



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

MANOEL GALDINO DOS SANTOS

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE DA FIBRA E VIABILIDADE  
ECONÔMICA DO ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO SUBMETIDO  
A DOSES DE FÓSFORO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

MOSSORÓ

2021

MANOEL GALDINO DOS SANTOS

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE DA FIBRA E VIABILIDADE  
ECONÔMICA DO ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO SUBMETIDO  
A DOSES DE FÓSFORO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

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

Linha de Pesquisa: Práticas culturais

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

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Lindomar Maria da Silveira.

MOSSORÓ

2021

©Todos os direitos estão reservados à 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) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

S237d Santos, Manoel Galdino dos .  
Desempenho agrônômico, qualidade da fibra e viabilidade econômica do algodão naturalmente colorido submetido a doses de fósforo no Semiárido brasileiro / Manoel Galdino dos Santos.  
- 2021.  
114 f. : il.

Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior.  
Coorientadora: Lindomar Maria da Silveira.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2021.

1. *Gossypium hirsutum* L.. 2. Cultivares. 3. Produtividade. 4. Resistência da fibra. 5. Lucratividade. I. Barros Júnior, Aurélio Paes, orient. II. Silveira, Lindomar Maria da, co-orient. III. Título.

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.

MANOEL GALDINO DOS SANTOS

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, QUALIDADE DA FIBRA E VIABILIDADE  
ECONÔMICA DO ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO SUBMETIDO  
A DOSES DE FÓSFORO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

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

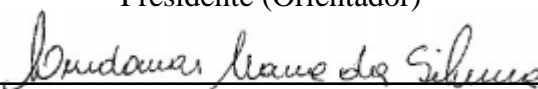
Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Defendida em: 26 / 02 / 2021.

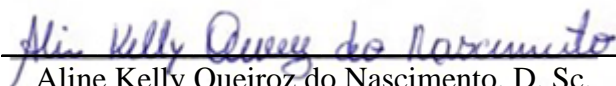
**BANCA EXAMINADORA**



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




Lindomar Maria da Silveira, Prof<sup>a</sup>. D. Sc. (UFERSA)  
Membro Examinador (Coorientadora)



Aline Kelly Queiroz do Nascimento, D. Sc.  
Membro Examinador



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



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



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

Ao meu pai, João Galdino dos Santos,  
por todo o carinho e amor (*In*  
*Memoriam*).

*Aos meus pais, Maria Santana e Severino Francisco, pelo amor incondicional, apoio e*  
*incentivo.*  
**Dedico!**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que na sua infinita bondade e amor tem me guiado nos caminhos da vida, e por todas as conquistas e bênçãos a mim concedidas, pois sem Ele nada seria possível.

Aos meus pais, Maria Santana e Severino Francisco, que são fundamentais na minha vida, pelo aconselhamento e ajuda essenciais na minha formação pessoal e profissional.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (PPGFITO), pela oportunidade de cursar o doutorado e me qualificar profissionalmente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus irmãos, Antônio, Paulo e Rosineide, pelo apoio, amizade e companheirismo.

À minha noiva, Michele Barboza, pelo amor, cumplicidade, companheirismo, apoio e incentivo.

Aos meus tios Luís e Joselita, e primos Tiago e Timóteo, que me acolheram e apoiaram em toda a minha jornada acadêmica e pessoal.

Aos meus amados sobrinhos Felipe, Jhonny, Vinícius, Juan, Nicolas e Sophia.

Ao professor Aurélio Paes Barros Júnior, pelo acolhimento inicial em Mossoró, pela orientação, pelos ensinamentos, pela confiança, pelos conselhos, por todo o apoio durante o período que passei na UFERSA e em Mossoró, pelo acolhimento prestado. À professora Lindomar Maria da Silveira, pelo acolhimento inicial em Mossoró, pela coorientação, pelos ensinamentos, pela confiança, pelos conselhos, por todo o apoio durante o período que passei na UFERSA e em Mossoró, pelo acolhimento prestado. Grato por tudo.

Aos membros da banca examinadora: Prof. D. Sc. Aurélio Paes Barros Júnior, Prof<sup>a</sup>. D. Sc. Lindomar Maria da Silveira, D. Sc. Aline Kelly Queiroz do Nascimento, D. Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes, Prof. D. Sc. Alexandre Tavares da Rocha, Prof. D. Sc. Ênio Gomes Flôr Souza, pelas contribuições e enriquecimento da tese.

Aos técnicos da UFERSA Chagas, Renan, Paulo, Bruno, Cristiane, Juliana e Priscila, por todo o apoio.

Aos funcionários da Horta, Sr. Antônio, Nanan, Alderi e Josimar, e aos funcionários da Fazenda Experimental, Flabenio, Fabricio e Pepeta, pela imensa ajuda na realização do trabalho em campo. Em especial ao Sr. Antônio e a Flabenio, que estiveram sempre acompanhando os experimentos em campo e me auxiliando no que precisei.

Aos integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisa em Produção Agrícola e Recursos Genéticos Vegetais (GEPPARG), José Artur, Laura Raissa, Michele Barboza, Flávio Pereira, Francilene Tartaglia, José Ricardo, Hamurábi Anizio, Rayanne Maria, Carla Caroline, Alex Monteiro, Pedro Ramon, Welder de Araújo, Gisele Santos, Anna Kézia, Silvana Fraga, Valécia Nogueira, Francisco Adênio, Fernanda Larisse, Letycia de Lima, Ester dos Santos e Ana Clécia, pelos momentos que passamos juntos, pela convivência, por todo o companheirismo e amizade, por todo o apoio na condução dos experimentos, pois sem vocês certamente não teria sido possível.

À Amanda dos Santos e Ingrid de Carvalho, pelo apoio na condução dos experimentos.

Aos professores Daniel Valadão Silva, Leilson Costa Grangeiro, Ênio Gomes Flôr Souza, Elizangela Cabral dos Santos, Salvador Barros Torres e José Francismar de Medeiros.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelos ensinamentos.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente com a minha formação e realização deste projeto.

**Serei sempre grato!**

“Assim, não desistamos de fazer o que é bom, pois colheremos no tempo devido, se não desanimarmos”.

*(Gálatas 6:9)*



## RESUMO

O cultivo do algodão de fibra naturalmente colorida ocorre principalmente na região do Semiárido brasileiro. Seu cultivo tem grande potencial para região, pois suas fibras são mais valorizadas em comparação à fibra branca, dispensam o tingimento químico que causa resíduos e também diminui o consumo de água no processo. Contudo, de maneira geral os solos apresentam baixos teores de fósforo (P), afetando a produtividade, a qualidade da fibra e a rentabilidade do sistema produtivo do algodão colorido no Semiárido. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência do P no desempenho agrônômico, na qualidade da fibra e na viabilidade econômica de cultivares de algodão naturalmente colorido, sob irrigação, nas condições do Semiárido brasileiro. Dois experimentos foram conduzidos em campo, nos anos de 2017 e 2018, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido no município de Mossoró-RN. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados com tratamentos arranjos em parcelas subdivididas com quatro repetições. Na parcela principal, foram alocadas as doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e nas subparcelas, as cultivares de algodão naturalmente colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde). De maneira geral, a adubação com P proporcionou melhor desempenho, qualidade e viabilidade econômica do algodão colorido nas condições do Semiárido. Na primeira safra agrícola, as cultivares de algodão alcançaram o melhor desempenho. As maiores produtividades de algodão em caroço foram: 2.420,01 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Rubi, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 2.460,76 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Safira, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 3.086,90 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio, 226,90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 2.352,60 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Verde, 198,73 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). As doses de 120; 34,68; 180 e 80,86 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram os maiores comprimentos de fibra nas cultivares BRS Rubi (21,57 mm), BRS Safira (22,00 mm), BRS Topázio (29,82 mm) e BRS Verde (26,00 mm), respectivamente. As maiores resistências de fibras foram obtidas nas doses de 0 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Rubi); 180 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Safira); 180 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio) e 240 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Verde) de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. As maiores rendas líquidas alcançadas foram: R\$ 2.050,29 ha<sup>-1</sup> (BRS Rubi); R\$ 949,14 ha<sup>-1</sup> (BRS Safira); R\$ 2.860,29 ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio) e R\$ 848,76 ha<sup>-1</sup> (BRS Verde) nas doses de 60; 198,01; 188,65 e 157,09 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. A cultivar BRS Topázio obteve melhores produtividades, qualidade da fibra e rentabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L.. Cultivares. Produtividade. Resistência da fibra. Lucratividade.

## ABSTRACT

The cultivation of naturally colored fiber cotton occurs mainly in the Brazilian Semiarid region. Its cultivation has great potential for the region, as its fibers are more valued in comparison to white fiber, dispensing with the chemical dyeing that causes residues and it also reduces the consumption of water in the process. However, in general, soils have low levels of phosphorus (P), affecting productivity, fiber quality and profitability of the colored cotton production system in the Semiarid region. Given the above, the objective of this work was to analyze the influence of P on agronomic performance, fiber quality and economic viability of naturally colored cotton cultivars, under irrigation, in the conditions of the Brazilian Semiarid. Two experiments were carried out in the field, in the years 2017 and 2018, at the Rafael Fernandes Experimental Farm of the Federal Rural University of the Semi-Arid in the municipality of Mossoró-RN. The experimental design was in completely randomized blocks with treatments arranged in plots subdivided with four replications. In the main plot, the doses of P (0; 60; 120; 180 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) were allocated, and in the subplots the naturally colored cotton cultivars (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio and BRS Verde) were allocated. In general, fertilization with P provided better performance, quality and economic viability of colored cotton in the Semiarid conditions. In the first agricultural harvest, cotton cultivars achieved the best performance. The highest seed cotton yields were: 2,420.01 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Rubi, 60 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 2,460.76 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Safira, 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 3,086.90 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio, 226.90 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) and 2,352.60 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Verde, 198.73 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Doses of 120; 34.68; 180 and 80.86 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> provided the longest fiber length in the cultivars BRS Rubi (21.57 mm), BRS Safira (22.00 mm), BRS Topázio (29.82 mm) and BRS Verde (26,00 mm), respectively. The highest fiber strengths were obtained at doses of 0 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Rubi); 180 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Safira); 180 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio) and 240 kg ha<sup>-1</sup> (BRS Green) of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. The highest net incomes achieved were: R\$ 2,050.29 ha<sup>-1</sup> (BRS Rubi); R\$ 949.14 ha<sup>-1</sup> (BRS Safira); R\$ 2,860.29 ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio) and R\$ 848.76 ha<sup>-1</sup> (BRS Verde) in doses of 60; 198.01; 188.65 and 157.09 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectively. The cultivar BRS Topázio obtained better yields, fiber quality and profitability.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum* L.. Cultivars. Productivity. Fiber strength. Profitability.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1** - Valores médios de temperaturas (°C) média, máxima e mínima do ar, radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica acumulada (mm) nas safras de algodão de 2017 e 2018. Fonte: Estação da Fazenda Experimental Rafael Fernandes – UFERSA.....21
- Figura 2** - Teor de fósforo na folha diagnóstica do algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo.....26
- Figura 3** - Área foliar por planta em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....29
- Figura 4** - Número de ramos totais por planta em função das doses de fósforo no algodão naturalmente colorido.....31
- Figura 5** - Número de capulhos por planta em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.....33
- Figura 6** - Número de capulhos por planta de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.....34
- Figura 7** - Peso médio de capulho em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....36
- Figura 8** - Matéria seca da parte aérea em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....38
- Figura 9** - Produtividade de algodão em caroço em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....40
- Figura 10** - Índice de colheita em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....42

## CAPÍTULO 2

- Figura 1** - Valores médios de temperaturas (°C) média, máxima e mínima do ar, radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica acumulada (mm) nas safras agrícolas de 2017 e 2018. Fonte: Estação da Fazenda Experimental Rafael Fernandes – UFERSA.....56
- Figura 2** - Produtividade de fibra de algodão em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....62
- Figura 3** - Porcentagem de fibra em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....64
- Figura 4** - Comprimento da fibra de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.....66
- Figura 5** - Uniformidade de comprimento da fibra de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo.....67
- Figura 6** - Resistência da fibra de algodão em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.....69
- Figura 7** - Resistência da fibra de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.....71
- Figura 8** - Alongamento da fibra de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo.....72
- Figura 9** - Micronaire do algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.....73
- Figura 10** - Índice de fiabilidade da fibra em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.....75
- Figura 11** - Índice de fiabilidade da fibra do algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.....76

### CAPÍTULO 3

- Figura 1** - Valores médios de temperaturas (°C) média, máxima e mínima do ar, radiação solar global ( $\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica acumulada (mm) nas safras agrícolas de 2017 e 2018. Fonte: Estação da Fazenda Experimental Rafael Fernandes – UFERSA.....86
- Figura 2** - Renda bruta em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....98
- Figura 3** - Renda líquida em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....99
- Figura 4** - Taxa de retorno em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....101
- Figura 5** - Índice de lucratividade em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.....103

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1</b>	- Análises física e químicas das camadas de 0 a 0,2 m dos solos das áreas experimentais nas safras agrícolas do algodão naturalmente colorido.....	22
<b>Tabela 2</b>	- Análises químicas da água de irrigação proveniente de poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, Fazenda Experimental Rafael Fernandes.....	23
<b>Tabela 3</b>	- Valores médios de teor de fósforo residual no solo das áreas cultivadas com algodão naturalmente colorido submetido a doses de fósforo nas safras agrícolas.....	24
<b>Tabela 4</b>	- Valores médios para o teor de P na folha diagnóstica em cultivares de algodão naturalmente colorido.....	28
<b>Tabela 5</b>	- Valores médios de teor de P na folha diagnóstica do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	28
<b>Tabela 6</b>	- Valores médios de número de ramos totais por planta nas cultivares de algodão naturalmente colorido.....	31
<b>Tabela 7</b>	- Valores médios de número de ramos totais por planta de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	31
<b>Tabela 8</b>	- Valores médios para número de capulho por planta das cultivares de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	34

## CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1</b>	- Análises física e químicas das camadas de 0 a 0,2 m dos solos das áreas experimentais nas safras agrícolas do algodão naturalmente colorido.....	57
<b>Tabela 2</b>	- Análises químicas da água de irrigação proveniente de poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, Fazenda Experimental Rafael Fernandes.....	58
<b>Tabela 3</b>	- Valores médios de teor de fósforo residual no solo das áreas cultivadas com algodão naturalmente colorido submetido a doses de fósforo nas safras agrícolas.....	59
<b>Tabela 4</b>	- Valores médios de comprimento da fibra do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	67
<b>Tabela 5</b>	- Valores médios de uniformidade do comprimento das fibras das cultivares de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	68
<b>Tabela 6</b>	- Valores médios de índice de fibras curtas das cultivares de algodão naturalmente colorido.....	68
<b>Tabela 7</b>	- Valores médios de índice de fibras curtas do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	69
<b>Tabela 8</b>	- Valores médios de alongamento da fibra das cultivares de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	72
<b>Tabela 9</b>	- Valores médios de micronaire nas cultivares de algodão naturalmente colorido.....	74
<b>Tabela 10</b>	- Valores médios de maturidade das fibras nas cultivares de algodão naturalmente colorido.....	74
<b>Tabela 11</b>	- Valores médios de maturidade das fibras do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.....	75

### CAPÍTULO 3

- Tabela 1** - Análises física e químicas das camadas de 0 a 0,2 m dos solos das áreas experimentais nas safras agrícolas do algodão naturalmente colorido.....87
- Tabela 2** - Análises químicas da água de irrigação proveniente de poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, Fazenda Experimental Rafael Fernandes.....88
- Tabela 3** - Produtividade média de algodão em caroços das cultivares de algodão colorido adubadas com doses de fósforo, em duas safras agrícolas, no Semiárido brasileiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.....90
- Tabela 4** - Custos variáveis, fixos, operacionais e totais para produção de um hectare irrigado de algodão naturalmente colorido com diferentes doses de fósforo, em duas safras agrícolas.....94



## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO 1: POTENCIAL PRODUTIVO DO ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO SUBMETIDO À ADUBAÇÃO FOSFATADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....</b>	<b>16</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>16</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>17</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>45</b>
<b>CAPÍTULO 2: PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FIBRA DE ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO ADUBADO COM DOSES DE FÓSFORO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....</b>	<b>51</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>51</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>52</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>56</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>61</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>77</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>
<b>CAPÍTULO 3: VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DO ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO SUBMETIDO À FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO.....</b>	<b>82</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>82</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>83</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>84</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>86</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>94</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>105</b>



## INTRODUÇÃO GERAL

O algodoeiro é uma das mais importantes cultura de fibra têxtil na agricultura mundial (BELTRÃO et al., 2011), sendo o Brasil um dos principais países produtores. A produção brasileira de algodão em caroço foi de 6.893.340 toneladas (FAO, 2019a), com uma quantidade de pluma de algodão exportada de 1.613.670 toneladas (FAO, 2019b). O Nordeste brasileiro é a segunda maior região produtora de algodão em caroço, com 1.666.829 toneladas, e o estado do Rio Grande do Norte é o quinto maior produtor na região, com 1.238 toneladas (IBGE, 2019).

O interesse pelo cultivo do algodão com fibra naturalmente colorida tem aumentado no mundo e também no Brasil (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). A coloração natural propicia maior valorização da fibra, por ser um produto ecologicamente correto, na medida em que dispensa o tingimento artificial, podendo reduzir a poluição do meio ambiente e diminuir o consumo da água no processo industrial (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011; CONAB, 2013; PEIXOTO; MARINHO; RODRIGUES, 2013). No Brasil, seu cultivo ocorre principalmente na região Nordeste, com destaque para agricultura familiar, tanto em manejo convencional quanto orgânico (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011).

Para alcançar altas produtividades, o algodoeiro necessita de manejo de água e nutrientes (BRANDÃO et al., 2012). Nesse sentido, é imprescindível conhecer o efeito da fertilização sobre da cultura em condições irrigadas (BRANDÃO et al., 2012). O fósforo (P) é um nutriente de vital importância para a fotossíntese, síntese de proteínas, transformação de açúcares e outros processos metabólicos (CARVALHO et al., 2008). O fósforo estimula o crescimento radicular e é fundamental para o florescimento e desenvolvimento dos frutos (MULLINS, 1993; SOOMRO et al., 2000; CARVALHO et al., 2008; AHMAD et al., 2009), com consequente aumento da produtividade do algodão (AHMAD et al., 2009; BATISTA et al., 2010; AQUINO et al., 2011).

As características da fibra de algodão sofrem decisiva influência dos fatores ambientais (clima, manejo cultural, fertilidade do solo, pragas, doenças, dentre outros) conforme condições do cultivo, além das de serem condicionados por fatores hereditários (BELTRÃO et al., 2011). Estudos identificaram os efeitos da adubação fosfatada com o aumento da produtividade com doses de 120 e 40 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (AQUINO et al., 2011; PEREIRA et al., 2020), e qualidade da fibra do algodão

(comprimento e uniformidade) com a aplicação de 216 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (GUTSTEIN, 1970).

Alguns solos do Semiárido nordestino têm baixa disponibilidade de P, cujo resultado é a redução da produção do algodão, cultura que requer grandes quantidades de fertilizante fosfatado (SANTOS et al., 2015). Todavia, o P é um insumo finito e insubstituível, o qual, se aplicado em excesso, pode causar danos ao meio ambiente como a eutrofização da água (MALAVOLTA, 2006), além de gerar maior custo ao agricultor. Com isso, para o melhor manejo da nutrição do algodão colorido, são necessários estudos relacionados à adubação fosfatada que possibilitem o uso racional do nutriente por meio de recomendação de adubação mais representativa para cada condição de cultivo (MAKHDUM et al., 2001; AHMAD et al., 2009).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo analisar a influência de doses de P no desempenho agrônômico, na qualidade da fibra e na viabilidade econômica de cultivares de algodão naturalmente colorido, sob irrigação, nas condições do Semiárido brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; HANNAN, A.; YASIN, M.; RANJHA, A. M.; NIAZ, A. Phosphorus application to cotton enhances growth, yield, and quality characteristics on a sandy loam soil. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 46, n. 3, p. 169-173, 2009. Disponível em: <<https://www.pakjas.com.pk/papers/89.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- AQUINO, L. A. de; BERGER, P. G.; OLIVEIRA, R. A. de; NEVES, J. C. L.; LIMA, T. C.; BATISTA, C. H. Parcelamento do fertilizante fosfatado no algodoeiro em sistema de cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 463-470, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000500005>>. Acesso em: 02 fev. 2020.
- BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A. de; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.7127/RBAI.V4N400035>>. Acesso em 02 out. 2020.
- BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de; SOUSA JÚNIOR, S. P. de; BRITO, G. G. de; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.). In: BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de (Eds). **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 65-124.
- BRANDÃO, Z. N.; FERREIRA, G. B.; SOFIATTI, V.; LIMA, R. de L. S. de; MEDEIROS, J. da C. Uso de nitrogênio e fósforo e seus efeitos na nutrição do algodão irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 213-218, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1148>>. Acesso em: 15 dez. 2020.
- CARVALHO, M. da C. S.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, O. S.; SILVA, O. R. R. F. da; MEDEIROS, J. da C. Nutrição, calagem e adubação. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Eds.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. 2. ed. v. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 677-790.
- CARVALHO, L. P. de; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da. Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 37-44, 2011. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/910145/1/488rbof15127362011.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Proposta de preços mínimos - Safra 2013/2014: Produtos da safra de verão**. Brasília: CONAB, 2013, p. 161.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Faostat: Crops (Seed cotton)**. 2019a. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

\_\_\_\_\_. **Faostat**: Crops and livestock products (Cotton lint). 2019b. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

GUTSTEIN, Y. The effect of irrigation rates and nitrogen and phosphorus fertilizers on fiber characteristics of *Gossypium hirsutum* L. cotton. **Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles**, v. 19, p. 359-367, 1970. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF01112651>>. Acesso em: 14 out. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**: Algodão herbáceo (em caroço). 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MAKHDUM, M. I.; MALIK, M. N. A.; SHABAB-ud-DIN; CHAUDHRY, F. I. Effect of phosphorus fertilizer on growth, yield and fibre quality of two cotton cultivars. **Journal of Research (Science)**, Multan, v. 12, n. 2, p. 140-146, 2001. Disponível em: <<https://www.bzu.edu.pk/jrscience/vol12no2/7.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2020.

MULLINS, G. L. Cotton root growth as affected by P fertilizer placement. **Fertilizer Research**, v. 34, p. 23-26, 1993. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/BF00749956>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PEIXOTO, F.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Corantes têxteis: uma revisão. **Holos**, Natal, v. 5, p. 98-106, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.15628/holos.2013.1239>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

PEREIRA, F. F.; RATKE, R. F.; ZUFFO, A. M.; SOUSA, W. P. de; ALMEIDA, F. A. de; PETTER, F. A. Características agronômicas do algodão submetido a épocas e doses de aplicação de fósforo no Cerrado Piauiense. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 29, n. 1, p. 11-21, 2020. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n1p11-21>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

SANTOS, E.; MARCANTE, N.; MURAOKA, T.; CAMACHO, M. Phosphorus use efficiency in pima cotton (*Gossypium barbadense* L.) genotypes. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Santiago, v. 75, n. 2, p. 210-215, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392015000200010>>. Acesso em: 23 dez. 2020.

SOOMRO, A. W.; SOOMRO, A. R.; ARAIN, A. S.; TUNIO, G. H.; CHANG, M. S.; LEGHARI, A. B.; MAGSI, M. R. Response of cotton to various doses of NPK fertilizers. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 9, p. 1436-1437, 2000. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2000.1436.1437>>. Acesso em: 08 jan. 2021.

## CAPÍTULO 1

### POTENCIAL PRODUTIVO DO ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO SUBMETIDO À ADUBAÇÃO FOSFATADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

#### RESUMO

O algodão colorido dispensa o tingimento químico que ocasiona resíduos potencialmente poluidores. Seu cultivo se concentra na região Semiárida no Nordeste brasileiro, onde alguns solos apresentam baixo teor de fósforo (P), resultando em menor disponibilidade do nutriente para as plantas, sendo, portanto, necessária a utilização de fonte externa para garantir melhor produtividade à cultura. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial produtivo de cultivares de algodão naturalmente colorido submetidas a doses de P, sob irrigação, no Semiárido brasileiro. Foram conduzidos dois experimentos de campo (2017 e 2018) na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, município de Mossoró, RN. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados com tratamentos arranjados em parcelas subdivididas com quatro repetições. A parcela principal foi constituída por cinco doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e nas subparcelas, as quatro cultivares de algodão naturalmente colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde). A adubação fosfatada afetou os componentes produtivos das cultivares de algodão, proporcionando melhor desempenho para a cultura. O maior teor de P na folha diagnóstica (1,76 g kg<sup>-1</sup>) foi obtido com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. As doses de 190,17; 240; 155,74 e 165,15 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram as maiores matérias secas da parte aérea por planta nas cultivares BRS Verde (96,22 g planta<sup>-1</sup>), BRS Safira (98,84 g planta<sup>-1</sup>), BRS Rubi (100,65 g planta<sup>-1</sup>) e BRS Topázio (113,00 g planta<sup>-1</sup>), respectivamente. Por sua vez, as maiores produtividades de algodão em caroço foram obtidas nas doses de 198,73; 60; 240 e 226,90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas cultivares BRS Verde (2.352,60 kg ha<sup>-1</sup>), BRS Rubi (2.420,01 kg ha<sup>-1</sup>), BRS Safira (2.460,76 kg ha<sup>-1</sup>) e BRS Topázio (3.086,90 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum* L.. Cultivares. Fósforo. Folha diagnóstica. Produtividade.

**PRODUCTIVE POTENTIAL OF NATURALLY COLORED COTTON  
SUBMITTED TO PHOSPHATE FERTILIZATION IN THE BRAZILIAN  
SEMIARID**

**ABSTRACT**

Colored cotton dispenses with chemical dyeing that causes potentially polluting residues. Its cultivation is concentrated in the Semiarid region in Northeastern Brazil, where some soils have a low phosphorus (P) content, resulting in less nutrient availability for the plants, thus, it is necessary to use an external source to ensure better crop productivity. In this sense, the objective of the work was to evaluate the productive potential of naturally colored cotton cultivars submitted to doses of P, under irrigation, in the Brazilian Semiarid. Two field experiments (2017 and 2018) were carried out at the Rafael Fernandes Experimental Farm, in the municipality of Mossoró, RN. The experimental design was in completely randomized blocks with treatments arranged in plots subdivided with four replications. The main plot consisted of five doses of P (0; 60; 120; 180 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), and in the subplots consisted of the four naturally colored cotton cultivars (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio and BRS Verde). Phosphate fertilization affected the productive components of cotton cultivars, providing better performance for the crop. The highest P content in the diagnostic sheet (1.76 g kg<sup>-1</sup>) was obtained with a dose of 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. The doses of 190.17; 240; 155.74 and 165.15 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> provided the highest dry matter of area part per plant in the cultivars BRS Verde (96.22 g plant<sup>-1</sup>), BRS Safira (98.84 g plant<sup>-1</sup>) BRS Rubi (100.65 g plant<sup>-1</sup>) and BRS Topázio (113.00 g plant<sup>-1</sup>), respectively. The highest productivity of seed cotton was obtained in doses of 198.73; 60; 240 and 226.90 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the cultivars BRS Verde (2,352.60 kg ha<sup>-1</sup>), BRS Rubi (2,420.01 kg ha<sup>-1</sup>), BRS Safira (2,460.76 kg ha<sup>-1</sup>) and BRS Topázio (3,086.90 kg ha<sup>-1</sup>), respectively.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum*. L.. Cultivars. Phosphor. Diagnostic sheet. Productivity.



## 1 INTRODUÇÃO

O algodão (*Gossypium hirsutum* L.) está entre as mais importantes culturas de fibras no mundo (RICHETTI; MELO FILHO, 2001; BELTRÃO et al., 2011). No Brasil, o algodão de fibra naturalmente colorida é principalmente cultivado na região Semiárida (TARTAGLIA et al., 2020a), tendo importância socioeconômica e ambiental, na medida em que seu cultivo depende de mão de obra familiar, dispensa o tingimento que ocasiona resíduos potencialmente poluidores e também diminui o consumo de água no processo de fabricação de tecidos e malhas (QUEIROGA, CARVALHO, CARDOSO, 2008; CONAB, 2013; PEIXOTO; MARINHO; RODRIGUES, 2013; TARTAGLIA et al., 2020a).

O cultivo do algodão colorido ocorre com baixo uso de tecnologia e sem o uso de irrigação e fertilizantes, o que ocasiona baixas produtividades na região (TARTAGLIA et al., 2020b). Para o algodoeiro alcançar altas produtividades, é fundamental realizar o manejo de água e nutrientes (BRANDÃO et al., 2012). Diante disto, é necessário desenvolver técnicas para o melhor manejo do seu cultivo que potencializem o desempenho produtivo da cultura (TARTAGLIA et al., 2020b).

As cultivares de algodão colorido BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde em condições de sequeiro têm produtividades de algodão em caroço médias de 1.871; 1.568; 2.825 e 2.146 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). Dentre as cultivares coloridas a BRS Topázio tem grande potencial produtivo e de características de fibra (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011; TARTAGLIA et al., 2020a). Cultivo em condições irrigada no Semiárido e com manejo de adubação obteve produtividade máximas de 4.104,58 kg ha<sup>-1</sup> para BRS Topázio na dose de nitrogênio (N) de 142 kg ha<sup>-1</sup> e 3.260,75, 4.097,75 e 3.419,25 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para as cultivares BRS Rubi, BRS Safira e BRS Verde, com a dose de N de 200 kg ha<sup>-1</sup> (TARTAGLIA et al., 2020a).

Vários fatores podem influenciar a resposta produtiva do algodão, dentre as quais se destaca a nutrição mineral. Dentre os nutrientes aplicados, o fósforo (P), embora seja extraído em menores quantidades pela cultura, é um dos aplicados em maiores quantidades (SOUSA; LOBATO; REIN, 2004). Esse comportamento do P é consequência de diversas reações químicas (precipitação e adsorção) no solo que afetam sua disponibilidade para as plantas (CARVALHO et al., 2008; CARVALHO et al., 2014; GOU et al., 2020).

O P é um macronutriente para as plantas, sendo de vital importância para a fotossíntese, síntese de proteínas, transformação de açúcares e outros processos metabólicos (CARVALHO et al., 2008). Além de promover o aumento da produção, quando a planta é cultivada em solos pobres no nutriente, P estimula o crescimento radicular e é importante para o florescimento e desenvolvimento dos frutos (MULLINS, 1993; SOOMRO et al., 2000; CARVALHO et al., 2008; AHMAD et al., 2009).

A capacidade dos solos de fornecer P às plantas varia amplamente, pois apenas uma pequena fração do total do nutriente no solo está disponível (SANYAL et al., 2015). Com isso, o crescimento e a produtividade da cultura são influenciados pela disponibilidade do P (BATISTA et al., 2010; PEREIRA et al., 2020). A cada aumento na dose de P por meio da adubação, há um incremento da sua disponibilidade no solo (MAKHDUM et al., 2001; AHMAD et al., 2009; BRANDÃO et al., 2012), porém isto não ocorre de maneira proporcional (AHMAD et al., 2009; MAKHDUM et al., 2001). Em solo pobre em P no semiárido e sob condição irrigada, foi necessário realizar adubação fosfatada com dose de 313 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no primeiro ano para alcançar 2,3 g kg<sup>-1</sup> de P no tecido foliar do algodão (BRANDÃO et al., 2012). Entretanto, ressalta-se que a faixa ideal do teor de P na folha diagnóstica é de 2,5 a 4,0 g kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA, 2006).

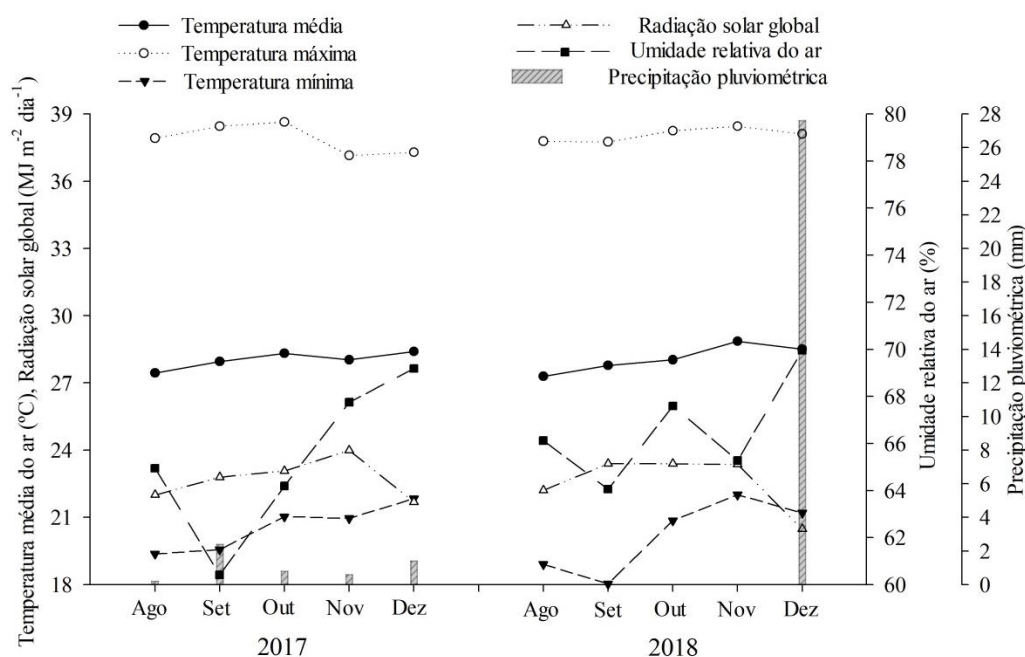
A adubação fosfatada é indispensável para ter produções satisfatórias do algodoeiro (AHMAD et al., 2009; BATISTA et al., 2010). Avaliando desempenho do algodão de fibra branca em resposta à aplicação de P (0, 50 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e métodos de irrigação (aspersão, gotejamento e sequeiro), Batista et al. (2010) observaram que a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em condição de sequeiro e irrigado por gotejamento possibilitaram as maiores disponibilidades de P no solo. No estudo, também observaram de maneira isolada que a dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou maior disponibilidade de P no solo, bem como o teor de P na folha diagnóstica (3,4 g kg<sup>-1</sup>), número de capulhos por planta (7,8) e produtividade em caroço de 4.894 kg ha<sup>-1</sup> (BATISTA et al., 2010). Entretanto, alguns estudos descrevem que não há efeito da adubação fosfatada na produtividade do algodão em caroço em condições de sequeiro (AQUINO et al., 2011; SANTOS et al., 2012).

Para racionalizar a aplicação de adubo fosfatado, buscando atender questões econômicas e ambientais, é importante entender a dinâmica do P (SANYAL et al., 2015). Com isso, é fundamental relacionar doses ideais de P para as cultivares de algodão colorido presentes no mercado, auxiliando nas recomendações de adubação em

diferentes condições (MAKHDUM et al., 2001). Diante disto, objetivou-se avaliar o potencial produtivo de cultivares de algodão naturalmente colorido submetidas a doses de P, sob irrigação, no Semiárido brasileiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em campo experimental, no período de agosto a dezembro dos anos de 2017 (primeira safra agrícola) e 2018 (segunda safra agrícola), na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (5°03'29,27"S, 37°23'49,44"W e 81 m de altitude), pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A fazenda está localizada no distrito de Alagoinha, zona rural do município de Mossoró, Rio Grande do Norte. O clima local, segundo a Classificação de Köppen, é do tipo BSh (ALVARES et al., 2013), caracterizada como seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma chuvosa que compreende os meses de fevereiro a maio, e outra seca que vai de junho a janeiro, com temperatura média de 27,2 °C e precipitação pluviométrica média anual de 766 mm (BORGES et al., 2015). Os dados meteorológicos médios do período da realização dos experimentos são apresentados na Figura 1.



**Figura 1** - Valores médios de temperaturas (°C) média, máxima e mínima do ar, radiação solar global (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica acumulada (mm) nas safras de algodão de 2017 e 2018. Fonte: Estação da Fazenda Experimental Rafael Fernandes – UFERSA.

O solo das áreas experimentais foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (RÊGO et al., 2016). Os dados das análises física e química do solo das áreas experimentais são apresentados na Tabela 1 (SILVA, 2009; DONAGEMA et al., 2011).

**Tabela 1** - Análises física e químicas das camadas de 0 a 0,20 m dos solos das áreas experimentais nas safras agrícolas do algodão naturalmente colorido.

Safra	Areia	Silte	Argila	pH	MO	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>
	-----kg kg <sup>-1</sup> -----			H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg gm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				
2017	0,91	0,02	0,07	5,30	3,31	3,30	0,16	0,03	0,80	0,90	0,05
2018	0,90	0,03	0,07	5,00	3,34	5,90	0,09	0,08	0,90	0,70	0,25

\* MO = matéria orgânica; P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Mehlich (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup>: 1M KCl.

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo alocadas nas parcelas cinco doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e nas subparcelas as quatro cultivares de algodão naturalmente colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde e BRS Topázio).

Todas as cultivares utilizadas foram desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), situada em Campina Grande-PB. As cores das fibras do algodão são: verde (BRS Verde), marrom avermelhado (BRS Rubi e BRS Safira) e marrom claro (BRS Topázio) (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). Todas as cultivares são de ciclo anual (120 a 140 dias), com altura média por volta de 1,10 m (BRS Rubi); 1,30 m (BRS Safira); 1,16 m (BRS Topázio) e 1,30 m (BRS Verde) (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011; VALE et al., 2011).

A área total do experimento foi de 896 m<sup>2</sup> e cada parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de plantas, totalizando uma área de 10,64 m<sup>2</sup> (3,8 m x 2,8 m). O espaçamento utilizado foi de 0,70 m x 0,20 m, com uma planta por cova, totalizando 34 plantas na área útil da parcela experimental (4,76 m<sup>2</sup>), e uma população de 71.428 plantas ha<sup>-1</sup>.

O preparo do solo foi realizado com gradagem pesada e niveladora, para incorporação do material vegetal remanescente na área e homogeneizar a superfície do solo antes da instalação dos experimentos. O plantio do algodão na primeira safra agrícola foi realizado no dia 8 de agosto de 2017 e na segunda safra agrícola no dia 23 de agosto de 2018. Realizou-se semeadura direta, a três centímetros de profundidade, semeando-se três sementes por cova. O desbaste ocorreu quando as plantas emitiram três folhas definitivas, deixando-se apenas uma planta por cova.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejo, com emissores espaçados de 0,20 m e vazão de 1,5 L por hora. A análise química da água de irrigação encontra-se na

Tabela 2. As irrigações foram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração diária da cultura, utilizando-se o coeficiente da cultura de acordo com cada estágio de desenvolvimento (ALLEN et al., 1998). Aplicando-se lâmina média diária de 6,37 e 6,42 mm, com suspensão da irrigação aos 107 e 104 dias após a semeadura na primeira e segunda safra, respectivamente. As lâminas brutas foram de 695 e 674 mm na primeira e segunda safra agrícola, respectivamente.

**Tabela 2** - Análises químicas da água de irrigação proveniente de poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, Fazenda Experimental Rafael Fernandes.

pH	CE	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RAS	Dureza
H <sub>2</sub> O	dS m <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----							mg L <sup>-1</sup>	
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 adubação foi realizada de acordo com a recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco para algodão irrigado (GOMES; COUTINHO, 2008), exceto para a adubação fosfatada, que seguiu os tratamentos. A fonte de P utilizada foi superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicado todo em fundação (plantio) de forma manual, em cada safra. Além do P, foram disponibilizados 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) na forma de ureia (45% de N), 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra de 2017 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em 2018 (cloreto de potássio, 58% de K<sub>2</sub>O). N e K foram aplicados no plantio e em cobertura (15 e 35 dias após a emergência) por meio da fertirrigação (GOMES; COUTINHO, 2008). Os micronutrientes foram fornecidos na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> de Rexolin<sup>®</sup> 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), no surgimento dos botões florais, por meio da água de irrigação (PEDROSO NETO et al., 1999). A distribuição dos fertilizantes na água de irrigação foi realizada com o auxílio de tanque de derivação (“pulmão”).

Os tratos culturais e o controle fitossanitário foram realizados de acordo com as recomendações técnicas e necessidades da cultura em campo. Foram necessárias três capinas manuais para controle de plantas daninhas, ocorridos até 65 dias após a emergência, evitando a competição da planta daninha com o algodão em ambas as safras agrícolas. Também foi feito o uso de acaricida e inseticidas (Abamectina, Beta-Ciflutrina, Deltametrina, Tiametoxam, Metomil na primeira safra e Beta-Ciflutrina, Tiametoxam e Metomil na segunda safra) para controlar a infestação de pragas.

O início da colheita do algodão ocorreu aos 109 (primeira safra) e 111 (segunda safra) dias após a semeadura. A colheita foi realizada manualmente, em três etapas, com a primeira colheita quando os capulhos do terço inferior da planta abriram, e mais duas vezes, de acordo com a abertura dos demais capulhos. Após a colheita final, foram realizadas coletas de solo em cada parcela experimental, e posteriormente as análises químicas para P residual nas parcelas (SILVA, 2009), sendo apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Valores médios de teor de fósforo residual no solo das áreas cultivadas com algodão naturalmente colorido submetido a doses de fósforo nas safras agrícolas.

Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cultivares	Teor de P (mg dm <sup>-3</sup> )*	
		1ª Safra	2ª Safra
60 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	17,00	23,75
	BRS Safira	15,00	19,00
	BRS Topázio	18,75	25,75
	BRS Verde	18,00	23,00
120 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	25,00	26,75
	BRS Safira	34,75	28,25
	BRS Topázio	32,00	27,75
	BRS Verde	21,00	24,75
180 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	45,00	39,00
	BRS Safira	33,25	31,75
	BRS Topázio	35,75	39,00
	BRS Verde	30,25	34,25
240 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	51,00	56,00
	BRS Safira	32,50	37,00
	BRS Topázio	32,75	49,00
	BRS Verde	33,00	38,00

\* Camada de 0 a 0,20 m do solo; P: Mehlich (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

As características avaliadas foram: o teor de P na folha diagnóstica (TPFD, g kg<sup>-1</sup>), em que foram coletados limbos foliares das folhas localizadas na quinta posição do caule principal contada a partir do ápice no período de surgimentos das primeiras flores aos 60 e 67 após a semeadura na primeira e segunda safra agrícola, respectivamente (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), seguidas de determinação do TPFD conforme a metodologia proposta por Silva (2009).

A área foliar por planta (AFP, cm<sup>2</sup>) foi determinada conforme proposto por Fideles et al. (2010), utilizando a equação da área foliar ( $AF = 0,7254(X)^{2,08922}$ ), sendo o X referente ao comprimento da nervura principal de cada folha, o qual foi medido com

régua graduada (cm). A área foliar por planta foi determinada a partir da soma da área de todas as folhas.

Para o número de ramos totais por planta (NRTP) e número de capulhos por planta (NCP), foram realizadas contagens nas plantas da área útil da parcela. O peso médio de capulho (PMC, g) foi determinado pela pesagem de capulhos colhidos em duas plantas na área útil, secos em estufa a 65 °C até a obtenção de peso constante e pesados em balança digital para determinação da média de um capulho. A matéria seca da parte aérea (MSPA, g planta<sup>-1</sup>) foi estimada a partir da coleta de duas plantas da área útil, as quais foram posteriormente secas em estufa a 65 °C, até a obtenção do peso constante e, por último, foram pesadas para obtenção do peso seco do material.

A produtividade de algodão em caroço (PAC) foi determinada pela pesagem, em balança digital, da pluma mais caroço colhido na área útil e estimado para kg ha<sup>-1</sup>. O índice de colheita (IC) foi obtido pelo quociente entre a produtividade do algodão em caroço (kg ha<sup>-1</sup>) e a produtividade de matéria seca da parte aérea (kg ha<sup>-1</sup>) (PEREIRA; MACHADO, 1987; TARTAGLIA et al., 2020b).

Análises de variância foram realizadas para as características avaliadas em cada safra agrícola, por meio do aplicativo SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Observada a homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características (FERREIRA, 2000). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi feito por meio do programa Table Curve 2D (SYSTAT SOFTWARE, 2002), com gráficos elaborados no SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de Tukey (p<0,05) foi empregado para comparar as médias referentes às cultivares e às safras agrícolas.

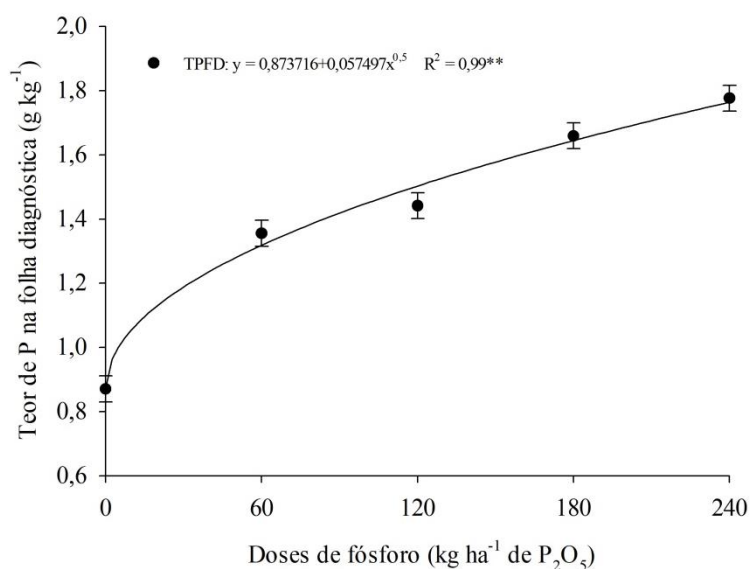


### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A homogeneidade das variâncias foi observada nas variáveis de TPFD, AFP, NRTP, NCP, PMC, MSPA e PAC, realizando-se a análise conjunta dos experimentos. Para as características AFP, PMC, MSPA e PAC, houve interação tripla (doses, cultivares e safras agrícolas). Para TPFD e NRTP não teve interação, havendo efeito isolado (doses, cultivares e safras agrícolas). Para NCP houve interações duplas (doses e safras agrícolas; cultivares e doses; cultivares e safras agrícolas). Para índice de colheita (IC), foram realizadas análises univariadas, ocorrendo interação entre cultivares e doses em ambas as safras.

#### Teor de P na folha diagnóstica

No TPFD, observou-se que com o aumento das doses de P aplicadas ocorreu incremento no teor de P na folha diagnóstica do algodão (Figura 2), identificando, assim uma resposta direta à quantidade de P aplicado por meio da adubação. A dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou o maior teor P na folha, alcançando o máximo de 1,77 g kg<sup>-1</sup> de P (Figura 2).



**Figura 2** - Teor de fósforo na folha diagnóstica do algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo.

O TPFD identifica o estado nutricional da planta, sendo afetado diretamente pela disponibilidade de P que se encontra no solo e pela adubação realizada na cultura (CARVALHO et al., 2014). Os solos das áreas experimentais têm baixo teor de P

disponível para a planta (Tabela 1). Diante disto, a adubação com P aumentou o teor do nutriente no solo (Tabela 3) e, conseqüentemente, nas plantas (Figura 2).

Entretanto, os valores encontrados pelo presente trabalho (Figura 2) são inferiores à faixa ideal de P na folha diagnóstica, que é de 2,5 a 4,0 g kg<sup>-1</sup> (MALAVOLTA, 2006). Também ficou abaixo da encontrada por Serra et al. (2010), que é de 2,1 a 2,6 g kg<sup>-1</sup> (faixa normal de P), pelo método DRIS (Sistema Integrado de Diagnose e Recomendação). Mesmo na dose máxima aplicada de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as plantas não alcançaram os teores propostos na literatura como adequados para P na folha diagnóstica. Isso ocorreu provavelmente por causa da baixa recuperação do P pela cultura, ocasionada pelas reações químicas de sorção (precipitação de fosfatos solúveis em compostos insolúveis Ca, Fe e Al e a adsorção óxidos hidratados de Fe e Al) do P no solo, afetando sua disponibilidade para a cultura (SOUSA; LOBATO; REIN, 2004; CARVALHO et al., 2008; CARVALHO et al., 2014; GOU et al., 2020). Outro fator que deve ser levado em consideração é que se trata do primeiro cultivo nas áreas experimentais, pois com a continuidade de atividades agrícolas existe uma tendência de diminuir a quantidade de P aplicado, em virtude do seu efeito residual (Tabela 3) (RESENDE et al., 2006; SANTOS et al., 2012).

Trabalho conduzido em solo com teor de P médio (Mehlich-1) não encontrou diferenças de doses e fontes do nutriente, sendo observado, na ausência da adubação, o TPFD de 3,7 g kg<sup>-1</sup>, e de 3,3 g kg<sup>-1</sup> na adubação com 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no sulco (SANTOS et al., 2012). Contudo, em estudo realizado no Semiárido brasileiro, identificou-se que em solo pobre em P são necessários 312,5 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no primeiro ano para alcançar o TPFD de 2,3 g kg<sup>-1</sup> de P na cultivar de algodão branco BRS 187 8H (BRANDÃO et al., 2012). Na ausência da adubação (Figura 2), o TPFD foi inferior ao encontrado por Brandão et al. (2012), que encontraram 1,5 g kg<sup>-1</sup> para o algodão branco BRS 187 8H. Para alcançar o TPFD ideal, é necessária dose superior a 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas condições de primeiro cultivo da área.

As cultivares de algodão diferiram entre si quanto ao TPFD (Tabela 4). Os maiores teores foram encontrados nas folhas das cultivares BRS Verde e BRS Topázio, ao passo que a BRS Safira obteve o menor TPFD (Tabela 4). Evidencia-se que as cultivares de algodão diferem entre si quanto à eficiência em absorver e utilizar o P em solos de baixa disponibilidade (MARCANTE et al., 2016).

**Tabela 4** - Valores médios para o teor de P na folha diagnóstica em cultivares de algodão naturalmente colorido.

Cultivares	Teor de P na folha diagnose (g kg <sup>-1</sup> )
BRS Rubi	1,36bc <sup>1</sup>
BRS Safira	1,35c
BRS Topázio	1,47ab
BRS Verde	1,50a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também ocorreu diferença quanto ao TPF<sub>D</sub> entre as safras agrícolas, em que a primeira safra se sobressaiu com 1,71 g kg<sup>-1</sup> de P (Tabela 5). A diferença observada para o TPF<sub>D</sub> entre as safras agrícolas provavelmente se deveu ao pH inicial do solo (5,30 e 5,00), que possibilitou maior disponibilidade do P no solo para o algodão na primeira safra agrícola (Tabela 1). As condições meteorológicas diferentes entre as safras podem ter influenciado a capacidade de assimilação do nutriente pela planta (Figura 1). Segundo Malavolta (2006), fatores como fertilidade do solo e clima podem influenciar no teor de nutriente na folha. As variáveis climáticas (temperatura e precipitação) afetam a disponibilidade dos nutrientes do solo (FAGERIA, 1998).

**Tabela 5** - Valores médios de teor de P na folha diagnóstica do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

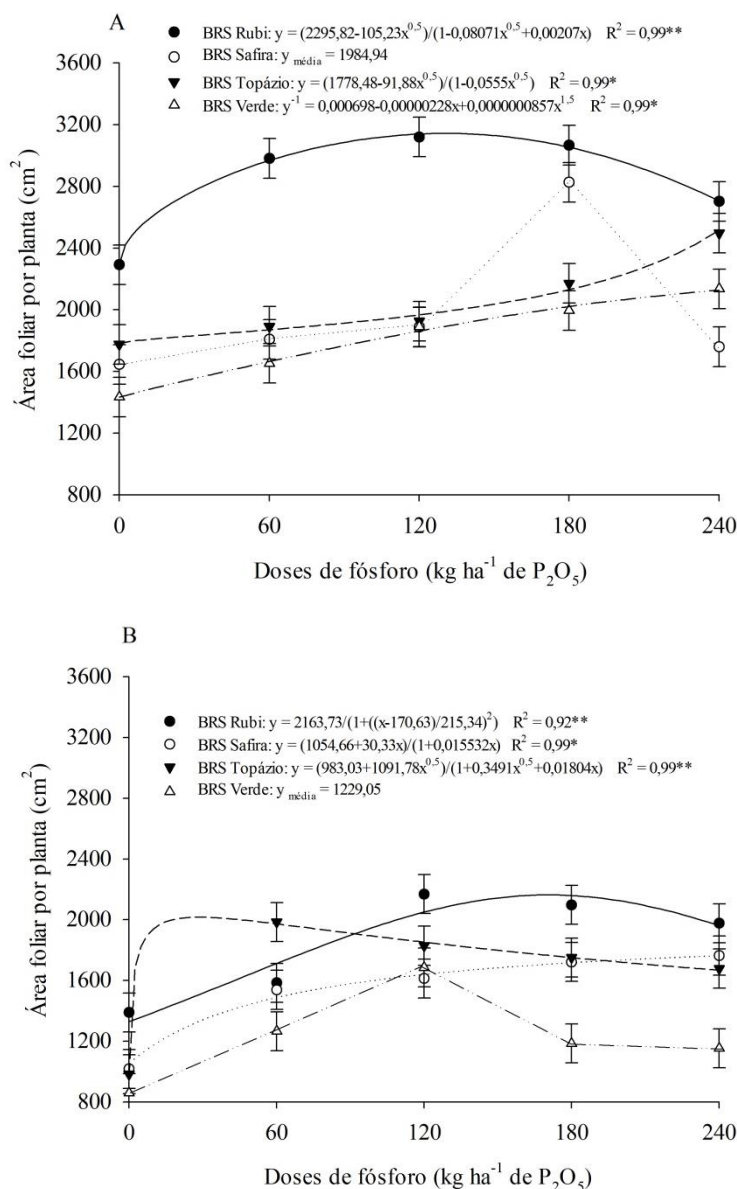
Safras agrícolas	Teor de fósforo na folha diagnóstica (g kg <sup>-1</sup> )
1ª Safra	1,71a <sup>1</sup>
2ª Safra	1,13b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Área foliar por planta

O aumento das doses de P aplicadas possibilitou as maiores AFP na comparação com a não adubação com o nutriente nas cultivares de algodão naturalmente colorido (Figura 3). A cultivar BRS Rubi obteve a máxima AFP de 3.143,62 cm<sup>2</sup> na dose de 130,39 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na primeira safra e na segunda safra foi na dose de 170 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com a AFP de 2.163,73 cm<sup>2</sup> (Figura 3). Não houve ajuste de equação para as cultivares BRS Safira na primeira safra e na segunda para a BRS Verde (Figura 3), sendo que as doses aplicadas de 180 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram maiores

áreas foliares na cultivares BRS Safira (2.826,73 cm<sup>2</sup>) e BRS Verde (1.685,10 cm<sup>2</sup>), respectivamente. Na dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as cultivares BRS Topázio e BRS Verde alcançaram as maiores AFP na primeira safra (Figura 3A), e a cultivar BRS Safira na segunda safra (Figura 3B).



**Figura 3** - Área foliar por planta em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

A cultivar BRS Rubi teve AFP maior do que as demais cultivares na primeira safra agrícola, exceto nas doses aplicadas de 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em que foram semelhantes à BRS Safira e à BRS Topázio, respectivamente (Figura 3A). Na segunda safra, as cultivares BRS Rubi, BRS Safira e BRS Topázio foram semelhantes nas doses

de 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 3B). A cultivar BRS Verde teve as menores áreas foliares por planta (Figura 3). Na segunda safra, as cultivares tiveram as menores AFP em comparação à primeira (Figura 3B).

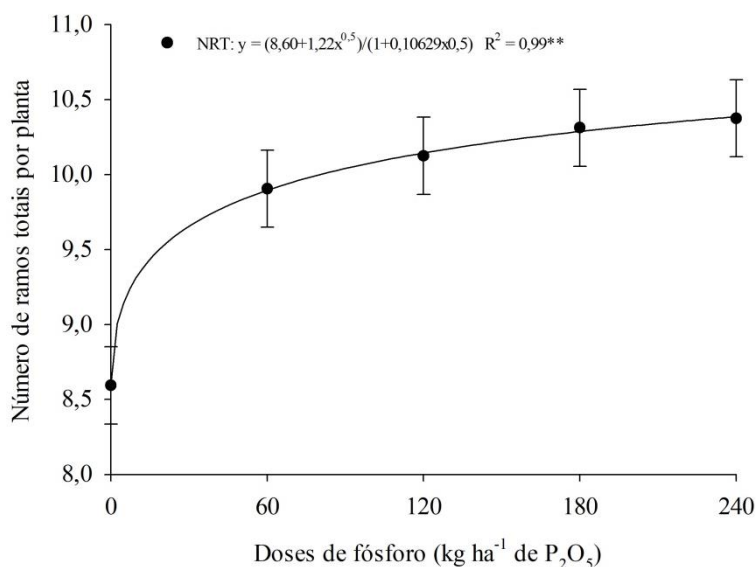
A maior disponibilidade de P por meio da adubação resultou no aumento da área foliar por planta (Figura 3), destacando-se a cultivar BRS Rubi, que na dose de 130,40 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obteve aumento de 23% em comparação com o tratamento não adubado. A aplicação do P pode aumentar a área foliar e retardar a degradação da clorofila, promovendo acúmulo de produtos fotossintéticos (LI et al., 2019).

Corroborando com o estudo, pesquisa desenvolvida por Barbosa et al. (2019) identificou que o aumento da adubação orgânica incrementou a área foliar do algodão colorido BRS Topázio. O máximo observado foi 1.879,93 cm<sup>2</sup>, obtido com a adubação de esterco caprino curtido e peneirado de 15% misturado ao solo com base de volume do vaso, na camada superior do solo a 5 cm (BARBOSA et al., 2019).

Geralmente, na ausência de adubação, as cultivares de algodão naturalmente colorido tiveram menores valores de AFP devido à menor disponibilidade do P para a planta. A menor disponibilidade de P está associada à baixa fertilidade natural do solo onde se encontra (Tabela 1). A deficiência de P na cultura do algodão faz com que as plantas se desenvolvam lentamente e tenha folhas pequenas, afetando, assim, a capacidade fotossintética (CARVALHO et al., 2008). Então, determinar e avaliar o desenvolvimento da área foliar permite conhecer os efeitos de manejo e tratos culturais e a capacidade produtiva de diferentes genótipos (MONTEIRO et al., 2005).

### **Número de ramos totais por planta**

A aplicação da adubação fosfatada proporcionou aumento no NRTP por planta (Figura 4). O máximo NRTP foi 10,39 na dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 4). Na ausência da adubação, o valor de NRTP foi inferior aos tratamentos com adubo fosfatado (Figura 4). Com relação às cultivares, ocorreram diferenças quanto ao NRTP, em que a cultivar BRS Verde obteve o menor resultado (Tabela 6). Na primeira safra agrícola, obteve-se o maior NRTP em comparação à segunda (Tabela 7).



**Figura 4** - Número de ramos totais por planta em função das doses de fósforo no algodão naturalmente colorido.

**Tabela 6** - Valores médios de número de ramos totais por planta nas cultivares de algodão naturalmente colorido.

Cultivares	Número de ramos totais por planta
BRS Rubi	10,48a <sup>1</sup>
BRS Safira	10,18ab
BRS Topázio	9,88b
BRS Verde	8,93c

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 7** - Valores médios de número de ramos totais por planta de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

Safras agrícolas	Número de ramos totais por planta
1 <sup>a</sup> Safra	10,53a <sup>1</sup>
2 <sup>a</sup> Safra	9,20b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento do NRTP do algodão colorido com as doses de P se deveu à maior disponibilidade do P no decorrer das doses aplicadas, conforme comprova o TPDF, em que se identificou que a dose máxima aplicada (240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) obteve aproximadamente 50% a mais de P na folha do que na ausência do adubo fosfatado (Figura 2). Segundo Aquino et al. (2011), o aumento das doses de P ocasiona aumento

do número de estruturas reprodutivas. Vale também ressaltar que a fertilidade natural dos solos dos experimentos (primeira e segunda safra agrícola) estava com baixa disponibilidade de P para a cultura (Tabela 1). A deficiência de P pode reduzir o crescimento do algodão (CARVALHO et al., 2008), que conseqüentemente diminui o número de ramos por planta.

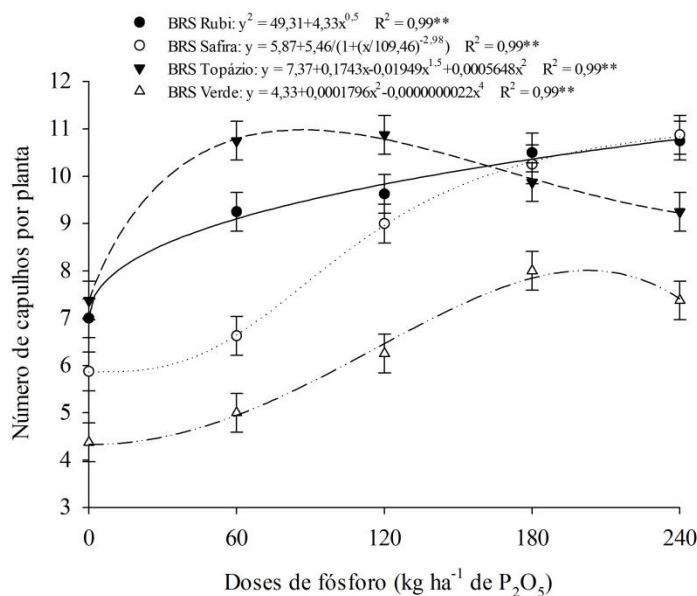
As diferenças encontradas entre as cultivares para o NRTP estão associadas ao TPDFD de cada cultivar, conforme descrito na Tabela 2.

### **Número de capulhos por planta**

A adubação fosfatada ocasionou maiores NCP nas cultivares de algodão naturalmente colorido em comparação ao tratamento sem adubação (Figura 5). O máximo NCP para as cultivares BRS Rubi e BRS Safira foi alcançado na dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo o NCP nas cultivares de algodão de 10,79 e 10,84, respectivamente (Figura 5). A cultivar BRS Topázio obteve NCP de 10,98 na dose de 86,47 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; na BRS Verde, foi de 8,01 na dose de 202,49 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 5).

O aumento das doses de P proporcionou a maior disponibilidade de P para as cultivares. Estudos avaliando adubação fosfatada também observaram que o aumento das doses de P causa o aumento de estruturas reprodutivas (botões florais, flores e frutos) e número de capulhos (AHMAD et al., 2009; AQUINO et al., 2011, 2012). A característica de NCP é importante como parâmetro para avaliar o efeito da adubação na cultura do algodão, pois está correlacionada à produtividade (PEREIRA et al., 2019).

A fertilidade natural dos solos das áreas experimentais (Tabela 1) tem baixa disponibilidade de P para o algodão (MALAVOLTA, 2006), que pode causar deficiência de P, o que, por sua vez, pode ocasionar queda de botões florais e baixa na retenção das maçãs no algodão (CARVALHO et al., 2008), que conseqüentemente diminui o número de capulho por planta.

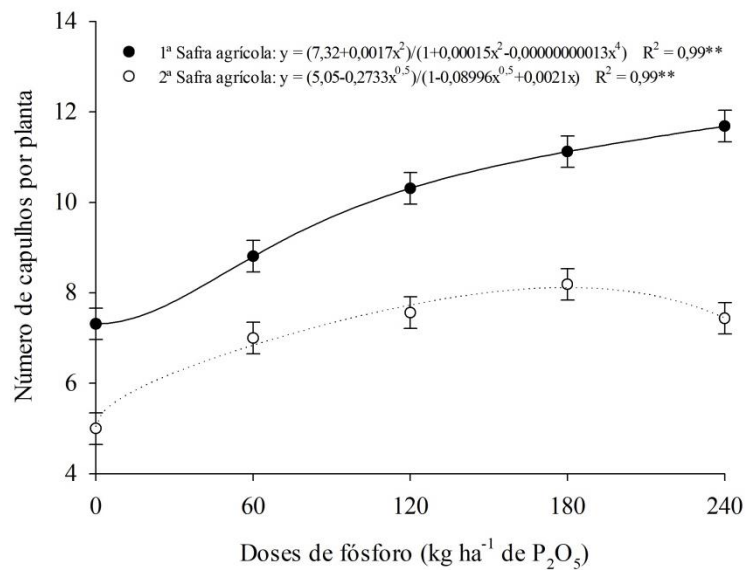


**Figura 5** - Número de capulhos por planta em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.

Os menores valores de NCP foram obtidos pela cultivar BRS Verde em relação às demais cultivares nas diferentes doses de P aplicadas (Figura 5). As cultivares BRS Rubi e BRS Safira não diferiram entre si quanto ao NCP na dose aplicada de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 5). Quando aplicada a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, as cultivares BRS Topázio, BRS Rubi e BRS Safira foram semelhantes. As cultivares têm comportamento diferente quanto ao NCP, provavelmente devido à eficiência de utilização do P e também suas características intrínsecas.

As safras agrícolas diferiram com relação ao NCP de algodão em função das doses de P aplicadas (Figura 6). Na medida em que se aumentou a disponibilidade de P a partir da adubação, houve incremento no NCP de algodão em ambas as safras agrícolas (Figura 6). Os valores máximos de NCP (11,69 e 8,12) foram obtidos nas doses de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (primeira safra) e 179,8 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (segunda safra); além disso, os NCP foram superiores na primeira safra, independentemente das doses de P aplicadas (Figura 6). É possível que essa resposta esteja relacionada ao melhor desempenho (TPFD, AFP e NRT) obtido pelo algodão na primeira safra.





**Figura 6** - Número de capulhos por planta de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.

As cultivares de algodão obtiveram respostas distintas quanto ao NCP também nas diferentes safras agrícolas, tendo as maiores médias sido observadas na primeira safra agrícola (Tabela 8). Vale ressaltar também que, na primeira safra, a cultivar BRS Rubi se sobressaiu das demais e que a cultivar BRS Verde obteve as menores médias de NCP (7,10 e 5,50) (Tabela 8).

**Tabela 8** - Valores médios para número de capulho por planta das cultivares de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

Cultivares	Número de capulho por planta	
	1ª Safra agrícola	2ª Safra agrícola
BRS Rubi	11,70aA <sup>1</sup>	7,15bB
BRS Safira	10,30bA	6,75bB
BRS Topázio	10,30bA	8,95aB
BRS Verde	7,10cA	5,30cB

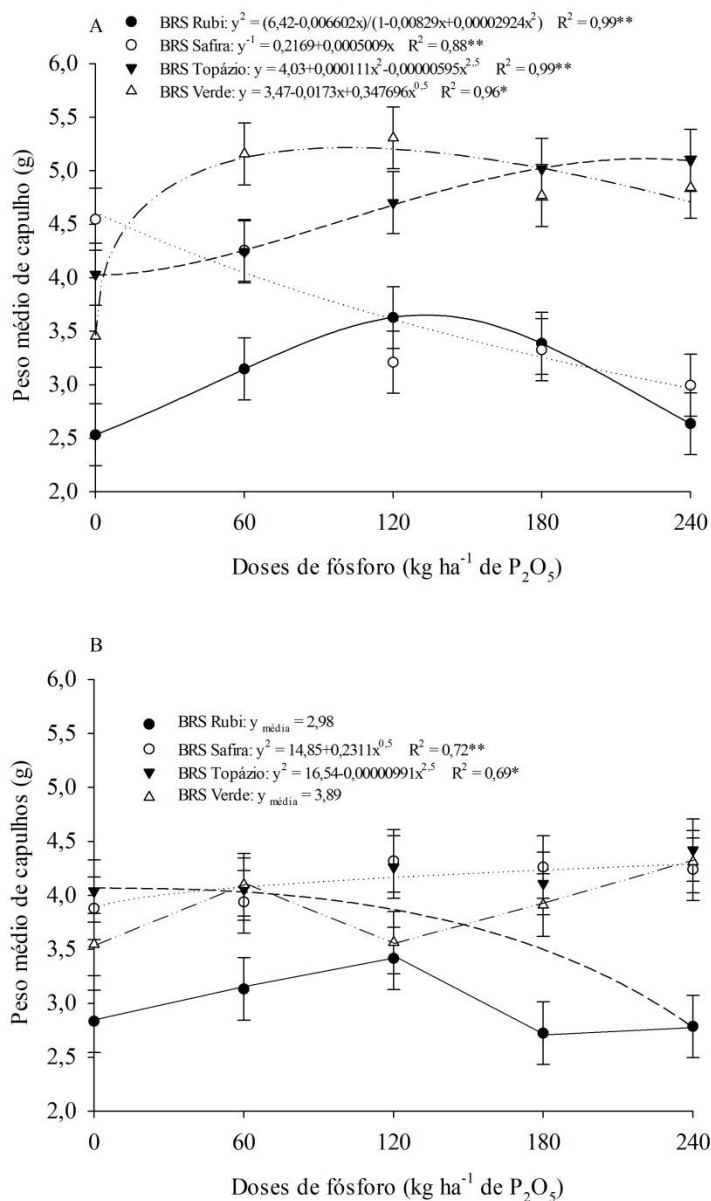
<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Peso médio de capulho

As doses de 221,66 e 101,58 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionaram o máximo PMC nas cultivares BRS Topázio (5,11 g) e BRS Verde (5,22 g), respectivamente, na primeira safra agrícola (Figura 7A). Para a cultivar BRS Rubi, a dose de 133,23 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> resultou em máximo PMC com 3,65 g (Figura 7A). Na primeira safra, na medida em que se aumentou a dose de P, houve decréscimo do PMC na cultivar BRS

Safira (Figura 7A). Não ocorreu ajuste de equação para as cultivares BRS Rubi e BRS Safira na segunda safra agrícola, em que foram observados os valores médios de 2,98 e 3,89 g (Figura 7B). A dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> acarretou no PMC máximo de 4,29 g para a BRS Safira e 4,38 g para BRS Topázio na segunda safra agrícola (Figura 7B).

A adubação fosfatada proporcionou incremento no PMC, devido à maior disponibilidade de P para a planta, havendo diferenças entre as doses aplicadas, cultivares e safras agrícolas. Estudo avaliando doses de P (0; 38,93; 59,54; 77,86 e 98,47 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) no algodão identificou que houve o maior peso da cápsula com a dose de 77,86 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, em solo franco-arenoso (AHMAD et al., 2009). Contudo, estudo realizado avaliando doses de fósforo na massa de capulho em solo com disponibilidade média em condições irrigadas e de sequeiro não encontrou diferença entre as doses de 0; 50 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, sendo obtidos 5,4; 5,8 e 5,8 g de massa seca de capulho, respectivamente (AQUINO et al., 2011).



**Figura 7** - Peso médio de capulho em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

As cultivares BRS Topázio e BRS Verde alcançaram os maiores valores de PMC nas doses de P aplicadas de 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em comparação com as demais cultivares avaliadas na primeira safra (Figura 7A). Nota-se que, de maneira geral, na primeira safra as cultivares de algodão naturalmente colorido obtiveram os maiores PMC (Figura 7), provavelmente devido ao maior TPDF e a AFP, que afetaram de positivamente o PMC.

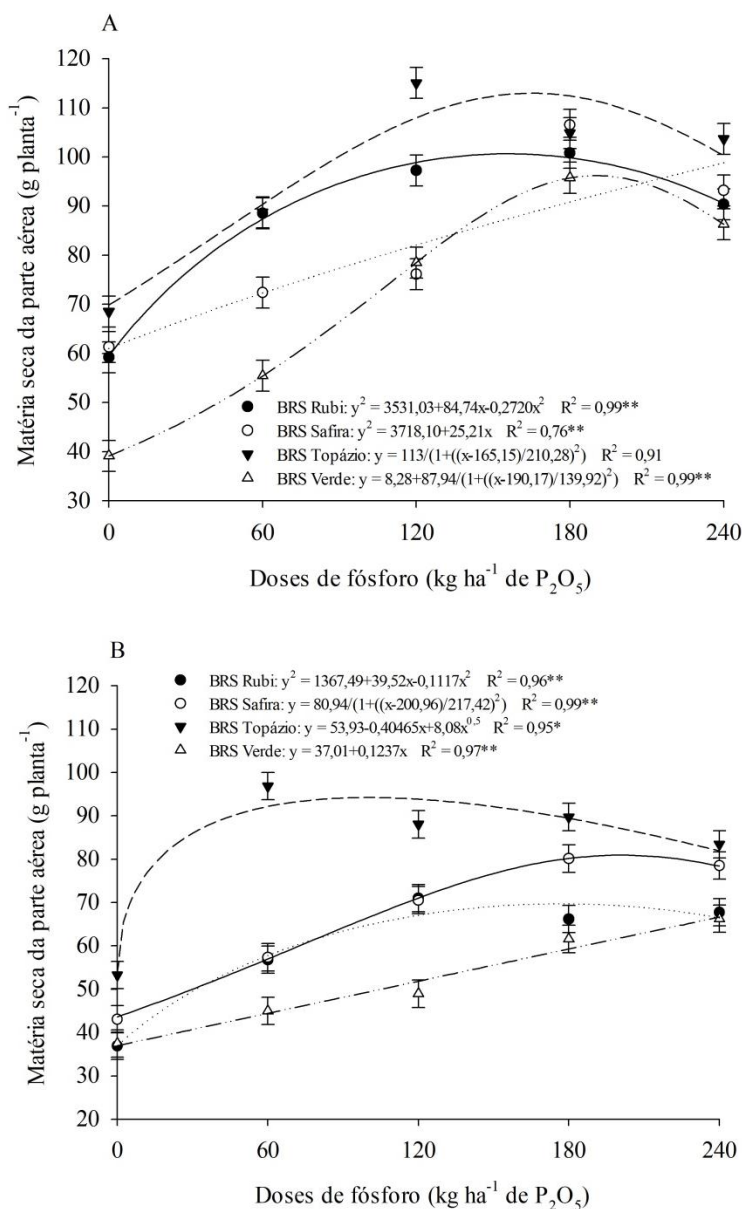
O padrão mínimo para o peso de um capulho é acima de 5 g. Esse padrão tem sido buscado no programa de melhoramento para que possa atender à indústria têxtil (FREIRE et al., 2008). Fatores como nutrição podem afetar diretamente a capacidade

dos genótipos quanto ao PMC, tendo o presente estudo identificado que a adubação fosfatada possibilitou que as cultivares BRS Topázio (180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e BRS Verde (60 e 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) alcançassem o padrão mínimo desejado para peso de um capulho.

### **Matéria seca da parte aérea**

O aumento das doses de P aplicada no algodão possibilitou incremento na MSPA (Figura 8). Em 2017, as doses que proporcionaram o máximo desempenho do algodão naturalmente colorido foram de 155,74; 240; 165,15 e 190,17 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde, respectivamente (Figura 8A). A cultivar BRS Topázio obteve a MSPA de 113 g por planta; o valor máximo de MSPA da cultivar BRS Rubi foi de 110,65 g por planta.

As doses que proporcionaram as máximas MSPA na segunda safra agrícola para as cultivares BRS Safira e BRS Topázio foram as doses de 201,96 e 99,58 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com a MSPA de 94,23 e 80,94 g por planta, respectivamente (Figura 8B). A cultivar BRS Verde obteve as menores MSPA (Figura 8B).



**Figura 8** - Matéria seca da parte aérea em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

Na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a cultivar BRS Topázio foi superior às demais cultivares em ambas as safras agrícolas (Figura 8). Por sua vez, a cultivar BRS Verde foi inferior quanto à MSPA das outras cultivares estudadas nas doses de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em ambas as safras agrícolas (Figura 8). De maneira geral, a segunda safra agrícola obteve os mais baixos valores de MSPA das cultivares de algodão (Figura 8). O maior TPDF e desempenho agrônômico (AFP, NRT, NCP, PMC) do algodão ocorrido na primeira em comparação à segunda safra provavelmente possibilitou esse resultado.

O aumento da disponibilidade de P a partir da adubação se destacou em relação à ausência de adubação de P (Figura 8). A maior disponibilidade de P foi notada por

meio do TPDF (Figura 2), além de observado e refletido no desenvolvimento agrônomico do algodão naturalmente colorido. A adubação fosfatada afeta positivamente o acúmulo da matéria seca da parte aérea (MARCANTE et al., 2016). Há aumento significativo nos parâmetros de crescimento com a aplicação de P no solo (AHMAD et al., 2009). O acúmulo de MSPA é uma variável significativa e importante para o estudo, na medida em que mostra a capacidade fotossintética e do estado nutricional da planta (OLIVEIRA; MESQUITA; FREITAS, 2002). A deficiência nutricional pode afetar o acúmulo da matéria pela planta (AQUINO et al., 2012; SANTOS et al., 2018).

Estudo avaliando o efeito do adubo fosfatado em cultivares de algodão identificou aumento da matéria seca em cultivares submetidas à adubação fosfatada, tendo a dose  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  possibilitado o maior incremento (MAKHDUM et al., 2001); além disso, o algodão respondeu à adubação fosfatada em solos com  $8,6 \text{ mg kg}^{-1}$  de P disponível no momento do plantio (MAKHDUM et al., 2001). Trabalho avaliando a resposta do algodão à adubação fosfatada em solo fraco-arenoso identificou que a dose de  $77,86 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  possibilitou maior matéria seca (AHMAD et al., 2009).

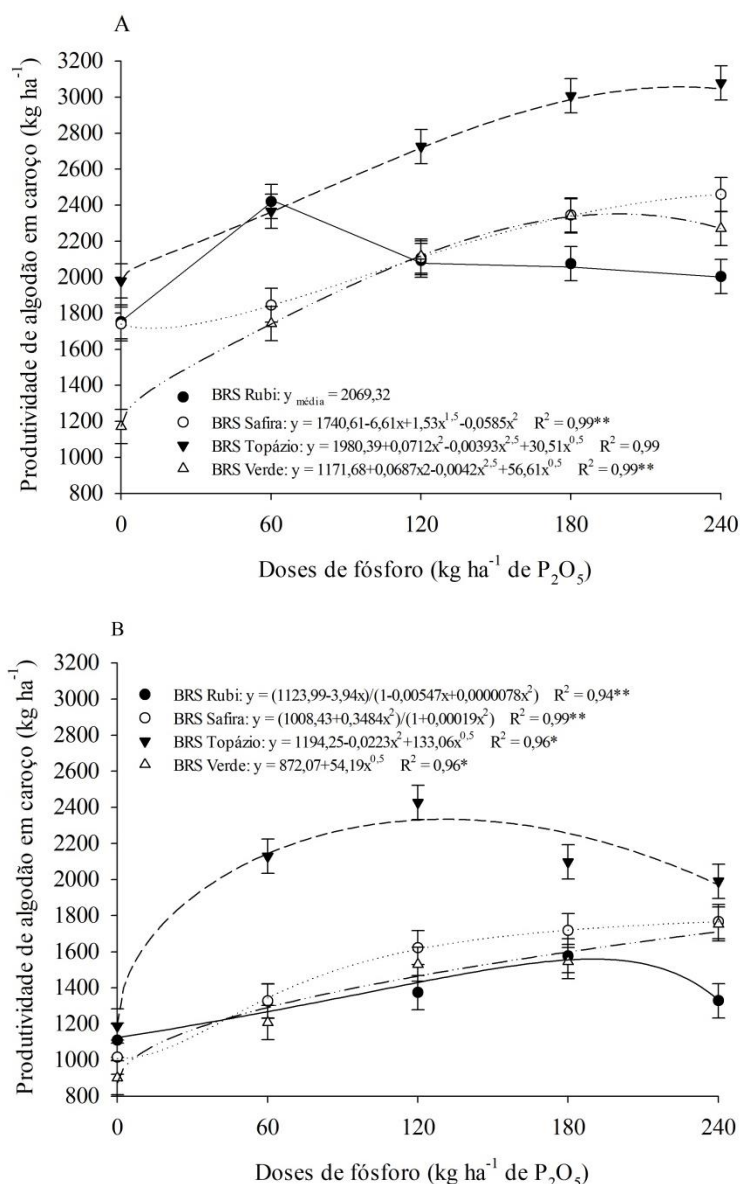
As cultivares diferiram quanto à MSPA, sendo possível destacar a cultivar BRS Topázio na dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Os genótipos de algodão diferem entre si quanto à eficiência de utilização do P entre as cultivares. Pesquisa avaliando o efeito da adubação P em cultivares algodão branco encontrou que a cultivar CIM-240 foi mais responsiva à fertilização do que o MNH-147, o que corrobora com o presente estudo (MAKHDUM et al., 2001).

É importante realizar estudo sobre nutrição de fósforo no algodão em distintas condições edafoclimáticas e diferentes cultivares, na medida em que pode auxiliar na formulação de recomendações de adubação com mais representatividade (MAKHDUM et al., 2001).

### **Produtividade de algodão em caroço**

A PAC aumentou a partir da oferta de P por meio da adubação (Figura 9). A cultivar BRS Topázio alcançou sua máxima PAC com as doses de  $226,90 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $3.086,90 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e  $128,35 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $2.324,84 \text{ kg ha}^{-1}$ ) na primeira e segunda safra agrícola, respectivamente (Figura 9). A dose de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  proporcionou as maiores PAC na cultivar BRS Safira na primeira e segunda safra agrícola, com valores de  $2.460,76$  e  $1.766,15 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (Figura 9). Na

primeira safra não houve ajuste de equação para a cultivar BRS Rubi, tendo a PAC média de 2.069,33 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 9A). Com relação à segunda safra, na dose de 189,82 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obteve a máxima PAC (1.559,50 kg ha<sup>-1</sup>) a cultivar BRS Rubi (Figura 9B). Para a cultivar BRS Verde, as doses que possibilitaram a máxima PAC foram de 198,73 (2.352,60 kg ha<sup>-1</sup>) e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (1.711,50 kg ha<sup>-1</sup>) na primeira e segunda safra, respectivamente (Figura 9).



**Figura 9** - Produtividade de algodão em caroço em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

A cultivar BRS Topázio foi superior às demais cultivares estudadas nas doses de  $P_2O_5$  aplicadas de 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> na primeira safra agrícola (Figura 9A). Já na segunda safra, a cultivar se sobressaiu às outras cultivares nas doses aplicadas de 60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$  (Figura 9B). O algodão naturalmente colorido teve os menores valores PAC observados na segunda safra (Figura 9B). Esse resultado está provavelmente ligado ao menor TPDF e desempenho agrônômico (AFP, NRT, NCP, PMC, MSPA) das cultivares de algodão atingidas na segunda safra.

A produtividade é o reflexo da nutrição da planta, dentre outros fatores. Essa resposta produtiva do algodão está diretamente ligada ao melhor desempenho agrônômico, como pode ser observado nas características AFP, NRTP, NCP, PMC e MSPA. Estudos realizados avaliando adubação fosfatada observaram que a aplicação de P aumentou produtividade de algodão em caroço (MAKHDUM et al., 2001; AHMAD et al., 2009; BATISTA et al., 2010; ALI; AHMADA, 2020). Contudo, trabalhos indicam que não há efeito significativo das doses de P na produtividade do algodão em caroço, devido ao solo apresentar teores de médio a adequado de P (AQUINO et al., 2011; SANTOS et al., 2012), e também por causa do sistema de cultivo de sequeiro (AQUINO et al., 2011).

Na comparação às cultivares estudadas, a cultivar BRS Topázio se sobressaiu da demais na PAC, provavelmente por se tratar de uma cultivar mais eficiente, na qual se observou bom desempenho agrônômico e também o TPDF (Tabela 4). A BRS Topázio possui alto rendimento de algodão em caroço em comparação com as demais cultivares de algodão colorido e chega a superar algodão de fibra branca (BRS Araripina) (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011).

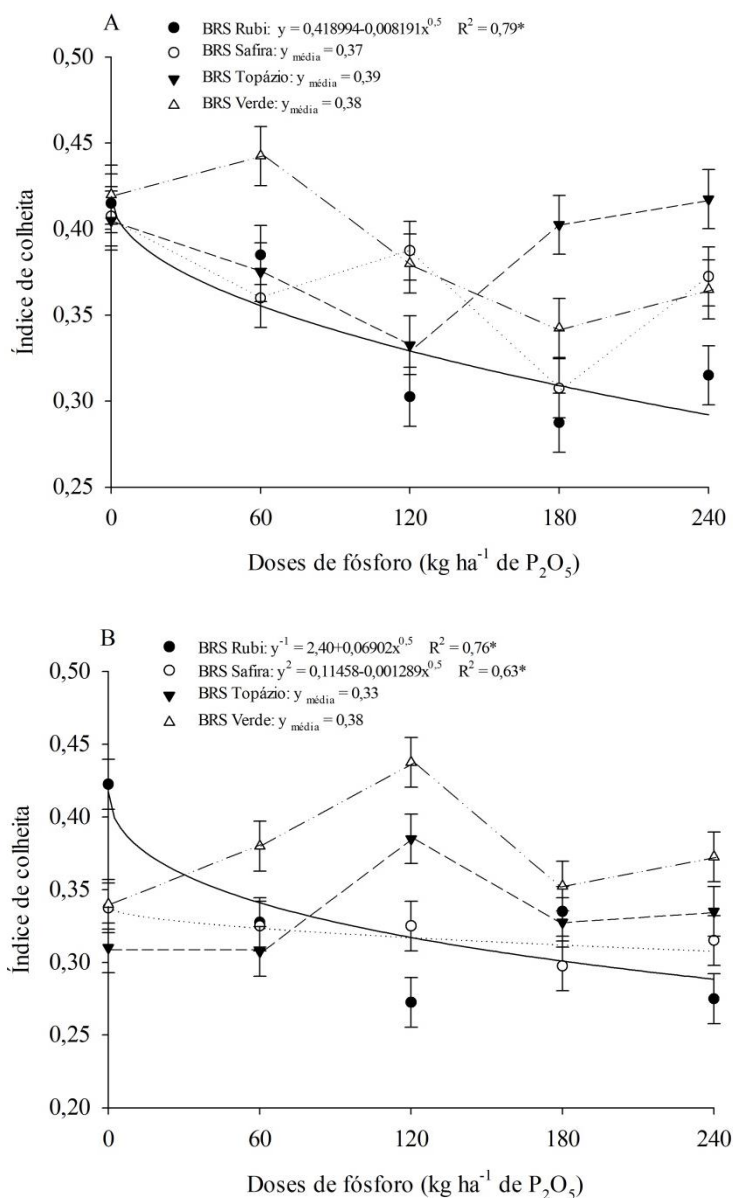
### **Índice de colheita**

Na safra 2017, para a cultivar BRS Rubi, a ausência de adubação obteve o maior IC (0,42), destacando que na medida em que se aumentou a dose aplicada diminuiu o IC (Figura 10A). Não houve ajuste de equações para as cultivares BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde, contudo as cultivares tiveram médias de IC de 0,37; 0,39 e 0,39, respectivamente. As cultivares de algodão naturalmente colorido não diferiram entre si quanto ao IC na ausência da adubação fosfatada na primeira safra agrícola (Figura 10A).

A ausência de adubo fosfato proporcionou os máximos IC para as cultivares BRS Rubi (0,42) e BRS Safira (0,34) na segunda safra agrícola (Figura 10B). Para as cultivares BRS Topázio e BRS Verde não houve ajuste de equação, em que os valores



IC médios foram de 0,34 e 0,38. A cultivar BRS Rubi obteve maior IC na comparação às outras cultivares avaliadas na ausência do adubo fosfatado, e não teve diferença entre as cultivares na dose aplicada de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.



**Figura 10** - Índice de colheita em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

Por se tratar de uma medida que relaciona a produtividade de algodão em caroço e a matéria seca da parte área, fatores que afetam o desempenho da cultura influenciam o comportamento do IC. As características avaliadas como MSPA e PAC foram influenciadas pela disponibilidade P por meio da adubação, sendo que as cultivares

tiveram comportamentos distintos. A proximidade da relação entre produtividade de algodão em caroço e produtividade da matéria seca da parte aérea possibilitou que a cultivar BRS Verde obtivesse maiores índices principalmente nas menores doses aplicadas.

A cultivar BRS Topázio, em virtude também da menor diferença entre a relação de produtividade de algodão em caroço e produtividade da matéria seca da parte aérea, obteve IC semelhante à BRS Verde na primeira safra (Figura 10A). Já na segunda safra agrícola, a cultivar BRS Rubi teve essa menor diferença entre a relação produtividade de algodão em caroço e produtividade da massa matéria da parte aérea na ausência de adubação, e a cultivar BRS Verde na dose de  $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 10B).

Estudo avaliando a resposta de algodão naturalmente colorido à adubação nitrogenada identificou que o maior índice de colheita foi 0,38 com a cultivar Topázio (TARTAGLIA et al., 2020b).

De forma geral, as respostas observadas nas variáveis estudadas em que se identificaram os efeitos da adubação fosfatada foram condicionadas à baixa disponibilidade de P nas condições de origem (Tabela 1) (MALAVOLTA, 2006). Outro fator diz respeito às cultivares estudadas, que diferiram quanto à resposta à adubação, quanto à eficiência de uso do nutriente (MAKHDUM et al., 2001; MARCANTE et al., 2016) e também por terem diferença quanto ao potencial genético (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011).

#### 4 CONCLUSÕES

A aplicação de P ocasionou melhor desempenho do algodão naturalmente colorido nas condições do semiárido.

O maior teor de fósforo na folha diagnóstica ( $1,76 \text{ g kg}^{-1}$ ) foi obtido com a dose de P de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

As doses de  $190,17$ ;  $240$ ;  $155,74$  e  $165,15 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  proporcionaram as maiores matérias secas da parte aérea por planta nas cultivares BRS Verde ( $96,22 \text{ g planta}^{-1}$ ), BRS Safira ( $98,84 \text{ g planta}^{-1}$ ) BRS Rubi ( $100,65 \text{ g planta}^{-1}$ ) e BRS Topázio ( $113,00 \text{ g planta}^{-1}$ ), respectivamente.

As maiores produtividades de algodão em caroço foram obtidas nas doses de  $198,73$ ;  $60$ ;  $240$  e  $226,90 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  nas cultivares BRS Verde ( $2.352,60 \text{ kg ha}^{-1}$ ), BRS Rubi ( $2.420,01 \text{ kg ha}^{-1}$ ), BRS Safira ( $2.460,76 \text{ kg ha}^{-1}$ ) e BRS Topázio ( $3.086,90 \text{ kg ha}^{-1}$ ), respectivamente.

A cultivar BRS Topázio obteve as maiores matéria seca da parte aérea por planta e produtividade de algodão em caroço.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; HANNAN, A.; YASIN, M.; RANJHA, A. M.; NIAZ, A. Phosphorus application to cotton enhances growth, yield, and quality characteristics on a sandy loam soil. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 46, n. 3, p. 169-173, 2009. Disponível em: <<https://www.pakjas.com.pk/papers/89.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- ALI, H.; AHMADA, M. I. Agronomic efficiency and profitability of cotton on integrated use of phosphorus and plant microbes. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 81, n. 2, p. 484-494, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.232940>>. Acesso em: 02 dez. 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.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- AQUINO, L. A. de; BERGER, P. G.; OLIVEIRA, R. A. de; NEVES, J. C. L.; LIMA, T. C.; BATISTA, C. H. Parcelamento do fertilizante fosfatado no algodoeiro em sistema de cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p. 463-470, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000500005>>. Acesso em: 02 fev. 2020.
- AQUINO, L. A. de; BERGER, P. O.; NEVES, J. C. L.; LIMA, T. C.; AQUINO, R. F. B. A. de. Parcelamento de fósforo em algodoeiro irrigado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1983-40632012000100001>>. Acesso em: 05 jun. 2020.
- BARBOSA, J. L.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. de P.; VELOSO, L. L. de S. A.; SILVA, E. L. da; GUEDES, M. A. Crescimento de algodoeiro colorido cv. BRS Topázio em solos com distintas salinidades e adubação orgânica. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 206-213, 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.19084/RCA17294>>. Acesso em 15 jun. 2020.
- BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A. de; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.7127/RBAI.V4N400035>>. Acesso em 02 out. 2020.
- BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. de; SOUSA JÚNIOR, S. P. de; BRITO, G. G. de; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium* Hutch.). In: BELTRÃO, N. E. de M., OLIVEIRA, M. I. P. de (Eds.). **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão-manso e sisal**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 65-124.

BORGES, V. P.; SILVA, B. B. da; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FERREIRA, R. da C.; OLIVEIRA, A. D. de; MEDEIROS, J. F. Energy balance and evapotranspiration of melon grown with plastic mulch in the Brazilian semiarid region. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 5, p. 385-392, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0136>>. Acesso em: 20 set. 2020.

BRANDÃO, Z. N.; FERREIRA, G. B.; SOFIATTI, V.; LIMA, R. de L. S. de; MEDEIROS, J. da C. Uso de nitrogênio e fósforo e seus efeitos na nutrição do algodão irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 213-218, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.5039/agraria.v7i2a1148>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

CARVALHO, L. P. de; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da. Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 37-44, 2011. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/910145/1/488rbof15127362011.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2020.

CARVALHO, M. da C. S.; BORIN, A. L. D. C.; STAUT, L. A.; FERREIRA, G. B. Nutrição, calagem e adubação. In: BOREM, A., FREIRE, E. C. (Eds.). **Algodão do plantio à colheita**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2014. p. 156-176.

CARVALHO, M. da C. S.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, R. S.; SILVA, O. R. R. F.; MEDEIROS, J. da C. Nutrição, calagem e adubação. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Eds.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. v. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 677-790.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Proposta de preços mínimos - Safra 2013/2014: Produtos da safra de verão**. Brasília: CONAB, 2013, p. 161.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 6-16, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v02n01p6-16>>. Acesso em: 10 dez. 2020.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

FERREIRA, P. V. Estatística Experimental Aplicada à Agronomia. 3 ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.

FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N. E. de M.; PEREIRA, A. S. Desenvolvimento de uma régua para medidas de área foliar do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 736-741, 2010.

Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000700008>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

FREIRE, E. C.; MORELLO, C. de L.; FARIAS, F. J. C.; SILVA FILHO, J. L. da; VIDAL NETO, F. da C.; PEDROSA, M. B.; SUINAGA, F. A.; COSTA, J. N. da; ANDRADE, F. P. de. Objetivos e métodos usados nos programas de melhoramento do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M., AZEVEDO, D. M. P. de (Eds.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 299-324.

GOMES, R. V.; COUTINHO J. L. B. Algodão herbáceo irrigado. In: CAVALCANTI, F. J. de A.; SANTOS, J. C. P. dos; PEREIRA, J. R.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L. da; FREIRE, F. J.; SILVA, D. J.; SOUSA, A. R. de; MESSIAS, A. S.; FARIA, C. M. B. de; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M. A.; GOMES, R. V.; CAVALCANTI, A. C.; LIMA, J. F. W. F. (Eds.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: IPA, 2008. p. 115.

GOU, X.; CAI, Y.; WANG, C.; LI, B.; ZHANG, Y.; TANG, X.; SHEN, J.; CAI, Z. Effects of different long-term cropping systems on phosphorus adsorption and desorption characteristics in red soils. **Journal of Soils and Sediments**, v. 20, p. 1371-1382, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11368-019-02493-2>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

LI, J. H.; WANG, Y. Y.; LI, N. N.; ZHAO, R. H.; KHAN, A.; WANG, J.; LUO, H. H. Cotton leaf photosynthetic characteristics, biomass production, and their correlation analysis under different irrigation and phosphorus application. **Photosynthetica**, Praha, v. 57, n. 4, p. 1066-1075, 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.32615/ps.2019.118>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

MAKHDUM, M. I.; MALIK, M. N. A.; SHABAB-ud-DIN; CHAUDHRY, F. I. Effect of phosphorus fertilizer on growth, yield and fibre quality of two cotton cultivars. **Journal of Research (Science)**, Multan, v. 12, n. 2, p. 140-146, 2001. Disponível em: <<https://www.bzu.edu.pk/jrscience/vol12no2/7.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2020.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 638 p.

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

MARCANTE, N. C.; MUROAKA, T.; BRUNO, I. P.; CAMACHO, M. A. Eficiência de absorção e utilização de fósforo por cultivares de algodão em um solo de Cerrado (Latossolo Vermelho Amarelo). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 239-247, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.26551>>. Acesso em: 14 set. 2020.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SENTELHAS, P. C.; CHIAVEGATO, E. J.; GUISELINI, C.; SANTIAGO, A. V.; PRELA, A. Estimação da área foliar do algodoeiro por meio de dimensões e massa das folhas. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 1, p. 15-24, 2005.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0006-87052005000100002>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

MULLINS, G. L. Cotton root growth as affected by P fertilizer placement. **Fertilizer Research**, v. 34, p. 23-26, 1993. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00749956>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

OLIVEIRA, L. E. M.de; MESQUITA, A. C.; FREITAS, R. B. **Análise de crescimento de plantas**. Lavras: Departamento de Biologia Setor de Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras, 2002.

PEDROSO NETO, J. C.; FALLIERI, J.; SILVA, N. M. da; 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.

PEIXOTO, F.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Corantes têxteis: Uma revisão. **Holos**, Natal, v. 5, p. 98-106, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.15628/holos.2013.1239>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

PEREIRA, A. R.; MACHADO, E. C. **Análise quantitativa do crescimento de vegetais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1987. 33 p. (IAC-Boletim Técnico n. 114).

PEREIRA, F. F.; RATKE, R. F.; ZUFFO, A. M.; SOUSA, W. P. de; ALMEIDA, F. A. de; PETTER, F. A. Características agrônômicas do algodão submetido a épocas e doses de aplicação de fósforo no Cerrado Piauiense. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 29, n. 1, p. 11-21, 2020. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n1p11-21>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

QUEIROGA, V. de P.; CARVALHO, L. P. de; CARDOSO, G. D. Cultivo do algodão colorido orgânico na região semi-árido do nordeste brasileiro. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. 49 p. (Documentos, 2004). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/278113/1/DOC204.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

RÊGO, L. G. da S.; MARTINS, C. M.; SILVA, E. F. da; SILVA, J. J. A. da; LIMA R. N. da S. Pedogenesis and soil classification of an experimental farm in Mossoró, state of Rio Grande do Norte, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n430rc>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

RESENDE, A. V. de; FURTINI NETO, A. E.; ALVES, V. M. C.; MUNIZ, J. A.; CURTI, N.; LAGO, F. J. do. Resposta do milho a fontes e modos de aplicação de fósforo durante três cultivos sucessivos em solo da região do Cerrado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 458-466, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000300011>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

RICHETTI, A.; MELO FILHO, G. A. de. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro. In: **Algodão: tecnologia de produção**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 13-33.

SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; NOVAIS, R. F. de; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. da C. S.; SILVA FILHO, J. L. da. Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo para o algodoeiro no Cerrado da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 537-543, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000400015>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

SANTOS, M. G. dos; RIBEIRO, R. M. P.; ALBUQUERQUE, J. R. T. de; LINS, H. A.; BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L. M. da; SOARES, E. B.; SOUZA, A. R. E. de. Production performance of sesame cultivars under different nitrogen rates in two crops in the Brazilian semi-arid region. **Industrial Crops and Products**, v. 124, p. 1-8, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.015>>. Acesso em: 18 jun. 2020.

SANYAL, S. K.; DWIVEDI, B. S.; SINGH, V. K.; MAJUMDAR, K.; DATTA, S. C.; PATTANAYAK, S. K.; ANNAPURNA, K. Phosphorus in relation to dominant cropping sequences in India: chemistry, fertility relations and management options. **Current Science**, Bengaluru, v. 108, n. 7, p. 1262-1270, 2015. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/24905487?seq=1>>. Acesso em: 14 dez. 2020.

SERRA, A. P.; MARCHETTI, M. E.; VITORINO, A. C. T.; NOVELINO, J. O.; CAMACHO, M. A. Determinação de faixas normais de nutrientes no algodoeiro pelos métodos ChM, CND e DRIS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 105-113, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000100011>>. Acesso em: 29 abr. 2021.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SOOMRO, A. W.; SOOMRO, A. R.; ARAIN, A. S.; TUNIO, G. H.; CHANG, M. S.; LEGHARI, A. B.; MAGSI, M. R. Response of cotton to various doses of NPK fertilizers. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 3, n. 9, p. 1436-1437, 2000. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.3923/pjbs.2000.1436.1437>>. Acesso em: 08, jan. 2021.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p. 147-168.

SYSTAT SOFTWARE INC. **SigmaPlot for windows version 12.0**. San Jose, 2011.

SYSTAT SOFTWARE INC. **Table curve 2D and 3D**. San Jose, 2002.

TARTAGLIA, F. de L.; SANTOS, A. P. dos; SOUZA, A. R. E. de; SANTOS, M. G. dos; SILVEIRA, L. M. da; BARROS JÚNIOR, A. B. Economical nitrogen dose for production of irrigated naturally colored cotton in the semi-arid region. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 24, n. 11,



p.783-789, 2020a. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n11p783-789>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

TARTAGLIA, F. de L.; SOUZA, A. R. E. de; SANTOS, A. P. dos; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. da; SANTOS, M. G. dos. Nitrogen utilization efficiency by naturally colored cotton cultivars in semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. 4, p. 1-9, 2020b. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200061>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

VALE, D. G.; GUIMARÃES, F. M.; OLIVEIRA, G. dos S.; CARDOSO, G. D.; ALVES, I.; SILVA, J. C. A. da; SILVA, O. R. R. F. da; CARTAXO, W. V.; CARVALHO, L. P. de. Algodão Colorido: “Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil”. 1 ed. Campina Grande: Embrapa, 2011. 2 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53218/1/Colecao-de-algodao-colorido-da-Embrapa-Algodao-1.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2021.

## CAPÍTULO 2

### PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA FIBRA DE ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO ADUBADO COM DOSES DE FÓSFORO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

#### RESUMO

O cultivo do algodão de fibra naturalmente colorida tem grande potencial para o Nordeste brasileiro, pois suas fibras são mais valorizadas do que a fibra branca, dispensa o tingimento químico que causa resíduos e também diminui o consumo de água no processo. Entretanto, seu cultivo no Semiárido ocorre com baixo uso de tecnologia e insumos, em solos com baixo teor de fósforo (P). Neste sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade e qualidade da fibra de cultivares de algodão naturalmente colorido submetidas à adubação fosfatada, sob irrigação, no Semiárido brasileiro. Foram conduzidos dois experimentos em campo (2017 e 2018), na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, município de Mossoró, RN. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com tratamentos arranjos em parcelas subdivididas e quatro repetições. Na parcela principal, foram alocadas as cinco doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); e nas subparcelas, as quatro cultivares de algodão de fibra naturalmente colorida (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde). De maneira geral, o aumento da disponibilidade de P por meio da aplicação das doses possibilitou incremento da produtividade e qualidade da fibra, tendo a cultivar BRS Topázio se destacado nas características avaliadas. A produtividade máxima das fibras foi obtida com as doses de 240, 240, 199,11 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para as cultivares BRS Safira, BRS Topázio, BRS Verde e BRS Rubi na primeira safra agrícola, respectivamente. O máximo comprimento de fibra foi alcançado com a dose 80,86 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na cultivar BRS Verde. A máxima uniformidade foi obtida com a dose de 138,49 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e a cultivar BRS Topázio obteve maior uniformidade. A resistência da fibra aumentou com a aplicação das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, exceto para a cultivar BRS Rubi.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum*. Cultivares. Adubação fosfatada. Micronaire. Resistência.

**PRODUCTIVITY AND QUALITY OF NATURALLY COLORED COTTON  
FIBER FERTILIZED WITH PHOSPHORUS DOSES IN THE BRAZILIAN  
SEMIARID**

**ABSTRACT**

The cultivation of naturally colored fiber cotton has great potential for the Brazilian Northeast, as its fibers are more valued than white fiber, dispensing the chemical dyeing that cause waste and also decreasing the consumption of water in the process. However, its cultivation in the Semi-Arid occurs with low use of technology and inputs, in soils with low phosphorus (P) content. In this sense, the objective of the work was to evaluate the productivity and fiber quality of naturally colored cotton cultivars submitted to phosphate fertilization, under irrigation, in the Brazilian Semi-arid. Two field experiments (2017 and 2018) were conducted at the Rafael Fernandes Experimental Farm, in the municipality of Mossoró, RN. The experimental design was in randomized blocks, with treatments arranged in subdivided plots and four replications. In the main plot, the five doses of P (0; 60; 120; 180 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) were allocated; and in the subplots, the four cotton cultivars of naturally colored fiber were allocated (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio and BRS Verde). In general, the increase in the availability of P through the application of doses made it possible to increase the productivity and quality of the fiber, with the cultivar BRS Topázio standing out in the evaluated characteristics. Maximum fiber productivity was obtained with doses of 240, 240, 199.11 and 60 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, for the cultivars BRS Safira, BRS Topázio, BRS Verde and BRS Rubi in the first agricultural season, respectively. The maximum fiber length was achieved with the dose of 80.86 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the cultivar BRS Verde. Maximum uniformity was obtained with the dose of 138.49 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and the cultivar BRS Topázio obtained greater uniformity. The fiber resistance increased with the application of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> doses, except for the cultivar BRS Rubi.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum*. Cultivars. Phosphate fertilization. Micronaire. Resistance.

## 1 INTRODUÇÃO

O cultivo do algodão naturalmente colorido (*Gossypium hirsutum* L.) tem grande potencial de expansão na região do Nordeste brasileiro, pois tem aumentado o interesse do seu cultivo pela agricultura familiar (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). Seu cultivo ocorre basicamente pela mão de obra familiar, e sua comercialização tem valor agregado que está ligado à valorização da fibra, na medida em que dispensa o tingimento que produz resíduo que pode causar dano ambiental, além de diminuir o consumo de água no processamento (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011; CONAB, 2013; PEIXOTO; MARINHO; RODRIGUES, 2013).

Porém, seu cultivo na região Semiárida ocorre com baixo uso de tecnologia e sem o uso de irrigação e fertilizantes, o que resulta em baixos rendimentos (TARTAGLIA et al., 2020). Portanto, se faz necessário propor tecnologias adequadas para o algodão naturalmente colorido que possibilitem sua expansão em área de cultivo (TARTAGLIA et al., 2020) e proporcionem aumento da produtividade e qualidade da fibra. As cultivares de algodão colorido em condições de cultivo de sequeiro têm valores médios obtidos para resistência e comprimento de fibra de 24,50 gf tex<sup>-1</sup> e 25,40 mm (BRS Rubi); 24,20 gf tex<sup>-1</sup> e 24,00 mm (BRS Safira), 31,90 gf tex<sup>-1</sup> e 30,40 mm (BRS Topázio) e 25,86 gf tex<sup>-1</sup> e 29,56 mm (BRS Verde), respectivamente (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). Dentre as cultivares coloridas a BRS Topázio tem grande potencial produtivo e de características de fibra, além de se equiparar a cultivares de fibra branca (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011).

Além da produtividade, é importante que a fibra alcance padrão mínimo desejável para indústria têxtil relativamente à sua qualidade (FREIRE et al., 2008). A fibra com propriedade de tração aprimorada permite menor propensão de quebra (resistência) e menos defeitos no fio (MATHANGADEERA et al., 2020). Portanto, trabalhar com genótipos de fibra naturalmente colorida que tenham potencial produtivo e boa característica de fibra pode possibilitar maior inserção na participação de mercado, industrial e consumidor final.

As características da fibra de algodão são influenciadas por fatores genéticos e ambientais e sua interação, bem como pelo manejo empregado (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011; BAXEVANOS; TSIALTAS; GOULAS, 2013; KAZAMA et al., 2015). A fertilização é um manejo adotado que traz várias

controvérsias quanto ao seu efeito na produtividade e qualidade da fibra, principalmente quando se trata da adubação fosfatada (GUTSTEIN, 1970; MAKHDUM et al., 2001; AHMAD et al., 2009; SANTOS et al., 2012). O fósforo (P) é essencial para as plantas, sendo importante para a fotossíntese, síntese de proteínas, transformação de açúcares e outros processos metabólicos (CARVALHO et al., 2008).

P tem sido aplicado para possibilitar altas produtividades nas culturas, contudo o suprimento de P disponível para a cultura é insuficiente por causa do comportamento do nutriente no solo relativamente à adsorção e fixação (GOU et al., 2020). Para o nível ideal de P no solo, é recomendado que a quantidade esteja acima de  $30,1 \text{ mg dm}^{-3}$  (MALAVOLTA, 2006). O cultivo do algodão no Cerrado da Bahia, em solo de textura média, com teor médio de P de  $18 \text{ mg dm}^{-3}$ , não respondeu à adubação fosfatada (SANTOS et al., 2012). Entretanto, trabalho conduzido no Cerrado Piauiense, o algodão respondeu a doses de P e época de aplicação com relação à produtividade em solo com condições iniciais de  $53 \text{ mg dm}^{-3}$  de P, obtendo-se a máxima produtividade de algodão em caroço ( $1.254,00 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com a dose  $76,47 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (PEREIRA et al., 2020).

Estudos descrevem aumentos na produtividade de algodão devido à aplicação de doses de P (MAKHDUM et al., 2001; AHMAD et al., 2009; AQUINO et al., 2011; PEREIRA et al., 2020), identificando diferentes respostas de cultivares a esta prática (MAKHDUM et al., 2001; MARCANTE et al., 2016). Contudo, outros trabalhos que também avaliaram os efeitos de doses de P na produtividade do algodão não encontraram resposta significativa (GUTSTEIN, 1970; SANTOS et al., 2012).

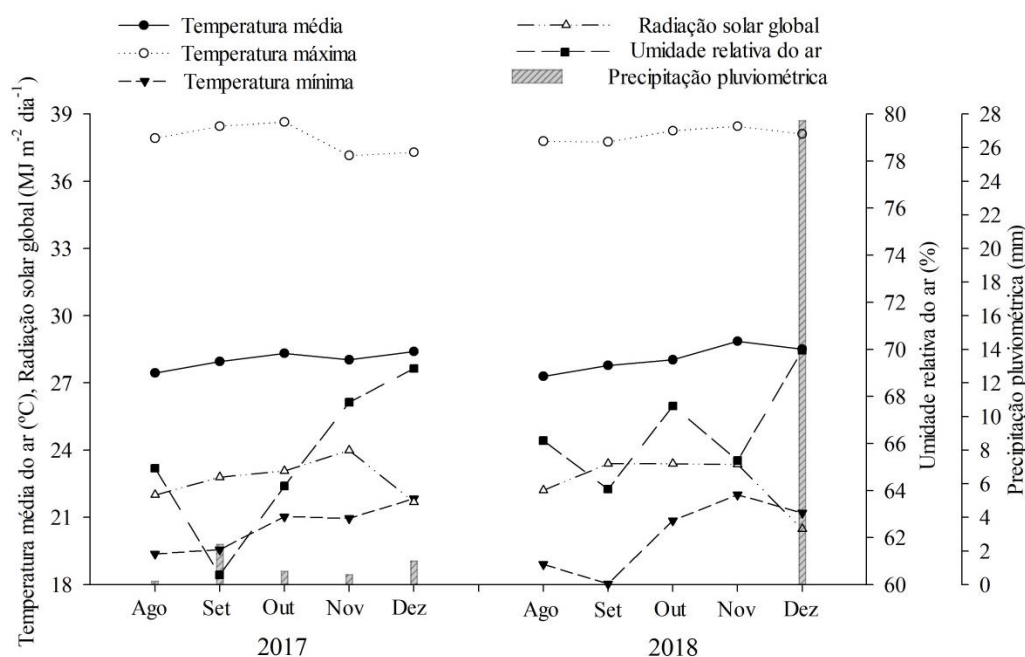
Pesquisa avaliando diferentes doses de P identificou que sua aplicação não produziu efeitos significativos na qualidade da fibra em diferentes cultivares (MAKHDUM et al., 2001; SANTOS et al., 2012). Entretanto, outras pesquisas verificaram o efeito de doses de P na qualidade da fibra do algodão (GUTSTEIN, 1970; AHMAD et al., 2009), em que o aumento da dose de P promoveu diminuição da finura e índice de maturidade e aumento no comprimento médio e razão de uniformidade (GUTSTEIN, 1970).

São necessários estudos proporcionando a melhor compreensão da adubação fosfatada no algodão, a fim de possibilitar seu uso racional a partir da recomendação de adubação mais representativa para cada condição edafoclimática e cultivares trabalhadas (MAKHDUM et al., 2001; AHMAD et al., 2009). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e qualidade da fibra de

cultivares de algodão naturalmente colorido submetidas à adubação fosfatada, sob irrigação, no Semiárido brasileiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em campo experimental, no período de agosto a dezembro dos anos de 2017 (primeira safra agrícola) e 2018 (segunda safra agrícola), na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (5°03'29,27"S, 37°23'49,44"W e 81 m de altitude), pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A fazenda está localizada no distrito de Alagoinha, zona rural do município de Mossoró, Rio Grande do Norte. O clima local, segundo a Classificação de Köppen, é do tipo BSh (ALVARES et al., 2013), caracterizado como seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma chuvosa que compreende os meses de fevereiro a maio, e outra seca que vai de junho a janeiro, com temperatura média de 27,2 °C e precipitação pluviométrica média anual de 766 mm (BORGES et al., 2015). Os dados meteorológicos médios do período da realização dos experimentos são apresentados na Figura 1.



**Figura 1** - Valores médios de temperaturas (°C) média, máxima e mínima do ar, radiação solar global (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica acumulada (mm) nas safras de algodão de 2017 e 2018. Fonte: Estação da Fazenda Experimental Rafael Fernandes – UFERSA.

O solo das áreas experimentais foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (RÊGO et al., 2016). Os dados das análises física e química do solo das áreas experimentais são apresentados na Tabela 1 (SILVA, 2009; DONAGEMA et al., 2011).

**Tabela 1** - Análises física e químicas das camadas de 0 a 0,20 m dos solos das áreas experimentais nas safras agrícolas do algodão naturalmente colorido.

Safra	Areia	Silte	Argila	pH	MO	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>
	-----kg kg <sup>-1</sup> -----			H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg gm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				
2017	0,91	0,02	0,07	5,30	3,31	3,30	0,16	0,03	0,80	0,90	0,05
2018	0,90	0,03	0,07	5,00	3,34	5,90	0,09	0,08	0,90	0,70	0,25

\* MO = matéria orgânica; P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Mehlich (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup>: 1M KCl.

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, onde nas parcelas foram alocadas cinco doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e nas subparcelas, as quatro cultivares de algodão naturalmente colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde e BRS Topázio).

Todas as cultivares utilizadas foram desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPq) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), situada em Campina Grande-PB. As cores das fibras do algodão são: verde (BRS Verde), marrom avermelhado (BRS Rubi e BRS Safira) e marrom claro (BRS Topázio) (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). Todas as cultivares são de ciclo anual (120 a 140 dias), com altura média por volta de 1,10 m (BRS Rubi); 1,30 m (BRS Safira); 1,16 m (BRS Topázio) e 1,30 m (BRS Verde) (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011; VALE et al., 2011).

A área total do experimento foi de 896 m<sup>2</sup> e cada parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de plantas, totalizando uma área de 10,64 m<sup>2</sup> (3,8 m x 2,8 m). O espaçamento utilizado foi de 0,70 m x 0,20 m, com uma planta por cova, totalizando 34 plantas na área útil da parcela experimental (4,76 m<sup>2</sup>), e uma população de 71.428 plantas ha<sup>-1</sup>.

O preparo do solo foi realizado com gradagem pesada e niveladora, para incorporação do material vegetal remanescente na área e homogeneizar a superfície do solo antes da instalação dos experimentos. O plantio do algodão na primeira safra agrícola foi realizado no dia 8 de agosto de 2017 e na segunda safra agrícola no dia 23 de agosto de 2018. Realizou-se semeadura direta, a três centímetros de profundidade, semeando-se três sementes por cova. O desbaste ocorreu quando as plantas emitiram três folhas definitivas, deixando-se apenas uma planta por cova.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejo, com emissores espaçados de 0,20 m e vazão de 1,5 L por hora. A análise química da água de irrigação encontra-se na



Tabela 2. As irrigações foram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração diária da cultura, utilizando-se o coeficiente da cultura de acordo com cada estágio de desenvolvimento (ALLEN et al., 1998). Aplicando-se lâmina média diária de 6,37 e 6,42 mm, com suspensão da irrigação aos 107 e 104 dias após a semeadura na primeira e segunda safra, respectivamente. As lâminas brutas foram de 695 e 674 mm na primeira e segunda safra agrícola, respectivamente.

**Tabela 2** - Análises químicas da água de irrigação proveniente de poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, Fazenda Experimental Rafael Fernandes.

pH	CE	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RAS	Dureza
H <sub>2</sub> O	dS m <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----							mg L <sup>-1</sup>	
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 adubação foi realizada de acordo com a recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco para algodão irrigado (GOMES; COUTINHO, 2008), exceto para a adubação fosfatada, que seguiu os tratamentos. A fonte de P utilizada foi superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicado todo em fundação (plantio) de forma manual, em cada safra. Além do P, foram disponibilizados 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) na forma de ureia (45% de N), 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra de 2017 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em 2018 (cloreto de potássio, 58% de K<sub>2</sub>O). N e K foram aplicados no plantio e em cobertura (15 e 35 dias após a emergência) por meio da fertirrigação (GOMES; COUTINHO, 2008). Os micronutrientes foram fornecidos na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> de Rexolin<sup>®</sup> 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), no surgimento dos botões florais, por meio da água de irrigação (PEDROSO NETO et al., 1999). A distribuição dos fertilizantes na água de irrigação foi realizada com o auxílio de tanque de derivação (“pulmão”).

Os tratos culturais e o controle fitossanitário foram realizados de acordo com as recomendações técnicas e necessidades da cultura em campo. Foram necessárias três capinas manuais para controle de plantas daninhas, ocorridos até 65 dias após a emergência, evitando a competição da planta daninha com o algodão em ambas as safras agrícolas. Também foi feito uso de acaricida e inseticidas (Abamectina, Beta-Ciflutrina, Deltametrina, Tiametoxam, Metomil na primeira safra e Beta-Ciflutrina, Tiametoxam e Metomil na segunda safra) para controlar a infestação de pragas.

O início da colheita do algodão ocorreu aos 109 (primeira safra) e 111 (segunda safra) dias após a semeadura. A colheita foi realizada manualmente, em três etapas, sendo a primeira colheita quando os capulhos do terço inferior da planta abriram, e mais duas vezes, de acordo com a abertura dos demais capulhos. Após a colheita final, foram realizadas coletas de solo em cada parcela experimental, e posteriormente as análises químicas para P residual nas parcelas (SILVA, 2009), sendo apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Valores médios de teor de fósforo residual no solo das áreas cultivadas com algodão naturalmente colorido submetido a doses de fósforo nas safras agrícolas.

Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cultivares	Teor de P (mg dm <sup>-3</sup> )*	
		1ª Safra	2ª Safra
60 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	17,00	23,75
	BRS Safira	15,00	19,00
	BRS Topázio	18,75	25,75
	BRS Verde	18,00	23,00
120 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	25,00	26,75
	BRS Safira	34,75	28,25
	BRS Topázio	32,00	27,75
	BRS Verde	21,00	24,75
180 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	45,00	39,00
	BRS Safira	33,25	31,75
	BRS Topázio	35,75	39,00
	BRS Verde	30,25	34,25
240 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	51,00	56,00
	BRS Safira	32,50	37,00
	BRS Topázio	32,75	49,00
	BRS Verde	33,00	38,00

\* Camada de 0 a 0,20 m do solo; P: Mehlich (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

As variáveis avaliadas foram: produtividade de fibra de algodão (PFA, kg ha<sup>-1</sup>), porcentagem de fibra (PF, %), comprimento da fibra (CF, mm), uniformidade do comprimento (UC, %), índice de fibras curtas (IFC, %), resistência da fibra (RF, gf tex<sup>-1</sup>), alongamento da fibra (AF, %), micronaire (Mic, µg pol<sup>-1</sup>), maturidade da fibra (Mat) e índice de fiabilidade (IF). A PFA foi determinada a partir da multiplicação da produtividade de algodão em caroço pela PF. As demais características foram determinadas no Laboratório de Fibras e Fios da Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, com o sistema HVI (High Volume Instrument), modelo HVI 1000 da USTER®.

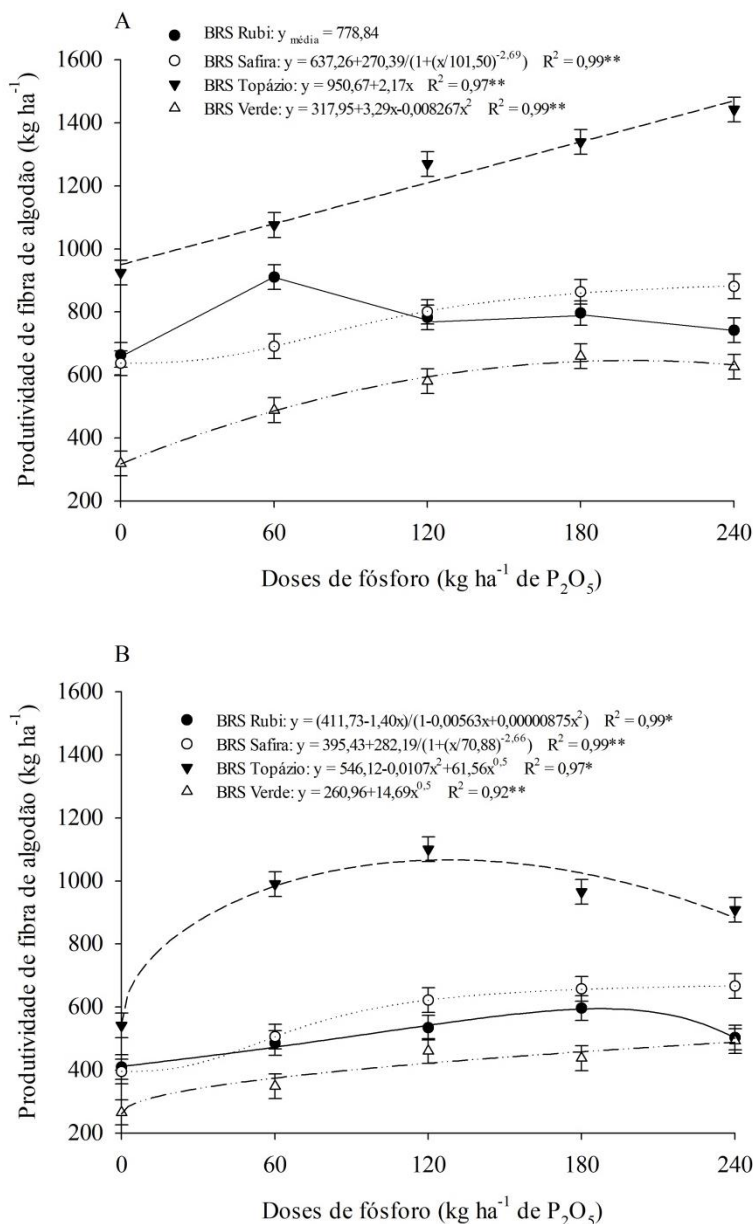
Análises de variância foram realizadas para as características avaliadas em cada safra agrícola, por meio do aplicativo SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). Observada a homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características (FERREIRA, 2000). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi feito usando o programa Table Curve 2D (SYSTAT SOFTWARE, 2002), com gráficos elaborados no SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) foi empregado para comparar as médias referentes às cultivares e às safras agrícolas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis, possibilitando a realização da análise conjunta dos experimentos. Para as variáveis PFA e PF, ocorreu interação tripla entre doses, cultivares e safras agrícolas. Para CF, houve interação dupla (cultivares e doses) e efeito apenas de safras agrícolas; UC teve interação cultivares e safras, além de efeito isolado de doses; para IFC não houve interação, tendo apenas efeitos isolados das safras agrícolas e cultivares; para RF ocorreu interação dupla: cultivares x doses e safras agrícolas x doses; para AF houve interação dupla (safras agrícolas e cultivares) e efeito de doses. Já para Mic ocorreu interação dupla safras agrícolas e doses, e apenas cultivares; para Mat, não houve interação, apenas de forma isolada as safras agrícolas e cultivares; IF teve interações duplas, cultivares e doses, além de safras agrícolas e doses.

#### **Produtividade de fibra de algodão**

Para PFA, o aumento da disponibilidade de P a partir da adubação promoveu incremento nos resultados em ambas as safras agrícolas. A dose de  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  possibilitou as máximas PFA nas cultivares BRS Safira e BRS Topázio com produtividades de  $888,35$  e  $1.470,38 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente (Figura 2A). A cultivar BRS Verde obteve a maior PAF na dose de  $199,11 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $645,70 \text{ kg ha}^{-1}$ ); para a cultivar BRS Rubi, não houve ajuste de equação, observando-se o valor médio de  $778,84 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 2A). Na segunda safra, as doses que proporcionaram as máximas PFA foram de  $187,78 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $595,30 \text{ kg ha}^{-1}$ );  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $667,07 \text{ kg ha}^{-1}$ );  $127,45 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $1.067,36 \text{ kg ha}^{-1}$ );  $240 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  ( $488,45 \text{ kg ha}^{-1}$ ) nas cultivares BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde, respectivamente (Figura 2B). A cultivar BRS Topázio obteve os maiores valores de PFA, independentemente das doses de P aplicadas e safras agrícolas. A primeira safra teve as maiores PFA nas cultivares de algodão naturalmente colorido (Figura 2). O pH do solo provavelmente afetou a disponibilidade do P para o algodão (Tabela 1).



**Figura 2** - Produtividade de fibra de algodão em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

O aumento da produtividade de fibra do algodão naturalmente colorido se deve à disponibilidade do P a partir da aplicação do nutriente no solo (Tabela 3), pois a concentração de P no solo antes da instalação do experimento é considerada muito baixa em ambas as safras agrícolas (MALAVOLTA, 2006). Contudo, estudo avaliando o efeito da adubação fosfatada no algodão destaca que a disponibilidade de P no solo aumenta a cada incremento da dose do nutriente, mas esse aumento não é proporcional

ao valor adicionado ao solo (AHMAD et al., 2009). A mesma resposta foi encontrada no presente estudo, conforme os valores médios encontrados para teor de P na Tabela 3.

Em virtude da reação química de sorção do P no solo, seu suprimento para a planta é insuficiente (CARVALHO et al., 2008; GOU et al., 2020). Provavelmente esse efeito provocou diferente comportamento entre as safras para a produtividade de fibra nas cultivares de algodão naturalmente colorido. As diferenças encontradas entre as cultivares ocorrem porque elas respondem de forma diferente à adubação, sendo algumas mais responsivas do que outras à adubação fosfatada (MAKHDUM et al., 2001; MARCANTE et al., 2016), bem como o potencial genético, em que se destaca a cultivar BRS Topázio (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011).

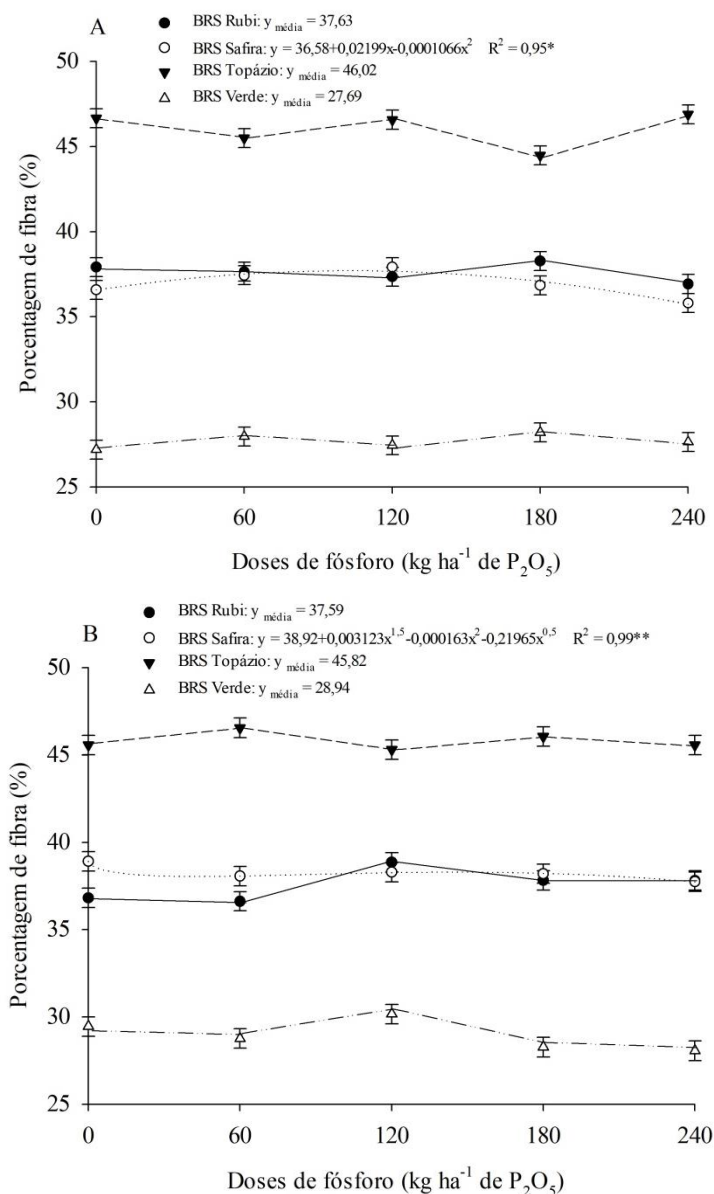
Makhdum et al. (2001) encontraram valores de produtividade de algodão em caroço foram de 2.317 kg ha<sup>-1</sup> (cultivar MNH-147) e 2.798 kg ha<sup>-1</sup> na CIM-240, com a dose de 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (MAKHDUM et al., 2001). Marcante et al. (2016) identificaram que as cultivares FMT 523, FM 910 e CNPA GO 2043 foram as mais responsivas ao fertilizante fosfatado em áreas com nível suficiente de P. Por sua vez, as cultivares Barbadense 01, FM 966LL, IPR Jataí, BRS Aroeira e BRS Buriti foram mais eficientes, acumulando P quando cultivadas em condições de baixo P disponível (MARCANTE et al., 2016).

Trabalhos avaliando adubação fosfatada corroboram com o presente estudo no que diz respeito a identificar o efeito da adubação no aumento da produtividade de algodão (AHMAD et al., 2009; BATISTA et al., 2010; ALI; AHMADA, 2020). Contudo, outras pesquisas relatam que não há efeito significativo da adubação fosfatada na produtividade do algodão (AQUINO et al., 2011; SANTOS et al., 2012), mostrando que fatores ligados a genótipos e condições de cultivo (solo, cultivo irrigado ou sequeiro e variáveis meteorológicas) podem interferir na resposta produtividade do algodão quanto à adubação fosfatada.

### **Porcentagem de fibra**

A PF variou pouco nas doses de P aplicada em ambas as safras agrícolas (Figura 3). A cultivar BRS Safira alcançou a máxima PF na dose de 103,18 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (37,72%) (Figura 3A), e na ausência de adubação (38,92%) na segunda safra agrícola (Figura 3B). Não ocorreu ajuste de equações para as cultivares BRS Rubi, BRS Topázio e BRS Verde nas safras agrícolas estudadas (Figura 3). A cultivar BRS Topázio obteve os maiores valores médios de porcentagem de fibra (46,02 e 45,82%) e a cultivar BRS

Verde obteve os menores (27,69 e 28,94%) (Figura 3). A PF não diferiu entre as safras agrícolas.



**Figura 3** - Porcentagem de fibra em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

PF acima de 40% é o padrão mínimo buscado pelo melhoramento para obter uma cultivar de algodão com grande potencial de produção de fibra (FREIRE et al., 2008). A cultivar BRS Topázio, independentemente das doses de P aplicadas e safras de cultivo, teve porcentagem de fibra acima de 40%. A cultivar BRS Safira teve aumento de 3,53% (120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na porcentagem de fibra em comparação à ausência de P; por sua vez, a BRS Verde obteve 3,58% de incremento (180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), ambas

na primeira safra agrícola. Os valores de PF obtidos pelas cultivares foram superiores aos valores padrão destas cultivares em condições normais de cultivo (CARVALHO et al., 2011).

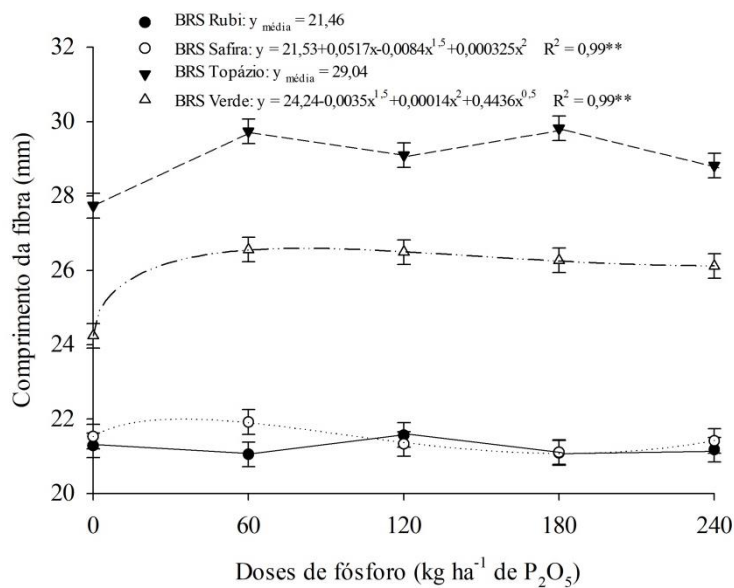
As características da fibra de algodão são influenciadas por fatores genéticos e ambientais, manejo e condições de colheita (KAZAMA et al., 2015). A variação de temperatura e as condições nutricionais são alguns dos fatores que podem afetar o florescimento e a frutificação (queda), que conseqüentemente influencia na ocorrência de cápsula na planta, sendo que os capulhos dos terços superior e inferior da planta possuem menor porcentagem de fibra (FARIAS et al., 2008). Por esses motivos, houve diferenças entre as doses aplicadas e cultivares estudadas quanto à PF. Estudo realizado no Paquistão, avaliando aplicação de P no algodão, identificou que a PF aumentou quando foram adicionados  $98,47 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , em solo que tinha no momento inicial  $3,10 \text{ mg kg}^{-1}$  de P (AHMAD et al., 2009).

Outro estudo avaliando duas cultivares de algodão (CIM-240 e MNH-147) e três doses de fósforo (0, 50 e  $100 \text{ kg de P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ ) em solo com teor inicial de P de  $7,9 \text{ mg kg}^{-1}$  no Paquistão identificou que não houve diferença das doses aplicadas e nem mesmo entre as cultivares quanto à PF (MAKHDUM et al., 2001). Estudo desenvolvido por Santos et al. (2012) também descreveu ausência de efeito da adubação fosfatada na característica de PF em solo com teor de P de  $18,0 \text{ mg dm}^{-3}$ , podendo-se afirmar que o estado inicial do P no solo é um fator importante a ser levado em consideração para a resposta da cultura à adubação fosfatada.

### **Comprimento da fibra**

As doses de P aumentaram os CF principalmente nas cultivares BRS Topázio e BRS Verde (Figura 4). A dose de  $80,86 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  acarretou no máximo CF de 26,60 mm na cultivar BRS Verde; por sua vez, a BRS Safira obteve o CF de 22,00 mm na dose de  $34,68 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (Figura 4). Não houve ajuste de equação para as cultivares BRS Rubi e BRS Topázio, sendo observados valores médios de 21,46 e 29,04 mm, respectivamente. A BRS Topázio teve os maiores comprimentos da fibra em comparação às demais cultivares avaliadas (Figura 4).





**Figura 4** - Comprimento da fibra de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.

As características da fibra de algodão são influenciadas por fatores genéticos e ambientais (KAZAMA et al., 2015). A maior oferta do P alcançada a partir da adubação ocasionou aumento do comprimento da fibra do algodão naturalmente colorido. A cultivar BRS Verde com a dose de 80,86 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pode ser classificada como uma fibra curta 26,60 mm (Figura 4). O CF considerado ideal a ser apresentado por uma cultivar de algodão para atender à indústria têxtil é acima de 29,5 mm (SL 2,5%) (FREIRE et al., 2008).

A cultivar BRS Topázio alcançou o padrão desejável com o aumento da dose de P. As cultivares tiveram aumento no CF por conta da adubação fosfatada, corroborando com as respostas encontradas por Gutstein (1970) e Ahmad et al. (2009), que observaram aumento no comprimento de fibra com a aplicação de P. Contudo, estudo avaliando diferentes cultivares e doses de P em solo com maior teor de P no solo (7,9 mg m<sup>-3</sup>) não encontrou efeito da adubação fosfatada no CF (MAKHDUM et al., 2001).

As safras diferiram quanto ao comprimento de fibra de algodão naturalmente colorido (Tabela 4). Na primeira safra agrícola, obteve-se o CF de 24,76 mm, provavelmente porque as características da fibra de algodão são influenciadas pela interação genótipo e ambiente (temperatura e precipitação) (BAXEVANOS; TSIALTAS; GOULAS, 2013; KAZAMA et al., 2015).

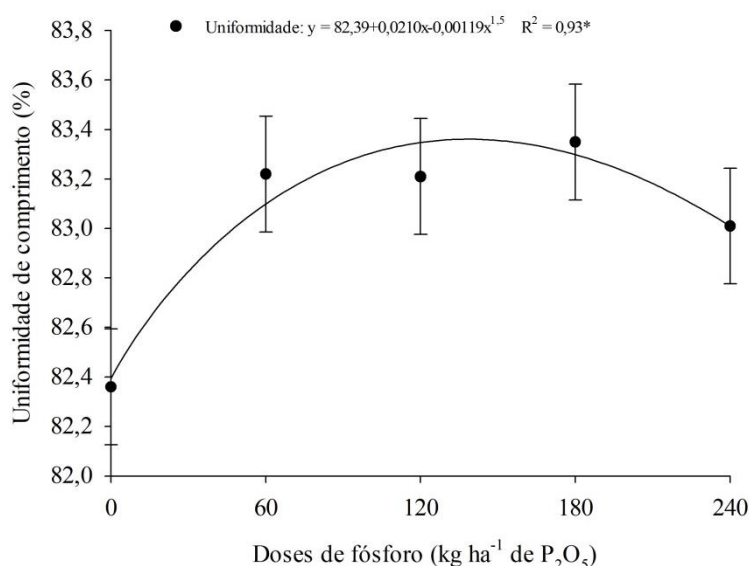
**Tabela 4** - Valores médios de comprimento da fibra do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

Safras agrícolas	Comprimento da fibra (mm)
1ª Safra agrícola	24,76a <sup>1</sup>
2ª Safra agrícola	24,08b

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Uniformidade de comprimento

O aumento das doses de P possibilitou maior UC (Figura 5). A dose de 138,49 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou a máxima uniformidade de comprimento estimada de 83,36%, sendo observado a partir dessa dose o decréscimo na UC (Figura 5). Este efeito de P é altamente desejável porque diminui o desperdício de fibra durante o processamento (GUTSTEIN, 1970). A aplicação de P ocasionou aumento 1,2% da UC em comparação à ausência da adubação. A UC foi classificada como média (EMBRAPA – HVI) e elevada, segundo Fonseca; Santana (2002). Importa destacar que, embora tenha sido pequeno, o acréscimo possibilitou melhor uniformidade da fibra, próxima da UC desejável para indústria têxtil (acima de 84%) (FREIRE et al., 2008).



**Figura 5** - Uniformidade de comprimento da fibra de algodão naturalmente colorido nas doses de fósforo.

A cultivar BRS Topázio obteve maior uniformidade de comprimento em comparação às outras cultivares estudadas em ambas as safras agrícolas (Tabela 5). A cultivar BRS Topázio obteve o padrão desejável para a indústria têxtil (FREIRE et al.,

2008). Em condições de cultivo em sequeiro, os valores médios de UC seriam 85,2% (BRS Topázio), 81% (BRS Rubi) e a BRS Safira com 80% (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). As cultivares BRS Rubi (81,78 e 82,81%) e BRS Safira (82,38 e 82,57%) obtiveram maior uniformidade da fibra em comparação aos valores de referência para as cultivares, que são de 81 e 80%, respectivamente (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011).

**Tabela 5** - Valores médios de uniformidade do comprimento das fibras das cultivares de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

Cultivares	Uniformidade de comprimento (%)	
	1ª Safra agrícola	2ª Safra agrícola
BRS Rubi	81,78cB <sup>1</sup>	82,81bA
BRS Safira	82,38bcA	82,57bA
BRS Topázio	84,68aA	84,28aA
BRS Verde	83,12bA	82,61bA

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Índice de fibras curtas

As cultivares de algodão naturalmente colorido diferiram entre si quanto ao IFC. O menor índice de fibras curtas foi observado na cultivar BRS Topázio com o valor de 7,75% (Tabela 6). O IFC é a proporção em percentual de fibras curtas em relação ao peso das fibras com comprimento inferior a 12,5 mm (FONSECA; SANTANA, 2002). A cultivar BRS Topázio teve baixo índice de fibra curta, mostrando potencial para a utilização da sua fibra na indústria têxtil; as outras cultivares tiveram fibras com IFC classificado como médio (regular) (FONSECA; SANTANA, 2002). Com relação à safra agrícola, o menor IFC foi observado na primeira safra agrícola, 9,45% (Tabela 7).

**Tabela 6** - Valores médios de índice de fibras curtas das cultivares de algodão naturalmente colorido.

Cultivares	Índice de fibras curtas (%)
BRS Rubi	11,15a <sup>1</sup>
BRS Safira	10,74a
BRS Topázio	7,75b
BRS Verde	10,24a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

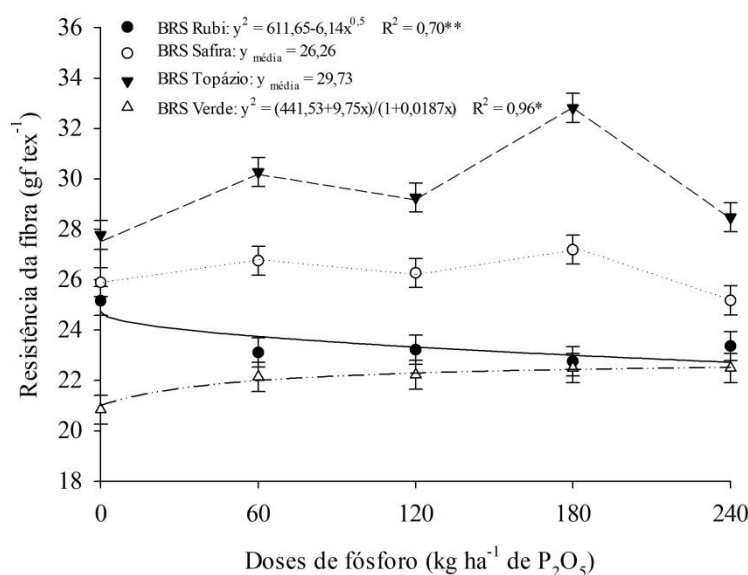
**Tabela 7** - Valores médios de índice de fibras curtas do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

Safras agrícolas	Índice de fibras curtas (%)
1ª Safra agrícola	9,45b <sup>1</sup>
2ª Safra agrícola	10,49a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Resistência da fibra

As doses de P afetaram a RF, de modo que o aumento das doses diminuiu a resistência de fibra na cultivar BRS Rubi, sendo obtido a máxima RF na ausência da adubação fosfatada (Figura 6). Por sua vez, a cultivar BRS Verde, na dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, alcançou a máxima RF com 22,52 gf tex<sup>-1</sup> (Figura 6). O aumento de P até 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ocasionou incremento da resistência da fibra nas cultivares BRS Safira e BRS Topázio.



**Figura 6** - Resistência da fibra de algodão em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.

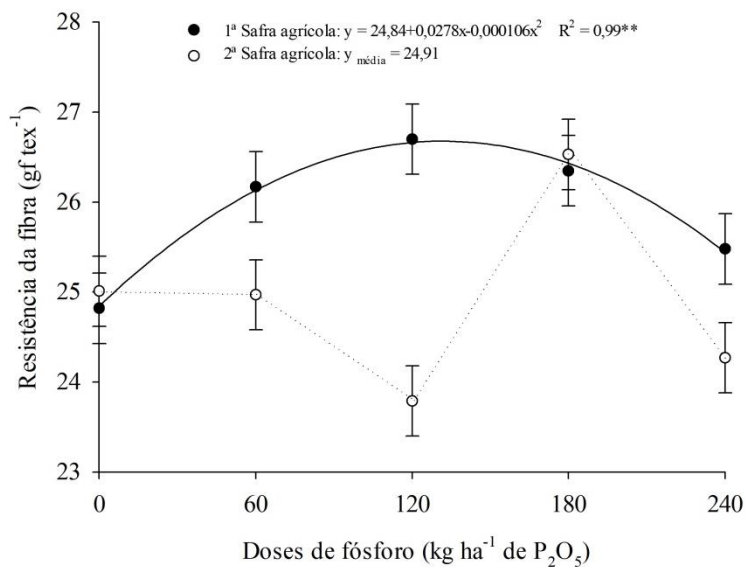
De maneira geral, a cultivar BRS Topázio alcançou os maiores valores de RF em comparação às demais. A cultivar obteve aumento de RF de 15,36% (180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado) em comparação à ausência de adubação fosfatada. Por sua vez, a cultivar BRS Verde obteve acréscimo de 7,42% com a dose de 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, a BRS Safira teve incremento de 4,78% da RF na dose aplicada de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Contudo, ocorreu efeito inverso para a cultivar BRS Rubi, que teve decréscimo na RF de 7,97% com o aumento das doses de P. A RF desejada para atendimento à indústria têxtil é acima de 29,5 gf tex<sup>-1</sup>, a ser apresentada por uma cultivar de algodão (FREIRE et al., 2008). A cultivar BRS Topázio alcançou a RF classificada como ideal para indústria têxtil (FREIRE et al., 2008), sendo considerada uma fibra forte, ao passo que as fibras das cultivares BRS Rubi e BRS Safira são descritas como de média resistência (FONSECA; SANTANA, 2002). A fibra da BRS Verde quanto à resistência é classificada como fraca.

Makhdum et al. (2001) não encontraram aumento de RF em cultivares de algodão com a maior disponibilidade de P por meio da adubação fosfatada (0; 50 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Santos et al. (2012) também não observaram diferença na RF com o aumento das doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Entretanto, há estudo corroborando o presente estudo, ao encontrar resposta da RF à adubação fosfatada (AHMAD et al., 2009). Os trabalhos diferem quanto às respostas das cultivares a doses de P aplicado com o presente estudo, provavelmente em virtude do teor inicial de P (7,9 mg dm<sup>-3</sup> e 18 mg dm<sup>-3</sup>) e do fato de que algumas cultivares são mais responsivas que outras (MAKHDUM et al., 2001; SANTOS et al., 2012; MARCANTE et al., 2016).

As doses de P influenciaram a RF nas safras agrícolas, em que o aumento até a dose de 131,84 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proporcionou incremento na RF. A máxima RF foi de 26,68 gf tex<sup>-1</sup> (131,84 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na primeira safra agrícola (Figura 7). Na segunda safra não houve ajuste de equação, sendo observado o valor de 24,91 gf tex<sup>-1</sup>. De maneira geral, a primeira safra teve as maiores RF (Figura 7).

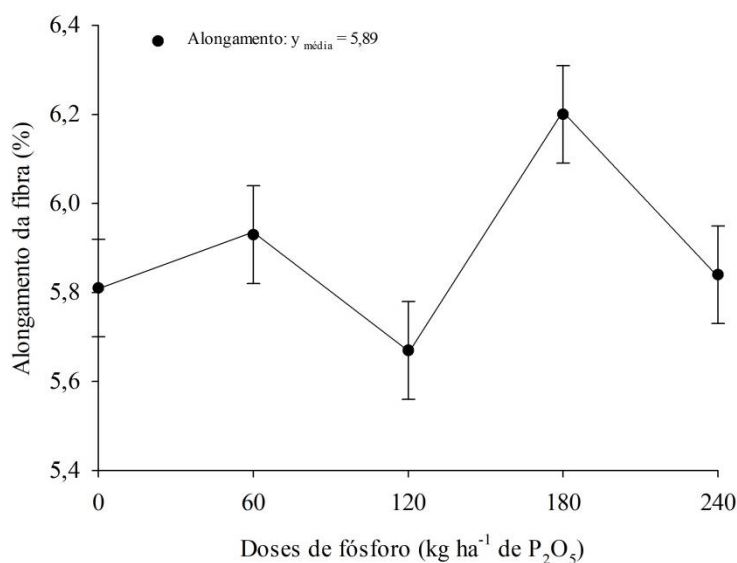
Os fatores edáficos e as variáveis meteorológicas provavelmente afetaram a reposta da fibra do algodão naturalmente colorido quando submetido à adubação fosfatada. Pode ser destacada a maior amplitude de temperatura máxima e mínima no mês de setembro na segunda safra, bem como a precipitação ocorrida no período da colheita, que provavelmente afetaram o desempenho produtivo, além da qualidade da fibra do algodão (Figura 1). Além disso, as condições iniciais dos solos antes de instalações dos ensaios, como pH e teores de nutrientes, possivelmente afetam a disponibilidade dos nutrientes para as plantas (Tabela 1). As características da fibra de algodão são influenciadas por fatores genéticos e ambientais (BAXEVANOS; TSIALTAS; GOULAS, 2013; KAZAMA et al., 2015).



**Figura 7** - Resistência da fibra de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.

### Alongamento da fibra

Não houve ajuste de equação para AF nas doses de P aplicado (Figura 8). O AF foi afetado pela adubação fosfatada, sendo observado o valor médio de 5,98%. A adubação proporcionou incremento de 6,29% (180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado) em comparação à ausência de adubação fosfatada, sendo a fibra de algodão classificada como média (regular) para AF (FONSECA; SANTANA, 2002), o que foi observado com a aplicação da adubação de 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. O valor ideal para a indústria têxtil de alongamento da fibra é igual ou superior a 7% (FREIRE et al., 2008). Melhorar o AF reduz a quebra da fibra durante o processamento e deve ser considerado para a melhoria da resistência do feixe de fibras (MATHANGADEERA et al., 2020).



**Figura 8** - Alongamento da fibra de algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo.

Estudo avaliando a resposta do algodão à adubação fosfatada (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) não encontrou diferença do AF nas doses de P aplicadas (SANTOS et al., 2012). O presente estudo difere quanto à resposta da adubação fosfatada na característica de AF da fibra por conta da baixa disponibilidade de P no solo (Tabela 1).

As cultivares BRS Rubi e BRS Safira obtiveram os maiores AF médios em ambas as safras agrícolas (Tabela 8). O menor alongamento da fibra foi observado na cultivar BRS Verde, 4,68%. Fibras com AF mais altos melhoram a qualidade dos produtos têxteis, o que se deve às melhores propriedades de tração do fio e menos defeitos no fio, além de menor propensão ao rompimento (MATHANGADEERA et al., 2020).

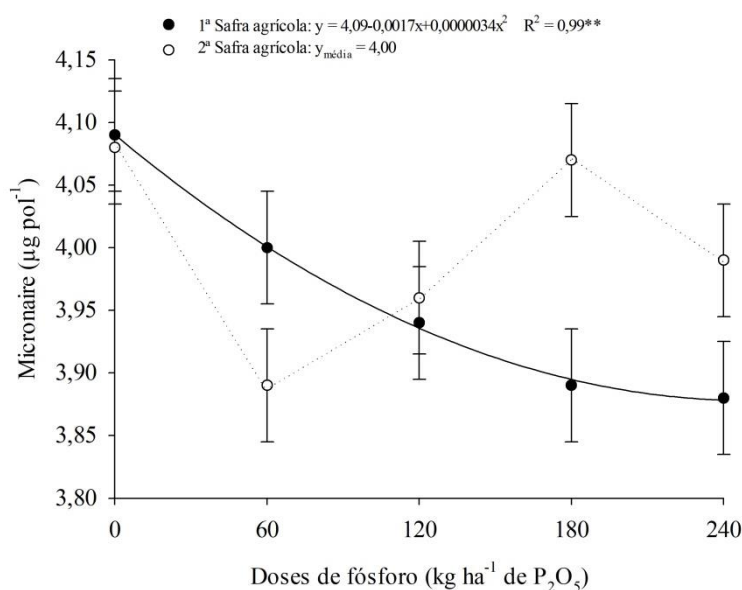
**Tabela 8** - Valores médios de alongamento da fibra das cultivares de algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

Cultivares	Alongamento da fibra (%)	
	1 <sup>a</sup> Safra agrícola	2 <sup>a</sup> Safra agrícola
BRS Rubi	6,69aA <sup>1</sup>	6,55aA
BRS Safira	6,47aA	6,39aA
BRS Topázio	5,44bA	5,47bA
BRS Verde	5,45bA	4,68cB

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## Micronaire

O aumento da disponibilidade de P a partir da adubação ocasionou decréscimo do Mic na primeira safra agrícola (Figura 9). A ausência de adubação proporcionou o máximo Mic de 4,09  $\mu\text{g pol}^{-1}$  na ausência da adubação fosfatada na primeira safra agrícola (Figura 9). Destaca-se que na dose que proporcionou os maiores Mic não ocorreu diferença entre as safras do cultivo do algodão naturalmente colorido. Na segunda safra, não houve ajuste de equação, em que foi observada a média de 4,00  $\mu\text{g pol}^{-1}$  (Figura 9). Estudo avaliando reposta de cultivares de algodão a doses de P (0; 50 e 100  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) não encontrou o efeito das doses quanto a Mic nas cultivares avaliadas (MAKHDUM et al., 2001). Santos et al. (2012) também não observaram diferença no Mic da fibra de algodão submetidas a diferentes doses de P (0; 60; 120; 180 e 240  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ ).



**Figura 9** - Micronaire do algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.

O Mic, na primeira safra agrícola, diminui cerca de 5% com a dose de 240  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . O comportamento da diminuição do Mic observado na primeira safra com o aumento da dose de P aplicado também foi observado por Gutstein (1970), que obteve o menor Mic com a dose de 216  $\text{kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Com relação às cultivares de algodão naturalmente colorido, a cultivar BRS Safira obteve o maior Mic ao passo que a BRS Verde teve o menor, com Mic de 4,72 e 2,52  $\mu\text{g pol}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 9).



**Tabela 9** - Valores médios de micronaire nas cultivares de algodão naturalmente colorido.

Cultivares	Micronaire ( $\mu\text{g pol}^{-1}$ )
BRS Rubi	4,33b <sup>1</sup>
BRS Safira	4,72a
BRS Topázio	4,34b
BRS Verde	2,52c

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O padrão desejável de Mic a ser obtido por uma cultivar de algodão para atendimento à indústria têxtil é entre 3,7 a 4,2  $\mu\text{g pol}^{-1}$  (FREIRE et al., 2008). Com exceção da cultivar BRS Verde, que obteve uma fibra muito fina, as demais cultivares obtiveram valores para Mic próximos do ideal. Vale ressaltar que as cultivares BRS Rubi, BRS Safira e BRS Topázio alcançaram valores superiores aos encontrados por Carvalho; Andrade; Silva Filho (2011).

### Maturidade

Para Mat de fibra, houve diferença entre as cultivares, destacando-se a BRS Safira e BRS Topázio (Tabela 10). Com exceção da BRS Verde, que teve fibra imatura, as outras cultivares obtiveram fibras maduras. A Mat desejável para a indústria têxtil é igual ou superior a 85% (FREIRE et al., 2008). Outro estudo também não encontrou respostas da Mat às doses de P (SANTOS et al., 2012), entretanto há trabalho que identificou o decréscimo da Mat com o aumento de doses de P (GUTSTEIN, 1970).

**Tabela 10** - Valores médios de maturidade das fibras nas cultivares de algodão naturalmente colorido.

Cultivares	Maturidade
	MAT
BRS Rubi	0,8576b <sup>1</sup>
BRS Safira	0,8694a
BRS Topázio	0,8683a
BRS Verde	0,8239c

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na segunda safra agrícola, foi observado que a maturidade das fibras de algodão naturalmente colorido foi superior à primeira safra (Tabela 11). Os valores encontrados nas safras agrícolas são considerados ideais para indústria têxtil (FREIRE et al., 2008).

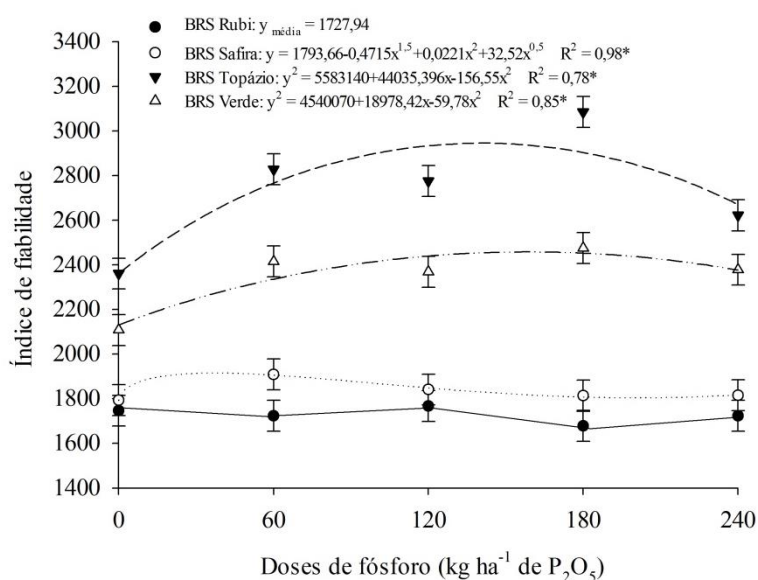
**Tabela 11** - Valores médios de maturidade das fibras do algodão naturalmente colorido nas safras agrícolas.

Maturidade	
Safras agrícolas	MAT
1ª Safra agrícola	0,8537b <sup>1</sup>
2ª Safra agrícola	0,8559a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Índice de fiabilidade

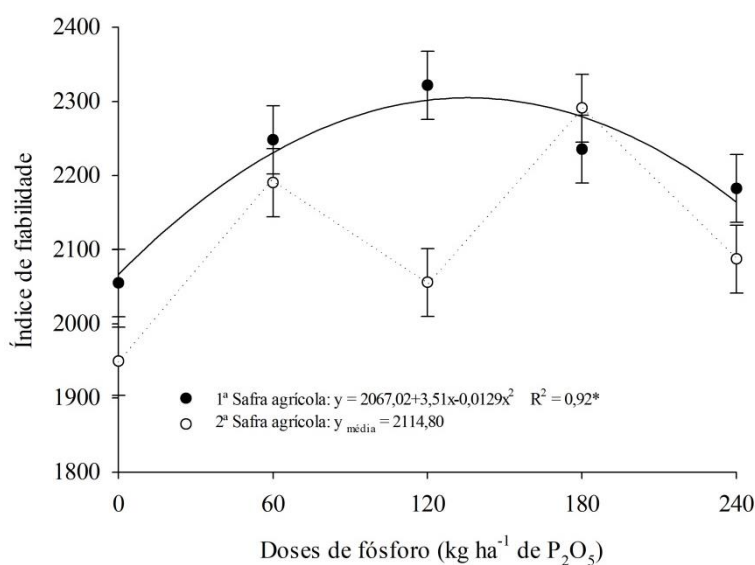
A adubação fosfatada afetou o IF das fibras das cultivares de algodão naturalmente colorido. As cultivares BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde alcançaram os maiores IF estimados nas doses 37,14 (1.915,61); 140,64 (2.946,15) e 158,74 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2.458,93), respectivamente (Figura 10). Os IF obtiveram incremento de 19,8% e 13,35% nas cultivares BRS Topázio e BRS Verde, respectivamente. De maneira geral, a cultivar BRS Topázio obteve maiores índices de fiabilidade entre as cultivares. As cultivares BRS Rubi e BRS Safira tiveram baixo IF, a BRS Topázio teve de alto a muito alto na medida em que aumentou a dose de P; por sua vez, a BRS Verde foi do médio ao alto com o aumento da dose de P.



**Figura 10** - Índice de fiabilidade da fibra em função das doses de fósforo nas cultivares de algodão naturalmente colorido.

Estudo realizado no Cerrado brasileiro avaliando doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) não encontrou diferença entre as doses aplicada para a fiabilidade do algodão (SANTOS et al., 2012). A resposta das cultivares de algodão naturalmente colorido no presente trabalho se deveu às distintas condições iniciais do P nos solos: na área de estudo de Santos et al. (2012), o teor de P no solo é classificado como médio, ao passo que no presente estudo o teor de P é muito baixo.

Nas safras agrícolas, houve o incremento do IF na medida em que ocorreu o aumento da adubação fosfatada até a dose de 135,66 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na primeira safra agrícola (Figura 11). O IF foi de 2.304,90, provocando aumento da IF de 10,32% em comparação à não adubação. Na segunda safra, não houve ajuste da equação, sendo observado o valor médio de IF de 2.114,80 (Figura 11). Com relação às safras agrícolas, foi observada diferença apenas entre as safras na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> aplicado. O IF foi de média a alta com o aumento da adubação fosfatada em ambas as safras agrícolas.



**Figura 11** - Índice de fiabilidade da fibra do algodão naturalmente colorido em função das doses de fósforo nas safras agrícolas.

#### 4 CONCLUSÕES

O aumento da disponibilidade de fósforo possibilitou incremento de produtividade e qualidade da fibra de algodão naturalmente colorida.

A cultivar BRS Topázio se destacou nas características avaliadas de produtividade e qualidade da fibra.

A produtividade máxima das fibras foi obtida com as doses de 240; 240; 199,11 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para as cultivares BRS Safira, BRS Topázio, BRS Verde e BRS Rubi, respectivamente.

O máximo comprimento de fibra foi alcançado com a dose de 80,86 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na cultivar BRS Verde.

A máxima uniformidade foi obtida com a dose de 138,49 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, independentemente das cultivares e safras.

A resistência da fibra aumentou com a aplicação das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, exceto para a cultivar BRS Rubi.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; HANNAN, A.; YASIN, M.; RANJHA, A. M.; NIAZ, A. Phosphorus application to cotton enhances growth, yield, and quality characteristics on a sandy loam soil. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, Faisalabad, v. 46, n. 3, p. 169-173, 2009. Disponível em: <<https://www.pakjas.com.pk/papers/89.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2020.
- ALI, H.; AHMADA, M. I. Agronomic efficiency and profitability of cotton on integrated use of phosphorus and plant microbes. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 81, n. 2, p. 484-494, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.232940>>. Acesso em: 02 dez. 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.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, p. 711-728, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- AQUINO, L. A. de; BERGER, P. G.; OLIVEIRA, R. A. de; NEVES, J. C. L.; LIMA, T. C.; BATISTA, C. H. Parcelamento do fertilizante fosfatado no algodoeiro em sistema de cultivo irrigado e de sequeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 5, p.463-470, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-43662011000500005>>. Acesso em: 02 fev. 2020.
- BATISTA, C. H.; AQUINO, L. A. de; SILVA, T. R.; SILVA, H. R. F. Crescimento e produtividade da cultura do algodão em resposta a aplicação de fósforo e métodos de irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 4, n. 4, p. 197-206, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.7127/RBAI.V4N400035>>. Acesso em 02 out. 2020.
- BAXEYANOS, D.; TSIALTAS, I. T.; GOULAS, C. Repeatability and stability analysis for fiber traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). **Australian Journal of Crop Science**, v. 7, n. 10, p. 1423-14297, 2013. Disponível em: <[http://www.cropj.com/baxavanos\\_7\\_10\\_2013\\_1423\\_1429.pdf](http://www.cropj.com/baxavanos_7_10_2013_1423_1429.pdf)>. Acesso em: 23 out. 2020.
- BORGES, V. P.; SILVA, B. B. da; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FERREIRA, R. da C.; OLIVEIRA, A. D. de; MEDEIROS, J. F. de. Energy balance and evapotranspiration of melon grown with plastic mulch in the Brazilian semiarid region. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 5, p. 385-392, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0136>>. Acesso em: 20 set. 2020.
- CARVALHO, L. P. de; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da. Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 37-44, 2011. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/910145/1/488rbof15127362011.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2020.

CARVALHO, M. da C. S.; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, R. S.; SILVA, O. R. R. F.; MEDEIROS, J. da C. Nutrição, calagem e adubação. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Eds.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. v. 2. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 677-790.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Proposta de preços mínimos** - Safra 2013/2014: Produtos da safra de verão. Brasília: CONAB, 2013, p. 161.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; BELTRÃO, N. E. de M.; BÉLOT, J. L.; CARVALHO, L. P. de. Caracteres de importância econômica melhoramento do algodão. In: BELTRÃO, N. E. de M.; AZEVEDO, D. M. P. de (Eds.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 413-430.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

FERREIRA, P. V. Estatística Experimental Aplicada à Agronomia. 3 ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422 p.

FONSECA, R. G. da; SANTANA, J. C. F. de. **Resultados de Ensaio HVI e Suas Interpretações (ASTM D-4605)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, (Circular Técnica 66) 2002. 13 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/19612/1/CIRTEC66.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

FREIRE, E. C.; MORELLO, C. de L.; FARIAS, F. J. C.; SILVA FILHO, J. L. da; VIDAL NETO, F. da C.; PEDROSA, M. B.; SUINAGA, F. A.; COSTA, J. N. da; ANDRADE, F. P. de. Objetivos e métodos usados nos programas de melhoramento do algodão. In: BELTRÃO, N. E. M., AZEVEDO, D. M. P. de (Eds.). **O Agronegócio do algodão no Brasil**. 2 ed. v. 1. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 299-324.

GOMES, R. V.; COUTINHO J. L. B. Algodão herbáceo irrigado. In: CAVALCANTI, F. J. de A.; SANTOS, J. C. P. dos; PEREIRA, J. R.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L. da; FREIRE, F. J.; SILVA, D. J.; SOUSA, A. R. de; MESSIAS, A. S.; FARIA, C. M. B. de; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M. A.; GOMES, R. V.; CAVALCANTI, A. C.; LIMA, J. F. W. F. (Eds.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: IPA, 2008. p. 115.

GOU, X.; CAI, Y.; WANG, C.; LI, B.; ZHANG, Y.; TANG, X.; SHEN, J.; CAI, Z. Effects of different long-term cropping systems on phosphorus adsorption and

desorption characteristics in red soils. **Journal of Soils and Sediments**, v. 20, p. 1371-1382, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11368-019-02493-2>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

GUTSTEIN, Y. The effect of irrigation rates and nitrogen and phosphorus fertilizers on fiber characteristics of *Gossypium hirsutum* L. cotton. **Qualitas Plantarum et Materiae Vegetabiles**, v. 19, p. 359-367, 1970. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF01112651>>. Acesso em: 14 out. 2020.

KAZAMA, E. H.; FERREIRA, F. M.; SILVA, R. P. da; SILVA, A. R. B. da; FIORESE, D. A. Multivariate analysis of fiber characteristics of dense cotton in different harvest systems. **Australian Journal of Crop Science**. v. 9, n. 11, p. 1075-1081, 2015. Disponível em: <[http://www.cropj.com/kazama\\_9\\_11\\_2015\\_1075\\_1081.pdf](http://www.cropj.com/kazama_9_11_2015_1075_1081.pdf)>. Acesso em: 09 jan. 2021.

MAKHDUM, M. I.; MALIK, M. N. A.; SHABAB-ud-DIN; CHAUDHRY, F. I. Effect of phosphorus fertilizer on growth, yield and fibre quality of two cotton cultivars. **Journal of Research (Science)**, Multan, v. 12, n. 2, p. 140-146, 2001. Disponível em: <<https://www.bzu.edu.pk/jrscience/vol12no2/7.pdf>> Acesso em: 01 dez. 2020.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 638 p.

MARCANTE, N. C.; MUROAKA, T.; BRUNO, I. P.; CAMACHO, M. A. Eficiência de absorção e utilização de fósforo por cultivares de algodão em um solo de Cerrado (Latossolo Vermelho Amarelo). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 239-247, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.26551>>. Acesso em: 14 set. 2020.

MATHANGADEERA, R. W.; HEQUET, E. F.; KELLY, B.; DEVER, J. K.; KELL, C. M. Importance of cotton fiber elongation in fiber processing. **Industrial Crops and Products**, v. 147, p. 1-7, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112217>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

PEDROSO NETO, J. C.; FALLIERI, J.; SILVA, N. M. da; 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.

PEIXOTO, F.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Corantes têxteis: Uma revisão. **Holos**, Natal, v. 5, p. 98-106, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.15628/holos.2013.1239>>. Acesso em: 30 ago. 2020.

PEREIRA, F. F.; RATKE, R. F.; ZUFFO, A. M.; SOUSA, W. P. de; ALMEIDA, F. A. de; PETTER, F. A. Características agronômicas do algodão submetido a épocas e doses de aplicação de fósforo no Cerrado Piauiense. **Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v. 29, n. 1, p. 11-21, 2020. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n1p11-21>>. Acesso em: 07 dez. 2020.

RÊGO, L. G. da S.; MARTINS, C. M.; SILVA, E. F. da; SILVA, J. J. A. da; LIMA R. N. da S. Pedogenesis and soil classification of an experimental farm in Mossoró, state of Rio Grande do Norte, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n430rc>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; NOVAIS, R. F. de; FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. da C. S.; SILVA FILHO, J. L. da. Fontes, doses e formas de aplicação de fósforo para o algodoeiro no Cerrado da Bahia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 537-543, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000400015>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SYSTAT SOFTWARE INC. **SigmaPlot for windows version 12.0**. San Jose, 2011.

SYSTAT SOFTWARE INC. **Table curve 2D and 3D**. San Jose, 2002.

TARTAGLIA, F. de L.; SOUZA, A. R. E. de; SANTOS, A. P. dos; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. da; SANTOS, M. G. dos. Nitrogen utilization efficiency by naturally colored cotton cultivars in semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. 4, p. 1-9, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200061>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

VALE, D. G.; GUIMARÃES, F. M.; OLIVEIRA, G. dos S.; CARDOSO, G. D.; ALVES, I.; SILVA, J. C. A. da; SILVA, O. R. R. F. da; CARTAXO, W. V.; CARVALHO, L. P. de. Algodão Colorido: “Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil”. 1 ed. Campina Grande: Embrapa, 2011. 2 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53218/1/Colecao-de-algodao-colorido-da-Embrapa-Algodao-1.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2021.



## CAPÍTULO 3

### VIABILIDADE ECONÔMICA DO CULTIVO DO ALGODÃO NATURALMENTE COLORIDO SUBMETIDO À FERTILIZAÇÃO FOSFATADA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

#### RESUMO

Conhecer os custos de produção e os indicadores econômicos é fundamental para o produtor rural identificar a viabilidade econômica do sistema de cultivo. Na produção do algodão naturalmente colorido, há baixo uso de tecnologias de cultivo, o que pode provocar baixa produtividade da cultura. O sucesso da cultura pode ser restringido pela deficiência de fósforo (P) no solo, o que requer grandes quantidades de fertilizante fosfatado para elevar sua produtividade. O aumento da dose de P promove maior custo de produção, podendo reduzir o retorno econômico. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica de cultivares de algodão naturalmente colorido submetidas a doses de P, sob irrigação, nas condições do Semiárido brasileiro. Foram realizados dois experimentos em campo (2017 e 2018) na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, no município de Mossoró-RN. O delineamento experimental foi em blocos completamente casualizados com tratamentos arrançados em parcelas subdivididas com quatro repetições. Na parcela principal foram alocadas as doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e nas subparcelas, as cultivares de algodão naturalmente colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde). Os custos de produção foram maiores na primeira safra agrícola, contudo, devido às maiores produtividades obtidas pelas cultivares de algodão colorido, a rentabilidade foi superior à da segunda safra. A mão de obra e os fertilizantes foram as despesas que mais oneraram o custo de produção. As doses de P influenciaram diretamente a viabilidade econômica do algodão colorido. As maiores rentabilidades foram obtidas com as doses de 60; 198,01; 188,65 e 157,09 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas cultivares BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde, respectivamente. A cultivar BRS Topázio obteve os melhores indicadores econômicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Gossypium hirsutum*. Fósforo. Cultivar. Custo de produção. Renda líquida.

**ECONOMIC VIABILITY OF NATURALLY COLORED COTTON CROP  
SUBMITTED TO PHOSPHATE FERTILIZATION IN THE BRAZILIAN  
SEMIARID**

**ABSTRACT**

Knowing the production costs and economic indicators is essential for the rural producer to identify the economic viability of the cultivation system. In the production of naturally colored cotton, there is little use of cultivation technologies that can lead to low crop productivity. The success of the crop can be restricted by the deficiency of phosphorus (P) in the soil, which requires large amounts of phosphate fertilizer to increase its productivity. The increase in the dose of P promotes higher production cost, which may reduce the economic return. In view of this, the objective of this work was to analyze the economic viability of naturally colored cotton cultivars submitted to P doses, under irrigation, under the conditions of the Brazilian Semiarid. Two field experiments (2017 and 2018) were carried out at the Rafael Fernandes Experimental Farm of the Federal Rural University of the Semi-Arid, in the municipality of Mossoró-RN. The experimental design was in completely randomized blocks with treatments arranged in plots subdivided with four replications. In the main plot, the doses of P (0; 60; 120; 180 and 240 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) were allocated, and in the subplots the naturally colored cotton cultivars were allocated (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio and BRS Verde). The production costs were higher in the first crop, however, due to the higher yields obtained by the colored cotton cultivars, the profitability was higher than in the second crop. Labor and fertilizers were the expenses that most cost the production cost. The doses of P directly influenced the economic viability of colored cotton. The highest profitability was obtained with the doses of 60; 198.01; 188.65 and 157.09 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in the cultivars BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio and BRS Verde, respectively. The cultivar BRS Topázio obtained the best economic indicators.

**KEYWORDS:** *Gossypium hirsutum*. Phosphor. Cultivars. Production cost. Net income.

## 1 INTRODUÇÃO

O algodão de fibra naturalmente colorida é cultivado principalmente no Nordeste brasileiro (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011), contudo, devido ao seu potencial no mercado de fibra, seu cultivo tem se expandido para diferentes regiões do Brasil, como Centro Oeste e Sudeste (EMBRAPA, 2017a; AGRODIÁRIO, 2020). Existe aumento na demanda pela matéria-prima na indústria têxtil nacional e internacional, ressaltando-se que parte faz uso na produção de artigos têxteis de decoração (redes de descanso e mantas), abastecendo os mercados nacional e internacional (EMBRAPA, 2017b, 2019, 2020; EMPAER, 2020). Diante disto, é fundamental potencializar o sistema de cultivo do algodão, adotando medidas que aumentem o desempenho produtivo, ao mesmo tempo em que sejam viáveis economicamente.

Conhecer os custos de produção juntamente com indicadores econômicos do sistema de cultivo é fundamental para o produtor rural, pois permite identificar a necessidade de investimento e a viabilidade da produção (SHAH et al., 2013). No Brasil, o sistema de cultivo convencional de algodão possibilita elevadas produtividades, contudo, de maneira geral, para obter tais resultados se faz necessário elevar o uso de insumos e grande investimento em máquinas e benfeitorias (ALVES et al., 2012). A implementação deste sistema torna altos o custo de produção e o risco da atividade econômica (ALVES et al., 2012).

O sistema de produção adotado no cultivo do algodão naturalmente colorido no Nordeste brasileiro faz baixo uso de tecnologias, que acarreta baixa produtividade da cultura (TARTAGLIA, 2018; TARTAGLIA et al., 2020). Quanto à rentabilidade do sistema, as diferenças de produtividade podem ocasionar oscilação do retorno econômico sobre o custo total (ALVES et al., 2012). Portanto, é fundamental adotar manejo cultural que possibilite maior incremento na produtividade, sem, porém, elevar muito o custo de produção.

A deficiência de fósforo (P) restringe a produção de algodão, que requer grandes quantidades de fertilizante fosfatado (SANTOS et al., 2015), o que se deve à baixa difusão desse nutriente, associada à capacidade de fixação no solo (MARCANTE et al., 2016; GOU et al., 2020). O aumento da dose de P promove maior custo de produção, provocando menor retorno econômico. De acordo com Alves et al. (2012), os

fertilizantes corresponderam a 17% do desembolso do custo de produção de algodão em sistema adensado no Estado de Mato Grosso.

Em condições irrigadas e com uso de fertilizantes no cultivo de algodão naturalmente colorido, a mão de obra e fertilizantes são os maiores responsáveis por onerar os custos de produção (TARTAGLIA, 2018). O sistema de produção é considerado economicamente eficiente quando os resultados da análise da relação benefício-custo são de 1,24 (DAGISTAN et al., 2009).

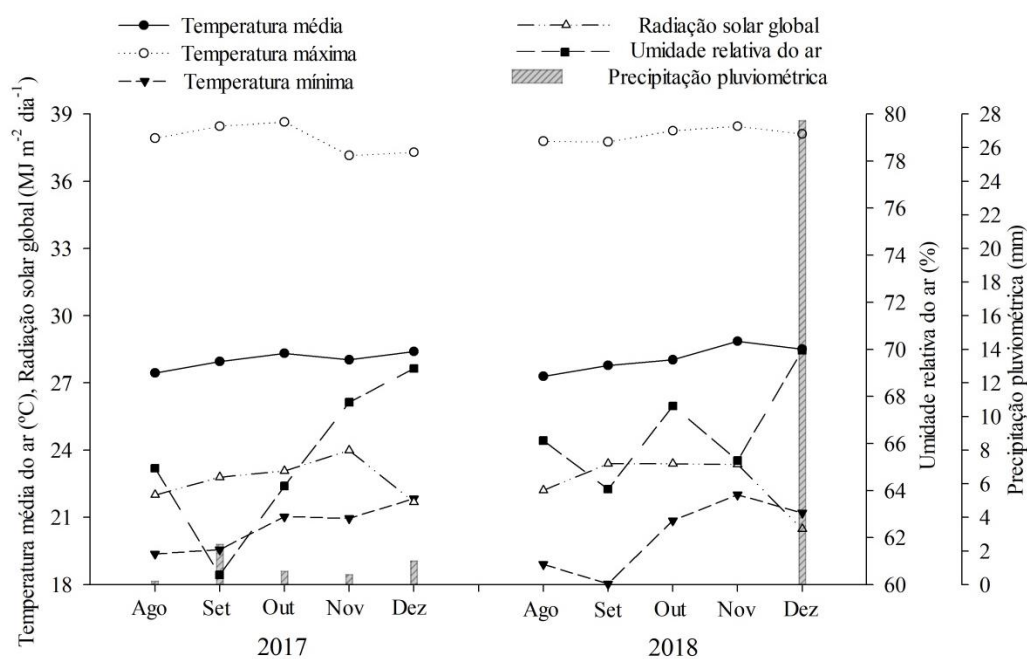
O preço do algodão e sua produção têm relação positiva com a lucratividade do algodão; por sua vez, insumos apresentam relação inversa à lucratividade da cultura (AHMAD; AFZAL, 2018). Para melhorar a produtividade do algodão, genótipos com alta eficiência de uso de P devem ser identificados e usados, pois os genótipos diferem em termos de absorção do nutriente e capacidade de uso (SANTOS et al., 2015; MARCANTE et al., 2016). Estudo avaliando doses de nitrogênio em cultivares de algodão naturalmente colorido identificou que a cultivar BRS Topázio obteve melhores resultados econômicos (TARTAGLIA, 2018), indicando maior potencial produtivo e resposta à adubação.

Para a melhor compreensão e orientação que pode auxiliar o produtor na tomada de decisão, é necessário acompanhar custos ao longo das safras, pois possibilita obter as tendências de rentabilidade quando o novo sistema de cultivo é utilizado (ALVES et al., 2012). O sucesso e aceitação de qualquer técnica dependem da viabilidade econômica e dos custos envolvidos (SHAH et al., 2013).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar a viabilidade econômica de cultivares de algodão naturalmente colorido submetido a doses de P, sob irrigação, nas condições do Semiárido brasileiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em campo experimental, no período de agosto a dezembro dos anos de 2017 (primeira safra agrícola) e 2018 (segunda safra agrícola), na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (5°03'29,27"S, 37°23'49,44"W e 81 m de altitude), pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). A fazenda esta localizada no distrito de Alagoinha, zona rural do município de Mossoró, Rio Grande do Norte. O clima local, segundo a Classificação de Köppen, é do tipo BSh (ALVARES et al., 2013), caracterizado como seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma chuvosa que compreende os meses de fevereiro a maio, e outra seca que vai de junho a janeiro, com temperatura média de 27,2 °C e precipitação pluviométrica média anual de 766 mm (BORGES et al., 2015). Os dados meteorológicos médios do período da realização dos experimentos são apresentados na Figura 1.



**Figura 1** - Valores médios de temperaturas (°C) média, máxima e mínima do ar, radiação solar global (MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica acumulada (mm) nas safras de algodão de 2017 e 2018. Fonte: Estação da Fazenda Experimental Rafael Fernandes – UFERSA.

O solo das áreas experimentais foi classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Típico (RÊGO et al., 2016). Os dados das análises física e química do solo das áreas experimentais são apresentados na Tabela 1 (SILVA, 2009; DONAGEMA et al., 2011).

**Tabela 1** - Análises física e químicas das camadas de 0 a 0,20 m dos solos das áreas experimentais nas safras agrícolas do algodão naturalmente colorido.

Safra	Areia	Silte	Argila	pH	MO	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>
	-----kg kg <sup>-1</sup> -----			H <sub>2</sub> O	g kg <sup>-1</sup>	mg gm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				
2017	0,91	0,02	0,07	5,30	3,31	3,30	0,16	0,03	0,80	0,90	0,05
2018	0,90	0,03	0,07	5,00	3,34	5,90	0,09	0,08	0,90	0,70	0,25

\* MO = matéria orgânica; P, K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup>: Mehlich (HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup>: 1M KCl.

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, onde nas parcelas foram alocadas cinco doses de P (0; 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), e nas subparcelas, as quatro cultivares de algodão naturalmente colorido (BRS Rubi, BRS Safira, BRS Verde e BRS Topázio).

Todas as cultivares utilizadas foram desenvolvidas pelo Programa de Melhoramento Genético do Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (CNPQ) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), situada em Campina Grande-PB. As cores das fibras do algodão são: verde (BRS Verde), marrom avermelhado (BRS Rubi e BRS Safira) e marrom claro (BRS Topázio) (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011). Todas as cultivares são de ciclo anual (120 a 140 dias), com altura média por volta de 1,10 m (BRS Rubi); 1,30 m (BRS Safira); 1,16 m (BRS Topázio) e 1,30 m (BRS Verde) (CARVALHO; ANDRADE; SILVA FILHO, 2011; VALE et al., 2011).

A área total do experimento foi de 896 m<sup>2</sup> e cada parcela experimental foi constituída de quatro fileiras de plantas, totalizando área de 10,64 m<sup>2</sup> (3,8 m x 2,8 m). O espaçamento utilizado foi de 0,70 m x 0,20 m, com uma planta por cova, totalizando 34 plantas na área útil da parcela experimental (4,76 m<sup>2</sup>), e uma população de 71.428 plantas ha<sup>-1</sup>.

O preparo do solo foi realizado com gradagem pesada e niveladora, para incorporação do material vegetal remanescente na área e homogeneizar a superfície do solo antes da instalação dos experimentos. O plantio do algodão na primeira safra agrícola foi realizado no dia 8 de agosto de 2017 e na segunda safra agrícola no dia 23 de agosto de 2018. Realizou-se semeadura direta, a três centímetros de profundidade, semeando-se três sementes por cova. O desbaste ocorreu quando as plantas emitiram três folhas definitivas, deixando-se apenas uma planta por cova.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejo, com emissores espaçados de 0,20 m e vazão de 1,5 L por hora. A análise química da água de irrigação encontra-se na

Tabela 2. As irrigações foram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração diária da cultura, utilizando-se o coeficiente da cultura de acordo com cada estágio de desenvolvimento (ALLEN et al., 1998). Aplicando-se lâmina média diária de 6,37 e 6,42 mm, com suspensão da irrigação aos 107 e 104 dias após a semeadura na primeira e segunda safra, respectivamente. As lâminas brutas foram de 695 e 674 mm na primeira e segunda safra agrícola, respectivamente.

**Tabela 2** - Análises químicas da água de irrigação proveniente de poço tubular profundo, do aquífero arenito Açú, Fazenda Experimental Rafael Fernandes.

pH	CE	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	RAS	Dureza
H <sub>2</sub> O	dS m <sup>-1</sup>	-----mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> -----							mg L <sup>-1</sup>	
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 adubação foi realizada de acordo com a recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco para algodão irrigado (GOMES; COUTINHO, 2008), exceto para a adubação fosfatada, que seguiu os tratamentos. A fonte de P utilizada foi superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), aplicado todo em fundação (plantio) de forma manual, em cada safra. Além do P, foram disponibilizados 90 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) na forma de ureia (45% de N), 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na safra de 2017 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em 2018 (cloreto de potássio, 58% de K<sub>2</sub>O). N e K foram aplicados no plantio e em cobertura (15 e 35 dias após a emergência) por meio da fertirrigação (GOMES; COUTINHO, 2008). Os micronutrientes foram fornecidos na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> de Rexolin<sup>®</sup> 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), no surgimento dos botões florais, por meio da água de irrigação (PEDROSO NETO et al., 1999). A distribuição dos fertilizantes na água de irrigação foi realizada com o auxílio de tanque de derivação (“pulmão”).

Os tratos culturais e o controle fitossanitário foram realizados de acordo com as recomendações técnicas e necessidades da cultura em campo. Foram necessárias três capinas manuais para controle de plantas daninhas, ocorridas até 65 dias após a emergência, evitando a competição da planta daninha com o algodão em ambas as safras agrícolas. Também foi feito o uso de acaricida e inseticidas (Abamectina, Beta-Ciflutrina, Deltametrina, Tiametoxam, Metomil na primeira safra e Beta-Ciflutrina, Tiametoxam e Metomil na segunda safra) para controlar a infestação de pragas.

O início da colheita do algodão ocorreu aos 109 (primeira safra) e 111 (segunda safra) dias após a semeadura. A colheita foi realizada manualmente, em três etapas, sendo a primeira colheita quando os capulhos do terço inferior da planta abriram, e mais duas vezes, de acordo com a abertura dos demais capulhos.

A produtividade de algodão em caroço foi obtida pela pesagem do algodão colhido em todas as plantas da área útil, convertendo para  $\text{kg ha}^{-1}$  (Tabela 3).



**Tabela 3** - Produtividade média de algodão em caroços das cultivares de algodão colorido adubadas com doses de fósforo, em duas safras agrícolas, no Semiárido brasileiro. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Produtividade de algodão em caroço (kg ha <sup>-1</sup> )			
Doses de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cultivares	1ª Safra agrícola	2ª Safra agrícola
0 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	1.752,36	1.110,40
	BRS Safira	1.740,27	1.015,79
	BRS Topázio	1.980,26	1.188,62
	BRS Verde	1.171,43	902,00
60 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	2.420,01	1.326,04
	BRS Safira	1.844,96	1.328,21
	BRS Topázio	2.366,44	2.129,72
	BRS Verde	1.742,63	1.208,04
120 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	2.093,68	1.374,01
	BRS Safira	2.107,86	1.623,02
	BRS Topázio	2.726,13	2.427,40
	BRS Verde	2.117,20	1.530,86
180 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	2.075,87	1.577,50
	BRS Safira	2.345,48	1.717,36
	BRS Topázio	3.007,97	2.098,66
	BRS Verde	2.340,28	1.545,58
240 kg ha <sup>-1</sup>	BRS Rubi	2.004,72	1.328,56
	BRS Safira	2.459,78	1.766,41
	BRS Topázio	3.079,40	1.990,98
	BRS Verde	2.270,20	1.753,54

Os indicadores econômicos foram utilizados para avaliar a eficiência entre as combinações de doses de P e cultivares. Estimaram-se os custos de produção para um hectare do algodão em caroço, os quais foram calculados e analisados ao final de cada cultivo, adaptando-se metodologia proposta pela Conab (2010).

Os gastos considerados na análise contemplaram custos variáveis (aluguel de máquinas, mão de obra, sementes, fertilizantes, agrotóxicos e outras), despesas administrativas, assistência técnica, imposto territorial rural (ITR), despesas financeiras (juros do financiamento); custos fixos (depreciação e manutenção periódica de benfeitorias/instalações) e renda de fatores (remuneração esperada sobre o capital fixo).

As despesas administrativas e a assistência técnica corresponderam, respectivamente, aos percentuais de 3 e 2% sobre o total do custeio da lavoura. Considerou-se o mínimo a ser pago de ITR em um ano agrícola (R\$ 10,00), utilizando a Equação 1:

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

Os juros do financiamento procederam dos recursos necessários ao custeio da lavoura, com a taxa de juros correspondente à época de liberação ou de utilização (taxa de 7,49% ano<sup>-1</sup>), calculado conforme Equação 2:

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

Para o cálculo da depreciação das benfeitorias/instalações, estabeleceu-se um sistema de irrigação para um hectare de algodão colorido, sendo necessários 14.285,71 metros de fitas gotejadoras de polietileno de baixa densidade, com emissores espaçados em 0,20 m e diâmetro nominal de 16 mm (valor do bem novo = R\$ 0,27 m<sup>-1</sup>), 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). A vida útil da fita gotejadora de polietileno de baixa densidade seria de dois anos e de dezesseis anos para os tubos e conexões (CUNHA et al., 2012) e motobomba. Com isso, a depreciação do sistema de irrigação foi mensurada pela Equação 3:

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

A manutenção periódica das instalações e do sistema de irrigação é considerada uma prática essencial ao prolongamento da vida útil do bem. Dessa forma, com taxa de manutenção definida em 1%, recomenda-se a utilização da Equação 4 (CONAB, 2010):

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

A remuneração esperada do capital fixo imobilizado pelo produtor é outro fator de composição do custo fixo da produção. Para o cálculo da remuneração (Equação 5), a Conab (2010) entende que o investimento do produtor deve ser remunerado e utiliza o percentual de 6% ao ano como a taxa de retorno, como se o capital fosse aplicado em outro investimento alternativo:

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

A renda bruta (RB, R\$ ha<sup>-1</sup>) foi calculada por meio do valor pago ao produtor pelo quilograma de algodão em caroço em ambas as safras agrícolas, 2017 e 2018 (R\$ 3,00), multiplicando pela produtividade do algodão em caroço kg ha<sup>-1</sup>, dado em Reais por hectare. O dólar (US\$) foi cotado com valores médios de R\$ 3,21 na primeira e de R\$ 3,89 na segunda safra.

A renda líquida (RL, R\$ ha<sup>-1</sup>) foi calculada pela diferença entre a renda bruta (RB) e os custos totais (CT). A taxa de retorno (TR) foi determinada a partir da divisão da RB pelos CT, sendo correspondente ao capital obtido para cada real aplicado no cultivo do algodão. O índice de lucratividade (IL) consistiu na divisão da RL pela RB, sendo expresso em porcentagem.

Foram realizadas análises de variância das características avaliadas de maneira isolada nas safras agrícolas, por meio do aplicativo SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

Observada a homogeneidade das variâncias entre as safras agrícolas, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características (FERREIRA, 2000). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi feito por meio do programa Table Curve 2D (SYSTAT SOFTWARE, 2002), com gráficos elaborados no SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) foi empregado para comparar as médias referentes às cultivares e às safras agrícolas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis, foi possível realizar análise conjunta de variância, sendo observadas interações triplas (doses x cultivares x safras agrícolas).

#### Custos de produção do algodão colorido

As diferenças entre os custos de produção estimados de um hectare de algodão colorido da maior dose de fósforo aplicada em comparação àquela sem adubação foram de R\$ 1.834,41 (primeira safra) e R\$ 1.831,96 (segunda safra), em que a variação do custo das doses foi de R\$ 426,00 ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). Nota-se que no primeiro ano de cultivo o custo de produção foi maior do que no segundo (Tabela 4), devido ao maior uso da mão de obra (irrigação, pulverização e colheita) e uso de inseticidas. As condições meteorológicas distintas das duas safras aumentaram a necessidade de mão de obra para irrigar, o que também pode ter influenciado na incidência de pragas. O maior uso de mão de obra na primeira colheita decorreu da maior produtividade de algodão em caroço alcançada (Tabela 3).

**Tabela 4** - Custos variáveis, fixos, operacionais e totais para produção de um hectare irrigado de algodão naturalmente colorido com diferentes doses de fósforo, em duas safras agrícolas.

Discriminação	Unid.	1ª Safra		2ª Safra	
		Quant.	R\$	Quant.	R\$
<b>I - Despesas de custeio da lavoura</b>					
<b>1 - Aluguel de máquinas</b>					
Trator com grade pesada, trator com grade niveladora	h	2,00	240,00	2,00	240,00
<b>2 - Mão de obra</b>					
Montagem do sistema de irrigação	diária	3,00	120,00	3,00	120,00
Abertura de covas	diária	3,00	120,00	3,00	120,00
Adubação de fundação (Fósforo)	diária	5,00	200,00	5,00	200,00
Semeadura manual	diária	5,00	200,00	5,00	200,00
Desbaste	diária	4,00	160,00	4,00	160,00
Irrigação e/ou fertirrigação	h	108,00	540,00	104,00	520,00
Capina manual (enxada)	diária	8,00	320,00	9,00	360,00
Pulverização (inseticida)	h	24,00	120,00	10,00	50,00
Colheita manual	diária	16,50	660,00	11,50	460,00
<b>3 – Sementes</b>					
Algodão	kg	25,00	200,00	25,00	200,00

4 – Fertilizantes					
Ureia (45% N) - 90 kg ha <sup>-1</sup> de N	kg	195,65	352,17	195,65	352,17
Cloreto de Potássio (60% K <sub>2</sub> O) 40 e 60 kg ha <sup>-1</sup> de K <sub>2</sub> O	kg	66,67	108,00	100,00	162,00
Superfosfato simples (18% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) 240 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	kg	1.333,33	1.706,66	1.333,33	1.706,66
Rexolin <sup>®</sup> BR	kg	1,00	85,00	1	85,00
5 - Defensivos Agrícolas					
Inseticida acaricida (Abamectina)	L	0,11	9,37	-	-
Inseticida (Beta-Ciflutrina)	L	0,45	42,86	0,02	2,18
Inseticida (Deltametrina)	L	0,17	9,09	-	-
Inseticida (Tiametoxam)	kg	0,03	10,75	0,3	10,75
Inseticida (Metomil)	L	0,06	2,34	0,06	2,51
6 – Outros					
Energia elétrica para irrigação	kWh	304,18	115,59	303,24	115,23
Análise de solo	unid.	1,00	35,00	1,00	35,00
Subtotal (A)			5.359,59	5.101,50	
II - Outras despesas					
7 - Despesas administrativas (3% do custeio da lavoura)			160,79	153,04	
8 - Assistência técnica (2% do custeio da lavoura)			107,19	102,03	
9 - Imposto territorial rural (R\$ 10,00 ano <sup>-1</sup> )			3,32	3,12	
Subtotal (B)			271,30	258,20	
III - Despesas financeiras					
10 - Juros do financiamento (7,49% ano <sup>-1</sup> )			133,20	119,45	
Subtotal (C)			133,20	119,45	
Custo variável (A+B+C=D)			5.764,09	5.479,16	
IV – Depreciações					
11 - Depreciação de benfeitorias/instalações*			673,38	634,43	
Subtotal (E)			673,38	634,43	
V - Outros custos fixos					
12 - Manutenção periódica de benfeitorias/instalações (1% ano <sup>-1</sup> )			21,15	19,93	
Subtotal (F)			21,15	19,93	
Custo fixo (E+F=G)			694,53	654,35	
Custo operacional (D+G=H)			6.458,62	6.133,52	
VI - Renda de fatores					
13 - Remuneração esperada sobre o capital fixo (6% ano <sup>-1</sup> )			126,91	119,57	
Subtotal (I)			126,91	119,57	
Custo total (H+I=J)					
240 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			6.585,53	6.253,08	
180 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			6.126,94	5.795,10	
120 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			5.668,34	5.337,11	

60 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5.209,72	4.879,11
0 kg ha <sup>-1</sup> de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4.751,12	4.421,12

\*\*14.285,71 m de mangueira de polietileno de baixa densidade, com emissores espaçados em 0,20 m e diâmetro nominal de 16 mm (vida útil de dois anos; valor do bem novo R\$ 0,27 m<sup>-1</sup>); tubos e conexões em PVC (vida útil de 16 anos; valor do bem novo R\$ 1.423,25); bomba 3,0 cv (vida útil 16 anos; valor do bem novo R\$ 1.100,00).

Na safra agrícola de 2017, o custo variável (média dos tratamentos), custo fixo e de renda dos fatores foram de R\$ 4.852,85 ha<sup>-1</sup>, R\$ 694,53 ha<sup>-1</sup> e R\$ 126,91 ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4). Na segunda safra agrícola (2018), o custo variável (médio dos tratamentos), custo fixo e de renda dos fatores foram R\$ 4.569,15 ha<sup>-1</sup>, R\$ 654,35 ha<sup>-1</sup> e R\$ 119,57 ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 4).

As despesas com maior relevância dos custos variáveis da cultura do algodão colorido foram relativas à mão de obra, que corresponderam em média de 51,20% (2017) e de 49,52% (2018). O custo referente à mão de obra se deve ao fato de que o cultivo do algodão naturalmente colorido não foi mecanizado, tendo suas práticas de cultivo (semeadura, adubação, controle fitossanitário e colheita) sido realizadas manualmente. Oliveira et al. (2011) verificaram que 25,29% do custo são utilizados com tratos culturais em produção de algodão colorido orgânico BRS Topázio consorciado, no Agreste da Paraíba sem irrigação. No contexto da agricultura familiar, esses gastos são retidos pelo produtor, pois representam a autorremuneração da mão de obra (OLIVEIRA et al., 2011).

Na primeira safra, os gastos com adubação fosfatada de 60; 120; 180 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> corresponderam a 7,53; 15,06; 20,89; 25,92% dos custos de produção, respectivamente. Já na safra de 2018, os gastos com o adubo fosfatado nos custos de produção foram de 8,75% (60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 15,99% (120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 22,09% (180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 27,29% (240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). A participação nos custos de produção do adubo fosfatado na segunda safra agrícola foi maior porque os outros gastos (mão de obra e defensivos) foram menores.

Resultados divergentes foram encontrados por trabalhos conduzidos com adubo nitrogenado no algodão naturalmente colorido em condições de cultivo irrigado, em que a participação do adubo foi menor nos custos de produção (TARTAGLIA, 2018). Essa resposta é resultado da relação do maior gasto com mão de obra e do valor pago pelo adubo.

Apesar de diminuir o custo de produção, a redução da dose de P aplicada também reduz a produtividade do algodão colorido (Tabela 3 e 4). O aumento da

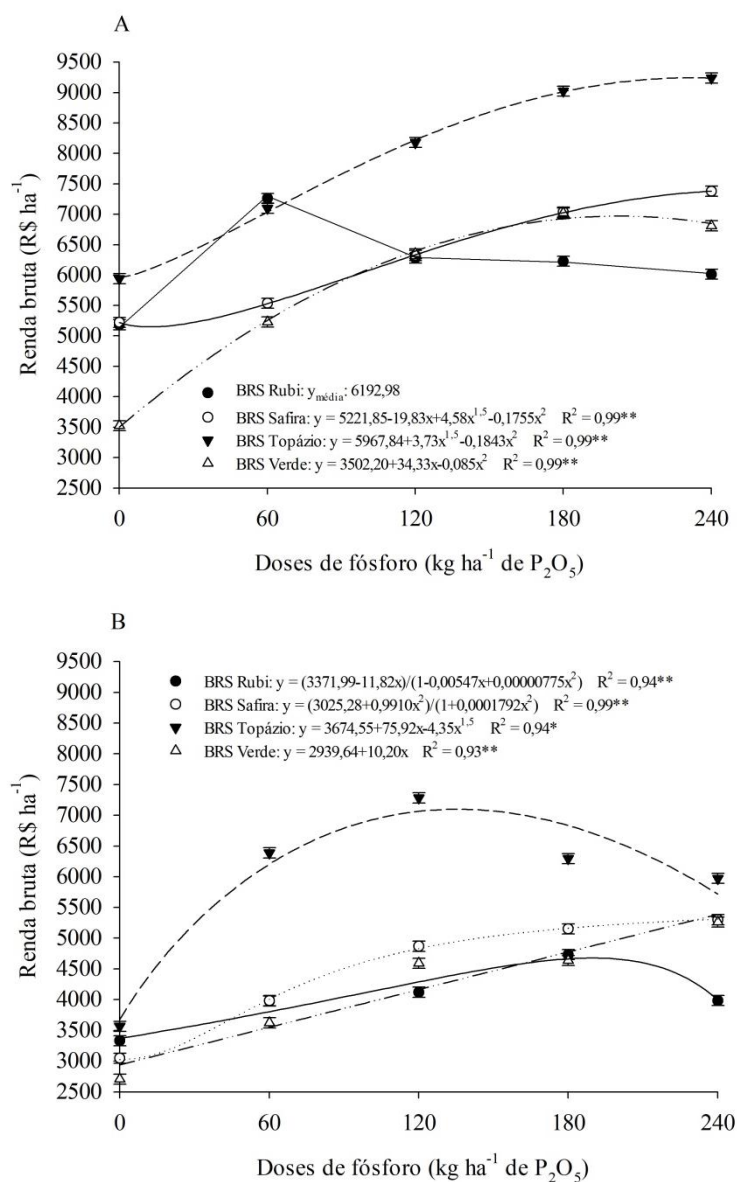
produtividade é ocasionado pela maior disponibilidade de P por meio da adubação, demonstrando, assim, que os gastos com a adubação fosfatada podem ser compensados pelo acréscimo de produtividade, que, por sua vez, pode aumentar o lucro da produção. As diferenças de produtividade podem ocasionar oscilação do retorno sobre o custo total (ALVES et al., 2012). Segundo Alves et al. (2012), os fertilizantes corresponderam a 17% do desembolso do custo de produção de algodão em sistema adensado no Estado de Mato Grosso.

A depreciação do sistema (fita gotejadora, tubulação e conexões, conjunto motobomba) onerou os custos totais, porém é uma despesa necessária porque capitaliza o montante para repor estes itens no momento adequado, evitando possíveis problemas, como o entupimento do emissor (gotejo) e/ou vazamento, além de possibilitar o pleno funcionamento da motobomba (vazão e pressão). O mau funcionamento deste sistema motivado pelas condições precárias pode ocasionar a baixa eficiência de aplicação de água e nutrientes para as plantas. Os custos de oportunidade, levando apenas em consideração a remuneração esperada pelo capital fixo, variaram entre as safras em função do ciclo da cultura (Tabela 4).

### **Renda Bruta**

A renda bruta teve incremento com a adubação fosfatada em ambas as safras agrícolas (Figura 2). Esse aumento resulta das maiores produtividades das cultivares avaliadas (Tabela 3), que corresponderam às doses mais elevadas. Na primeira safra agrícola (Figura 2A), as maiores rendas brutas obtidas com as cultivares de algodão colorido foram: R\$ 7.382,29 ha<sup>-1</sup> (BRS Safira, 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), R\$ 9.243,91 ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio, 230,96 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e R\$ 6.970,79 ha<sup>-1</sup> (BRS Verde, 202,05 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Não houve ajuste de equação para a cultivar BRS Rubi, em que foi observada a renda bruta média de R\$ 6,192,98 ha<sup>-1</sup>. Os máximos valores de renda bruta obtidos na segunda safra foram alcançados com as doses de 189,82; 240; 135,38 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nas cultivares BRS Rubi (R\$ 4.678,50 ha<sup>-1</sup>), BRS Safira (R\$ 5.309,49 ha<sup>-1</sup>), BRS Topázio (R\$ 7.100,59 ha<sup>-1</sup>) e BRS Verde (R\$ 5.388,39 ha<sup>-1</sup>), respectivamente (Figura 2B).



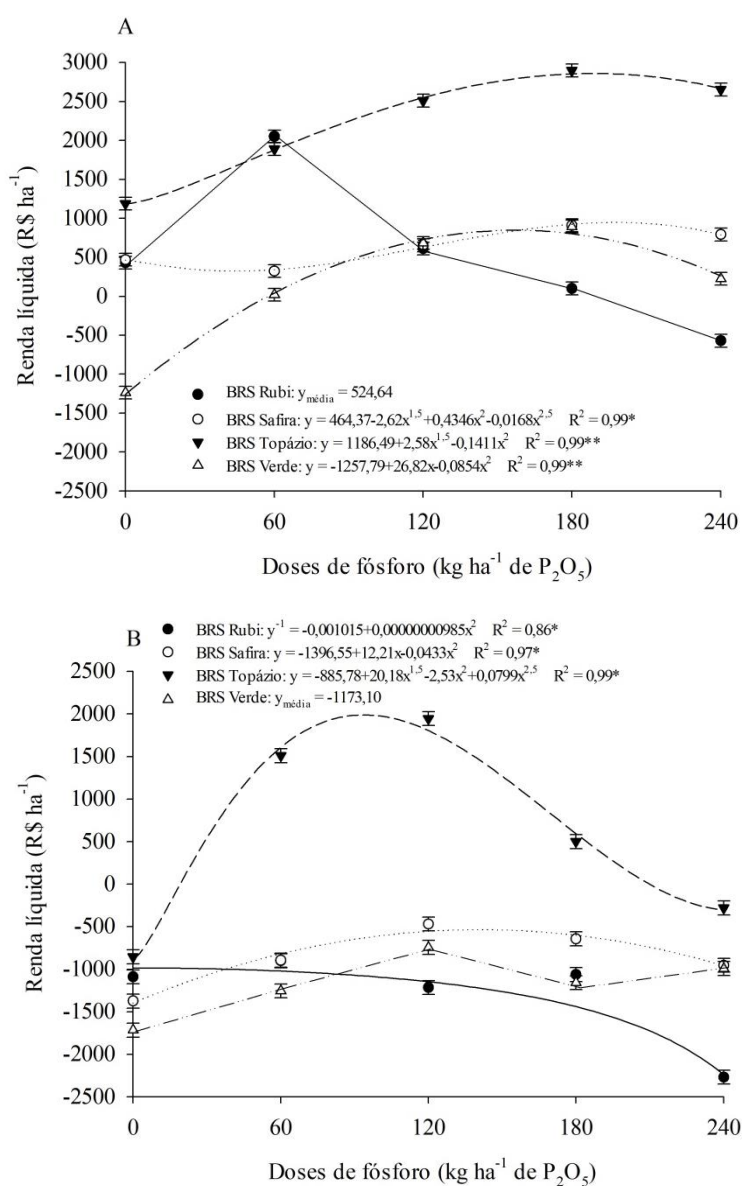


**Figura 2** - Renda bruta em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

A cultivar BRS Topázio foi superior às demais quanto à renda bruta, exceto a BRS Rubi na dose de fósforo aplicada de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (primeira safra) e na ausência de adubação, que foram semelhantes entre si (segunda safra). Na primeira safra agrícola, foram observadas as maiores rendas brutas (Figura 2); embora na primeira safra tenha sido estimado o maior custo de produção (Tabela 4), as maiores produtividades foram obtidas nela, que possibilitou maior renda bruta.

## Renda líquida

A renda líquida corresponde ao valor da renda bruta subtraído dos custos de produção, que identifica se o investimento tem lucro. A aplicação do P no cultivo do algodão colorido acarretou aumento da renda líquida em comparação à não aplicação do adubo fosfatado no sistema produtivo (Figura 3). Esse aumento é resultado das maiores produtividades do algodão colorido (Tabela 3). Na primeira safra agrícola (Figura 3A), as cultivares de algodão obtiveram maiores rendas líquidas, resposta resultante da maior renda bruta, apesar de na primeira safra o custo de produção ser maior do que na segunda safra agrícola (Figura 3B).



**Figura 3** - Renda líquida em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

As cultivares de algodão colorido obtiveram as maiores rendas líquidas estimadas de R\$ 949,14 ha<sup>-1</sup> (BRS Safira, 198,01 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), R\$ 2.860,29 ha<sup>-1</sup> (BRS Topázio, 188,65 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e R\$ 848,76 ha<sup>-1</sup> (BRS Verde, 157,09 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) na primeira safra agrícola (Figura 3A). Não houve ajuste de equação para a cultivar BRS Rubi, tendo sido observado o valor médio da renda líquida de R\$ 524,64 ha<sup>-1</sup>. Na segunda safra (Figura 3B), não houve lucratividade do sistema de cultivo nas cultivares de algodão colorido em função das doses de P aplicadas, exceto para a BRS Topázio, que alcançou o maior lucro (renda líquida) de R\$ 1.990,03 ha<sup>-1</sup> na dose de 93,67 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Os menores prejuízos econômicos para a BRS Rubi e BRS Safira foram observados na ausência de adubação e na dose 141,01 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 3B). Não houve ajuste de equação para a BRS Verde, no entanto a cultivar teve a menor perda econômica na dose aplicada de 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

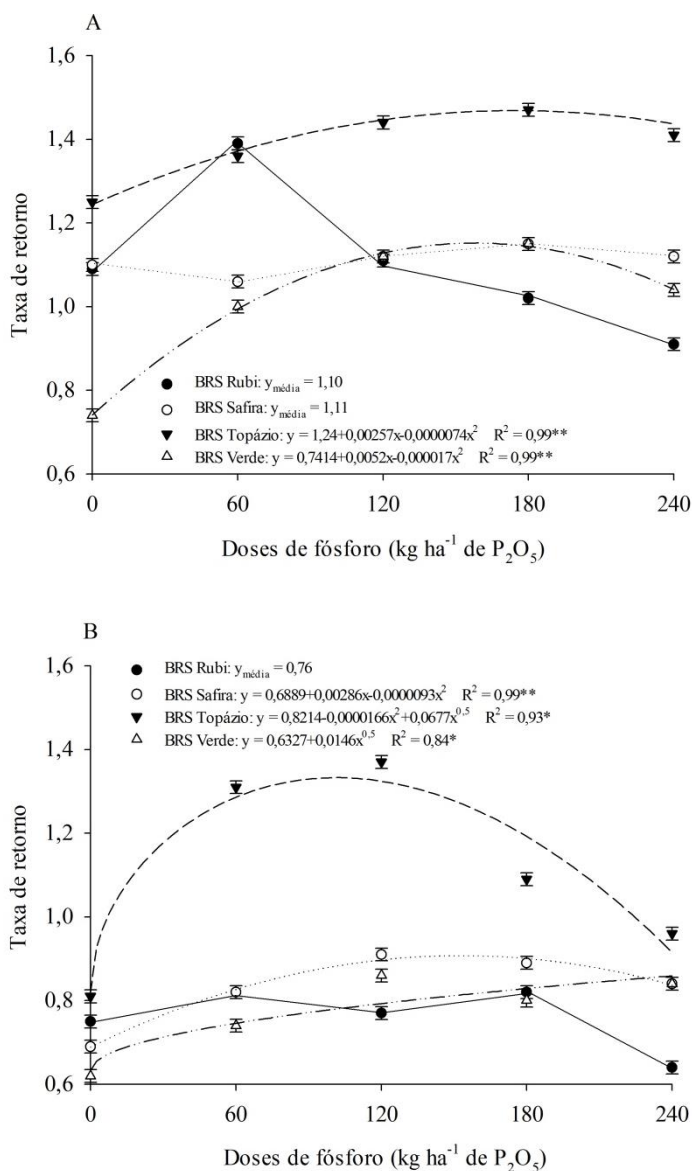
A cultivar BRS Topázio alcançou as maiores rendas líquidas entre as cultivares nas doses e safras agrícolas (Figura 3), com exceção da dose aplicada de 60 kg ha<sup>-1</sup>, na qual a cultivar BRS Topázio foi semelhante à BRS Rubi, na primeira safra agrícola (Figura 3A). De maneira geral, a cultivar BRS Topázio foi mais lucrativa, resposta motivada pela maior produtividade da cultivar (Tabela 3).

Trabalhos avaliando a rentabilidade do sistema produtivo de algodão naturalmente colorido em função de doses de nitrogênio também encontraram o efeito da fertilização nas cultivares de algodão e das diferentes rendas nas safras de cultivo (TARTAGLIA, 2018). A renda líquida obtida pela cultivar BRS Topázio foi de R\$ 6.602,8 ha<sup>-1</sup> na dose de 135 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na safra de 2016, já na safra de 2017 foi de R\$ 4.247,8 ha<sup>-1</sup> com 149 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (TARTAGLIA, 2018).

### **Taxa de retorno**

A taxa de retorno que corresponde ao capital obtido para cada real aplicado teve incremento com a aplicação de fósforo nas cultivares de algodão colorido (Figura 4), em que as maiores taxas foram obtidas na primeira safra agrícola (Figura 4A). As maiores taxas de retorno foram: 1,46 (BRS Topázio, 166,31 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e 1,15 (BRS Topázio, 157,95 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) nas safras 2017 (Figura 4A) e 2018 (Figura 4B). Não houve ajuste de equações para as cultivares BRS Rubi e BRS Safira, os valores médios obtidos foram de 1,10 e 1,11, respectivamente (Figura 4A). As maiores taxas de retorno

estão vinculadas às maiores rendas brutas obtidas na primeira safra. Apresentando resultado da análise da relação benefício-custo de 1,24, a produção de algodão é considerada economicamente eficiente (DAGISTAN et al., 2009).



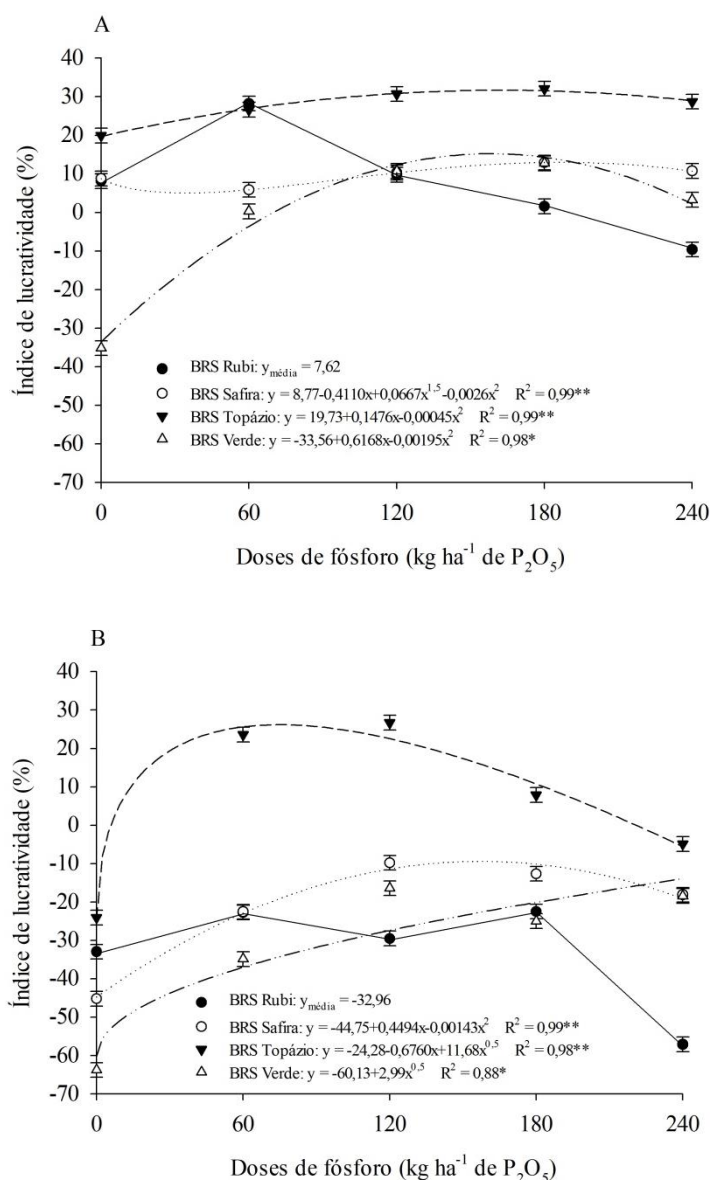
**Figura 4** - Taxa de retorno em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

Na segunda safra agrícola, não houve retorno do capital, exceto para a cultivar BRS Topázio nas doses aplicadas de 60; 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (Figura 4B). O maior retorno financeiro foi 1,33 na cultivar BRS Topázio (101,37 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) (Figura 4B). As doses de 153,06 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> possibilitaram as maiores taxas

de retorno: 0,91 (BRS Safira) e 0,86 (BRS Verde), respectivamente (Figura 4B). Para a cultivar BRS Rubi, não houve ajuste de equação, contudo foi observada taxa de retorno de 0,76. As diferenças de produtividade podem ocasionar oscilação do retorno sobre o custo total (ALVES et al., 2012).

### **Índice de lucratividade**

O índice de lucratividade, que consiste na relação entre a renda líquida e a renda bruta, aumentou com a aplicação das doses de fósforo (Figura 5). Na primeira safra agrícola (Figura 5A), os índices de lucratividade foram: 12,99% (BRS Safira, 186,94 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 31,67% (BRS Topázio, 162,29 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 15,24% (BRS Verde, 158,24 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Para a cultivar BRS Rubi, não houve ajuste de equação, tendo sido observado o valor médio de 7,62% para índice de lucratividade.



**Figura 5** - Índice de lucratividade em função das doses de fósforo e cultivares de algodão naturalmente colorido na primeira (A) e segunda (B) safra agrícola.

O sistema produtivo de algodão naturalmente colorido teve baixa lucratividade na segunda safra agrícola, em que apenas o cultivo adubado da BRS Topázio alcançou lucratividade (Figura 5B). A BRS Topázio obteve a maior lucratividade na dose de 74,67 kg ha<sup>-1</sup> P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, alcançando lucratividade de 26,19% (Figura 5B). Para as demais cultivares, não ocorreu lucratividade do sistema produtivo, independentemente das doses de P aplicadas (Figura 5B), condições nas quais o produtor teria prejuízo com o cultivo.

A cultivar BRS Topázio obteve lucratividades superiores às demais, exceto na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na qual foi semelhante à BRS Rubi (Figura 5A). Na

primeira safra agrícola, as cultivares de algodão colorido obtiveram as maiores lucratividades no sistema produtivo devido às maiores produtividade. O preço do algodão e sua produção tem relação positiva e significativa na lucratividade do algodão, ao passo que os insumos de custo da cultura do algodão têm relação inversa à lucratividade do algodão (AHMAD; AFZAL, 2018).

Estudo que avaliou doses de nitrogênio em cultivares de algodão naturalmente colorido também observou que a cultivar BRS Topázio obteve melhores resultados econômicos (TARTAGLIA, 2018). Isso indica o potencial que essa cultivar tem para sistemas de cultivos do algodão naturalmente colorido.

A taxa de retorno e o índice de lucratividade consistem na relação dos custos de produção, renda bruta e a renda líquida, podendo assessorar o agricultor na tomada de decisão quanto à necessidade de investir, além de possibilitar que perceba a ocorrência de retorno econômico. O sucesso e aceitação de qualquer técnica dependem da viabilidade econômica e dos custos envolvidos (SHAH et al., 2013).

#### 4 CONCLUSÕES

As doses de fósforo influenciaram diretamente a viabilidade econômica do algodão naturalmente colorido.

A mão de obra e os fertilizantes são os gastos que mais oneram os custos de produção do algodão naturalmente colorido.

As maiores rentabilidades com o cultivo do algodão naturalmente colorido podem ser obtidas com as doses 60; 198,01; 188,65 e 157,09 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para as cultivares BRS Rubi, BRS Safira, BRS Topázio e BRS Verde, respectivamente.

A cultivar BRS Topázio obteve os melhores indicadores econômicos.



## REFERÊNCIAS

- AGRODIÁRIO. Diário da Região. **Algodão colorido começa a ser produzido na região de Rio Preto**. São José do Rio Preto: Diário da Região, 2020. Disponível em: <<https://www.diariodaregiao.com.br/economia/agronegocio/2020/08/1202289-algodao-colorido-comeca-a-ser-produzido-na-regiao-de-rio-preto.html>>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- AHMAD, D.; AFZAL, M. Estimating the economic perspective of cotton crop in southern Punjab of Pakistan. **International Journal of Advanced and Applied Sciences**, Taipei, v. 5, n. 6, p. 50-55, 2018. Disponível em: <<http://science-gate.com/IJAAS/Articles/2018/2018-5-6/07%202018-5-6-pp.50-55.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 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.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, p. 711-728, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- ALVES, L. R. A.; GOTTARDO, L. C. B.; FERREIRA FILHO, J. B. de S.; OSAKI, M.; RIBEIRO, R. G.; YKEDA, V. Y. Custo de produção de algodão em sistema adensado no Estado de Mato Grosso/Brasil. **Custos e @gronegócio on line**, Recife, v. 8, n. 1, p. 24-42, 2012. Disponível em: <<http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v8/algodao.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2021.
- BORGES, V. P.; SILVA, B. B. da; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; FERREIRA, R. da C.; OLIVEIRA, A. D. de; MEDEIROS, J. F. de. Energy balance and evapotranspiration of melon grown with plastic mulch in the Brazilian semiarid region. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 72, n. 5, p. 385-392, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0136>>. Acesso em: 20 set. 2020.
- CARVALHO, L. P. de; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da. Cultivares de algodão colorido no Brasil. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 15, n. 1, p. 37-44, 2011. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/910145/1/488rbof15127362011.pdf>>. Acesso em: 06 nov. 2020.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção agrícola: a metodologia da CONAB**. Brasília: CONAB, 2010. 60 p.
- CUNHA, J. L. de O.; PORDEUS, R. V.; SILVA JUNIOR, M. J. da; PONTES, F. S. T.; AZEVEDO, C. A. V. de. Impactos econômicos da depreciação de sistemas de irrigação por gotejamento nos custos de produção agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n. 15, p. 1008-1020, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/impactos%20economicos.pdf>>. Disponível em: 11 jan. 2021.

DAGISTAN, E.; AKCAOZ, H.; DEMIRTAS, B.; YILMAZ, Y. Energy usage and benefit-cost analysis of cotton production in Turkey. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 7, p. 599-604, 2009. Disponível em: <[https://academicjournals.org/article/article1380881843\\_Dagistan%20et%20al.pdf](https://academicjournals.org/article/article1380881843_Dagistan%20et%20al.pdf)>. Acesso em: 09 fev. 2021.

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). **Manual de métodos de análises de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Pequenos produtores de Mato Grosso do Sul apostam no algodão colorido**. Brasília: EMBRAPA, 2017a. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/19769698/pequenos-produtores-de-mato-grosso-do-sul-apostam-no-algodao-colorido>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

\_\_\_\_\_. **Algodão colorido conquista mercado internacional de moda**. Brasília: EMBRAPA, 2017b. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2565547/algodao-colorido-conquista-mercado-internacional-de-moda>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lançado jeans de algodão colorido que gasta menos água na fabricação**. Brasília: EMBRAPA, 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48045392/lancado-jeans-de-algodao-colorido-que-gasta-menos-agua-na-fabricacao>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

\_\_\_\_\_. **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: 28 abr. 2021.

EMPAER. Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural. **Empaer realiza experimentos com algodão colorido orgânico em Canarana; produção será exportada para França**. Cuiabá: EMPAER, 2020. Disponível em: <<http://www.empaer.mt.gov.br/-/15642099-empaer-realiza-experimentos-com-algodao-colorido-organico-em-canarana-producao-sera-exportada-para-franca>>. Acesso em: 28 abr. 2021.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>>. Acesso em: 12 dez. 2020.

FERREIRA, P. V. **Estatística Experimental Aplicada à Agronomia**. 3 ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 422p.

GOMES, R. V.; COUTINHO J. L. B. Algodão herbáceo irrigado. In: CAVALCANTI, F. J. de A.; SANTOS, J. C. P. dos; PEREIRA, J. R.; LEITE, J. P.; SILVA, M. C. L. da; FREIRE, F. J.; SILVA, D. J.; SOUSA, A. R. de; MESSIAS, A. S.; FARIA, C. M. B. de; BURGOS, N.; LIMA JÚNIOR, M. A.; GOMES, R. V.; CAVALCANTI, A. C.; LIMA,

J. F. W. F. (Eds.). **Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. Recife: IPA, 2008. p. 115.

GOU, X.; CAI, Y.; WANG, C.; LI, B.; ZHANG, Y.; TANG, X.; SHEN, J.; CAI, Z. Effects of different long-term cropping systems on phosphorus adsorption and desorption characteristics in red soils. **Journal of Soils and Sediments**, v. 20, p. 1371-1382, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11368-019-02493-2>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

MARCANTE, N. C.; MUROAKA, T.; BRUNO, I. P.; CAMACHO, M. A. Eficiência de absorção e utilização de fósforo por cultivares de algodão em um solo de Cerrado (Latossolo Vermelho Amarelo). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 239-247, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v38i2.26551>>. Acesso em: 14 set. 2020.

OLIVEIRA, R. A.; SILVA, M. N. B. da; KOURI, J.; SILVA, J. C. C. da; SANTOS, G. dos. Distribuição dos custos de produção de algodão colorido-orgânico BRS Topázio consorciado, no Agreste da Paraíba. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2011. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/12229/8537>>. Acesso em: 11 fev. 2021.

PEDROSO NETO, J. C.; FALLIERI, J.; SILVA, N. M. da; 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.

RÊGO, L. G. da S.; MARTINS, C. M.; SILVA, E. F. da; SILVA, J. J. A. da; LIMA R. N. da S. Pedogenesis and soil classification of an experimental farm in Mossoró, state of Rio Grande do Norte, Brazil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 4, p. 1036-1042, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21252016v29n430rc>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SANTOS, E.; MARCANTE, N.; MURAOKA, T.; CAMACHO, M. Phosphorus use efficiency in pima cotton (*Gossypium barbadense* L.) genotypes. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Santiago, v. 75, n. 2, p. 210-215, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392015000200010>>. Acesso em: 23 dez. 2020.

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. Disponível em: <[http://www.fspublishers.org/published\\_papers/36153\\_.pdf](http://www.fspublishers.org/published_papers/36153_.pdf)>. Acesso em: 15 jan. 2021.

SILVA, F. C. da. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

SYSTAT SOFTWARE INC. **SigmaPlot for windows version 12.0**. San Jose, 2011.

SYSTAT SOFTWARE INC. **Table curve 2D and 3D**. San Jose, 2002.

TARTAGLIA, F. de L.; SOUZA, A. R. E. de; SANTOS, A. P. dos; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVEIRA, L. M. da; SANTOS, M. G. dos. Nitrogen utilization efficiency by naturally colored cotton cultivars in semi-arid region. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. 4, p. 1-9, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200061>>. Acesso em: 10 jan. 2021.

TARTAGLIA, F. L. **Desempenho agrônômico do algodoeiro naturalmente colorido à adubação nitrogenada no semiárido brasileiro**. 2018. 87 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/45/2019/11/Tese-Francilene-de-Lima-Tartaglia.pdf>>. Acesso em: 09 fev. 2021.

VALE, D. G.; GUIMARÃES, F. M.; OLIVEIRA, G. dos S.; CARDOSO, G. D.; ALVES, I.; SILVA, J. C. A. da; SILVA, O. R. R. F. da; CARTAXO, W. V.; CARVALHO, L. P. de. Algodão Colorido: “Tecnologia Embrapa para a geração de emprego e renda na agricultura familiar do Brasil”. 1 ed. Campina Grande: Embrapa, 2011. 2 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/53218/1/Colecao-de-algodao-colorido-da-Embrapa-Algodao-1.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2021.