suas contribuições.

Aos funcionários, Sr. Antônio, Flabênio, Nanan, Alderi, Josimar e Isleique, que muito contribuíram nas atividades da pesquisa na Fazenda Experimental, especialmente Sr. Antônio e Flabênio, jamais esquecerei a dedicação de vocês.

Aos técnicos da Ufersa, Chagas, Renan, Christiane e Bruno, pelo apoio e colaboração nas atividades.

Aos professores dessa Instituição, que repassaram muito do seu conhecimento e, assim, colaboram diariamente com a formação e capacitação de muitos profissionais.

Aos integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisa em Produção Agrícola e Recursos Genéticos Vegetais (GEPPARG), pela disponibilidade e ajuda, sem vocês nada disso seria possível.

Às amigas construídas Flávio, Silvana, Welder, Michele, Manoel, Ramon, Alex, Adênio, Fernanda, Anna Kézia, Ester, Valécia, Pablo Henrique, Artur, Laiza, Romualdo, Rayanna, Pablo Costa, Helena, Renata, Rodrigo, Ewerton, Elania e Travassos.

Por último, agradeço de coração a cada pessoa que contribuiu de uma forma ou outra nessa jornada.

OBRIGADA!

RESUMO GERAL

O algodão naturalmente colorido tem se mostrado uma fonte de matéria-prima para a indústria têxtil por dispensar a etapa de tingimento químico. Seu cultivo no Brasil se concentra na região semiárida do Nordeste, a qual em sua maior parte, possui solos pouco desenvolvidos e pobres em matéria orgânica devido às suas condições climáticas. Essa situação exige diferentes necessidades de manejo para a cultura, inclusive, no manejo nutricional. Dentre os nutrientes, o potássio desempenha inúmeras funções na planta e a sua disponibilidade, quando limitada, pode comprometer o desempenho produtivo do algodoeiro. Neste sentido, é importante o correto manejo da adubação potássica na cultura do algodão, em especial para cultivares de fibra colorida em regiões semiáridas, como forma de garantir à produtividade e maior rentabilidade. Diante disto, o objetivo neste trabalho foi avaliar os componentes agrônômicos, a eficiência no uso de potássio e a viabilidade econômica em cultivares de algodão colorido submetidas a doses de potássio. Para isto, foram conduzidos dois experimentos em campo, correspondendo a duas safras, nos anos de 2019 e 2021, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no município de Mossoró, RN. O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados, sendo os tratamentos arrançados em parcelas subdivididas com quatro repetições. Na parcela principal foram alocadas as cinco doses de potássio (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O); e nas subparcelas as quatro cultivares de algodão colorido (BRS Safira, BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Verde). Os resultados evidenciaram que as cultivares de algodão colorido respondem à adubação potássica. A dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O promove aumento na produtividade de algodão colorido. A cultivar BRS Topázio obteve maior produtividade e porcentagem de fibra nas duas safras de cultivo, destacando o seu potencial para a região. A cultivar BRS Rubi obteve maior eficiência agrônômica com a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, para as duas safras. A cultivar BRS Verde alcançou máxima eficiência de utilização com as doses 60 e 207 kg ha⁻¹ de K₂O. A cultivar BRS Topázio é economicamente viável, independentemente da dose de potássio utilizada.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*. Potássio. Fibra colorida. Produtividade. Eficiência.

GENERAL ABSTRACT

Naturally colored cotton has proven to be a source of raw material for the textile industry as it dispenses with the chemical dyeing step. Its cultivation in Brazil is concentrated in the semi-arid region of the Northeast, which, for the most part, has poorly developed soils and poor in organic matter due to its climatic conditions. This situation requires different management needs for the crop, including nutritional management. Among the nutrients, potassium performs numerous functions in the plant, and its limited availability can compromise the productive performance of the cotton plant. In this sense, the correct management of potassium fertilization in cotton cultivation is important, especially for cultivars with colored fiber in semi-arid regions, to guarantee productivity and greater profitability. In view of this, the objective of this work was to evaluate the agronomic components, the efficiency in the use of potassium and the economic viability in cultivars of colored cotton submitted to doses of potassium. For this, two field experiments were conducted, corresponding to two harvests, in the years 2019 and 2021, at the Experimental Farm Rafael Fernandes, located in the municipality of Mossoró, RN. The experimental design was completely randomized blocks, with treatments arranged in split plots with four replications. In the main plot, the five doses of potassium (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹ of K₂O) were allocated; and in the subplots, the four colored cotton cultivars (BRS Safira, BRS Rubi, BRS Topázio and BRS Verde). The results showed that the colored cotton cultivars respond to potassium fertilization. The dose of 240 kg ha⁻¹ of K₂O promotes an increase in the productivity of colored cotton. The BRS Topázio cultivar had higher productivity and fiber percentage in both growing seasons, highlighting its potential for the region. Cultivar BRS Rubi obtained greater agronomic efficiency with a dose of 60 kg ha⁻¹ of K₂O, for both harvests. The BRS Verde cultivar reached maximum utilization efficiency with doses of 60 and 207 kg ha⁻¹ of K₂O. Cultivar BRS Topázio is economically viable, regardless of the potassium dose used.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum*. Potassium. Colored fiber. Productivity. Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

- Figura 1** - Temperatura média do ar (A), umidade relativa do ar (B) radiação solar (C) e precipitação pluviométrica (D) nas duas safras de algodão colorido (2019 e 2021), Mossoró-RN.....18
- Figura 2** - Número de capulhos por planta em cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....23
- Figura 3** - Matéria seca da parte aérea em cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....24
- Figura 4** - Produtividade de algodão em caroço em cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....25
- Figura 5** - Produtividade de algodão em pluma de cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....26
- Figura 6** - Classificação de cultivares de algodão colorido quanto ao índice de resposta e eficiência à aplicação de potássio para produtividade de pluma em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....27

CAPÍTULO 2

- Figura 1** - Valores médios de temperatura do ar (A), umidade relativa (B) radiação solar (C) e precipitação pluviométrica (D) nas duas safras de algodão colorido (2019 e 2021), Mossoró-RN.....37
- Figura 2** - Eficiência agrônômica (kg kg^{-1}) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....44
- Figura 3** - Eficiência fisiológica (kg kg^{-1}) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....45

Figura 4 - Eficiência agrofisiológica (kg kg^{-1}) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	46
Figura 5 - Eficiência aparente de recuperação (%) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	48
Figura 6 - Eficiência de utilização (kg kg^{-1}) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	49
Figura 7 - Acúmulo de potássio na parte aérea (kg ha^{-1}) de cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	50

CAPÍTULO 3

Figura 1 - Temperatura média do ar (A), umidade relativa do ar (B) radiação solar (C) e precipitação pluviométrica (D) nas duas safras de algodão colorido (2019 e 2021), Mossoró-RN.....	58
Figura 2 - Renda bruta ($\text{R\$ ha}^{-1}$) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	67
Figura 3 - Renda líquida ($\text{R\$ ha}^{-1}$) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	68
Figura 4 - Taxa de retorno (%) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	69
Figura 5 Índice de lucratividade (%) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.....	70

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

- Tabela 1** - Análise química e granulometria do solo das áreas experimentais (profundidade 0-0,20 m) nas safras 2019 e 2021.....19
- Tabela 2** - Análise química da água utilizada para irrigação durante as safras 2019 e 2021.....20
- Tabela 3** - Valores médios para porcentagem de fibra (%) em cultivares de algodão colorido cultivadas em duas safras, Mossoró, RN.....27

CAPÍTULO 2

- Tabela 1** - Caracterização química e granulometria do solo, nas profundidades de 0-0,20 m das áreas experimentais referentes às duas safras 2019 e 2021.....38
- Tabela 2** - Análise química da água utilizada para irrigação durante as safras 2019 e 2021.....39
- Tabela 3** - Produtividade média de pluma de algodão colorido adubado com doses de potássio, em duas safras.....40
- Tabela 4** - Valores médios para produtividade biológica total de algodão colorido adubado com doses de potássio, em duas safras.....41

CAPÍTULO 3

- Tabela 1** - Análise física e granulometria do solo, nas profundidades de 0-0,20 m das áreas experimentais referentes às duas safras 2019 e 2021.....59
- Tabela 2** - Análise química da água utilizada para irrigação durante as safras 2019 e 2021.....59
- Tabela 3** - Produtividade média de algodão em caroço de cultivares coloridas adubadas com doses de potássio, em duas safras60
- Tabela 4** - Coeficientes de custos variáveis e fixos na produção de um hectare irrigado de algodão colorido cultivado com diferentes doses de potássio, em duas safras (2019 e 2021)63

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	11
REFERÊNCIAS	13
CAPÍTULO 1: COMPONENTES AGRONÔMICOS DE ALGODÃO COLORIDO CULTIVADO COM DOSES DE POTÁSSIO NO SEMIÁRIDO	14
RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
4. CONCLUSÕES.....	30
REFERÊNCIAS.....	31
CAPÍTULO 2: EFICIÊNCIA NO USO DE POTÁSSIO POR CULTIVARES DE ALGODÃO COLORIDO EM REGIÃO SEMIÁRIDA	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
4. CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS.....	52
CAPÍTULO 3: VIABILIDADE ECONÔMICA DE CULTIVARES DE ALGODÃO COLORIDO SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA	55
RESUMO.....	55
ABSTRACT.....	56
1. INTRODUÇÃO.....	57
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
4. CONCLUSÕES.....	71
REFERÊNCIAS.....	72

INTRODUÇÃO GERAL

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma espécie vegetal que pertence ao gênero *Gossypium* e a família *Malvaceae*. Existem aproximadamente pouco mais de 50 espécies de algodoeiro deste gênero, porém apenas quatro são cultivadas e domesticadas, sendo a espécie *G. hirsutum* responsável por mais de 90% da produção mundial de fibras (QUEIROGA, 2019).

A cultura do algodão tem grande importância econômica e social, pois dispõe de uma fibra têxtil natural e sustentável em comparação às fibras sintéticas que são feitas de petróleo e são causa da poluição. Além disso, é uma cultura que mesmo ocupando pequenas áreas agrícolas, é capaz de atender a maior parte das necessidades têxteis existentes (ICAC, 2021).

As exigências climáticas da cultura, durante o ciclo, compreendem temperaturas variáveis (geralmente de 20 a 30 °C) conforme a fase de desenvolvimento, alta radiação solar, com poucos dias nublados, e baixa necessidade hídrica (FUZATTO et al., 2014). Logo, mostra-se como uma alternativa relevante para o Semiárido nordestino, devido a sua adaptabilidade às condições climáticas que o caracterizam (ALMEIDA et al., 2017).

Além do algodão de fibra branca, muito utilizado pela indústria têxtil mundial, existem também os de fibras naturalmente coloridas que têm ganhado importância ambiental e econômica. Na natureza, os algodões primitivos, em sua maioria, possuem fibra colorida, marrom em várias tonalidades, no entanto, com qualidade de fibra e produtividade inferior a cultivares comerciais. Mas, trabalhos de melhoramento genético em algodoeiros com fibras coloridas desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) propiciaram o lançamento de cultivares comerciais de algodão naturalmente colorido como BRS Verde, BRS Rubi, BRS Safira e BRS Topázio (CUNHA NETO; BERTINI; SILVA, 2015).

A cultivar BRS Verde surgiu no ano de 2003 com origem do cruzamento entre o material Arkansas Green, de fibra verde, com a cultivar CNPA 7H de fibra branca, de ampla adaptação à região Nordeste. A cultivar BRS Rubi, de fibra marrom avermelhado, foi lançada em sequência no ano de 2005, através do cruzamento entre um material de fibra marrom-escura com a cultivar CNPA 7H. A cultivar BRS Safira, também foi lançada em 2005 e obtida do mesmo cruzamento que a Rubi. Enquanto a BRS Topázio foi lançada em 2010, por seleção genealógica obtida do cruzamento entre as cultivares Suregrow 31 e Delta Opal, sendo considerada a que possui uma melhor qualidade de fibra. Em condições semiáridas a faixa média de produção de algodão em caroço destas cultivares compreende de 2 a 3,5 t ha⁻¹, em cultivo irrigado (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011).

Este segmento de fibra tem sido cultivado em áreas do Semiárido nordestino e tem beneficiado agricultores familiares na região. Todavia, é importante o desenvolvimento de técnicas de cultivo que possibilitem a melhor rentabilidade e maior expansão do algodão de fibra naturalmente colorida (CARVALHO et al., 2014). Considerando que os solos da região semiárida, em sua maioria, são solos rasos e pouco desenvolvidos, devido às condições climáticas dessa região. Isto exige diferentes necessidades de manejo, especialmente o nutricional, o que torna, na maioria das vezes, imprescindível a aplicação de fertilizantes para o alcance de produções satisfatórias.

Conforme Kappes, Zancanaro e Francisco (2016) a cultura do algodão absorve grandes quantidades de potássio (K), e a mesma pode ser afetada pela baixa disponibilidade do nutriente no solo. Os mesmos autores destacam ainda que as doses de potássio estudadas (40, 80 e 120 kg ha⁻¹ de K₂O), em algodão branco, promoveram maior produtividade e qualidade da fibra em comparação à testemunha. Sendo estes resultados justificados em função do K regularizar o ciclo e atividades fisiológicas e promover maior depósito de celulose no interior das fibras.

O uso da adubação potássica também foi testado por Vidal et al. (2017) que avaliando o efeito de cinco doses de potássio (100, 150, 200, 250 e 300 kg ha⁻¹ de K₂O) em sistema de plantio direto, constataram que a cultivar de algodão branco BRS-371 apresentou maior número de ramos frutíferos e maior número de botões florais com dose próxima a 200 kg ha⁻¹ de K₂O.

Contudo, é importante não fazer o uso indistintamente da adubação potássica sem considerar a cultivar, a capacidade de troca catiônica nos solos e o potencial produtivo da região. Assim como proposto por Tsialtas et al. (2016), que enfatizaram a essencialidade do suprimento adequado de K para a fisiologia, crescimento, produtividade e qualidade do algodão, destacando as interações do potássio com outros nutrientes.

Nesse contexto, é essencial que se adote um manejo adequado da adubação potássica voltado à região semiárida e utilizando cultivares de algodão naturalmente colorido, como forma de garantir maior desempenho agrônômico e fixação desse segmento de fibra na região. Dessa forma, objetivou-se avaliar os componentes agrônômicos, a eficiência de uso de potássio e a viabilidade econômica de cultivares de algodão colorido com adubação potássica e em ambiente semiárido.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. S. A. B.; PEREIRA, J. R.; AZEVEDO, C. A. V.; ARAUJO, W. P.; ZONTA, J. H.; CORDÃO, M. A. Algodão herbáceo submetido a déficit hídrico: produção. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 1, p. 22-28, 2017.
- 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.
- CARVALHO, M. C. S.; BORIN, A. L. D. C.; STAUT, L. A.; FERREIRA, G. B. Nutrição, calagem e adubação. In: BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (Eds.). **Algodão do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 156-176.
- CUNHA NETO, J.; BERTINI, C. H. C. M.; SILVA, A. P. M. Divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibras brancas e coloridas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 10, n. 4, p. 492-498, 2015.
- FUZATTO, M. G.; CIA, E.; CARVALHO, L. H.; KONDO, J. I. Algodão. In: AGUIAR, A. T. E.; GONÇALVES, C.; M. PATERNIANI, E. A. G. Z.; TUCCI, M. L. S.; CASTRO, C. E. F. (Eds.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 7.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 2014. 11-14 p.
- ICAC – Comitê Consultivo Internacional do Algodão. **Importância do algodão**. Disponível em: <<https://www.icac.org/LearningCorner/LearningCorner?CategoryId=1&MenuId=14>>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- KAPPES, C.; ZANCANARO, L.; FRANCISCO, E. A. B. Nitrogen and potassium in narrow-thread cotton. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, e0150103, 2016.
- QUEIROGA, V. P. *Gossypium barbadense* & *Gossypium hirsutum* **Algodões de fibra extralonga para as microrregiões secas do Semiárido**. 1.ed. QUEIROGA, V. P.; MEDEIROS, J. C.; GONDIM, T. M. S. (Org.). Campina Grande: AREPB, 2019. 325p.
- 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.
- VIDAL, V. M.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B.; SOUSA, A. E. C.; CUNHA, F. N. Potassium fertilization and soil management systems for cotton crops. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 3, p. 568-577, 2017.

CAPÍTULO 1

COMPONENTES AGRONÔMICOS DE ALGODÃO COLORIDO CULTIVADO COM DOSES DE POTÁSSIO NO SEMIÁRIDO

RESUMO

O potássio é um dos nutrientes mais importantes para o algodoeiro, sendo um elemento que participa de muitas funções fisiológicas na planta. Além disso, sua correta disponibilidade favorece melhor desempenho produtivo à cultura. Logo, objetivou-se avaliar nesta pesquisa os componentes agronômicos em cultivares de algodão naturalmente colorido adubadas com doses de potássio no Semiárido brasileiro. Para isto, dois experimentos foram conduzidos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no município de Mossoró, RN, nos períodos de julho a novembro de 2019 e julho a novembro de 2021. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, arranjos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas, foram alocadas as doses de potássio (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O); e, nas subparcelas, as quatro cultivares de algodão naturalmente colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde e BRS Topázio). As cultivares de algodão colorido respondem à adubação potássica em função das condições edafoclimáticas as quais estão expostas. A cultivar BRS Topázio obteve maior produtividade e porcentagem de fibra nas duas safras de cultivo, destacando o seu potencial para a região. A dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O promove aumento na produtividade de algodão colorido. As cultivares BRS Safira, BRS Rubi e BRS Verde foram pouco produtivas.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*. Adubação potássica. Produtividade. Fibra. Cultivares.

AGRONOMIC COMPONENTS OF COLORED COTTON CULTIVATED WITH POTASSIUM DOSES IN THE SEMIARID REGION

ABSTRACT

Potassium is one of the most important nutrients for the cotton plant, being an element that participates in many physiological functions in the plant. In addition, its correct availability favors better productive performance of the crop. Therefore, the objective of this research was to evaluate the agronomic components in naturally colored cotton cultivars fertilized with potassium doses in the Brazilian semiarid region. For this, two experiments were conducted at Rafael Fernandes Experimental Farm, located in the municipality of Mossoró, RN, from July to November 2019 and July to November 2021. The experimental design was randomized blocks, arranged in subdivided plots, with four repetitions. In the plots, potassium doses were allocated (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹ of K₂O); and, in the subplots, the four naturally colored cotton cultivars (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde and BRS Topázio). Colored cotton cultivars respond to potassium fertilization depending on the edaphoclimatic conditions to which they are exposed. The BRS Topázio cultivar had higher productivity and fiber percentage in both growing seasons, highlighting its potential for the region. The dose of 240 kg ha⁻¹ of K₂O promotes an increase in the productivity of colored cotton. The cultivars BRS Safira, BRS Rubi and BRS Verde were not very productive.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum*. Potassium fertilization. Productivity. Fiber. Cultivars.

1. INTRODUÇÃO

O algodão é uma das fibras mais conhecidas no mundo, sendo que o Brasil é um dos maiores produtores e exportadores da fibra, o que torna o cenário de produção de algodão no país muito promissor (ABRAPA, 2020). O segmento de fibra naturalmente colorida vem despertando o interesse de produtores, pois consiste numa fonte de matéria-prima para a indústria têxtil com crescente demanda de mercado nacional e internacional. Em decorrência de apresentar importância ambiental, em termos de eliminação da etapa de tingimento na indústria, bem como alto potencial socioeconômico para fixação de mão de obra e geração de empregos (BARBOSA et al., 2019).

Mas o sucesso da cultura é dependente do correto manejo, principalmente no que se refere ao seu estado nutricional. Sabe-se que o potássio (K) é um dos nutrientes mais absorvidos pelas lavouras de algodão, com importância para o desenvolvimento das plantas, produção e qualidade das fibras, pois cumpre inúmeras funções, entre as quais: ativação enzimática, síntese proteica, fotossíntese, crescimento celular, entre outros (CARVALHO et al., 2014). A deficiência de K no algodoeiro pode ser mais frequente e intensa que em outras culturas agrícolas, causando senescência prematura e conseqüentemente redução na produtividade. Pois, durante o crescimento vegetativo as plantas mostram menor capacidade de acumular K (ROSOLEM; BOGIANI, 2014; YANG et al., 2016).

Além disso, os teores de K no solo podem ser facilmente alterados, considerando a sua alta dinâmica no agroecossistema. Dependendo da textura do solo e da concentração do nutriente na solução, é possível que ocorram elevadas perdas por lixiviação em função da sua solubilidade (MEDEIROS et al., 2014). De forma geral, solos de regiões semiáridas, tendem a apresentar menor disponibilidade deste elemento às plantas, isso ocorre em função da sua composição mineralógica e de fatores edáficos característicos à região.

Assim, a forma mais comumente utilizada para corrigir e fornecer o K é a aplicação mineral via fertilizantes. Zhao et al. (2019), avaliando os efeitos de doses de potássio (faixa de 0 a 300 kg ha⁻¹ de K₂O) em algodão de fibra branca produzido em condições de seca induzida, constataram que este nutriente pode beneficiar a qualidade da fibra, devido ao mesmo estar associado à dinâmica osmótica durante o seu desenvolvimento.

Sallem et al. (2016), estudando doses de K₂O (50, 100 e 150 kg ha⁻¹) em algodão de fibra branca, também destacaram que o aumento de K melhorou a qualidade das sementes e das fibras. Ao tempo que Borin et al. (2017) constataram maiores produtividades de fibra, em torno de 1.100 e 1.200 kg ha⁻¹, utilizando a adubação potássica com as doses 40 e 80 kg ha⁻¹ de K₂O.

Logo, é essencial o suprimento adequado desse nutriente no solo para obtenção de resultados satisfatórios (TSIALTAS et al., 2016).

Nesse contexto, a adubação potássica pode contribuir para a melhoria do desenvolvimento e estabelecimento de cultivares de algodão colorido em região semiárida, geralmente acometida por condições adversas que favorecem a baixa disponibilidade de nutrientes. Assim, objetivou-se avaliar componentes agronômicos de algodão naturalmente colorido adubado com doses de potássio no Semiárido brasileiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no segundo semestre dos anos de 2019 (1ª safra) e 2021 (2ª safra) na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (latitude 5°03'31,00"S, longitude 37°23'47,57"O e 80 m de altitude). A Fazenda Experimental pertence à Universidade Federal Rural do Semi-Árido e fica situada no município de Mossoró, RN. O clima dessa região com base na classificação climática estabelecida por Köppen é caracterizado como do tipo BSh, tropical semiárido quente, com temperatura média de 27,4 °C e precipitação pluviométrica anual irregular, em média 673,9 mm (ALVARES et al., 2013). Quanto ao solo da área é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (RÊGO et al., 2016).

Os dados meteorológicos, durante o período dos experimentos, foram obtidos da Estação Meteorológica Automática instalada na Fazenda Experimental (Figura 1).

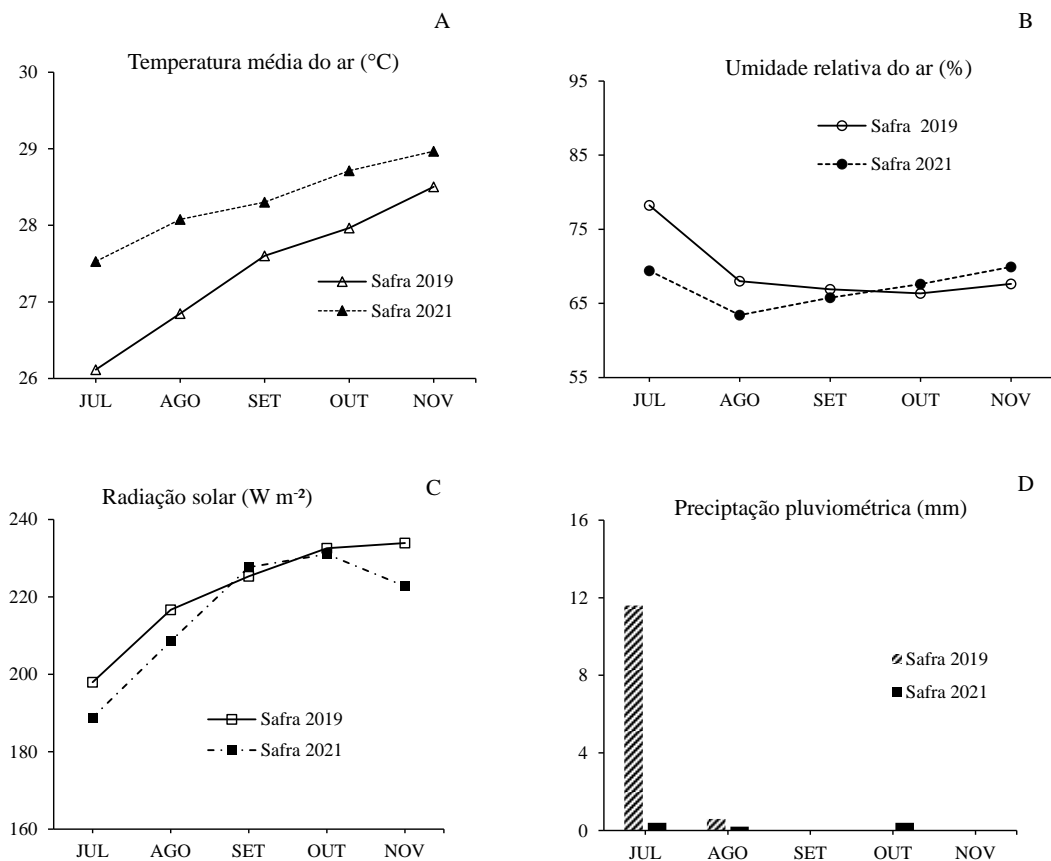


Figura 1. Temperatura média do ar (A), umidade relativa do ar (B) radiação solar (C) e precipitação pluviométrica (D) durante as duas safras de algodão naturalmente colorido (2019 e 2021), Mossoró-RN.

Antecedendo a instalação de cada experimento foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-0,20 m para caracterização química e das frações granulométricas das áreas

experimentais (Tabela 1). O preparo do solo foi realizado de forma convencional, com aração e gradagem, não sendo necessária a correção com calcário.

Tabela 1. Análise química e granulometria do solo das áreas experimentais (profundidade 0-0,20 m) nas safras 2019 e 2021.

Profundidade	pH	P*	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Areia	Silte	Argila
m		mg dm ⁻³	----cmol _c dm ⁻³ ----				-----kg kg ⁻¹ -----			
1ª Safra – (2019)										
0 – 0,20	7,50	8,00	0,10	0,04	1,30	0,20	0,00	0,90	0,03	0,07
2ª Safra – (2021)										
0 – 0,20	5,60	4,20	0,11	0,01	0,78	0,30	0,00	0,90	0,03	0,07

*Extrator: Mehlich⁻¹

Para as duas safras, com base na análise do solo (Tabela 1), foi determinada a adubação balanceada com nitrogênio (N) e fósforo (P), fornecendo o equivalente a 90 kg ha⁻¹ N e 80 kg ha⁻¹ P₂O₅ para algodão irrigado (GOMES; COUTINHO, 2008). O N foi fornecido na forma de ureia (46% de N) e de fosfato monoamônico (MAP –12% de N), o P foi disponibilizado na forma MAP (61% de P₂O₅) e o K na forma de cloreto de potássio (KCl – 61% de K₂O). O P foi aplicado em fundação, já o N e o K foram parcelados no plantio e em mais duas aplicações de cobertura a cada 20 dias, sendo a primeira adubação correspondente a 50% e as outras duas a 25% do valor total. Também foi fornecido um composto de micronutrientes, sendo a dose correspondente a 1 kg ha⁻¹ do produto comercial Rexolin[®] BRA (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), e a aplicação foi feita no surgimento dos botões florais (PEDROSO NETO et al., 1999). A distribuição de todos os fertilizantes foi realizada via fertirrigação por meio de tanques de derivação.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e em esquema de parcelas subdivididas. Desta forma, foram alocadas nas parcelas cinco doses de potássio (0, 60, 120, 180, 240 kg ha⁻¹ de K₂O), e nas subparcelas quatro cultivares de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde). As doses foram selecionadas com base na faixa mais responsiva da cultura do algodão encontrada na literatura (compreendida de 0 a 300 kg ha⁻¹). O intervalo foi definido conforme a dose referência (60 kg ha⁻¹ de K₂O), considerando os teores de potássio contidos no solo (GOMES; COUTINHO, 2008). Quanto às cultivares, foram selecionadas por estarem entre as mais cultivadas por produtores na região.

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado, do tipo gotejamento, com emissores espaçados em 0,20 m e com vazão de 1,6 L h⁻¹, sendo a lâmina média diária (6,39 mm na primeira safra e 6,47 mm na segunda safra) aplicada com base na evapotranspiração diária da cultura, empregando-se o coeficiente da cultura (Kc) (ALLEN et al., 1998). Os Kc's de referência inicial, médio e final foram de 0,35; 1,10 e 0,39 na safra de 2019, e de 0,36; 1,15 e 0,45 na safra de 2021. A suspensão da irrigação ocorreu aos 115 e 110 dias após a semeadura para a primeira e segunda safra, respectivamente. Assim as lâminas brutas corresponderam a 685 e 662 mm na primeira e segunda safra. A análise química da água de irrigação utilizada nas duas safras encontra-se na Tabela 2:

Tabela 2. Análise química da água utilizada para irrigação durante as safras 2019 e 2021.

pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	Dureza
H ₂ O	dS m ⁻¹		-----mmol _c L ⁻¹ -----						mg L ⁻¹	
1ª Safra – (2019)										
7,90	0,91	0,63	2,20	3,20	2,60	3,60	1,0	6,10	1,3	290
2ª Safra – (2021)										
7,40	0,56	0,56	1,47	3,10	1,90	1,80	0,50	2,90	0,90	250

*CE = condutividade elétrica da água; RAS=razão de adsorção do sódio

Cada subparcela foi constituída por quatro linhas de plantas, com 19 plantas por linha, e espaçamento de plantio de 0,20 m entre plantas e 0,70 m entre linhas, com área total de 10,64 m² (3,8 m x 2,8 m). Consideraram-se como área útil apenas as duas linhas centrais, excluindo-se as plantas das extremidades (bordadura), o que totalizou 34 plantas na área útil da subparcela. A área total de cada experimento foi de 851,2 m², e a densidade populacional da área experimental foi equivalente a 71.428 plantas ha⁻¹.

A semeadura foi realizada de forma manual, com três sementes por cova, em uma profundidade de aproximadamente 0,05 m. O desbaste foi realizado quando as plantas emitiram três folhas definitivas, mantendo-se uma planta por cova. Como controle fitossanitário foram realizadas três capinas manuais durante o ciclo da cultura, em intervalos de vinte dias, para o controle de plantas daninhas na primeira e na segunda safra. Devido à incidência de pulgão, ácaro e tripses, entre as safras foram utilizados os produtos comerciais à base de Imidacloprido e Beta-Ciflutrina, Espiromesifeno e Tiametoxam, conforme recomendação da bula para a cultura do algodão.

A colheita iniciou-se aos 106 (1ª safra) e 102 (2ª safra) dias após a semeadura (DAS), sendo efetuadas de forma manual. A primeira correspondeu à colheita dos capulhos do terço

inferior da planta. As duas últimas colheitas foram realizadas semanalmente, de acordo com a abertura dos demais capulhos. Foram colhidas todas as plantas da área útil. O ciclo da cultura teve duração de 133 dias na primeira safra e de 123 dias, na segunda safra.

As variáveis avaliadas foram: número de capulhos por planta (NCP); matéria seca da parte aérea (MSPA), produtividade de algodão em caroço (PAC); produtividade de algodão em pluma (PAP) e porcentagem de fibra (%F).

O NCP foi determinado pela contagem dos capulhos de duas plantas de cada tratamento, no momento da colheita. Para a determinação da MSPA (caule, folhas e frutos) foram coletadas duas plantas por unidade experimental no dia da última colheita, sendo as partes acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem peso constante. Em seguida, foram pesadas em balança digital, realizando a média por planta com os valores expressos em gramas. A PAC foi determinada através da pesagem, em balança digital, do algodão em caroço colhidos na área útil e convertidos para kg ha⁻¹. A determinação da PAP foi realizada multiplicando-se a produtividade de algodão em caroço (kg ha⁻¹) pela porcentagem de fibra que foi avaliada pelo equipamento *High Volume Instrument* (HVI) no laboratório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em Campina Grande-PB.

Por último, foi realizada a classificação de cultivares quanto à eficiência e à resposta ao uso da adubação potássica. Para isto, foi utilizado o método proposto por Fageria e Kluthcouski (1980), utilizando uma representação gráfica, no plano cartesiano. Sendo a eficiência definida através do valor médio para produtividade da cultura em baixo nível do nutriente. E a resposta à utilização do nutriente foi obtida através da diferença de produtividade da cultura em ambiente com alto e baixo nível do nutriente, dividida pela diferença entre as doses, conforme a fórmula:

$$IR = \frac{PPAK - PPBK}{DK}$$

em que: IR: Índice de resposta; PPAK: Produtividade de pluma de algodão (kg ha⁻¹) com alto nível de potássio (240 kg ha⁻¹ de K₂O); PPBK: Produtividade de algodão em pluma (kg ha⁻¹) com baixo nível de potássio (0 kg ha⁻¹ de K₂O); DK: Diferença entre as doses de potássio (kg ha⁻¹).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as safras avaliadas isoladamente. Quando observada a homogeneidade das variâncias entre as safras, foi aplicada a análise conjunta (FERREIRA, 2000). As médias dos tratamentos qualitativos, em casos de

diferença significativa, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto os dados referentes aos fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2014). Os gráficos foram elaborados através do programa Excel versão 2209 (Microsoft®).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis foi possível realizar análise conjunta, verificando-se interação tripla ($p < 0,01$) entre os tratamentos (safras, doses de K e cultivares), com exceção à porcentagem de fibra que apresentou interação dupla entre safras e cultivares. Assim pode-se observar o efeito do potássio para a maioria dos componentes agrônômicos avaliados, bem como a influência das condições da região durante as duas safras e o comportamento das cultivares.

Na primeira safra (Figura 2A), foi observado que as cultivares BRS Rubi e BRS Topázio obtiveram menor NCP à medida que se aumentaram as doses de potássio. Logo, os valores máximos estimados foram de 11,90 e 11,88 capulhos, respectivamente, com a dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O. De modo oposto, as cultivares BRS Safira e BRS Verde responderam à adubação potássica com máximo de 10,97 e 10,25 capulhos em função das doses 193 e 86 kg ha⁻¹ de K₂O. Este resultado indica que o potássio favorece o aumento do número de capulhos por planta, sendo que o fornecimento adequado da adubação potássica pode incrementar a produção.

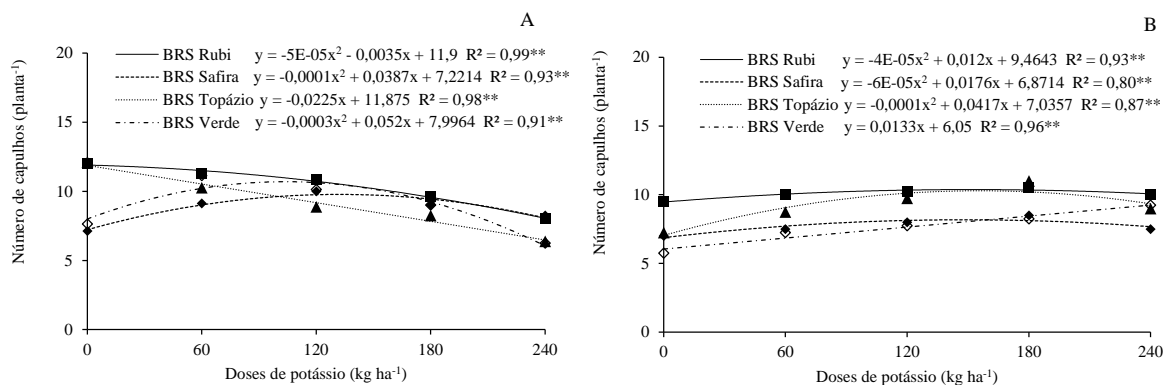


Figura 2. Número de capulhos por planta em cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

Na segunda safra (Figura 2B), a cultivar BRS Topázio alcançou NCP máximo de 11,38 com a dose estimada de 208 kg ha⁻¹ de K₂O, seguida pela BRS Rubi com 10,36 capulhos em função da dose 150 kg ha⁻¹ de K₂O. A BRS Verde atingiu 9,24 capulhos com a dose máxima de 240 kg ha⁻¹ de K₂O e a BRS Safira 8,16 capulhos com a dose de 147 kg ha⁻¹ de K₂O. Possivelmente, as condições edafoclimáticas, como temperatura e solo, alteraram o perfil de resposta à adubação potássica pelas cultivares, justificando a oscilação encontrada para este componente agrônômico entre safras. Borin et al. (2017) estudando a produtividade do algodoeiro adensado, em resposta à adubação nitrogenada e potássica, no cerrado, observaram que esta variável não foi afetada em função das doses de potássio, com valor médio de 4,1

capulhos por planta. Pode isto confirmar que a resposta à adubação potássica pela cultura do algodão ocorre em função das condições as quais as plantas estão expostas.

As cultivares BRS Topázio e BRS Verde alcançaram valores máximos de 128,34 e 100,49 g planta⁻¹ para MSPA com 0 e 60 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, na safra de 2019 (Figura 3A). A cultivar BRS Rubi alcançou maior massa 93,41 g planta⁻¹ com a dose 0 kg ha⁻¹ de K₂O. Ao tempo que a BRS Safira alcançou MSPA de 85,53 g planta⁻¹ atribuído a dose de 78 kg ha⁻¹ de K₂O. Na safra de 2021 (Figura 3B), todas as cultivares obtiveram incrementos a medida que aumentaram-se as doses de K, sendo os maiores valores para MSPA de 111,59; 87,68; 83,69 e 81,91 g planta⁻¹ para as cultivares BRS Topázio, BRS Verde, BRS Rubi e BRS Safira, com o uso da dose 240 kg ha⁻¹ de K₂O. Pelos resultados obtidos, observa-se que os valores de MSPA no primeiro ano foram superiores aos da segunda safra.

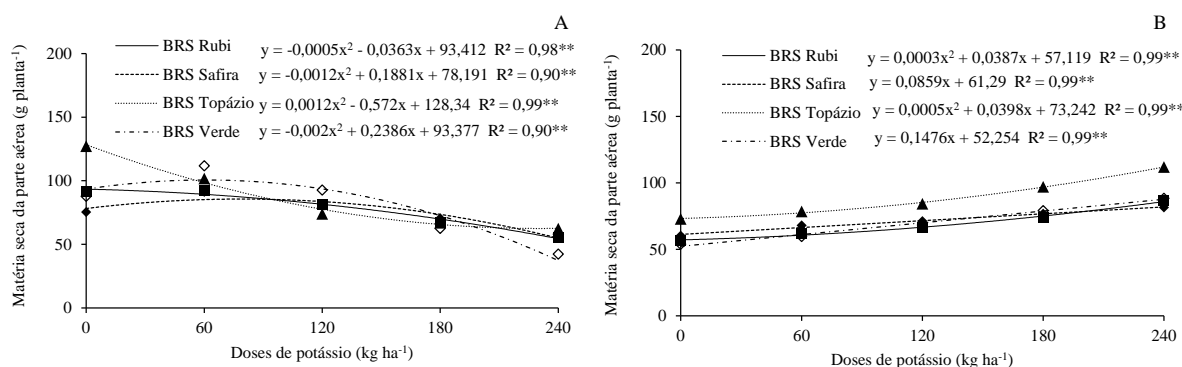


Figura 3. Matéria seca da parte aérea em cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

As variações dos parâmetros meteorológicos (Figura 1), principalmente maior precipitação e menor temperatura no primeiro ano, podem ter estimulado o crescimento vegetativo e conseqüentemente refletiu na maior quantidade de matéria seca. Além de que essas mesmas variações afetaram a duração do ciclo, com redução de dez dias no cultivo de segunda safra. É importante ressaltar que a região de estudo apresenta condições em que suas temperaturas máximas geralmente excedem a temperatura ótima para as culturas, podendo ocasionar um efeito negativo sobre o crescimento e desenvolvimento vegetal. Assim, o aumento das temperaturas acelera o desenvolvimento da cultura que tenderá a atingir seu requerimento de energia para completar seu ciclo mais precocemente (CAVALCANTE JUNIOR et al., 2018).

As cultivares BRS Topázio e BRS Verde também obtiveram maior PAC, correspondentes a 3.338,10 e 2.619,68 kg ha⁻¹, atribuídos ao uso de 0 e 110 kg ha⁻¹ de K₂O, no primeiro ano de cultivo (Figura 4A). Seguida pela cultivar BRS Safira, com PAC de 2.396,56 kg ha⁻¹ em função da dose máxima de potássio aplicado ao solo (240 kg ha⁻¹ de K₂O). Ao passo

que para a cultivar BRS Rubi alcançou-se o máximo de 2.260,58 kg ha⁻¹ com a dose de 88 kg ha⁻¹ de K₂O. Em contrapartida, no cultivo de segunda safra (Figura 4B) todas as cultivares obtiveram maior PAC com a dose máxima de 240 kg ha⁻¹ de K₂O. As produtividades máximas foram correspondentes a 2.991,89; 2.533,12; 2.281,10 e 2.076,36 kg ha⁻¹ para as cultivares BRS Topázio, BRS Safira, BRS Verde e BRS Rubi. Os incrementos em relação ao tratamento sem aplicação de K foram respectivos a 32,82; 34,40; 33,56 e 33,97%.

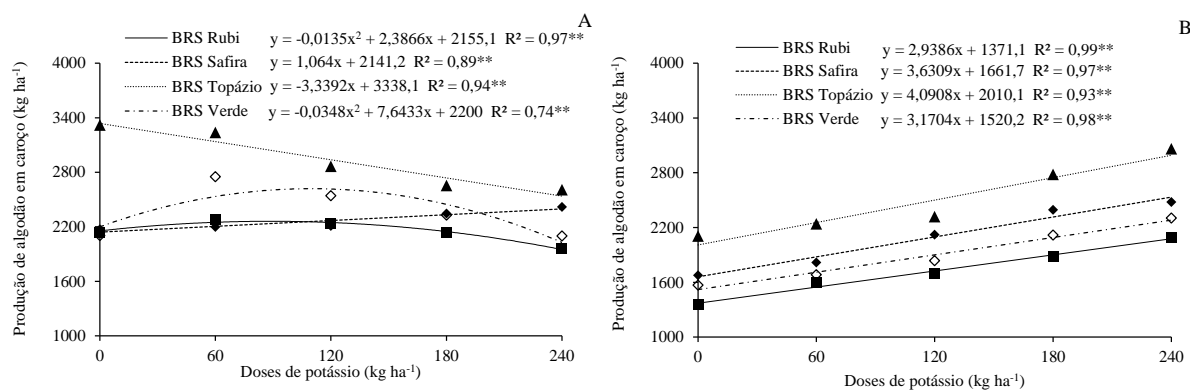


Figura 4. Produtividade de algodão em caroço em cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

As cultivares de algodão colorido responderam, portanto, de forma distinta ao incremento de K no solo, sugerindo mudança na dinâmica do potássio no sistema solo-planta. Tariq et al. (2018) e Hussain, Ali e Gardezi (2021) também relataram que a produtividade do algodão aumentou com a adubação potássica, ambos estudos desenvolvidos em região semiárida e em solos com pouca disponibilidade de K.

Conforme Ragel et al. (2019) as plantas acumulam grandes quantidades de K⁺ em seus vacúolos, superando as suas necessidades puramente nutricionais. Além de que tanto a falta como o excesso de K pode afetar significativamente a absorção e a utilização de outros nutrientes como, por exemplo, cálcio (Ca) e magnésio (Mg), o mesmo pode ocorrer de forma inversa. De acordo com estudos, altas concentrações de K na solução do solo inibem a absorção de Mg e podem induzir a sua deficiência (TRÄNKNER; TAVAKOL; JÁKLI, 2018). Holanda et al. (2017) orientam que a relação (Ca+Mg)/K no solo seja maior que 36, para que haja aumento na probabilidade de resposta ao K pela cultura.

Também é relevante considerar que o suprimento inadequado de K pode inibir a assimilação de carbono (C) pelas folhas e o transporte de produtos fotossintéticos das folhas às raízes (XU et al., 2020). Nesse contexto, a baixa assimilação de carbono e outros compostos, induzidos pelo desbalanço do nível adequado de K no solo, resulta em menor acúmulo de carboidratos, que por consequência reduzirá a produtividade.

Para a variável PAP, observou-se que a cultivar BRS Topázio novamente se destacou com produtividade máxima ($1.616,90 \text{ kg ha}^{-1}$) sem adubação potássica, na primeira safra (Figura 5A). Seguida da cultivar BRS Rubi com maior PAP ($957,94 \text{ kg ha}^{-1}$) em função da dose 76 kg ha^{-1} de K_2O . A BRS Safira alcançou $939,06 \text{ kg ha}^{-1}$ e a BRS Verde $830,91 \text{ kg ha}^{-1}$ sendo esses valores atribuídos ao uso das doses 240 e de 98 kg ha^{-1} de K_2O , respectivamente. Na segunda safra (Figura 5B), todas as cultivares obtiveram incrementos para PAP em função da adubação potássica. As maiores produtividades foram $1.370,61$; $935,44$; $774,59$ e $628,97 \text{ kg ha}^{-1}$ para as cultivares BRS Topázio, BRS Safira, BRS Rubi e BRS Verde com o uso da dose máxima de 240 kg ha^{-1} de K_2O .

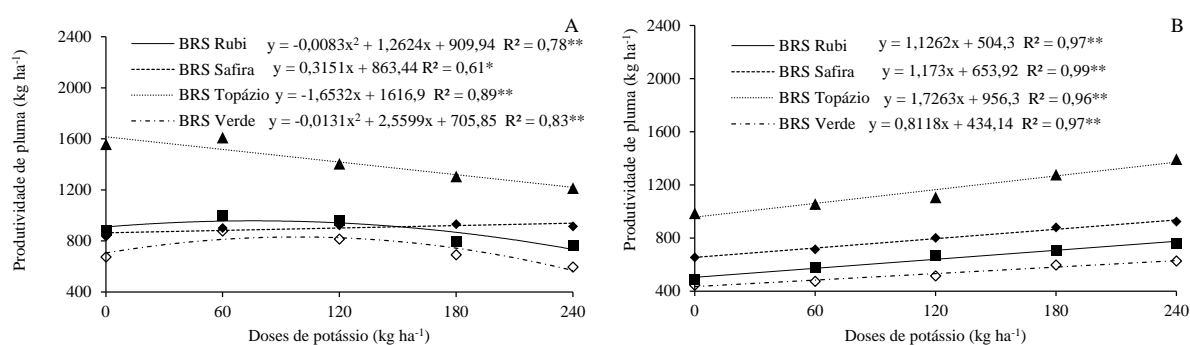


Figura 5. Produtividade de algodão em pluma de cultivares de algodão colorido adubadas com doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

A cultivar BRS Topázio foi a mais produtiva nas duas safras, o que reflete melhor potencial desta cultivar à agricultura familiar do semiárido nordestino e maior adaptação às condições edafoclimáticas da região. Maiores produtividades de fibra e de parte aérea indicam dupla aptidão seja para produção de fibra destinada a indústria têxtil ou por potencial produtivo de parte aérea para alimentação animal, representando uma cultura de boa opção estratégica para a região. Conforme Cunha Neto, Bertini e Silva (2015), a BRS Topázio é muito superior às outras cultivares coloridas, porque foi submetida ao processo de melhoramento genético por um período maior.

As cultivares diferiram entre elas para a variável porcentagem de fibra, nas duas safras (Tabela 3). A cultivar BRS Topázio foi a que atingiu maior %F. A BRS Rubi obteve maior porcentagem na safra de 2019 em comparação a safra de 2021, bem como a BRS Safira. A cultivar BRS Verde foi a que obteve menor porcentagem entre as cultivares avaliadas, nas duas safras.

Tabela 3. Valores médios para porcentagem de fibra (%) em cultivares de algodão colorido cultivadas em duas safras, Mossoró, RN.

Safra	Cultivar			
	BRS Rubi	BRS Safira	BRS Topázio	BRS Verde
2019	41,29aB	39,40aC	46,86aA	31,01aD
2021	35,18bC	37,83bB	46,39aA	28,02bD

¹Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna e por diferentes letras maiúsculas na linha diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Os valores de porcentagem de fibra obtidos pela maioria das cultivares neste estudo foram superiores aos valores considerados padrão por Carvalho, Andrade e Silva Filho (2011). O que indica que este atributo de qualidade foi satisfeito para o cultivo de algodão colorido em região semiárida, independentemente do tratamento utilizado.

Quanto a classificação de cultivares (Figura 6), foi representado no eixo das abscissas (x) a eficiência no uso de potássio e no eixo das ordenadas (y) o índice de resposta à sua utilização, sendo o ponto de origem dos eixos a eficiência e a resposta média das cultivares.

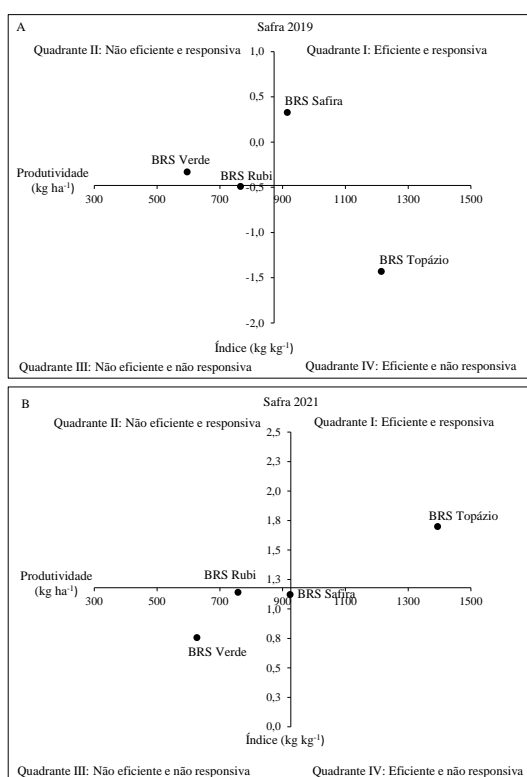


Figura 6. Classificação de cultivares de algodão colorido quanto ao índice de resposta e eficiência à aplicação de potássio para produtividade de pluma em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

Na safra de 2019, a cultivar BRS Safira foi classificada como eficiente e responsiva e a BRS Topázio como eficiente e não responsiva, havendo nestas maiores médias de produtividade de pluma, portanto, estão representadas no primeiro e quarto quadrante (Figura 6A). A cultivar BRS Verde por sua vez mostrou-se não eficiente, mas responsiva à adubação potássica, contudo, com índice inferior a 1, estando representada no quadrante II. Já a cultivar BRS Rubi apesar de apresentar maior produtividade que a BRS Verde, foi classificada como não eficiente e não responsiva, pois tanto a produção, que reflete a eficiência de uso, como o índice se mantiveram abaixo da média.

Para a safra de 2021, foi observada uma mudança quanto a classificação da maioria das cultivares, que passaram a integrar quadrantes diferentes ao da safra anterior, com exceção apenas da cultivar BRS Rubi que apresentou a mesma classificação (Figura 6B). A cultivar BRS Topázio ficou representada no quadrante I (eficiente e responsiva) e as cultivares BRS Verde e a BRS Safira no quadrante III (não eficiente e não responsiva).

Apoiado à classificação de cultivares quanto aos grupos, é proposto que aquelas que pertencem ao grupo não eficientes e responsivas são indicadas para produtores que dispõem de um melhor nível tecnológico, já que há necessidade de um manejo mais específico, com a implementação da adubação. Ao tempo que cultivares do grupo eficientes e não responsivas são recomendadas para o cultivo com menor nível tecnológico, pois possuem a capacidade de produzir satisfatoriamente, mesmo em condições de baixa disponibilidade de potássio. As inseridas no grupo não eficientes e não responsivas produzem abaixo da média, independente da aplicação de K estas não conseguem obter alta produtividade. Para aquelas inseridas no grupo eficientes e responsivas têm-se que são produtivas, em condições de baixo nível de K, e respondem de forma significativa ao aumento de K no solo. Mas como visto neste estudo, podem ocorrer oscilações na classificação de cultivares de algodão colorido durante cada safra.

Logo, esses resultados evidenciam a complexidade da interação genótipo x ambiente quando se trata de cultivares de fibra naturalmente colorida, havendo necessidade da avaliação dessas cultivares em mais locais e safras. Grandes mudanças na performance dos genótipos em diferentes locais sugerem que é desejável desenvolver genótipos para diferentes locais (CARVALHO et al., 2015). Atrelado a isto, cabe salientar a importância de se avaliar o estado químico do solo durante cada safra. O potencial hidrogeniônico (pH), por exemplo, pode afetar a microbiologia do solo e o processo de troca catiônica prejudicando a eficiência da adubação, tornando essencial o seu acompanhamento e correção, quando for o caso. Nesse estudo, o pH do solo apresentou valores dentro da faixa considerada constante (de 5,5 a 7,5) à disponibilidade de K, com base em Cotta (2016) e Holanda et al. (2017). Mas presume-se que em função da

concentração de cátions do solo (Tabela 1) e da água de irrigação (Tabela 2), somados ao índice salino do KCl como fonte de K utilizada, deram origem a interações complexas. Desta forma, o pH e os níveis de condutividade elétrica (CE) do solo estão sujeitos a alterações.

Com base nos resultados obtidos neste estudo, é aconselhável o correto ajuste da relação Ca:Mg:K no solo, ao optar-se pelo emprego da adubação potássica, tendo em vista que o desbalanço desses cátions no solo pode comprometer a eficiência da adubação. Propõe-se que em trabalhos futuros sejam empregados maiores parcelamentos das doses de K estudadas, podendo estes serem realizados em função da marcha de absorção do nutriente pela cultura do algodão, durante as fases do ciclo, e nas propriedades do solo utilizado. Além disso, deve-se sempre atentar à verificação da interação deste nutriente com os demais.

4. CONCLUSÕES

As cultivares de algodão colorido respondem à adubação potássica em função das condições edafoclimáticas as quais estão expostas.

A cultivar BRS Topázio obteve maior produtividade e porcentagem de fibra nas duas safras de cultivo, destacando o seu potencial para a região.

A dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O promove aumento na produtividade de algodão colorido.

As cultivares BRS Safira, BRS Rubi e BRS Verde foram pouco produtivas.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Algodão no Brasil**. Disponível em: <<https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>>. Acesso em: 11 jan. 2020.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrig. And Drain. Paper, n. 56).
- 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.
- BARBOSA, J. L.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P.; VELOSO, L. L. S.; SILVA, E. L.; GUEDES, M. A. Crescimento de algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em solos com distintas salinidades e adubação orgânica. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 1, p. 206-213, 2019.
- BORIN, A. L. D. C.; FERREIRA, A. C. B.; SOFIATTI, V.; CARVALHO, M. C. S.; MORAES, M. C. G. Produtividade do algodoeiro adensado em segunda safra em resposta à adubação nitrogenada e potássica. **Revista Ceres**, v. 64, n. 6, p. 622-630, 2017.
- 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.
- CARVALHO, L. P.; SALGADO, C. C.; FARIAS, F. J. C.; CARNEIRO, V. Q. Estabilidade e adaptabilidade de genótipos de algodão de fibra colorida quanto aos caracteres de fibra. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 598-605, 2015.
- CARVALHO, M. C. S.; BORIN, A. L. D. C.; STAUT, L. A.; FERREIRA, G. B. Nutrição, calagem e adubação. In: BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 156-176.
- CAVALCANTE JUNIOR, E. G.; MEDEIROS, J. F.; FREITAS, I. A. S.; OLIVEIRA, A. K. S.; SOBRINHO, J. E.; SILVA, J. P. N.; SILVA, T. G. F. Necessidade hídrica da cultura do milho influenciada pelas mudanças climáticas no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 2, p. 251-262, 2018.
- COTTA, S. R. O solo como ambiente para a vida microbiana. In: CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo**. 2.ed. Piracicaba: ESALQ, 2016. p. 23-35.
- CUNHA NETO, J.; BERTINI, C. H. C. M.; SILVA, A. P. M. Divergência genética entre genitores de algodoeiro de fibras brancas e coloridas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 10, n. 4, p. 492-498, 2015.
- FAGERIA, N. D.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: Embrapa-CNPAP, 1980. 22p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3 ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.

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

HOLANDA, J. S.; DANTAS, J. A.; MEDEIROS, A. A.; FERREIRA NETO, M.; MEDEIROS, J. F.; GUEDES, F. X. **Indicações para adubação de culturas em solos do Rio Grande do Norte**. 1.ed. Parnamirim: EMPARN, 2017. p. 57.

HUSSAIN, S.; ALI, H.; GARDEZI, S.T.R. Soil applied potassium improves productivity and fiber quality of cotton cultivars grown on potassium deficient soils. **PLoS ONE**, v. 16, e0250713, 2021.

MEDEIROS, J. S.; OLIVEIRA, F. H. T.; SANTOS, H. C.; ARRUDA, J. A.; VIEIRA, M. S. Formas de potássio em solos representativos do Estado da Paraíba. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 417-426, 2014.

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

RAGEL, P.; RADDATZ, N.; LEIDI, E.O.; QUINTERO, F. J.; PARDO, J. M. Regulation of K⁺ nutrition in plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 10, n. 1, p. 281, 2019.

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.

ROSOLEM, C. A.; BOGIANI, J. C. Estresse nutricional. In: ROSOLEM, C. A.; KAWAKAMI, E. M.; CHIAVEGATO, E. J.; ECHER, F. R.; BRITO, G. G.; CARVALHO, H. R.; SNIDER, J. L.; BOGIANI, J. C.; BERNARDES, M. S.; YEATES, S. Org(s). **O algodoeiro e os estresses abióticos temperatura, luz, água e nutrientes**. Mato Grosso: IMAm, 2014. p. 103-121.

SALEEM, M. F.; BILAL, M. F.; ANJUM, S. A.; RAZA, M. A. S.; MAQBOOL, M.; GHAFARI, A. Effect of fruiting branch/square removal on growth and quality of bt cotton under different potassium rates. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 47, n. 2, p. 156-166, 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. 1, p. 37-43, 2018.

TRÄNKNER, M.; TAVAKOL, E.; JÁKLI, B. Functioning of potassium and magnesium in photosynthesis, photosynthate translocation and photoprotection. **Physiologia Plantarum**, v. 163, n. 1, p. 414-431, 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.

XU, X.; DU, X.; WANG, F.; SHA, J.; CHEN, Q.; TIAN, G.; ZHU, Z.; GE, S.; JIANG, Y. Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of carbon, and nitrate metabolism in apple. **Frontiers in Plant Science**, v.11, p. 904, 2020.

YANG, J. S.; HU, W.; ZHAO, W.; MENG, Y.; CHEN, B.; WANG, Y.; ZHO, Z. Soil potassium deficiency reduces cotton fiber strength by accelerating and shortening fiber development. **Scientific Reports**, v. 6, n. 28, p. 1-11, 2016.

ZHAO, W.; DONG, H.; ZAHOOR, R.; ZHOU, Z.; SNIDER, J. L.; CHENC, Y.; SIDDIQUEEC, 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. **The Crop Journal**, v. 7, n. 5, p. 619-634, 2019.

CAPÍTULO 2

EFICIÊNCIA NO USO DE POTÁSSIO POR CULTIVARES DE ALGODÃO COLORIDO EM REGIÃO SEMIÁRIDA

RESUMO

O correto manejo da adubação potássica em cultivares de algodão de fibra colorida pode favorecer a otimização e rendimento da cultura em região semiárida, além de minimizar impactos ambientais. Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar a eficiência no uso de potássio por cultivares de algodão colorido, submetidas à adubação potássica em região semiárida. Para fins de pesquisa dois experimentos foram realizados na Fazenda Experimental da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em 2019 e 2021. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas, casualizou-se cinco doses de potássio (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) e nas subparcelas, quatro cultivares de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde e BRS Topázio). A cultivar BRS Rubi obteve maior eficiência agrônômica com a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, para as duas safras. A cultivar BRS Verde alcançou máxima eficiência de utilização com as doses 60 e 207 kg ha⁻¹ de K₂O. Maior acúmulo de potássio na parte aérea foi obtido pela cultivar BRS Topázio, nas duas safras.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*. Adubação potássica. Fibra colorida. Eficiência nutricional.

EFFICIENCY IN THE USE OF POTASSIUM BY COLORED COTTON CULTIVARS IN SEMIARID REGION

ABSTRACT

The correct management of potassium fertilization in colored fiber cotton cultivars can favor the optimization and yield of the crop in a semi-arid region, in addition to minimizing environmental impacts. Thus, the objective of this work was to evaluate the efficiency in the use of potassium by colored cotton cultivars, submitted to potassium fertilization in a semiarid region. For research purposes, two experiments were carried out at the Experimental Farm of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido, in 2019 and 2021. The experimental design was randomized blocks with split plots and four replications. In the plots, five doses of potassium were randomized (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹ of K₂O) and in the subplots, four cultivars of colored cotton (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde and BRS Topázio). The BRS Rubi cultivar obtained greater agronomic efficiency with a dose of 60 kg ha⁻¹ of K₂O, for both crops. The BRS Verde cultivar reached maximum utilization efficiency with doses of 60 and 207 kg ha⁻¹ of K₂O. Greater accumulation of potassium in the aerial part was obtained by the cultivar BRS Topázio, in both crops.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum*. Potassium fertilization. Colored fiber. Nutritional efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O algodão de fibra naturalmente colorida tem se mostrado como uma alternativa importante para a indústria têxtil. No Brasil este segmento de fibra vem se expandindo mais especificamente no semiárido nordestino, onde o seu cultivo ainda é realizado em pequena escala por mão de obra familiar. Assim, é importante o desenvolvimento de técnicas de cultivo que favoreçam maior expansão e fixação do algodão colorido, principalmente no que se refere ao estado nutricional da planta (CARVALHO et al., 2014).

O algodoeiro é considerado uma espécie de elevada complexidade morfofisiológica, visto que, o crescimento vegetativo, aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, crescimento e maturação de frutos ocorrem simultaneamente. Desta forma, os seus órgãos vegetativos competem pelos fotoassimilados com os órgãos reprodutivos, sendo importante adotar um manejo adequado como forma de maximizar a eficiência fisiológica da planta (TAIZ et al., 2017).

A deficiência de potássio no algodão pode causar senescência prematura, sendo esse distúrbio redutor da duração e eficiência da capacidade fotossintética foliar, o que, por sua vez, pode reduzir o rendimento em até 20% (YANG J. S. et al., 2016). Oosterhuis et al. (2013) ressaltaram que a escolha adequada da cultivar é um fator crucial para uso eficiente do potássio, pois aquelas com alta carga de frutificação e precocidade proliferam e mostram maior suscetibilidade à deficiência de K.

Embora o potássio seja considerado abundante na crosta terrestre, ele pode ter uma disponibilidade limitada para o crescimento das plantas sob certas condições. Seja estas do solo (tipo de solo, teor de argila, competição com outros nutrientes) ou condições edafoclimáticas (ZÖRB; SENBAYRAM; PEITER, 2014). Vale também ressaltar que os teores e as formas de K no solo (K não trocável, K trocável e K solúvel), variam com o grau de desenvolvimento pedogenético dos solos. Os solos menos desenvolvidos pedogeneticamente ocorrem no semiárido, devido às condições climáticas, dessa região (SARAIVA et al., 2021).

Desta forma, a disponibilidade adequada de K é importante para melhorar a eficiência no seu uso pelas plantas (ZAHOOR et al., 2017). Nesse contexto, objetivou-se determinar a eficiência no uso de potássio por cultivares de algodão colorido, considerando o seu cultivo em região semiárida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido, situada no município de Mossoró-RN. Os experimentos foram realizados em 2019 e em 2021 durante os meses de julho a novembro de cada ano.

O clima da região é caracterizado como do tipo BSh, tropical semiárido quente, com temperatura média de 27,4 °C e precipitação pluviométrica anual irregular de em média 673,9 mm (ALVARES et al., 2013). Sendo os dados meteorológicos durante o período experimental obtidos da Estação Meteorológica Automática presente na Fazenda Rafael Fernandes e expressos na Figura 1. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (RÊGO et al., 2016).

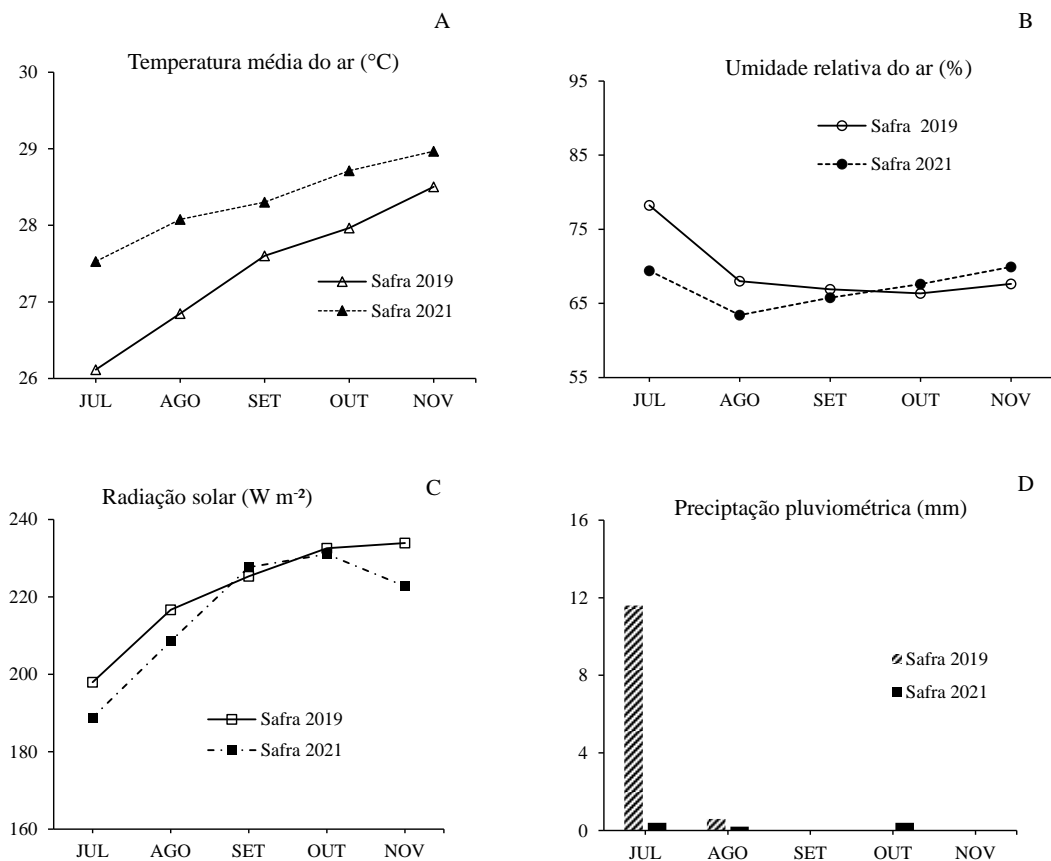


Figura 1. Valores médios de temperatura do ar (A), umidade relativa (B) radiação solar (C) e precipitação pluviométrica (D) nas duas safras de algodão colorido (2019 e 2021), Mossoró-RN.

Antes da instalação a área experimental foi preparada de forma convencional, através de aração e gradagem. Também foram coletadas amostras de solo, nas duas épocas, na

profundidade de 0-0,20 m para caracterização física e química e determinação da adubação balanceada com nitrogênio e fósforo (GOMES e COUTINHO, 2008). Os dados das análises química e física de caracterização do solo das áreas experimentais estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1. Caracterização química e granulometria do solo, nas profundidades de 0-0,20 m das áreas experimentais referentes às duas safras 2019 e 2021.

Profundidade	pH	P*	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Areia	Silte	Argila
m		mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----kg kg ⁻¹ -----			
1ª Safra – (2019)										
0 – 0,20	7,50	8,00	0,10	0,04	1,30	0,20	0,00	0,90	0,03	0,07
2ª Safra – (2021)										
0 – 0,20	5,60	4,20	0,11	0,01	0,78	0,30	0,00	0,90	0,03	0,07

*Extrator: Mehlich⁻¹

O nitrogênio foi fornecido na forma de ureia (45% de N) e fosfato monoamônico (MAP – 12% de N), o fósforo disponibilizado na forma de (MAP – 61% de P₂O₅) e o potássio na forma de cloreto de potássio (KCl – 61% de K₂O). O fósforo foi aplicado em fundação, já o nitrogênio e o potássio foram aplicados parcelados no plantio e em mais duas aplicações de cobertura a cada 20 dias, sendo a primeira adubação correspondente a 50% e as outras duas a 25% do valor total. Também foi fornecido um composto de micronutrientes sendo a dose correspondente a 1 kg ha⁻¹ do produto comercial Rexolin[®] BRA (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), a aplicação foi feita no surgimento dos botões florais (PEDROSO NETO et al., 1999).

Os tratamentos foram distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, sendo o delineamento experimental utilizado o de blocos casualizados, com quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas cinco doses de potássio (0, 60, 120, 180, 240 kg ha⁻¹ de K₂O), e nas subparcelas quatro cultivares de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde).

Cada subparcela foi constituída por quatro linhas, com 19 plantas por linha. O espaçamento utilizado foi de 0,20 m entre plantas e 0,70 m entre linhas, compondo uma área total de 10,64 m² (3,8 m x 2,8 m). Considerou-se como área útil apenas as duas linhas centrais, excluindo-se as plantas das extremidades (bordadura) o que totalizou 34 plantas na área útil de

cada subparcela experimental. A área total de cada experimento foi de 851,2 m², com densidade populacional equivalente a 71.428 plantas ha⁻¹.

A semeadura foi realizada de forma manual, colocando-se três sementes por cova, em profundidade 0,05 m. O desbaste foi realizado quando as plantas emitiram três folhas definitivas, deixando apenas a planta mais vigorosa por cova. Durante o ciclo da cultura foram realizadas três capinas e para o controle de pragas (pulgão, ácaro e tripses), foram utilizados os produtos comerciais à base de Imidacloprido e Beta-Ciflutrina, Espiromesifeno e Tiametoxam, conforme recomendação da bula para a cultura, entre as safras.

O sistema de irrigação utilizado foi o localizado, do tipo gotejamento, com emissores espaçados em 0,20 m e com vazão de 1,6 L h⁻¹. A lâmina média diária foi correspondente a 6,39 mm na primeira safra e 6,47 mm na segunda safra, sendo aplicada com base na evapotranspiração diária da cultura, empregando-se o coeficiente da cultura (Kc) (ALLEN et al., 1998). Os Kc's de referência inicial, médio e final foram de 0,35; 1,10 e 0,39 na safra de 2019, e de 0,36; 1,15 e 0,45 na safra de 2021. Assim as lâminas brutas corresponderam a 685 e 662 mm na primeira e segunda safra. A suspensão da irrigação ocorreu aos 115 e 110 dias após a semeadura para a primeira e segunda safra, respectivamente. A análise química da água utilizada para irrigação, nas duas safras, encontra-se na Tabela 2:

Tabela 2. Análise química da água utilizada para irrigação durante as safras 2019 e 2021.

pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	Dureza
H ₂ O	dS m ⁻¹		-----mmol _c L ⁻¹ -----						mg L ⁻¹	
1 ^a Safra – (2019)										
7,90	0,91	0,63	2,20	3,20	2,60	3,60	1,0	6,10	1,3	290
2 ^a Safra – (2021)										
7,40	0,56	0,56	1,47	3,10	1,90	1,80	0,50	2,90	0,90	250

*CE = condutividade elétrica da água; RAS=razão de adsorção do sódio

As primeiras colheitas ocorreram aos 106 dias após a semeadura (DAS), no primeiro cultivo, e aos 102 DAS no segundo cultivo, de forma manual. A primeira correspondeu à colheita dos capulhos do terço inferior da planta e as demais foram realizadas semanalmente, de acordo com a abertura dos demais capulhos. Ao final foram colhidas todas as plantas da área útil e determinada a produtividade de pluma, a produtividade biológica total (folhas, caules, sementes e fibra) e o acúmulo de potássio na biomassa da parte para determinação da eficiência de uso do nutriente.

A determinação da produtividade de pluma foi realizada multiplicando-se a produtividade de algodão em caroço (kg ha^{-1}) pela porcentagem de fibra que foi avaliada pelo equipamento *High Volume Instrument* (HVI) no laboratório da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em Campina Grande-PB, sendo os valores expressos na Tabela 3:

Tabela 3. Produtividade média de pluma de algodão colorido adubado com doses de potássio, em duas safras.

Produtividade média de pluma (kg ha^{-1})			
Doses de K	Cultivares	1ª Safra (2019)	2ª Safra (2021)
0 kg ha^{-1}	BRS Rubi	883,59	483,99
	BRS Safira	836,05	654,48
	BRS Topázio	1.557,85	986,30
	BRS Verde	674,95	445,38
60 kg ha^{-1}	BRS Rubi	1.002,81	580,12
	BRS Safira	900,95	714,59
	BRS Topázio	1.610,42	1.055,57
	BRS Verde	877,70	473,20
120 kg ha^{-1}	BRS Rubi	958,61	667,20
	BRS Safira	922,00	800,69
	BRS Topázio	1.404,70	1.105,37
	BRS Verde	814,75	515,14
180 kg ha^{-1}	BRS Rubi	798,24	707,96
	BRS Safira	932,36	880,02
	BRS Topázio	1.305,17	1.276,07
	BRS Verde	692,25	597,12
240 kg ha^{-1}	BRS Rubi	766,06	757,92
	BRS Safira	914,87	923,67
	BRS Topázio	1.214,52	1.393,93
	BRS Verde	595,84	626,96

Para a determinação da produtividade biológica total foram coletadas duas plantas por unidade experimental no dia da última colheita, sendo o material acondicionado em sacos de papel e seco em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem peso constante. Em

seguida, foi pesado em balança digital e realizado a média por planta com os valores expressos em kg e estimados para hectare, conforme Tabela 4:

Tabela 4. Valores médios para produtividade biológica total de algodão colorido adubado com doses de potássio, em duas safras.

Doses de K	Cultivares	Produtividade biológica total (kg ha ⁻¹)	
		1 ^a Safra (2019)	2 ^a Safra (2021)
0 kg ha ⁻¹	BRS Rubi	6.572,00	4.036,90
	BRS Safira	5.391,65	4.303,00
	BRS Topázio	9.089,57	5.204,07
	BRS Verde	6.278,49	3.852,98
60 kg ha ⁻¹	BRS Rubi	6.684,68	4.418,66
	BRS Safira	6.528,79	4.859,78
	BRS Topázio	7.274,85	5.610,91
	BRS Verde	8.009,40	4.267,97
120 kg ha ⁻¹	BRS Rubi	6.961,29	4.759,34
	BRS Safira	6.053,79	5.088,26
	BRS Topázio	5.284,63	6.019,33
	BRS Verde	4.806,47	4.886,18
180 kg ha ⁻¹	BRS Rubi	4.800,94	5.274,24
	BRS Safira	6.035,50	5.490,67
	BRS Topázio	4.790,05	6.930,84
	BRS Verde	4.470,14	5.659,24
240 kg ha ⁻¹	BRS Rubi	3.987,20	6.178,08
	BRS Safira	4.053,99	5.829,03
	BRS Topázio	4.463,18	7.995,56
	BRS Verde	3.031,58	6.319,32

Para estimar a quantidade de potássio total acumulado pela cultura, foram coletadas duas plantas de cada subparcela, as quais foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até atingirem peso constante (aproximadamente 72 h). Amostras desse material foram moídas em moinho de facas de aço inoxidável, tipo Willey (Solab®, SL-31). Posteriormente, cerca de 0,4 g de cada amostra moída foi transferida para um tubo digestor e adicionados 1g de mistura

digestora ($K_2SO_4 + CuSO_4$ (10:1)), 2 mL de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e 4 mL ácido sulfúrico 98% (H_2SO_4). Essa mistura foi mantida em bloco digestor aquecido lentamente até 350 °C e mantido até a obtenção de um líquido viscoso esverdeado (aproximadamente 3 h). Ao esfriar, completou-se o volume para 50 mL com água Milli-q[®], e o teor de K foi então determinado por fotometria, através de um fotômetro de chamas (Digimed[®], DM-62), conforme metodologia adaptada de Boaretto et al. (2009). Ao final, a concentração do nutriente foi multiplicada pela biomassa da parte aérea e expressa em $kg\ ha^{-1}$, considerando a densidade populacional.

A eficiência no uso do potássio (EUK) foi estimada por meio da eficiência agrônômica (EA), eficiência fisiológica (EF), eficiência agrofisiológica (EAF), eficiência aparente de recuperação (EAR) e eficiência de utilização (EU), adaptado da metodologia de Fageria e Baligar (2005) e Rochester (2011).

A eficiência agrônômica foi expressa em $kg\ kg^{-1}$ e estimada pela fórmula:

$$EA = (PP_{CK} - PP_{SK}) / QK_a$$

em que PP_{CK} é a produtividade de pluma de algodão com aplicação do potássio (kg); PP_{SK} é a produtividade de pluma de algodão sem aplicação do potássio (kg); e QK_a é a quantidade de K_2O (kg).

A eficiência fisiológica foi estimada pela relação entre a biomassa da parte aérea com e sem a aplicação do potássio e a acumulação do nutriente na biomassa da parte aérea com e sem a aplicação do potássio, em $kg\ kg^{-1}$:

$$EF = (PB_{CK} - PB_{SK}) / (AK_{CK} - AK_{SK})$$

onde, PB_{CK} é a produtividade biológica total com aplicação do nutriente (kg); PB_{SK} é a produtividade biológica total sem a aplicação do potássio (kg); AK_{CK} é a acumulação do potássio na biomassa da parte aérea com aplicação do nutriente (kg); e AK_{SK} é a acumulação do potássio na biomassa da parte aérea sem a aplicação do potássio (kg).

A eficiência agrofisiológica (EAF) foi estimada em $kg\ kg^{-1}$ seguindo a fórmula:

$$EAF = (PP_{CK} - PP_{SK}) / (AK_{CK} - AK_{SK})$$

em que PP_{CK} é a produtividade de pluma de algodão com aplicação do nutriente (kg); PP_{SK} a produtividade de pluma algodão sem aplicação do nutriente (kg); AK_{CK} a acumulação do nutriente na biomassa da parte aérea com aplicação do nutriente (kg); e AK_{SK} é a acumulação do nutriente na biomassa da parte aérea sem aplicação do nutriente (kg).

A eficiência aparente de recuperação (EAR) foi estimada pela relação entre a acumulação do nutriente na biomassa da parte aérea com e sem a aplicação do nutriente e a quantidade do nutriente aplicado, em %:

$$EAR = (AK_{CK} - AK_{SK} / QK_a) \times 100$$

sendo AK_{CK} (kg) a acumulação do nutriente na biomassa da parte aérea com aplicação do nutriente; AK_{SK} a acumulação do nutriente na biomassa da parte aérea sem aplicação do nutriente (kg); e QK_a a quantidade de K_2O aplicada, em kg.

A eficiência de utilização (EU) foi determinada pela relação entre a eficiência fisiológica (EF) e a eficiência aparente de recuperação (EAR), em $kg\ kg^{-1}$:

$$EU = EF \times EAR$$

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando observada a homogeneidade das variâncias entre as safras, foi aplicada a análise conjunta (FERREIRA, 2000). As médias dos tratamentos qualitativos, em casos de diferença significativa, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e os dados referentes aos fatores quantitativos foram submetidos à regressão, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2014). Os gráficos foram elaborados através do programa Excel versão 2209 (Microsoft®).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra de 2019, maior eficiência agrônômica ($4,08 \text{ kg kg}^{-1}$) foi obtida pela cultivar BRS Verde com a dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O , seguida da BRS Rubi; BRS Safira e BRS Topázio ($2,03$; $1,13$ e $0,80 \text{ kg kg}^{-1}$) com o uso da mesma dose (Figura 2A). Ao tempo que doses maiores provocaram redução deste parâmetro para todas cultivares. Na safra de 2021, a cultivar BRS Rubi foi a que apresentou melhor eficiência agrônômica ($1,92 \text{ kg kg}^{-1}$), novamente com a dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O , seguida da BRS Topázio ($1,74 \text{ kg kg}^{-1}$) com a dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 2B). A cultivar BRS Safira alcançou $1,31 \text{ kg kg}^{-1}$ com a dose estimada de 160 kg ha^{-1} de K_2O e a BRS Verde $0,65 \text{ kg kg}^{-1}$ com 165 kg ha^{-1} de K_2O . Com isso, é observado que a cultivar BRS Verde assume diferentes colocações na safra de 2019 e na de 2021, partindo da maior eficiência agrônômica para menor, quando comparada as demais cultivares. Isto pode caracterizar essa cultivar como sensível a possíveis mudanças edafoclimáticas a qual o cultivo pode estar sujeito. Considerando que os tratamentos foram os mesmos, mas o comportamento distinto entre safras.

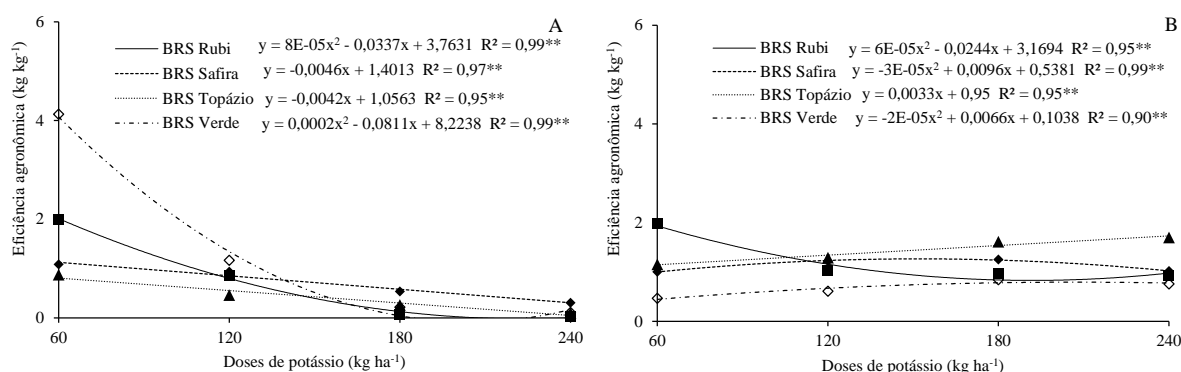


Figura 2. Eficiência agrônômica (kg kg^{-1}) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

A cultivar BRS Topázio foi a que alcançou maior produtividade de fibra, nas duas safras (Tabela 3), no entanto, não foi a de maior eficiência agrônômica, isso ocorre porque a maior produção de pluma é uma característica da cultivar. Assim, é razoável afirmar que altas doses de potássio podem reduzir a eficiência agrônômica, como visto no cultivo de primeira safra. Corroborando com Tariq et al. (2017), em estudo do uso de potássio em algodão por diferentes métodos de aplicação. Todavia, observou-se que para a segunda safra, maior parte das cultivares apresentaram elevação da eficiência agrônômica em função de doses mais elevadas de K_2O .

A eficiência agrônômica corresponde o quanto a planta produziu em kg de pluma para cada kg de K aplicado. Assim, essa variável pode auxiliar na redução de custos de produção,

uma vez que é possível definir através desse parâmetro taxas de adubo que promovam melhor custo-benefício. No entanto, é importante considerar a existência de interações complexas, ou seja, uma melhor eficiência agrônômica não é dependente apenas da disponibilidade de nutrientes, mas também de várias outras condições externas e internas a qual a planta pode estar sujeita. Conforme Reetz (2017) vários fatores podem alterar os indicadores de eficiência no uso de determinado nutriente, tais como: genótipos, ambiente e manejo na cultura.

Na primeira safra, maior eficiência fisiológica $90,46 \text{ kg kg}^{-1}$ foi observada para a cultivar BRS Rubi com a dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 3A). A cultivar BRS Topázio alcançou valor máximo de $89,34 \text{ kg kg}^{-1}$ com a dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O . Ao tempo que as cultivares BRS Safira e BRS Verde apresentaram maiores valores ($88,91$ e $85,46 \text{ kg kg}^{-1}$) em função das doses 167 e 185 kg ha^{-1} de K_2O . Na segunda safra, maior eficiência fisiológica ($60,04 \text{ kg kg}^{-1}$) foi obtida pela cultivar BRS Topázio em função da dose de 174 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 3B). A cultivar BRS Verde alcançou máximo de $58,48 \text{ kg kg}^{-1}$ com a dose 182 kg ha^{-1} de K_2O e a cultivar BRS Safira $48,50 \text{ kg kg}^{-1}$ com a dose de 240 kg ha^{-1} de K_2O . Para a cultivar BRS Rubi não foi observada variação em função das doses obtendo valor médio de $36,15 \text{ kg kg}^{-1}$. A eficiência fisiológica das cultivares foi, portanto, menor na safra de 2021 em comparação a de 2019. Ressalva-se, que esta variável reflete o quanto de biomassa da parte aérea em kg a planta produziu para cada kg de potássio acumulado. Reetz (2017) sustenta que a baixa eficiência fisiológica pode ocorrer por déficit nutricional, estresse ou toxidez mineral. Mas, como observado nesse estudo, doses máximas de potássio não afetaram de forma drástica a diminuição desse parâmetro o que sugere que fisiologicamente não ocorreu toxidez em função do K. Contudo, maior eficiência fisiológica no uso de nutrientes pode indicar má conversão de nutrientes absorvidos em biomassa vegetal (AKHTAR et al., 2022).

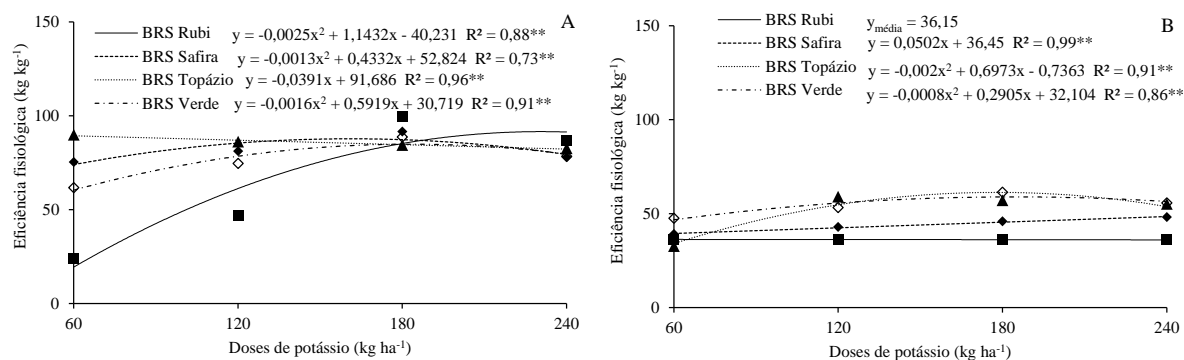


Figura 3. Eficiência fisiológica (kg kg^{-1}) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

Sabe-se que o potássio desempenha inúmeros papéis em processos fisiológicos fundamentais às plantas, incluindo fotossíntese, fotorrespiração e crescimento. Logo, esses processos são afetados pela disponibilidade de K. A fim de manter uma concentração adequada de K^+ , as células vegetais monitoram a disponibilidade de K^+ . Embora, os detalhes do mecanismo que permitem que as plantas detectem a disponibilidade e absorvam K^+ , não tenham sido totalmente elucidados (SHIN, 2014). Possivelmente, características intrínsecas às cultivares influenciaram no direcionamento fisiológico eficiente do nutriente a cada safra, justificando a divergência observada entre estas.

Na safra de 2019, maior eficiência agrofisiológica ($17,82 \text{ kg kg}^{-1}$) foi observada para a cultivar BRS Rubi pelo uso da dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O , seguida pelas cultivares BRS Verde e BRS Topázio ($11,90$ e $10,02 \text{ kg kg}^{-1}$) no uso de 60 e 240 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 4A). Para cultivar BRS Safira maior incremento ($6,53 \text{ kg kg}^{-1}$) foi obtido em função da dose 60 kg ha^{-1} de K_2O , no entanto, esse valor foi inferior ao alcançado pelas demais cultivares. Na safra de 2021, a cultivar BRS Topázio foi a que apresentou melhor eficiência agrofisiológica ($9,05 \text{ kg kg}^{-1}$) atribuída a dose 189 kg ha^{-1} de K_2O em sequência a cultivar BRS Rubi alcançando $8,56 \text{ kg kg}^{-1}$ através da dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O (Figura 4B). As cultivares BRS Safira e BRS Verde obtiveram máximo de $7,03$ e $4,28 \text{ kg kg}^{-1}$ atribuídos ao uso das doses 168 e 157 kg ha^{-1} de K_2O .

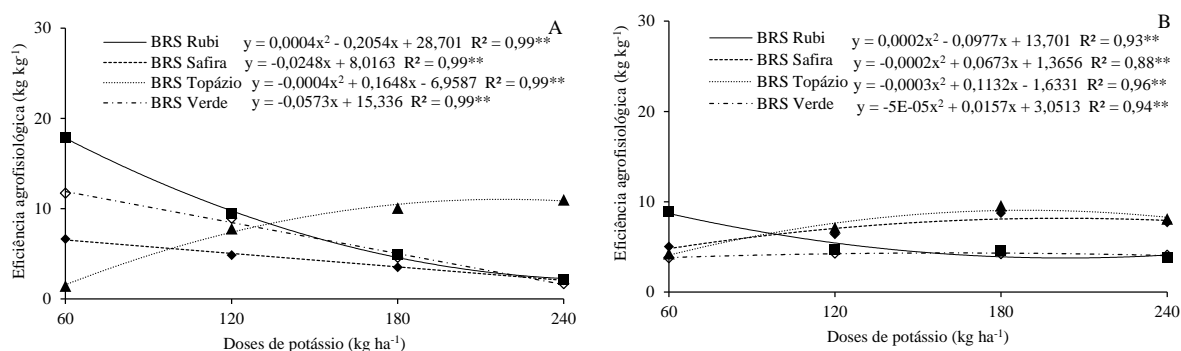


Figura 4. Eficiência agrofisiológica (kg kg^{-1}) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

A eficiência agrofisiológica indica a capacidade específica de produção por unidade de nutriente acumulado na planta, isto é, o quanto a planta produziu em kg de pluma para cada kg de potássio acumulado. Desta forma, estes resultados indicam que o desempenho entre cultivares para absorver e acumular o potássio em função da conversão em produção de pluma ocorre com distinção. Assim como relatado por Hassan et al. (2014) avaliando a eficiência de uso de potássio de cinco genótipos de algodão branco no Paquistão.

No cultivo de primeira safra os valores para eficiência agrofisiológica foram superiores ao da segunda, com exceção apenas da cultivar BRS Safira. Tartaglia et al. (2020) que

estudaram a eficiência no uso de nitrogênio por cultivares de algodão naturalmente colorido em região semiárida constataram maior eficiência agrofisiológica em cultivo de segunda safra. Os mesmos autores associaram este aumento a maior quantidade de chuvas observada no segundo ano. Os mesmos autores sugeriram ainda que o maior volume de chuvas contribuiu para uma maior quantidade de nutriente perdida por lixiviação. No caso deste estudo, maior precipitação foi observada no cultivo de primeira safra (Figura 1), no entanto, o percentual de chuvas na região foi considerado relativamente baixo, o que sugere menor potencial de lixiviação em função da precipitação. Todavia, considerando a alta solubilidade da fonte de K utilizada (KCl), e o emprego da fertirrigação para aplicação do adubo, não se elimina que pode ter ocorrido lixiviação do K.

A composição química e granulometria do solo utilizado neste estudo podem ter influenciado na fixação e disponibilização de nutrientes, comprometendo o aproveitamento do K pelas plantas. É provável que a quantidade de cátions e a textura arenosa do solo (Tabela 1) tenham afetado a eficiência no uso de K pelas cultivares de algodão colorido, nas duas safras. Conforme Yang F. et al. (2016) em termos de textura do solo, as perdas de K são mais comuns em solos de textura grossa (arenosa) e média (argilosa) que estão sujeitos à lixiviação de nutrientes. Ao tempo que características químicas como altos teores de sódio (Na) no solo podem afetar a absorção de K pela planta. Acredita-se que elementos semelhantes, tais como Na e K podem substituir um ao outro, em certas funções metabólicas inespecíficas através do efeito interiônico entre os cátions K^+ e Na^+ . Normalmente, ocasionando aumento da concentração de Na no tecido vegetal em detrimento do K. Assim, um elemento pode estar envolvido numa atividade vital e este não seria considerado um nutriente (COELHO et al., 2017).

No cultivo de primeira safra havia uma maior quantidade de cátions em comparação ao solo do cultivo de segunda safra. Isto sugere uma possível inibição competitiva entre sais, como sódio, potássio, cálcio (Ca) e magnésio (Mg), acometendo a eficiência no uso de K pelas plantas, principalmente com doses mais altas de K_2O . No caso do Na^+ e K^+ pode ter havido competição pelos sítios de absorção, devido as propriedades semelhantes de ambos. Já na relação entre K:Ca:Mg, os potenciais elétricos e químicos dos espaços externos às membranas plasmáticas das células podem ter promovido uma maior retenção de cátions divalentes como Ca^{2+} e Mg^{2+} , do que monovalentes como o K^+ , impulsionando uma relação antagônica entre esses cátions. Fernandes et al. (2022) afirmaram que a competição iônica de íons como Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} causa alterações na disponibilidade, absorção, transporte, assimilação e

distribuição desses elementos na planta, resultando em menor acúmulo destes em suas partes aéreas.

Para a variável eficiência de recuperação, na primeira safra, todas as cultivares obtiveram valores máximos em função da dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 5A). Sendo de 45,61; 24,63, 7,41 e 1,89 % para as cultivares BRS Verde, BRS Safira, BRS Rubi e BRS Topázio. A cultivar BRS Verde foi, portanto, a que apresentou maior eficiência de recuperação. Na segunda safra, as cultivares BRS Topázio e BRS Rubi obtiveram os maiores valores (23,65 e 23,28 %) com as doses 60 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 5B). Assim como para as cultivares BRS Safira e BRS Verde que alcançaram 22,72 e 19,50 % em função das mesmas doses 60 e 240 kg ha⁻¹, respectivamente.

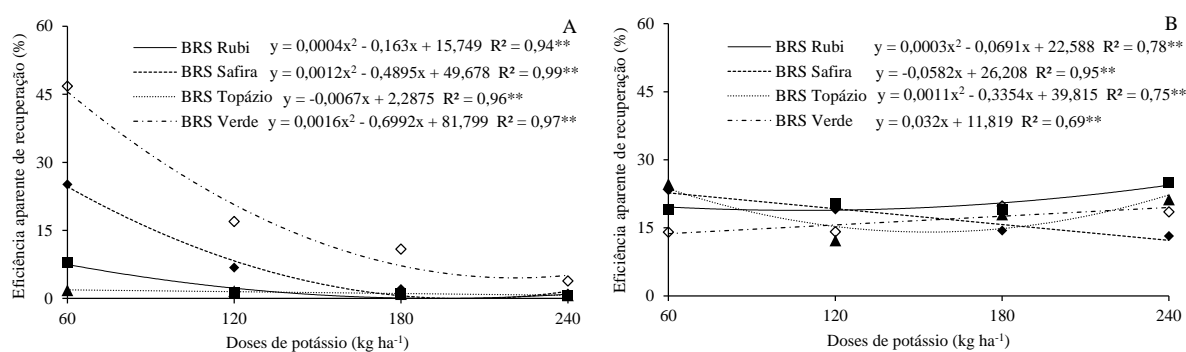


Figura 5. Eficiência aparente de recuperação (%) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

Este índice computa a eficiência de recuperação do fertilizante, ou seja, a quantidade de nutriente acumulado por unidade de nutriente aplicado, o que implica na capacidade da planta para absorção/aquisição de nutriente do solo. Assim, é verificável com esses resultados que maior quantidade do nutriente disponível pode não refletir em maior absorção pela planta, como observado na safra de 2019. Além de que o teor de potássio recuperado foi baixo, se encontrando inferior a 50%, nas duas safras estudadas. No entanto, Akhtar et al. (2022) estudando a aplicação de potássio juntamente com nitrogênio sob regimes variados de umidade obtiveram eficiência aparente de recuperação de K em média de 46% com aplicação de K, o que pode caracterizar essa faixa como comum.

Máxima eficiência de utilização (28,46 kg kg⁻¹) foi obtida pela cultivar BRS Verde seguida da BRS Safira (18,73 kg kg⁻¹) empregando-se a dose de 60 kg ha⁻¹ de K₂O, na safra de 2019 (Figura 6A). Ao passo que as cultivares BRS Topázio e BRS Rubi apresentaram 1,93 e 1,68 kg kg⁻¹ com uso da mesma dose. Na safra de 2021, maior valor (11,60 kg kg⁻¹) foi obtido pela cultivar BRS Topázio empregando-se a dose máxima de 240 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 6B).

As cultivares BRS Verde, BRS Safira e BRS Rubi alcançaram 10,43; 9,03 e 8,88 kg kg⁻¹ através das doses 207; 60 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O.

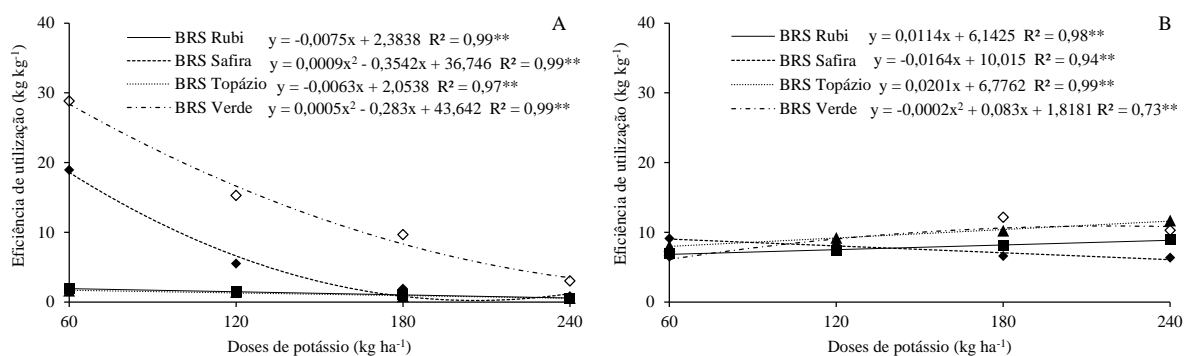


Figura 6. Eficiência de utilização (kg kg⁻¹) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

A eficiência de utilização do nutriente é definida como máximo rendimento econômico obtido por unidade de nutriente aplicado, absorvido ou utilizado pela planta para produção e biomassa, sendo importante para avaliar o destino de fertilizantes químicos aplicados e seu papel na melhoria da produtividade das culturas (STAMATIADIS et al., 2016). Em geral, as espécies de plantas com maior eficiência de utilização podem manter suas relações hídricas, atividade fotossintética e produtividade quando crescidas em ambientes com menor suprimento de K (WHITE, 2013).

Segundo White et al. (2021) genótipos com maior eficiência de utilização de K têm a capacidade de redistribuir K de tecidos mais velhos para mais jovens para manter o crescimento e a fotossíntese, além de reduzir a concentração de K vacuolar. Ao tempo que mantém uma concentração apropriada em compartimentos subcelulares metabolicamente ativos, seja por adaptação anatômica ou por maior substituição de K com outros solutos no vacúolo. Nesse contexto, o potencial de cultivares está intimamente relacionado com a sua eficiência metabólica para absorver e usar nutrientes.

Na safra de 2019 maior acúmulo de potássio (102,28 kg ha⁻¹) foi observado para a cultivar BRS Topázio, na ausência da adubação potássica (Figura 7A). Em sequência as cultivares BRS Verde (85,27 kg ha⁻¹), BRS Rubi (79,45 kg ha⁻¹) e BRS Safira (69,71) em função das doses estimadas de 43, 38 e 84 kg ha⁻¹ de K₂O. Ao tempo que na safra de 2021, todas as cultivares apresentaram maior acúmulo com o uso da dose máxima utilizada (240 kg ha⁻¹ de K₂O), sendo de 122,34 kg ha⁻¹ (BRS Topázio), 119,83 kg ha⁻¹ (BRS Rubi), 103,45 kg ha⁻¹ (BRS Verde) e 92,02 kg ha⁻¹ (BRS Safira). Observa-se que entre as cultivares e para as duas safras estudadas, a BRS Safira foi a que apresentou menor capacidade em acumular potássio na sua parte aérea.

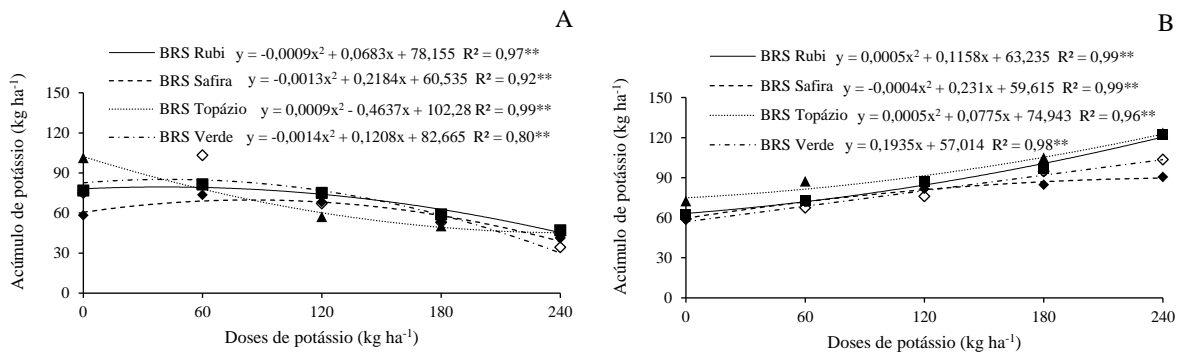


Figura 7. Acúmulo de potássio na parte aérea (kg ha^{-1}) de cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

Hu et al. (2016) afirmaram que o acúmulo de K aumentou nos tratamentos de maior oferta de K para as cultivares estudadas. Sendo que os resultados desses mesmos autores mostraram ainda que a aplicação de K afetou os processos de fotossíntese e alterou o padrão de acúmulo de K, sendo este último comparável ao observado neste estudo.

A cultivar BRS Topázio mostrou maior capacidade em acumular o K na ausência da adubação potássica no cultivo de primeira safra, o que sugere elevada capacidade da cultivar em extrair K do solo. Possivelmente pelo uso eficiente de mecanismos controladores da absorção de K, ainda que em baixas concentrações na solução do solo. Isso consequentemente reflete na sua maior produção mesmo em condições de menor disponibilidade desse nutriente. Vale lembrar que o maior teor de cátions no solo durante o primeiro cultivo (Tabela 1) pode ter influenciado na absorção do potássio através da competição entre íons. Assim, houve menor acúmulo de potássio por parte das cultivares principalmente em maiores concentrações do nutriente no solo.

Quanto ao maior acúmulo de K nas plantas em função do aumento das doses de K_2O , no cultivo de segunda safra, justifica-se em decorrência de que em alta disponibilidade de K no solo, as plantas tendem a acumular o nutriente podendo este ser armazenado em organelas da célula vegetal como, por exemplo, cloroplastos, mitocôndrias e vacúolos. Além de isto também estar atrelado a maior exportação do nutriente pela planta.

Reunindo os resultados, é possível determinar que a maior eficiência de uso do potássio, no algodão colorido, ocorre em função do maior acúmulo do nutriente na parte aérea da planta. Deste modo, propõem-se esse último como um parâmetro importante à escolha da dose de adubo e da cultivar.

4. CONCLUSÕES

A cultivar BRS Rubi obteve maior eficiência agronômica com a dose de 60 kg ha^{-1} de K_2O , para as duas safras.

A cultivar BRS Verde alcançou máxima eficiência de utilização com as doses 60 e 207 kg ha^{-1} de K_2O .

Maior acúmulo de potássio na parte aérea foi obtido pela cultivar BRS Topázio, nas duas safras.

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M. N.; UL-HAQ, T.; AHMAD, F.; IMRAN, M.; AHMED, W.; GHAFAR, A.; SHAHID, M.; SALEEM, M. H.; ALSHAYA, H.; OKLA, M. K.; ALI, S. Application of potassium along with nitrogen under varied moisture regimes improves performance and nitrogen-use efficiency of high- and low-potassium efficiency cotton cultivars. **Agronomy**, v.12, n.2, p.1-16, 2022.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrig. And Drain. Paper, n. 56).
- 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.
- BOARETTO, A. E.; RAIJ, B. V.; SILVA, F. C.; CHITOLINA, J. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. Amostragem, acondicionamento e preparo de amostras de plantas para análise química. In: SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 2, p. 59-85.
- CARVALHO, M. C. S.; BORIN, A. L. D. C.; STAUT, L. A.; FERREIRA, G. B. **Nutrição, calagem e adubação**. In: BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 156-176.
- COELHO, V. A. T.; DIAS, G. M. G.; FERREIRA, M. M.; RODAS, C.L.; SILVA, M. L. S.; PASQUAL, M. Potássio e sódio na composição mineral e crescimento em plantas de *Zingiber spectabile*. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 12, n. 1, p. 35-40, 2017.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. **Advances in Agronomy**, v. 88, p. 97-185, 2005.
- FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3 ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.
- FERNANDES, C. S.; SÁ, F. V. S.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. S.; REGES, L. B. L.; GHEYI, H. R.; PAIVA, E. P.; SILVA, A. A.; MELO, A. S. Ionic homeostasis, biochemical components and yield of Italian zucchini under nitrogen forms and salt stress. **Brazilian Journal of Biology**, v. 82, p. e233567, 2022.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A Guide for Its Bootstrap Procedures in Multiple Comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p.109-112, 2014.
- GOMES, R. V.; COUTINHO, J. L. B. Algodão herbáceo/Algodão herbáceo irrigado. In: CAVALCANTI, F. J. A. (Coord.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3. ed. Recife: IPA, 2008. p. 114-115.
- HASSAN, Z. U.; KUBAR, K.A.; RAJPAR, I.; SHAH, A. N.; TUNIO, S. D.; SHAH, J. A.; MAITLO, A. A. Evaluating potassium-use-efficiency of five cotton genotypes of Pakistan. **Pakistan Journal of Botany**, v. 46, n. 4, p. 1237-1242, 2014.
- 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.

OOSTERHUIS, D.M.; LOKA, D.A.; RAPER, T.B. Potassium and stress alleviation: physiological functions and management of cotton. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, p. 331-343, 2013.

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

REETZ, H. F. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. Tradução de Alfredo Scheid Lopes. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA, 2017. 178p.

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.

ROCHESTER, I. J. Assessing internal crop nitrogen use efficiency in high-yielding irrigated cotton. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 90, p. 147-156, 2011.

SARAIVA, S. M.; FRAGA, V.; ARAUJO FILHO, J. C.; SANTOS, R. F.; FELIX, E. S.; CAMPOS, M. C.; DIAS, B. S.; CARNEIRO, K. A. A. Caracterização de Planossolos nátricos em um gradiente pluviométrico no Semiárido brasileiro. In: RIBEIRO, J. C. (org.). **Educação em solos e meio ambiente**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2021. cap. 1, p. 1-13.

SHIN, R. Strategies for Improving Potassium Use Efficiency in Plants. **Molecules and Cells**, v.37, p.575-584, 2014.

STAMATIADIS, S.; TSADILAS, C.; SAMARAS, V.; SCHEPERS, J. S.; ESKRIDGE, K. Nitrogen uptake and N-use efficiency of Mediterranean cotton under varied deficit irrigation and N fertilization. **European Journal of Agronomy**, v. 73, p. 144-151, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017, 888 p.

TARIQ, M.; MUHAMMAD, D. B.; AFZAL, M. N.; AHMED, M.; WAKEEL, A.; KHAN, M. A. Potassium use efficiency of cotton as affected by application methods. **Frontiers of Potassium Science Conference**, v. 1, p. 195-200, 2017.

TARTAGLIA, F. L.; SOUZA, A. R. E.; SANTOS, A. P.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; SANTOS, M. G. Nitrogen utilization efficiency by naturally colored cotton cultivars in semi-arid region. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 51, n. 4, p. 1-9, 2020.

WHITE, P. J.; BELL, M. J.; DJALOVIC, I.; HINSINGER, P.; RENGEL, Z. Potassium Use Efficiency of Plants. In: MURRELL, T.S.; MIKKELSEN, R.L.; SULEWSKI, G.; NORTON, R.; THOMPSON, M.L. (eds) **Improving Potassium Recommendations for Agricultural Crops**. Suíça: Springer, 2021, p. 119-145.

WHITE, P.J. Improving potassium acquisition and utilisation by crop plants. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 176, n. 1, p. 305-316, 2013.

YANG, F.; DU, M.; TIAN, X.; ENEJI, A. E.; LI, Z. Cotton yield and potassium use efficiency as affected by potassium fertilizer management with stalks returned to field. **Crop Science**, v. 56, n. 1, p. 740-746, 2016.

YANG, J. S.; HU, W.; ZHAO, W.; MENG, Y.; CHEN, B.; WANG, Y.; ZHO, Z. Soil Potassium deficiency reduces cotton fiber strength by accelerating and shortening fiber development. **Scientific Reports**, v. 6, n. 28, p. 1-11, 2016.

ZAHOOR, R.; ZHAO, W.; ABID, M.; DONG, H.; ZHOU, Z. Potassium application regulates nitrogen metabolism and osmotic adjustment in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) functional leaf under drought stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 215, p. 30-38, 2017.

ZÖRB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture—status and perspectives. **Journal of Plant Physiology**, v. 171, n. 9, p. 656-669, 2014.

CAPÍTULO 3

VIABILIDADE ECONÔMICA DE CULTIVARES DE ALGODÃO COLORIDO SOB ADUBAÇÃO POTÁSSICA

RESUMO

Para que a produção de algodão colorido cresça e se torne economicamente viável, é importante que se conheça os possíveis custos correspondentes ao aumento da adubação. Nesse sentido, o objetivo neste trabalho foi analisar a viabilidade econômica de cultivares de algodão colorido sob adubação potássica. Logo, foram conduzidos dois experimentos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró, RN, nos anos de 2019 e 2021. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, arranjos em parcelas subdividas, com quatro repetições. As doses de K (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O) foram alocadas nas parcelas e as cultivares de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde e BRS Topázio) dispostas nas subparcelas. Entre os custos de produção do algodão colorido, a maior participação foi da mão de obra e do fertilizante potássico. Na segunda safra a dose 240 kg ha⁻¹ de K₂O favoreceu melhor rendimento econômico para todas as cultivares estudadas. A cultivar BRS Topázio é economicamente viável independentemente da dose de potássio utilizada. A cultivar BRS Rubi obteve menor renda líquida, nas duas safras. A cultivar BRS Verde proporcionou maior índice de lucratividade quando cultivada com as doses 87 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*. Potássio. Rentabilidade. Economia.

ECONOMIC VIABILITY OF COLORFUL COTTON CULTIVARS UNDER POTASSIUM FERTILIZATION

ABSTRACT

For the production of colored cotton to grow and become economically viable, it is important to know the possible costs corresponding to the increase in fertilization. In this sense, the objective of this work was to analyze the economic viability of colored cotton cultivars under potassium fertilization. Therefore, two experiments were conducted at Experimental Farm Rafael Fernandes, Mossoró, RN, in the years 2019 and 2021. The experimental design was in randomized blocks, arranged in split plots, with four replications. K doses (0, 60, 120, 180 and 240 kg ha⁻¹ of K₂O) were allocated in the plots and the colored cotton cultivars (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde and BRS Topázio) were placed in the subplots. Among the production costs of colored cotton, the largest share was labor and potassium fertilizer. In the second crop, the K₂O dose of 240 kg ha⁻¹ favored a better economic yield for all studied cultivars. The BRS Topázio cultivar is economically viable regardless of the potassium dose used. The BRS Rubi cultivar had the lowest net income in both crops. The BRS Verde cultivar provided a higher profitability index when cultivated with doses of 87 and 240 kg ha⁻¹ of K₂O.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum*. Potassium. Profitability. Economy.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa lugar de destaque na produtividade de algodão, sendo a região Nordeste a segunda maior produtora da fibra e predominantemente representada pelos estados da Bahia, Maranhão e Piauí (ABRAPA, 2022). Para o estado do Rio Grande do Norte a produção ainda é considerada reduzida, isto pode estar atrelado ao sistema de produção adotado com baixo uso de tecnologias (TARTAGLIA et al., 2020a).

Existe um crescimento na demanda por fibra pela indústria têxtil, com produção de artigos para abastecimento do mercado nacional e internacional (EMBRAPA, 2020). O interesse pelo algodão de fibra naturalmente colorida também cresce com essa demanda, devido a maior valorização da fibra e importância ambiental, a medida em que dispensa o tingimento artificial (PEIXOTO; MARINHO; RODRIGUES, 2013). Nesse contexto, é fundamental a busca por medidas que potencializem o sistema de cultivo do algodão colorido.

O uso de fertilizantes constitui-se como uma das práticas de manejo mais adotadas por produtores que visam aumento na produtividade das culturas. De acordo com Carvalho et al. (2014), o potássio (K) se destaca como o segundo nutriente mais absorvido e exportado pelo algodoeiro e trabalhos tem mostrado que o fornecimento de adubação potássica favorece o aumento da produtividade de fibra (HU et al., 2016; SALLEM et al., 2016). Porém, Capitulino et al. (2017) estudando os aspectos fisiológicos e crescimento do algodoeiro colorido, cultivado com adubação potássica, concluíram que esta não exerceu influência sobre as variáveis analisadas.

Diante disto, é importante que antes da tomada de decisão seja avaliado o custo-benefício para o manejo da adubação potássica em algodão colorido, principalmente considerando que é crescente a preocupação associada à dependência por fertilizantes. Em virtude da grande demanda no mercado, sendo a produção nacional insuficiente, com mais de 80% dos fertilizantes utilizados no Brasil de origem estrangeira, o que acaba encarecendo o preço e limitando o acesso a este insumo (VIDAL et al., 2022).

Portanto, conhecer os custos de produção e seus indicadores econômicos, permitem ao produtor garantir maior retorno econômico (SHAH et al., 2013). Além disso, a determinação da dose de maior viabilidade econômica possibilita o uso eficiente do fertilizante e favorece o uso racional do adubo químico. Desta forma, o objetivo nesse estudo foi avaliar a viabilidade econômica de cultivares de algodão colorido sob adubação potássica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no segundo semestre dos anos de 2019 (1ª safra) e 2021 (2ª safra), na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (latitude 5°03'31,00"S, longitude 37°23'47,57"O e 80 m de altitude), localizada no distrito de Alagoinha, zona rural do município de Mossoró, Rio Grande do Norte. O clima da região é caracterizado como do tipo BSh, tropical semiárido quente, com temperatura média de 27,4 °C e precipitação pluviométrica anual irregular, com média de 673,9 mm (ALVARES et al., 2013).

Os dados meteorológicos, durante o período dos experimentos, foram obtidos da Estação Meteorológica Automática instalada na Fazenda experimental, e estão expressos na figura 1.

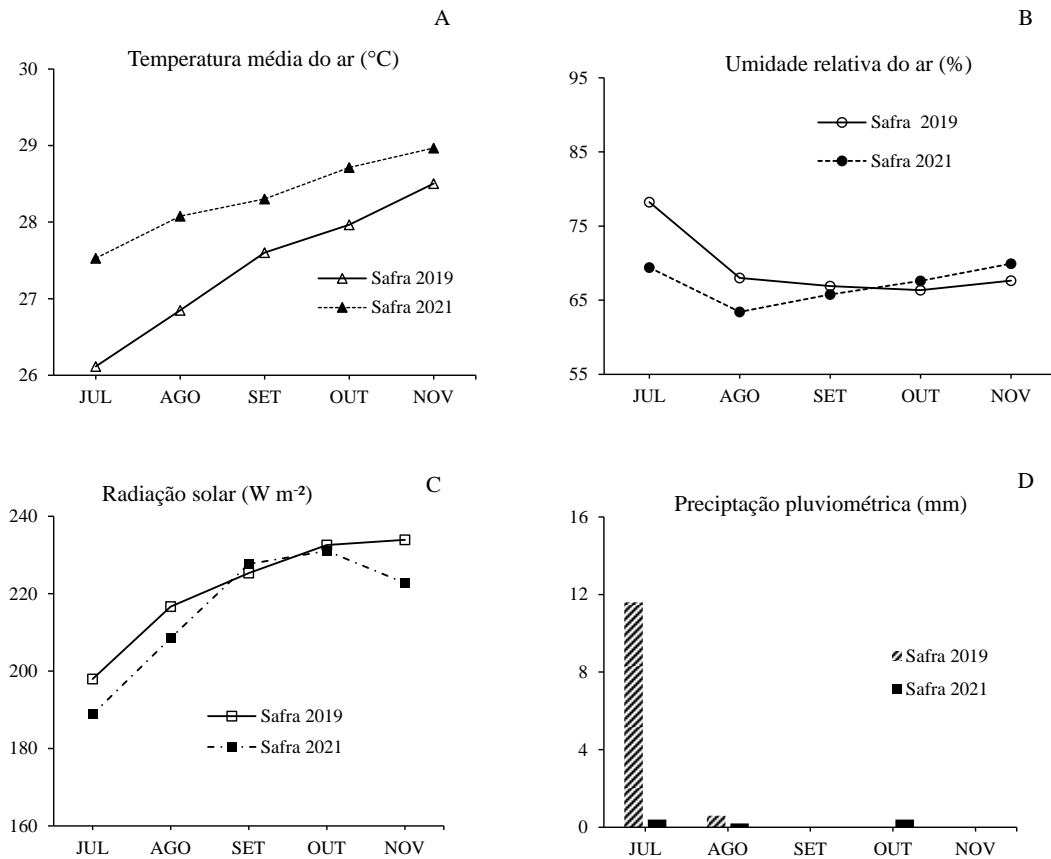


Figura 1. Temperatura média do ar (A), umidade relativa do ar (B) radiação solar (C) e precipitação pluviométrica (D) nas duas safras de algodão colorido (2019 e 2021), Mossoró-RN.

O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (RÊGO et al., 2016). Sendo a caracterização química e granulométrica determinada a partir de amostras coletadas a uma profundidade de 0-0,20 m, estando essas informações expressas na tabela 1.

Tabela 1. Análise química e granulometria do solo, nas profundidades de 0-0,20 m das áreas experimentais referentes às duas safras 2019 e 2021.

Profundidade	pH	P*	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	Areia	Silte	Argila
m		mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----kg kg ⁻¹ -----			
1ª Safra – (2019)										
0 – 0,20	7,50	8,00	0,10	0,04	1,30	0,20	0,00	0,90	0,03	0,07
2ª Safra – (2021)										
0 – 0,20	5,60	4,20	0,11	0,01	0,78	0,30	0,00	0,90	0,03	0,07

*Extrator: Mehlich⁻¹

Os tratamentos foram constituídos de cinco doses de potássio (0, 60, 120, 180, 240 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de cloreto de potássio - 61%) e quatro cultivares de algodão colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições e em esquema de parcelas subdivididas, sendo alocado nas parcelas as doses de potássio e nas subparcelas as cultivares de algodão.

O preparo da área foi realizado de forma convencional, com aração e gradagem. O sistema de irrigação utilizado foi o localizado, do tipo gotejamento, com emissores espaçados em 0,20 m e com vazão de 1,6 L h⁻¹, sendo a lâmina média diária determinada com base no coeficiente da cultura (Kc) (ALLEN et al., 1998). Os Kc's de referência inicial, médio e final foram de 0,35; 1,10 e 0,39 na safra de 2019, e de 0,36; 1,15 e 0,45 na safra de 2021. Assim as lâminas brutas corresponderam a 685 e 662 mm na primeira e segunda safra. A suspensão da irrigação ocorreu aos 115 e 110 dias após a semeadura para a primeira e segunda safra, respectivamente. A análise química da água de irrigação encontra-se descrita na Tabela 2:

Tabela 2. Análise química da água utilizada para irrigação durante as safras 2019 e 2021.

pH	CE	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	CO ₃ ²⁻	HCO ₃ ⁻	RAS	Dureza
H ₂ O	dS m ⁻¹	-----mmol _c L ⁻¹ -----						mg L ⁻¹		
1ª Safra – (2019)										
7,90	0,91	0,63	2,20	3,20	2,60	3,60	1,0	6,10	1,3	290
2ª Safra – (2021)										
7,40	0,56	0,56	1,47	3,10	1,90	1,80	0,50	2,90	0,90	250

*CE = condutividade elétrica da água; RAS=razão de adsorção do sódio

A área do experimento correspondeu a 851,2 m², sendo que cada subparcela experimental foi constituída de quatro linhas com 19 plantas cada, ocupando uma área total de 10,64 m² (3,8 m x 2,8 m), considerando o espaçamento de 0,20 m entre plantas e de 0,70 m

entre linhas. Como área útil foi considerada apenas as duas linhas centrais, desconsiderando-se as plantas das extremidades.

A semeadura foi realizada de forma manual, colocando-se três sementes por cova, a uma profundidade de 0,05 m. O desbaste foi realizado quando as plantas emitiram três folhas definitivas, deixando apenas uma planta por cova. Nas duas safras foi realizado controle fitossanitário por meio de três capinas manuais, e controle químico de pragas (pulgão, ácaro e trips) com os produtos comerciais à base de Imidacloprido e Beta-Ciflutrina, Espiromesifeno e Tiametoxam, conforme recomendação da bula para a cultura.

A primeira colheita ocorreu aos 106 dias após a semeadura (DAS), no cultivo de primeira safra, e aos 102 DAS na segunda safra, ocorrendo de forma manual, sendo correspondente a colheita dos capulhos do terço inferior da planta e as demais foram realizadas semanalmente, de acordo com a abertura dos demais capulhos. O ciclo da cultura na primeira safra correspondeu a 133 dias, e na segunda safra a 123 dias. A produtividade de algodão em caroço foi determinada através da pesagem, em balança digital, do material colhido na área útil e convertido para kg ha^{-1} (Tabela 3).

Tabela 3. Produtividade média de algodão em caroço de cultivares coloridas adubadas com doses de potássio, em duas safras.

Produtividade média de algodão em caroço (kg ha^{-1})			
Doses de K	Cultivares	1ª Safra (2019)	2ª Safra (2021)
0 kg ha^{-1}	BRS Rubi	2.139,77	1.357,55
	BRS Safira	2.172,38	1.677,12
	BRS Topázio	3.319,08	2.105,19
	BRS Verde	2.103,13	1.568,26
60 kg ha^{-1}	BRS Rubi	2.285,30	1.593,10
	BRS Safira	2.199,01	1.817,30
	BRS Topázio	3.237,21	2.238,84
	BRS Verde	2.751,80	1.681,65
120 kg ha^{-1}	BRS Rubi	2.231,97	1.690,52
	BRS Safira	2.208,98	2.120,63
	BRS Topázio	2.866,98	2.317,91
	BRS Verde	2.541,03	1.835,21
180 kg ha^{-1}	BRS Rubi	2.131,78	1.884,08
	BRS Safira	2.346,36	2.394,02
	BRS Topázio	2.655,47	2.782,12
	BRS Verde	2.327,40	2.115,69
240 kg ha^{-1}	BRS Rubi	1.960,53	2.093,65
	BRS Safira	2.417,89	2.478,02
	BRS Topázio	2.608,20	3.060,79
	BRS Verde	2.099,37	2.302,35

Foram avaliados indicadores econômicos para estimar os custos de produção de um hectare de algodão em caroço ao final de cada cultivo com base em metodologia proposta pela Conab (2010). Para determinação dos gastos foram analisados custos variáveis (mão de obra, fertilizantes, agrotóxicos e outros), despesas administrativas, assistência técnica, imposto territorial rural, despesas financeiras; custos fixos (depreciação e manutenção periódica de benfeitorias/instalações) e remuneração.

Foram adotadas despesas administrativas e de assistência técnica correspondentes a 3 e 2% sobre o total do custeio da lavoura. Considerou-se o valor fixo de R\$ 10,00 como o mínimo a ser pago de imposto territorial rural (ITR) em um ano agrícola, utilizando a Equação 1:

$$ITR (R\$ ha^{-1}) = \text{valor do ITR (R\$)} \times \left(\frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365} \right) \quad (1)$$

Os juros do financiamento foram atribuídos aos recursos necessários para o custeio da lavoura, sendo a taxa (7,49% ano⁻¹) correspondente a época de liberação ou de utilização do capital, calculado conforme Equação 2:

$$Juros (R\$ ha^{-1}) = \text{valor do custeio (R\$ ha}^{-1}) \times \left(\frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365} \right) \times 7,49\% \quad (2)$$

Para calcular a depreciação das benfeitorias/instalações do sistema de irrigação para um hectare de algodão colorido, considerou-se o uso de 14.285,71 metros de fitas gotejadoras de polietileno de baixa densidade, com espaçamento entre emissores de 0,20 m e diâmetro nominal de 16 mm (valor do bem novo = R\$ 0,27 m⁻¹) com vida útil de dois anos. Além de tubos e conexões em PVC (valor do bem novo = R\$ 1.423,25) e conjunto motobomba de 3,0 cv (valor do bem novo R\$ 1.100,00) com durabilidade de dezesseis anos. A mensuração foi feita pela Equação 3:

$$\text{Depreciação (R\$ ha}^{-1}) = \left(\frac{\text{valor do bem novo (R\$ ha}^{-1})}{\text{vida útil do bem (dias)}} \right) \times \text{ciclo da cultura (dias)} \quad (3)$$

Para manutenção periódica das instalações e do sistema de irrigação adotou-se a taxa de manutenção de 1%, utilizando a Equação 4:

$$\text{Manutenção (R\$ ha}^{-1}) = \text{valor do bem novo (R\$ ha}^{-1}) \times \left(\frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365} \right) \times 1\% \quad (4)$$

Considerando que o investimento do produtor deve ser remunerado, como se o capital fosse aplicado em qualquer outro investimento alternativo, a remuneração foi calculada adotando-se a taxa de retorno de 6%, por meio da Equação 5:

$$\text{Remuneração (R\$ ha}^{-1}\text{)} = \text{valor do bem novo (R\$ ha}^{-1}\text{)} \times \left(\frac{\text{Ciclo da cultura (dias)}}{365} \right) \times 6\% \quad (5)$$

De posse desses dados avaliou-se a renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). As taxas e preços utilizadas neste estudo foram estabelecidas em função de informações obtidas através de pesquisas locais e junto ao setor de negócios da Embrapa.

A RB foi obtida multiplicando-se a produtividade de algodão em caroço (P) de cada tratamento pelo valor do produto (V) pago ao produtor ao custo de R\$ 6,00 ($RB = P \times V$). A RL foi calculada subtraindo-se da renda bruta os custos de produção total (CT) provenientes de insumos mais serviços ($RL = RB - CT$). A TR foi obtida por meio da relação entre a renda bruta (RB) e o total dos custos de produção (CT) de cada tratamento ($TR = RB/CT$). O IL expresso em porcentagem será obtido pela relação entre a renda líquida (RL) e renda bruta (RB).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo que as safras foram avaliadas isoladamente. Quando observada a homogeneidade das variâncias entre as safras, foi aplicada a análise conjunta (FERREIRA, 2000). As médias dos tratamentos qualitativos, em casos de diferença significativa, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto os dados referentes aos fatores quantitativos foram submetidos à análise de regressão, utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2014). Os gráficos foram elaborados através do programa Excel versão 2209 (Microsoft®).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Custos de produção

Os custos totais para o cultivo de um hectare de algodão colorido considerando a dose máxima de potássio foram de R\$ 5.890,68 ha⁻¹ na primeira safra e de R\$ 5.788,90 ha⁻¹ na segunda (Tabela 4). Os custos variáveis que recaíram sobre esses valores foram de em média 66%, ao tempo que os custos fixos foram responsáveis por 13%. Estes resultados são comparáveis aos de Zahedi, Eshghizadeh e Mondani (2014), que estudando a eficiência do uso de energia e análise econômica no sistema de produção de algodão branco em uma região árida no Irã constataram que cerca de 67% do custo total foi oriundo do custo variável. Assim, os insumos e mão de obra estão entre os maiores custos, sendo que para este último a irrigação ou fertirrigação, plantio, colheita e capina são as maiores partes da força de trabalho total à produção de algodão.

Tabela 4. Coeficientes de custos variáveis e fixos na produção de um hectare irrigado de algodão colorido cultivado com diferentes doses de potássio, em duas safras (2019 e 2021).

Discriminação	Unid.	1ª Safra		2ª Safra	
		Qtde.	R\$	Qtde.	R\$
I - Despesas de custeio da lavoura					
1 - Aluguel de máquinas					
Trator com grade hidráulica, trator com grade niveladora	h	2,00	240,00	2,00	240,00
Aplicação de Calcário	h	-	0,00	-	0,00
2 - Mão de obra					
Montagem do sistema de irrigação	diária	3,00	150,00	3,00	150,00
Abertura das covas	diária	3,00	150,00	3,00	150,00
Semeadura manual	diária	4,00	200,00	4,00	200,00
Desbaste	diária	4,00	200,00	4,00	200,00
Irrigação ou fertirrigação	h	108,00	540,00	104,00	520,00
Capina manual (enxada)	diária	8,00	400,00	8,00	400,00
Pulverização (inseticida)	h	24,00	120,00	24,00	120,00
Colheita (manual)	diária	16,00	800,00	16,00	800,00
3 - Sementes					
Algodão colorido	kg	25,00	200,00	25,00	150,00
4 - Fertilizantes					
Composto de Micronutrientes	kg	1,00	90,00	1,00	90,00
Ureia (46% N) - 90 kg/ha de N	kg	161,43	290,57	161,43	290,57
Cloreto de Potássio (61% K ₂ O) 240 kg ⁻¹ de K ₂ O	kg	400,00	720,00	400,00	800,00

Fosfato monoamônico (61% P ₂ O ₅ e 12% de N) - 80 kg/ ha de P ₂ O ₅	kg	131,15	167,87	131,15	170,50
Outros					
5 - Defensivo Agrícola					
Inseticida (Actara [®])	kg	0,10	20,00	0,10	20,00
Inseticida (Connect [®])	L	0,75	82,50	1,00	0,00
Inseticida (Oberon [®])	L	1,00	0,00	0,60	54,00
6 - Outros gastos					
Energia elétrica para irrigação	kWh	304,18	115,59	302,24	139,03
Análise de solo e água	unidade	1,00	60,00	1,00	30,00
Equipamento de proteção individual	unidade	1,00	80,00	1,00	80,00
Subtotal (A)		4.626,53		4.604,10	
II - Outras despesas					
7 - Despesas administrativas (3% do custeio da lavoura)		138,80		138,12	
8 - Assistência técnica (2% do custeio da lavoura)		92,53		92,08	
9 - Imposto territorial rural (R\$ 10,00 ano ⁻¹)		3,64		3,37	
Subtotal (B)		234,97		233,57	
III - Despesas financeiras					
10 - Juros do financiamento (7,49% ano ⁻¹)		126,27		116,21	
Subtotal (C)		126,27		116,21	
Custo variável (A+B+C=D)		4.987,77		4.953,89	
IV - Depreciações					
11 - Depreciação de benfeitorias/instalações*		740,16		684,51	
Subtotal (E)		740,16		684,51	
V - Outros custos fixos					
12 - Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (1% ano ⁻¹)		23,25		21,50	
Subtotal (F)		23,25		21,50	
Custo fixo (E+F=G)		763,41		706,01	
Custo operacional (D+G=H)		5.751,19		5.659,90	
VI - Renda de fatores					
13 - Remuneração esperada sobre o capital fixo (6% ano ⁻¹)		139,49		129,01	
Subtotal (I)		139,49		129,01	
Custo total (H+I=J)					
240 kg ha ⁻¹ de K ₂ O		5.890,68		5.788,90	
180 kg ha ⁻¹ de K ₂ O		5.696,77		5.573,86	
120 kg ha ⁻¹ de K ₂ O		5.502,85		5.358,81	
60 kg ha ⁻¹ de K ₂ O		5.308,94		5.143,76	
0 kg ha ⁻¹ de K ₂ O		5.115,03		4.928,71	

*O valor médio pago pelo kg de KCl foi de R\$ 1,80, na 1ª safra, e de R\$ 2,00, na 2ª safra, a análise de custos antecedeu à crise de aquisição deste insumo, a qual tem gerado alta nos preços.

Foi observado maior custo total de produção do algodoeiro na safra de 2019 (Tabela 4), com certa influência do maior ciclo da cultura, durante a primeira safra, o que pode intensificar maiores gastos e favorecer maior despesa administrativa e financeira.

Entre os indicadores dos custos variáveis, o custo com mão de obra foi responsável por 66,15% do total de despesa do custeio da lavoura, seguida dos fertilizantes (14,26%), aluguel de máquinas (6,23%), sementes (3,89%) e defensivos agrícolas (2,28%).

A mão de obra representa, portanto, uma despesa considerável nos custos de produção de algodão. Isto, porque há alta demanda para atribuições como tratamentos culturais, manejo da irrigação, capina e colheita. Especificamente, em propriedades que não fazem uso de recursos tecnológicos para operar essas funções, o que aumenta o número de contratados e consequentemente os gastos com mão de obra.

O custo de produção também aumentou em função do fertilizante potássico para as duas safras estudadas. Isso ocorre em função do preço do fertilizante, assim quanto maior a dose de adubo maior é o valor pago para aquisição desse insumo. Mas, conforme Yang et al. (2016), utilizar fontes mais baratas favorecem a diminuição de custos, sendo sugerido o uso do KCl, que é considerado uma boa fonte de K, devido seu menor custo e melhor rendimento em comparação à outras fontes, favorecendo seu uso. No entanto, é essencial o uso moderado desta fonte de potássio, tendo em vista o seu alto índice salino, o que pode provocar a salinidade dos solos.

A contribuição da adubação potássica para os custos de produção foi na ordem de 0; 3,39; 6,54; 9,48 e 12,22% para as doses de 0; 60; 120; 180 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O na primeira safra. Ao tempo que na segunda safra os custos foram correspondentes a 0; 3,89; 7,46; 10,76 e 13,82% para as mesmas doses, sendo observado uma elevação entre os valores, esse aumento justifica-se pela variação no preço do adubo ao longo das safras. Apesar dessa variação apresentar-se baixa entre as safras estudadas, a crise na aquisição de fertilizantes, em virtude de período pós pandemia e guerra na Ucrânia, apontados no ano de 2022, pode se tornar algo alarmante para o aumento de custos nas safras seguintes. Assim, é importante a adoção de medidas que proponham a menor participação no uso de fertilizantes.

Quanto a outros custos, o serviço de maquinário expressou baixo impacto, em decorrência do seu uso se destinar apenas ao preparo de solo. No entanto, isso reflete em maiores gastos com mão de obra, como mencionado anteriormente. Já as sementes, apesar de mostrarem uma menor participação nos custos variáveis, são responsáveis pela alta de preço, principalmente no primeiro ano de cultivo. Pois, há ainda uma grande oscilação de preços na aquisição desse insumo. Geralmente, os produtores optam pelo uso das suas próprias sementes,

fazendo a compra somente para início da produção, o que favorece menores custos. No entanto, isso costuma ocorrer em pequenas propriedades, sendo que o avanço da cadeia produtiva exige uma maior adequação do setor à expansão desse segmento de fibra. No tocante ao uso de defensivos, este foi relativamente pequeno entre safras, colaborando para uma menor participação nos custos de produção. Mas este é um fator dependente da manifestação de pragas e doenças nas lavouras, podendo ocorrer uma grande mudança no perfil de custos atribuídos ao uso de defensivos.

Diante disto, é possível afirmar que o alto custo de insumos na produção de algodão pode limitar a lucratividade. Como proposto por Sarker e Alam (2016), o peso dos insumos é o principal fator alarmante, principalmente entre pequenos agricultores, pois a compra de materiais é limitada devido a insolvências financeiras. Além de que, os fatores que interferem na formação dos preços agrícolas ramificam-se em distintos setores e podem passar até mesmo por condições não controláveis, como por exemplo, condições edafoclimáticas.

Nesse sentido, o maior rendimento por hectare nem sempre irá caracterizar maior lucro, principalmente considerando que é possível baratear os custos utilizando-se uma quantidade menor de insumos no cultivo (ARAÚJO et al., 2013). Logo, é recomendável o uso de cultivares eficientes, ou seja, que possuam alto rendimento, menor demanda de nutrientes e que se mostrem mais tolerantes a pragas e doenças, reduzindo possíveis aumentos nos custos variáveis.

Ao analisar estatisticamente os índices econômicos para a produção de algodão em caroço decorreu que para todas as variáveis econômicas, foi realizada análise conjunta, observando-se interação tripla ($p < 0,01$) entre os tratamentos.

Renda Bruta

A maior renda bruta foi observada na cultivar BRS Topázio obtendo R\$ 20.029,00 ha⁻¹ na ausência da adubação potássica, na primeira safra (Figura 2A). Para a cultivar BRS Verde o valor máximo R\$ 15.714,38 ha⁻¹ foi obtido em função da dose 110 kg ha⁻¹ de K₂O, seguida pelas cultivares BRS Safira e BRS Rubi que alcançaram R\$ 14.380,06 ha⁻¹ e R\$ 13.562,90 ha⁻¹ no uso de 240 e 88 kg ha⁻¹ de K₂O. Na segunda safra (Figura 2B), as maiores rendas foram R\$ 17.950,80 ha⁻¹ (BRS Topázio), R\$ 15.198,70 ha⁻¹ (BRS Safira), R\$ 13.686,38 ha⁻¹ (BRS Verde) e R\$ 12.458,58 ha⁻¹ (BRS Rubi) com a dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O. Os valores obtidos na segunda safra foram inferiores aos obtidos na primeira, com exceção apenas para a cultivar BRS Safira que obteve um aumento de 5% no cultivo de segunda safra. Isso justifica-se em decorrência da menor produção obtida pelas cultivares, na segunda safra (Tabela 3).

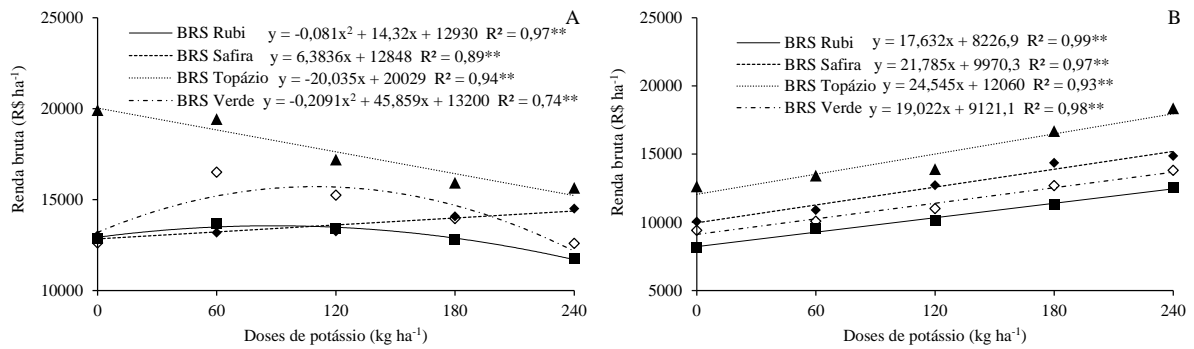


Figura 2. Renda bruta (R\$ ha⁻¹) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

Conforme a CONAB (2018) a renda bruta ou líquida pode sofrer alterações a cada safra, assim como observado neste estudo, pois as variáveis de plantio obedecem a diversas situações que devem ser periodicamente observadas para melhoria do processo de cálculo desses parâmetros. Além da influência do sistema de produção predominante, sendo que no caso do uso intensivo tecnologia, este pode ser considerado o principal responsável pelo aumento.

Renda líquida

Na primeira safra (Figura 3A) as maiores rendas líquidas observadas foram R\$ 14.913,00 ha⁻¹ (BRS Topázio), R\$ 10.257,78 ha⁻¹ (BRS Verde) e R\$ 8.194,84 ha⁻¹ (BRS Rubi) com as doses 0; 101 e 66 kg ha⁻¹ de K₂O. A cultivar BRS Safira, não se ajustou a nenhum modelo matemático da regressão, apresentando renda líquida média de R\$ 8.110,68 ha⁻¹ para as doses de K. Já na segunda safra (Figura 3B), as maiores rendas observadas com as cultivares foram: BRS Topázio (R\$ 12.742,29 ha⁻¹), BRS Safira (R\$ 9.409,84 ha⁻¹), BRS Verde (R\$ 7.897,52 ha⁻¹) e BRS Rubi (R\$ 6.669,72 ha⁻¹) com a dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O. Observando as diferenças entre cultivares, é perceptível que a cultivar BRS Rubi foi uma das cultivares que mostrou menor renda líquida, nas duas safras.

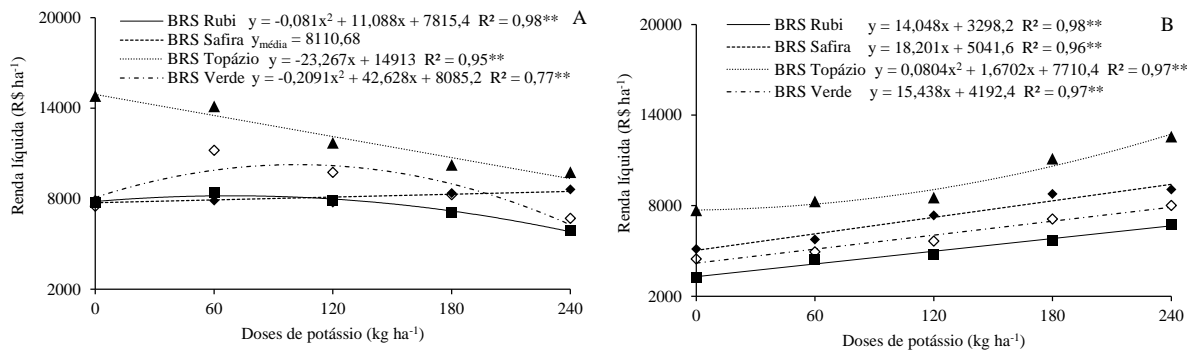


Figura 3. Renda líquida (R\$ ha⁻¹) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

Foi observado que na segunda safra a dose máxima do fertilizante potássico favoreceu melhor renda líquida para todas as cultivares estudadas, diferente do observado na primeira safra. Este resultado caracteriza que em função da safra o rendimento de cultivares em relação à adubação potássica pode variar, como constatado para a cultivar BRS Topázio, embora, com menor rendimento. Isto pode estar relacionado a dinâmica do potássio no sistema solo-planta que sofre oscilações em função das condições edafoclimáticas em cada safra de cultivo, conseqüentemente, isso afeta a produtividade da cultura e resulta em perdas econômicas.

Assim o comportamento da renda líquida foi um tanto favorável, pois o parâmetro encontrou-se positivo remetendo que a atividade é estável, isto é, tem possibilidade de expansão. Quanto as cultivares, apesar da BRS Topázio obter maior destaque, isso não anula a importância da produção das demais cultivares avaliadas na pesquisa. Considerando que as variações de cores entre as fibras são potencialmente atrativas, e promovem a valorização durante a comercialização.

Taxa de retorno

Os maiores valores para taxa de retorno encontrados na safra de 2019 foram obtidos com a BRS Topázio (3,89 – 0 kg ha⁻¹ de K₂O), a BRS Verde (2,87– 85 kg ha⁻¹ de K₂O) e a BRS Rubi (2,55 – 50 kg ha⁻¹ de K₂O) (Figura 4A). Para a cultivar BRS Safira não foi encontrado modelo de ajuste à regressão, com valor médio obtido de 2,48 entre as doses de K. Na safra de 2021 (Figura 4B), a cultivar BRS Topázio obteve maior taxa (3,11) com a dose de 240 kg ha⁻¹ de K₂O, seguida pela cultivar BRS Safira (2,63), BRS Verde (2,37) e BRS Rubi (2,16) com o uso da mesma dose. Comparando as safras é possível verificar maior taxa de retorno na primeira safra, isso devido às maiores produtividades (Tabela 3).

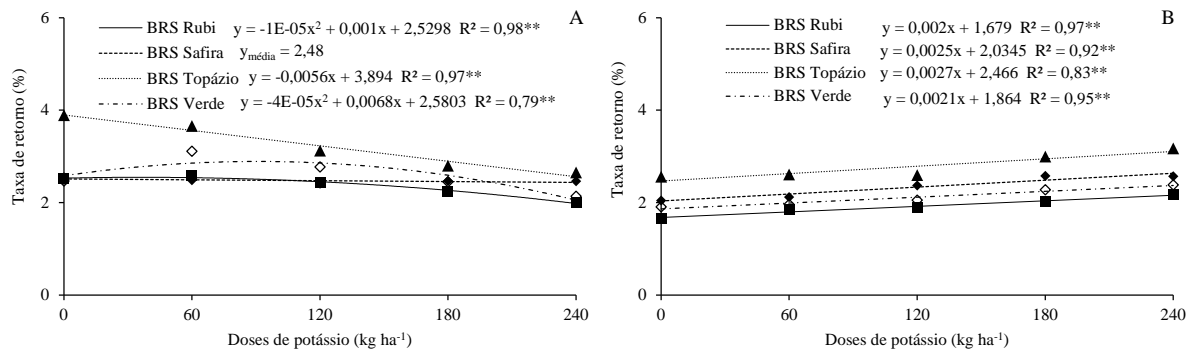


Figura 4. Taxa de retorno (%) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

A taxa de retorno e o índice de lucratividade consistem na relação dos custos de produção, renda bruta e renda líquida, nesse sentido, são indicadores que melhor expressam o valor econômico de um sistema e assessoram na tomada de decisão quanto à necessidade de investir. Além disso, possibilita identificar a ocorrência de retorno econômico, considerando que a utilidade e sucesso de qualquer técnica dependem da viabilidade econômica e dos custos envolvidos (SHAH et al., 2013).

A cultura do algodão tem ligações diretas com diversas indústrias de processamento seja têxtil, de oleaginosas ou do subsetor pecuário. Ou seja, a cultura tem uma ligação direta com o setor industrial. Assim, acredita-se que havendo indicativo de taxa de retorno é compensatório investir no sistema de cultivo, já que é um importante insumo industrial. Uma produção com um desempenho fraco, se deve a diferentes restrições. Essas restrições podem ser falta de tecnologia, insumos agrícolas e apoio governamental, ou ainda, condições climáticas desfavoráveis, interferência de pragas, escassez de mão de obra, falta de crédito, ineficiências de preços, restrições financeiras e custos de produção crescentes (ZELEKE et al., 2019). Isso significa que a viabilidade econômica varia de caso para caso, podendo ter relação direta com a produtividade ou não.

Nesse contexto, o crescimento futuro da produtividade de algodão colorido possivelmente será determinado pela adoção de novas tecnologias, incluindo mecanização e uso correto de insumos. Fishlow e Vieira Filho (2020) afirmam a importância da pesquisa e tecnologia na expansão do cultivo em diferentes safras.

Índice de lucratividade

Quanto ao índice de lucratividade observou-se que na safra de 2019 (Figura 5A), melhor valor foi obtido pela cultivar BRS Topázio (74,71%) na ausência de potássio, seguida da BRS Verde (65,31%) e da BRS Rubi (60,84%) com as doses 87 e 42 kg ha⁻¹ de K₂O. A cultivar BRS

Safira não se ajustou à regressão apresentando valor médio de 59,46%. Para a safra de 2021 (Figura 5B), os valores máximos foram 67,81% (BRS Topázio), 62,45% (BRS Safira), 58,03% (BRS Verde) e 54,10% (BRS Rubi) com o uso da dose máxima de 240 ha⁻¹ de K₂O.

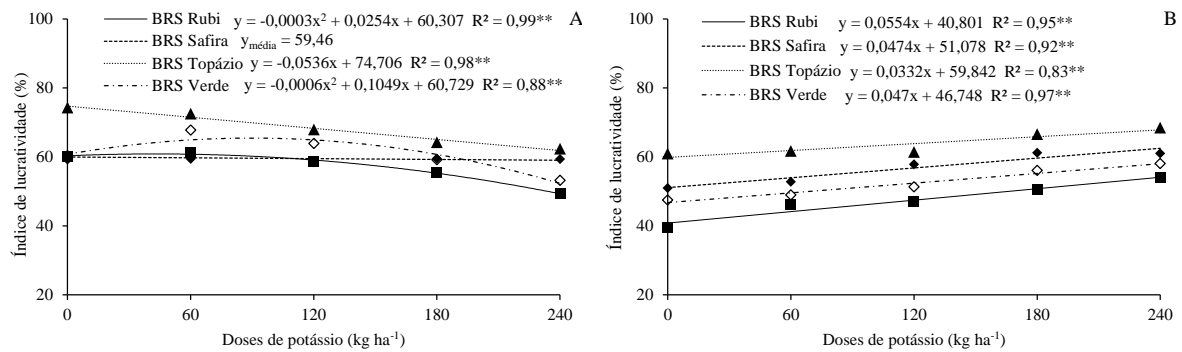


Figura 5. Índice de lucratividade (%) em cultivares de algodão colorido sob doses de potássio em duas safras, 2019 (A) e 2021 (B), Mossoró-RN.

É possível indicar que a cultivar BRS Topázio poderia exigir menor entrada de fertilizantes e gerar maiores benefícios econômicos. Tartaglia et al. (2020b) em estudo para determinação da dose econômica de nitrogênio à produção de algodão naturalmente colorido no semiárido, afirmaram que maior rendimento foi alcançado com a cultivar BRS Topázio, como visto neste estudo. Mas, os mesmos autores também afirmaram que menor retorno foi encontrado com a cultivar BRS Verde, diferente do observado no nosso estudo, sendo possível obter maior lucratividade com esta cultivar em função da adubação potássica.

Ainda de acordo com os resultados, observou-se que para todas as cultivares, nas duas safras, o índice de lucratividade se encontrou acima de 50%, apontando potencial econômico do algodão colorido para produtores. Desse modo, acredita-se que é imprescindível estudar economicamente as aplicações de técnicas agrícolas locais, ressaltando-se a importância da adoção de uma correta adubação potássica. Tendo em vista, que a cultura do algodão naturalmente colorido responderá ao uso deste fertilizante desde que este atenda às exigências nutricionais.

Conforme Belay, Yami e Bekele (2020) que analisaram os custos de produção e rentabilidade do algodão irrigado em sistemas de produção familiar no distrito de Amibara, Etiópia, os retornos econômicos foram altamente sensíveis às flutuações de preço e rendimento do que ao custo variável total. Nesse sentido, devem ser feitos esforços para melhorar a produtividade e o fornecimento de insumos agrícolas com menor custo, através da redução da volatilidade dos preços por meio da promoção de cooperativas que trabalhem na comercialização de insumos e produtos.

4. CONCLUSÕES

A cultivar BRS Topázio é economicamente viável para uso na região, independentemente da dose de potássio utilizada.

A cultivar BRS Rubi obteve menor renda líquida, nas duas safras.

A cultivar BRS Verde proporcionou maior índice de lucratividade quando cultivada com as doses 87 e 240 kg ha⁻¹ de K₂O.

REFERÊNCIAS

- ABRAPA – Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Algodão no Brasil**. Disponível em: <<https://www.abrapa.com.br/Paginas/dados/algodao-no-brasil.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrig. And Drain. Paper, n. 56).
- 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. M.; 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.
- BELAY, G.; YAMI, M.; BEKELE, A. Analysis of costs of production and profitability for irrigated cotton under smallholder production systems; the case of middle awash valley. **Ethiopian Journal of Agricultural Sciences**, v. 30, p. 1-16, 2020.
- CAPITULINO, J. D.; SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; NOBREGA, R. A.; NASCIMENTO, H. M.; L. SOARES, A. A. Aspectos fisiológicos e crescimento do algodoeiro ‘BRS topázio’ cultivado com águas salinas e adubação potássica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n. 2, p. 267-272, 2017.
- CARVALHO, M. C. S.; BORIN, A. L. D. C.; STAUT, L. A.; FERREIRA, G. B. **Nutrição, calagem e adubação**. In: BORÉM, A.; FREIRE, E. C. (Ed.). **Algodão do plantio à colheita**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 156-176.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola: a metodologia da CONAB**. Brasília: CONAB, 2010. 60 p.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Os resultados da safra 2017/18: A receita bruta e líquida operacional dos produtores de algodão, amendoim e soja**. Brasília: Conab, 2018. 85p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/precos/receita-bruta-dos-produtos-brasileiros>>. Acesso em: 27 mar. 2022.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Paraíba amplia produção de algodão colorido**. Brasília: EMBRAPA, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53849365/paraiba-amplia-producao-de-algodao-colorido>>. Acesso em: 27 mar. 2022.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A Guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3.ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.
- FISHLOW, A; VIEIRA FILHO, J. E. R. **Agriculture and industry in Brazil: innovation and competitiveness**. New York: Columbia Press, 2020. 244 p.

- HU, W.; ZHAO, W.; YANG, J.; OOSTERHUIS, D. M.; LOKA, D. A.; ZHOU, Z. Relationship between potassium fertilization and nitrogen metabolism in the leaf subtending the cotton (*Gossypium hirsutum* L.) boll during the boll development stage. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 101, p. 113-123, 2016.
- KANEKO, F. H.; LEAL, A. J. F.; DIAS, A. R.; ANSELMO, J. L.; BUZETTI, S.; BEM, E. A. D.; GITTI, D. C.; NASCIMENTO, V. Resposta do algodoeiro no cultivo adensado de doses de nitrogênio, fósforo e potássio. **Agrária**, v. 7, n. 25, p. 382-389, 2014.
- PEIXOTO, F.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Corantes têxteis: uma revisão. **Holos**, Natal, v. 5, p. 98-106, 2013.
- 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.
- SALEEM, M. F.; BILAL, M. F.; ANJUM, S. A.; RAZA, M. A. S.; MAQBOOL, M.; GHAFFARI, A. Effect of fruiting branch/square removal on growth and quality of bt cotton under different potassium rates. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 47, n. 2, p. 156-166, 2016.
- SARKER, J.R.; ALAM, M. F. Efficiency and economics in cotton production of Bangladesh. **Journal of Agriculture and Environment for International Development**, v. 110, n.2, p. 325-348, 2016.
- SHAH, M.A.; MANAF, A.; HUSSAIN, M.; FAROOQ, S.; ZAFAR-UL-HYE, M. Sulphur fertilization improves the sesame productivity and economic returns under rainfed conditions. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 15, p. 1301-1306, 2013.
- TARTAGLIA, F. L.; SOUZA, A. R. E.; SANTOS, A. P.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M.; SANTOS, M. G. Nitrogen utilization efficiency by naturally colored cotton cultivars in semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 4, p. 1-9, 2020a.
- TARTAGLIA, F. L.; SANTOS, A. P.; SOUZA, A. R. E.; SANTOS, M. G.; SILVEIRA, L. M.; BARROS JÚNIOR, A. P. Economical nitrogen dose for production of irrigated naturally colored cotton in the semi-arid region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 11, p. 783-789, 2020b.
- VIDAL, E. C. F.; MIGUEL, G. Z.; VIEIRA, C. L.; SILVA, G. V. B.; FIGUEIREDO, E. O. Marketing of nitrogenated fertilizers in mato grosso. **Journal of Interdisciplinary Debates**, v. 3, n. 2, p. 30-66, 2022.
- YANG, F.; DU, M.; TIAN, X.; ENEJI, A. E.; LI, Z. Cotton yield and potassium use efficiency as affected by potassium fertilizer management with stalks returned to field. **Crop Science**, v. 56, p. 740-746, 2016.
- ZAHEDI, M.; ESHGHIZADEH, H. R.; MONDANI, F. Energy use efficiency and economical analysis in cotton production system in an arid region: A case study for Isfahan Province, Iran. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 4, n. 1, p.43-52, 2014.
- ZELEKE, M.; ADEM, M.; AYNALEM, M.; MOSSIE, H. Cotton production and marketing trend in Ethiopia: A review. **Cogent Food & Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2019.