

Ocorrência de fungos e qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro produzidas na Paraíba, Brasil

Occurrence of fungi and the physiological quality of cotton seeds produced in Paraíba, Brazil

Otilia Ricardo de Farias¹, José Manoel Ferreira de Lima Cruz², Rommel dos Santos Siqueira Gomes³, Luciana Cordeiro do Nascimento⁴, Riselane de Lucena Alcântara Bruno⁵, Nair Helena de Castro Arriel⁶

RESUMO: A realização de teste de sanidade em sementes antes do plantio pode evitar a introdução de fitopatógenos em áreas isentas, fornece informações para produtores, programas de certificação, serviços de vigilância vegetal, tratamento de sementes e melhoramento de plantas. Objetivou-se com esse trabalho avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de algodoeiro oriundas de diferentes áreas produtoras da Paraíba. Foram utilizadas sementes de diferentes cultivares de algodoeiro com o seu respectivo município produtor: Rubi (Juarez Távora; PB), Topázio (Juarez Távora; PB), Topázio (Remígio; PB), Aroeira (Remígio; PB), BRS 286 (Alagoinha; PB) e sementes de algodoeiro Mocó (Casserengue; PB, Sumé; PB, Quixaba; PB, São Mamede; PB e Remígio; PB). A detecção dos fungos nas sementes foi através incubação das mesmas em substrato de papel filtro “*blotter test*”. Para a qualidade fisiológica, avaliou-se a germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz, massa seca da parte aérea e raiz. Foram identificados 25 gêneros fúngicos associados às sementes de algodoeiro: *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp., *A. flavus*, *A. niger*, *Botryodiplodia* sp., *Botrytis* sp., *Cercospora* sp., *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Helmithosporium* sp., *Monilia* sp., *Neorospora crassa*, *Nigrospora* sp., *Penicillium* spp., *Periconia* sp., *Phoma* sp., *Pytomices* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., *Sclerotinia* sp., *Trichoderma* sp. e *Verticillium* sp. As sementes da cultivar BRS 286 demonstraram melhor qualidade sanitária e fisiológica. As sementes dos lotes de algodoeiro Mocó oriundos de Sumé e São Mamede apresentaram maior incidência de fungos e menor qualidade fisiológica.

Palavras-chave: Germinação. *Gossypium hirsutum*. Patologia de sementes.

ABSTRACT: Seed health test prior to planting may prevent the introduction of pathogens in absence areas, provides data to farmers, certification programs, vegetal vigilance service, treatment of seeds and plant improvement. Current study evaluates the sanitary and physiological quality of cotton seeds from different producing areas in the state of Paraíba, Brazil. Seeds from different cotton cultivars were used, coupled to the producing municipality: Rubi (Juarez Távora; PB), Topázio (Juarez Távora; PB), Topázio (Remígio; PB), Aroeira (Remígio; PB), BRS 286 (Alagoinha; PB) and cotton seeds Mocó (Casserengue; PB, Sumé; PB, Quixaba; PB, São Mamede; PB and Remígio; PB). Fungi in seeds were detected by incubation through the blotter test. Physiological quality was evaluated by germination, first germination count, germination speed index, length of aerial part and root, dry matter of aerial part and root. Twenty-five fungus genera associated with cotton seeds were identified: *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp., *A. flavus*, *A. niger*, *Botryodiplodia* sp., *Botrytis* sp., *Cercospora* sp., *Chaetomium* sp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Helmithosporium* sp., *Monilia* sp., *Neorospora crassa*, *Nigrospora* sp., *Penicillium* spp., *Periconia* sp., *Phoma* sp., *Pytomices* sp., *Rhizoctonia* sp., *Rhizopus* sp., *Sclerotinia* sp., *Trichoderma* sp. and *Verticillium* sp. Seeds of cultivar BRS 286 had the best health and physiological quality, whilst cotton seeds Mocó from Sumé and São Mamede had the highest occurrence rates of fungi and the lowest physiological quality.

Keywords: Germination. *Gossypium hirsutum*. Seed pathology.

Autor correspondente:

Otilia Ricardo de Farias: otiliarfarias@gmail.com

Recebido em: 19/05/2020

Aceito em: 25/02/2021

¹ Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia (PB), Brasil.

² Mestre em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia (PB), Brasil.

³ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia (PB), Brasil.

⁴ Professora Titular do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia (PB), Brasil.

⁵ Professora Titular do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia (PB), Brasil.

⁶ Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Algodão, Campina Grande (PB), Brasil.

INTRODUÇÃO

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) é uma das culturas mais cultivadas no mundo e é considerada uma das principais commodities agrícolas brasileiras, constituindo-se em uma importante alternativa de emprego e renda em toda sua extensa cadeia produtiva (MAYRINCK *et al.*, 2020). Sua fibra é considerada como principal matéria-prima utilizada na indústria têxtil; suas sementes, ricas em óleo, são utilizadas na alimentação humana e a torta, tida como subproduto da semente, é utilizada na alimentação animal (MACÊDO *et al.*, 2015).

O Brasil encontra-se em primeiro lugar em produtividade de sequeiro e junto com a China, Índia, EUA e Paquistão, constituem os maiores produtores e exportadores mundiais (ABRAPA, 2021). Os Estados de Mato Grosso e Bahia são os principais produtores de algodão no país, responsáveis pela produção de 1.973,0 e 455,3 mil toneladas de pluma em dezembro de 2020, respectivamente (CONAB, 2020). No Nordeste, os Estados do Ceará e Bahia são responsáveis pela produção de algodão convencional e transgênico em escala empresarial e os Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Bahia são responsáveis por grande parte da produção de algodão orgânico e agroecológico (COELHO, 2019).

O sucesso na produção é reflexo do uso de tecnologias modernas, envolvendo agricultura de precisão e o uso intensivo de insumos agrícolas, que contribuem para uma alta produtividade em condição de sequeiro, como o uso de sementes com alta qualidade (BELTRÃO *et al.*, 2009). Sementes com alta qualidade fisiológica, sanitária e genética garantem o estabelecimento ideal da cultura, proporcionando estandes de plantas uniformes, vigorosas e livres de doenças, refletindo diretamente na produtividade, caso contrário, todo o processo pode ser comprometido (LAUXEN *et al.*, 2010; MAYRINCK *et al.*, 2020).

Os fitopatógenos podem estar associados às sementes durante toda fase de desenvolvimento e estas constituem um meio eficiente de disseminação e sobrevivência desses micro-organismos (FANTAZINNI *et al.*, 2016). Além disso, o uso de sementes infectadas possibilita a introdução desses patógenos em áreas isentas, determinando o ciclo inicial da doença, infestando de forma definitiva o campo de cultivo (FLÁVIO *et al.*, 2014; CHALAM *et al.*, 2020).

Vários são os danos provocados por patógenos associados às sementes de algodoeiro, como deterioração de sementes, tombamento de plântulas, podridão das raízes e colo, redução do crescimento, amarelecimento, deformação, murcha e morte das plantas infectadas (SUASSUNA; COUTINHO, 2011; FARIAS *et al.*, 2019). Esses danos são variáveis e dependem, principalmente, dos patógenos envolvidos, quantidade do inóculo inicial, variedade de algodoeiro cultivada e condições climáticas (SOUSA *et al.*, 2011). Com isso, é imprescindível realizar o teste de sanidade em sementes, fornecendo informações para produtores, programas de certificação, serviços de vigilância vegetal, tratamento de sementes e melhoramento de plantas (MACHADO, 2012).

Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e algodoeiro Mocó [*G. hirsutum* var. *marie-galante* (Watt.) Hutch.] oriundas de diferentes áreas produtoras da Paraíba.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia, pertencente à Universidade Federal da Paraíba, no Centro de Ciências Agrárias, Areia (PB).

Foram utilizadas sementes de diferentes cultivares de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) e de algodoeiro Mocó (*Gossypium hirsutum* var. *marie-galante* (Watt) Hutch) (Quadro 1). As sementes foram da safra 2015/2016 e foram disponibilizadas pela Embrapa Algodão, localizada em Campina Grande (PB).

Quadro 1. Sementes de algodoeiro produzidas no Estado da Paraíba.

Lote	Origem	Espécie
Rubi	Juarez Távora	<i>Gossypium hirsutum</i> L.
Topázio 1	Juarez Távora	<i>Gossypium hirsutum</i> L.
Topázio 2	Remígio	<i>Gossypium hirsutum</i> L.
Aroeira	Remígio	<i>Gossypium hirsutum</i> L.
BRS 286	Alagoinha	<i>Gossypium hirsutum</i> L.
Mocó 1	Casserengue	<i>Gossypium hirsutum</i> var. <i>marie-galante</i> (Watt) Hutch.
Mocó 2	Sumé	<i>Gossypium hirsutum</i> var. <i>marie-galante</i> (Watt) Hutch.
Mocó 3	Quixaba	<i>Gossypium hirsutum</i> var. <i>marie-galante</i> (Watt) Hutch.
Mocó 4	São Mamede	<i>Gossypium hirsutum</i> var. <i>marie-galante</i> (Watt) Hutch.
Mocó 5	Remígio	<i>Gossypium hirsutum</i> var. <i>marie-galante</i> (Watt) Hutch.

As sementes foram submetidas ao processo de deslignamento químico, na proporção de 1000 mL de ácido sulfúrico para 7 kg de sementes, conforme Queiroga *et al.* (2001), em seguida feito o beneficiamento, através de observação visual das sementes malformadas e atacadas por pragas (sementes parcial ou totalmente destruídas, com perfurações que atingiam o embrião) e armazenadas em embalagem semipermeável à temperatura de 5 °C por 60 dias.

2.1 TESTE DE QUALIDADE SANITÁRIA

O método utilizado para detectar os fungos nas sementes foi o de papel filtro “*blotter test*” (BRASIL, 2009), sendo utilizadas 200 sementes por lote (divididas em 10 repetições de 20 sementes cada). Inicialmente, as sementes foram desinfestadas em hipoclorito de sódio (1% por 3 min), lavadas com água destilada esterilizada (ADE) e colocadas para secar. Em seguida, foram distribuídas individualmente, sob condições assépticas, em placas de Petri (15 cm de diâmetro) contendo dupla camada de papel filtro esterilizados e umedecidos com 10 mL de ADE. As placas contendo as sementes foram incubadas por um período de sete dias à temperatura de 25 ± 2 °C. Transcorrido esse período, procedeu-se com a identificação dos fungos com o auxílio de microscópio óptico e estereoscópico e literatura especializada (SEIFERT *et al.*, 2011). Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes infectadas.

2.2 TESTE DE QUALIDADE FISIOLÓGICA

O teste de germinação das sementes foi realizado conforme Brasil (2009) com modificações, sendo utilizadas 200 sementes por lote, distribuídas em quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes foram semeadas em substrato de papel *Germitest*® umedecido com 2,5 vezes o peso do papel seco e distribuídos

em câmara de germinação do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) regulada a temperatura de 30 °C sob fotoperíodo de 8 horas. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. As contagens foram realizadas diariamente do 4º ao 12º dia, contabilizando-se a porcentagem de plântulas normais, anormais e com infecção primária, sementes mortas e duras.

A primeira contagem da germinação foi conduzida conjuntamente com o teste de germinação, onde contabilizaram-se as sementes germinadas no 4º dia após semeadura (BRASIL, 2009). O índice de velocidade de germinação (IVG) foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, onde foi mensurado diariamente o número de sementes germinadas e determinado de acordo com Maguire (1962).

Ao final dos experimentos, com auxílio de régua graduada, foi mensurado o comprimento de parte aérea e raiz. Posteriormente, a parte aérea e raízes das plântulas foram acondicionadas, separadamente, em sacos de papel Kraft e levadas para estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante. Decorrido esse período foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001 g. A massa seca das plântulas foi expressa em g plântula⁻¹.

2.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$) no *software* estatístico R® (R CORE TEAM, 2018).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TESTE DE QUALIDADE SANITÁRIA

Foram identificados 25 gêneros fúngicos associados às sementes de algodoeiro (Tabela 1).

Tabela 1. Ocorrência de fungos (% de sementes infectadas) em sementes de algodoeiro Rubi (1), Topázio 1 (2), Topázio 2 (3), Aroeira (4), BRS 286 (5), Mocó 1 (6), Mocó 2 (7), Mocó 3 (8), Mocó 4 (9) e Mocó 5 (10) produzidas no Estado da Paraíba

(Continua)

Fungos	Lotes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Alternaria</i> sp.	1,5c	0,0d	4,0b	0,0d	0,0d	0,0d	16,0a	0,0d	0,0d	6,5b
<i>Aspergillus</i> spp.	2,0c	1,5c	0,0d	0,0d	0,0d	0,0d	9,5a	0,0d	8,5a	5,0b
<i>A. flavus</i>	2,0b	0,0c	1,0b	0,5c	0,5c	10,5a	0,0c	3,0b	3,0b	0,0c
<i>A. niger</i>	1,0b	0,0c	0,5c	0,5c	0,5c	4,5a	0,0c	0,5c	2,0b	0,0c
<i>Botryodiplodia</i> sp.	0,0b	2,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Botrytis</i> sp.	1,0a	1,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Cercospora</i> sp.	0,0a	0,0a	0,5a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a
<i>Chaetomium</i> sp.	0,0b	0,0b	1,0a	0,0b	0,0b	1,0a	0,0b	0,0b	0,0b	4,5a

(Conclusão)

Fungos	Lotes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Cladosporium</i> sp.	2,5b	8,0a	7,0a	5,0a	9,5a	1,5b	12,0a	6,5a	7,0a	0,0c
<i>Colletotrichum</i> sp.	2,0b	4,5b	1,5b	4,0b	6,0a	0,0c	9,0a	3,5b	8,0a	1,0b
<i>Curvularia</i> sp.	0,0b	1,5a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Fusarium</i> sp.	17a	10,5b	5,0c	10,5b	16a	0,0d	15,5a	10,0b	9,0b	10,0b
<i>Helmithosporium</i> sp.	0,0b	0,0b	2,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Monilia</i> sp.	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	4,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Neorospora crassa</i>	0,0b	0,0b	11,5a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Nigrospora</i> sp.	0,0b	2,0a	0,0b	1,5a	0,0b	1,0a	0,0b	1,5a	0,0b	0,0b
<i>Penicillium</i> spp.	4,0a	3,0b	5,0a	6,5a	1,5b	3,0b	0,0c	2,5b	2,5a	0,0c
<i>Periconia</i> sp.	0,0b	1,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Phoma</i> sp.	1,0a	1,5a	2,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Pytomices</i> sp.	0,0b	1,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Rhizoctonia</i> sp.	3,5b	2,5b	0,0c	0,0c	0,0c	0,0c	5,0a	0,0c	0,0c	0,0c
<i>Rhizopus</i> sp.	0,0c	2,5b	0,0c	5,0a	0,0c	0,0c	0,0c	0,0c	0,0c	0,0c
<i>Sclerotinia</i> sp.	0,0b	0,0b	1,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Trichoderma</i> sp.	0,0b	6,0a	0,0b	0,0b	0,0b	10,5a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b
<i>Verticillium</i> sp.	0,0b	1,5a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0a	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b

*Médias seguidas por letras distintas em uma mesma linha diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott, dados transformados em $\sqrt{y+0.5}$. 1: Rubi - Juarez Távora (PB); 2: Topázio - Juarez Távora (PB); 3: Topázio - Remígio (PB); 4: Aroeira - Remígio (PB); 5: BRS 286 - Alagoinha (PB); 6: Mocó 1 - Casserengue (PB); 7: Mocó 2 - Sumé (PB); 8: Mocó 3 - Quixaba (PB); 9: Mocó 4 - São Mamede (PB); 10: Mocó 5 - Remígio (PB).

Nas sementes de Mocó 2 (colhidas em Sumé) observou-se grande porcentagem (16,5%) de *Alternaria* sp., diferindo estatisticamente ($p < 0,01$) dos demais lotes. Também constatou-se a ocorrência desse gênero nas sementes de Rubi, Topázio 2 e Mocó 5, com valores de 1,5; 4,0; e 6,5%, respectivamente (Tabela 1).

As sementes de Mocó 2 (colhidas em Sumé), Mocó 4 (colhidas em São Mamede) e Mocó 5 (colhidas em Remígio) apresentaram alta incidência de *Aspergillus* spp., com valores de 9,5; 8,5; e 5,0%, respectivamente, diferindo ($p < 0,01$) dos demais lotes. Com exceção para as sementes de Topázio 1, Mocó 2 e Mocó 5, as espécies *A. flavus* e *A. niger* foram detectadas nas sementes dos demais lotes com valores que variaram de 0,5 a 5,0% (Tabela 1). Segundo Lopes *et al.* (2006) sementes de algodoeiro são suscetíveis a fungos de armazenamento, principalmente do gênero *Aspergillus*. De acordo com Silva *et al.* (2006), a infestação por esses fungos é favorecida principalmente quando as sementes são armazenadas com o linter.

Observou-se a ocorrência de *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp. em praticamente todos os lotes de sementes de algodoeiro. Para *Cladosporium* sp., constatou-se alta incidência nas sementes de Mocó 2, BRS 286 e Topázio 1, com porcentagem de 12,0; 9,5; e 8,0%, respectivamente, diferindo ($p < 0,01$) dos demais lotes. Os valores de incidência de *Penicillium* sp. variaram de 1,5% a 6,5% (Tabela 1).

Para *Colletotrichum* spp., as maiores incidências foram nas sementes da Mocó 2, Mocó 4 e BRS 286, com porcentagens de 9,0; 8,0; e 6,0%, respectivamente, diferindo estatisticamente ($p < 0,01$) dos demais lotes avaliados. Já para *Fusarium* spp. os maiores valores de ocorrência foram de 17,0; 16,0; e 15,5%, detectados nas sementes de Rubi, BRS 286 e Mocó 2, respectivamente. Verificou-se também que esses dois gêneros apresentaram as maiores porcentagens entre os gêneros fúngicos identificados nas sementes. Tais micro-organismos não foram encontrados nas sementes de Mocó 1, colhidas em Casserengue (Tabela 1).

Os gêneros *Botryodiplodia* sp., *Periconia* sp., *Pytomices* e *Verticillium* sp. foram detectados apenas em sementes da cultivar Topázio 1. E os gêneros *Botrytis* sp., *Cercospora* sp., *Chaetomium* sp., *Monilia* sp. e *Sclerotinia* sp. foram identificados em baixos percentuais de incidência, com valores que variaram de 0,5 a 1,0%. Com exceção de Topázio 2, não foi detectada *Curvularia* sp. nas sementes dos demais lotes. A incidência de *Helmithosporium* sp. e *Neorospora crassa* foi constatada apenas nas sementes da cultivar Topázio 1, com valores de 2,0% e 11,5%, respectivamente. *Phoma* sp. foi observada somente nas sementes da cultivar Rubi, Topázio 1 e Topázio 2. Verificou-se *Rhizoctonia* sp. em sementes da cultivar Rubi, Topázio 1 e Mocó 2. A incidência de *Rhizopus* sp. foi detectada nas sementes das cultivares Topázio 1 e Aroeira e *Trichoderma* sp. nas sementes de Topázio 1 e Mocó 1 (Tabela 1).

Os fungos detectados nas sementes de algodoeiro são divididos como fungos de campo e de armazenamento. Os fungos de campo, representados por fungos como *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp., *Sclerotinia* sp., *Botryodiplodia* sp., *Phoma* sp., *Verticillium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Cercospora* sp., *Alternaria* sp., infectam durante o processo de maturação, período em que as sementes estão com elevado teor de água (acima de 20%), propiciando condições favoráveis a colonização desses micro-organismos, por sua vez, os fungos de armazenamento, representados principalmente por *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., invadem as sementes após a colheita causando deterioração, período com menor quantidade de água (em torno de 14%) (MARCOS FILHO, 2005).

Os gêneros *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., que foram detectados em alta frequência nas sementes de algodoeiro, além de causar deterioração das mesmas, são produtores de micotoxinas tóxicas para homem, animais e plantas (REVERBERI *et al.*, 2010). *Fusarium* spp. também produz micotoxinas que causam redução na qualidade fisiológica das sementes (FANTAZZINI *et al.*, 2016). *Rhizopus* sp. é considerado um fungo contaminante e/ou saprófita (JULIATTI *et al.*, 2011). Além desses fungos, *Chaetomium* sp. também está associado à deterioração de sementes em condições de armazenamento inadequado (RUIZ FILHO *et al.*, 2004).

Os gêneros *Rhizoctonia* sp. e *Fusarium* sp., detectados em alta porcentagem nas sementes de algodoeiro, são fitopatógenos responsáveis por causar tombamento de plântulas, podendo ocasionar sérios prejuízos ao estabelecimento dessa cultura, com redução significativa do estande (JULIATTI *et al.*, 2011). Com isso, é importante a detecção e controle desses patógenos antes da semeadura, evitando a introdução desses em áreas de cultivo e os danos decorrentes das doenças ocasionadas pelos mesmos (CHALAM *et al.*, 2020).

Os gêneros *Colletotrichum* spp. e *Fusarium* spp., verificados tanto nas sementes das cultivares como nos lotes de Mocó, são patógenos de grande importância e podem comprometer a sanidade da cultura em todas suas fases de desenvolvimento, mesmo quando ocorrem em incidências relativamente baixas nas sementes. Além de causar tombamento, *Colletotrichum* spp. é agente causal da antracnose e ramulose, sendo considerado um dos principais patógenos do algodoeiro, podendo afetar plantas em qualquer estágio de desenvolvimento (SUASSUNA; COUTINHO, 2011; CIA; SALGADO, 2016).

Fusarium sp. é o agente causal da murcha-do-fusário ou fusariose, responsável por danos severos ao algodoeiro, resultando em perdas quantitativas e qualitativas na produção (DAVIS *et al.*, 2006; ARAÚJO *et al.*, 2016). Esse patógeno é facilmente disseminado a longas distâncias através de sementes infectadas e/ou contaminadas (FARIAS *et al.*, 2019). Com isso, a detecção desse patógeno em lotes de sementes antes do plantio é de fundamental importância.

Os resultados observados nesse estudo mostram a importância do monitoramento da sanidade das sementes. De acordo com Teles *et al.* (2016), o conhecimento prévio da sanidade impede o uso de sementes infectadas por patógenos e, conseqüentemente, evita que esses micro-organismos comprometam a semeadura no ano em que esses lotes estão sendo utilizados e também em futuros cultivos, inclusive de outras espécies vegetais (TELES *et al.*, 2016). Ainda segundo Sajeesh *et al.* (2014) o controle sanitário de sementes também evita a introdução de inúmeros patógenos em áreas de cultivos isentas, sendo considerada uma importante medida fitossanitária.

3.2 TESTE DE QUALIDADE FISIOLÓGICA

Quanto à qualidade fisiológica das sementes de algodoeiro, observou-se que as sementes de Rubi, Topázio 1, Topázio 2, Aroeira, BRS 286 e Mocó 3, apresentaram maiores porcentagens de germinação e primeira contagem e menores valores para plântulas anormais, com infecção primária e sementes mortas (Tabela 2).

Para o índice de velocidade de germinação, as cultivares Topázio 1, Topázio 2, Aroeira e BRS 286 proporcionaram os melhores resultados, observando-se que uma alta porcentagem de sementes germinadas já tinha formado plântulas normais no quarto dia após semeadura, diferindo estatisticamente ($p < 0,01$) dos demais lotes (Tabela 2).

As sementes de Mocó 2 e Mocó 4 foram inferiores às sementes dos demais lotes, apresentando menores porcentagens nos testes de germinação, primeira contagem e índice de velocidade de germinação e maiores de plântulas anormais, com infecção primária e sementes mortas (Tabela 3). Esses resultados podem ser explicados pela alta incidência de *Aspergillus* spp. nas sementes. Esses fungos são produtores de enzimas autocatalíticas que estão envolvidas na deterioração de sementes (ROCHA *et al.*, 2014). Para tanto, pode-se observar que as sementes de Mocó 1 e Mocó 3 apresentaram os melhores valores para qualidade fisiológica das sementes (Tabela 3) e menor incidência de *Aspergillus* spp. (Tabela 1).

Quanto à porcentagem de sementes duras (SD), não foi verificada diferença significativa entre os lotes de algodoeiro e as médias registradas variaram de 1 a 2% das sementes avaliadas. Percebe-se que houve influência nos resultados de plântulas infectadas (PI) e sementes mortas (SM) à medida em que tiveram maior ocorrência de fungos como *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp., *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp. e *Fusarium* sp. nas sementes (Tabelas 1 e 2).

Tabela 2. Porcentagem de germinação (G), primeira contagem (PC), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas anormais (PA), plântulas com infecção primária (PI) e sementes mortas (SM) de algodoeiro produzidas no Estado da Paraíba

Cultivar	G (%)	PCG (%)	IVG (dia)	PA (%)	PI (%)	SM (%)
Rubi	82a	79a	5,08b	6c	8c	3b
Topázio 1	84a	80a	5,20a	5c	9c	1b
Topázio 2	84a	82a	5,28a	6c	5c	6b
Aroeira	83a	81a	5,26a	6c	8c	1b
BRS 286	87a	84a	5,40a	3c	7c	2b
Mocó 1	70b	65b	4,31b	15b	11b	4b
Mocó 2	34d	30d	2,07d	27a	19a	16a
Mocó 3	81a	79a	5,03b	10b	7c	1b
Mocó 4	38d	36d	2,35d	26a	22a	14a
Mocó 5	62c	59c	3,83c	11b	14b	5b
CV (%)	14,49	8,79	14,64	11,40	18,07	21,85

*Médias seguidas por letras distintas em uma mesma coluna diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott, dados transformados em $\sqrt{y+0.5}$.

Resultado semelhante foi verificado por Nunes *et al.* (2015) ao avaliar o desempenho fisiológico de diferentes cultivares de algodoeiro cultivadas em Luiz Eduardo Magalhães (BA). Juliatti *et al.* (2011), ao avaliar sementes de diferentes cultivares de algodoeiros obtidas nas regiões produtoras do Triângulo Mineiro e do Sul de Goiás, constataram que *Botryodiplodia theobromae* e fungos saprófitas reduziram a germinação e o vigor, causando a morte de sementes.

De acordo com os resultados de comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CRA) a cultivar BRS 286 destacou-se entre os dez lotes de sementes de algodoeiro testados, com valores de 6,75cm e 8,92cm, respectivamente, diferindo estatisticamente ($p < 0,01$) dos demais lotes avaliados. Para massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSRA) as cultivares Topázio 2 e BRS 286 foram as que apresentaram os melhores desempenhos, diferindo estatisticamente dos resultados observados nos demais lotes (Tabela 3).

Seguindo a mesma tendência dos resultados observados na germinação, as plântulas oriundas das sementes dos lotes de Mocó 2 e Mocó 4 foram as que apresentaram menores valores para comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) e de raiz (MSRA), diferindo ($p < 0,01$) dos demais lotes avaliados (Tabela 3)

Tabela 3. Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CRA), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raiz (MSRA) de plântulas de algodoeiro produzidas no Estado da Paraíba

Cultivar	CPA	CRA	MSPA	MSRA
Rubi	5,32b	7,30b	1,02b	0,59b
Topázio 1	5,60b	7,27b	1,02b	0,58b
Topázio 2	5,75b	7,47b	1,10a	0,60a
Aroeira	5,20b	7,47b	1,02b	0,54b
BRS 286	6,75a	8,92a	1,25a	0,63a

(Continua)

Cultivar	(Conclusão)			
	CPA	CRA	MSPA	MSRA
Mocó 1	4,47c	6,20c	0,90b	0,46c
Mocó 2	3,95d	5,50d	0,78c	0,39c
Mocó 3	4,72c	5,90d	0,79c	0,49c
Mocó 4	4,15d	5,20d	0,70c	0,45c
Mocó 5	4,10d	6,25c	0,90b	0,41c
CV (%)	9,93	7,52	8,79	9,53

*Médias seguidas por letras distintas em uma mesma coluna diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott, dados transformados em $\sqrt{y+0.5}$.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) sementes com boa qualidade geraram plântulas que apresentam maiores valores de massa seca, devido a maior transferência de reservas para o eixo embrionário na fase de germinação, originando plântulas mais vigorosas e com maior capacidade de sobrevivência em condições adversas.

A avaliação precisa da qualidade sanitária das sementes permite a obtenção de resultados confiáveis nos testes de germinação e de vigor, evitando, dessa maneira, a subestimação do potencial de germinação de um lote de sementes, o que pode levar ao seu descarte ou permitir o uso de sementes infectadas para formação de mudas em viveiro ou semeadura direta no campo e, conseqüentemente, o transporte de patógenos para esses locais (DAPONT *et al.*, 2013). Os resultados observados na presente pesquisa reforçam a necessidade do uso de sementes de qualidade, pois elas são componentes fundamentais dos sistemas de produção, podendo contribuir significativamente no potencial produtivo de uma determinada cultura (PAIVA *et al.*, 2016), tendo em vista que o uso de sementes de média e baixa qualidade originará plantas que não podem ser equiparadas, em desenvolvimento e produtividade, às de sementes de alta qualidade (MAYRINCK *et al.*, 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Detectou-se 23 gêneros fúngicos associados às sementes de algodoeiro, sendo *Alternaria* sp., *Aspergillus* spp., *A. flavus*, *A. niger*, *Cladosporium* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp. os mais frequentes.

A cultivar BRS 286 apresenta sementes com qualidade sanitária e fisiológica superior.

O algodoeiro Mocó oriundo de Sumé e São Mamede destacou-se por apresentar maior incidência de fungos associados e menor qualidade fisiológica das sementes.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Breno Oliveira Sousa (*in memoriam*), pela relevante contribuição na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABRAPA - Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Estatísticas**: o algodão no Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.abrapa.com.br>. Acesso em: dez. 2021.

ARAÚJO, D. V.; MACHADO, J. C.; PEDROZO, R.; FENNING, L. H.; KAWASAKI, V. H.; NETO, A. M.; PIZATTO, J. A. Transmission and effects of *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* on cotton seeds. **African Journal of Agricultural**, v. 11, n. 20, p. 1815-1823, abr./mai. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2015.10706>

BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, C. A. D.; BASTOS, C. S.; SUINAGA, F. A.; ARRIEL, N. H. C.; RAMALHO, F. S. **Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o semiárido do Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 62p. (Embrapa Algodão. Documentos, 222). 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS. 395p. 2009.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 590p. 2012.

CHALAM, V. C.; DEEPIKA, D. D.; ABHISHEK, G. J.; MAURYA, A. K. Major Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: International Trade of Agricultural Products and Role of Quarantine. *In*: KUMAR, R.; GUPTA, A. **Seed-Borne Diseases of Agricultural Crops: Detection, Diagnosis & Management**, Springer, Singapore, 2020. p. 25-61.

CIA, E.; SALGADO, C. L. Doenças do algodoeiro (*Gossypium* spp.). *In*: AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (ed.). **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2016. v. 2, p. 41-51.

COELHO, J. D. Produção de algodão. **Caderno Sentorial ETENE**, v. 3, n. 56, 2019.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. **Cronograma de divulgação de safras**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/3773-divulgado-calendario-dos-levantamentos-das-safras-agricolas>. Acesso em: dez. 2021.

DAPONT, E. C.; SILVA, J. B.; SOUZA, L. M. S.; CARVALHO, M. A. C.; ALVES, C. Z. Qualidade sanitária de sementes de maçaranduba. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 11, n. 2, p. 173-176, 2013.

DAVIS, R. M.; COLYER, P. D.; ROTHROCK, C. S.; KOCHMAN, J. K. *Fusarium* wilt of cotton: population diversity and implications for management. **Plant Disease**, v. 90, n. 6, p. 692-703, fev. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1094/PD-90-0692>

FANTAZZINI, T. B.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, A. C. S.; CARVALHO, E. R.; MACHADO, J. C. *Fusarium verticillioides* inoculum potential and its relation with the physiological stored corn seeds quality. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 32, n. 5, p. 1254-1262, set./out. 2016. DOI: <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n5a2016-33056>

FARIAS, O. R.; NASCIMENTO, L. C.; CRUZ, J. M. L.; SILVA, H. A. O.; OLIVEIRA, M. D. M.; BRUNO, R. L. A.; ARRIEL, N. H. C. Biocontrol Potential of *Trichoderma* and *Bacillus* Species on *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 34, p. 1-11, abr. 2019. DOI: [10.9734/jeai/2019/v34i130166](https://doi.org/10.9734/jeai/2019/v34i130166)

FLÁVIO, N. S. D. S.; SALES, N. D. L. P.; AQUINO, C. F.; SOARES, E. P. S.; AQUINO, L. F. S.; CATÃO, H. C. R. M. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 3, n. 1, p. 7-20, jan./fev. 2014. DOI: [10.5433/1679-0359.2014v35n1p7](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p7)

JULIATTI, F. C.; JUNIOR, R. D. B.; MARTINS, J. A. S. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de algodoeiro produzidas nas regiões do Triângulo Mineiro e sul de Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 1, p. 24-31, jan./fev. 2011. DOI: <https://doi.org/10.17801/0101-3122/rbs.v22n2p94-101>

- LAUXEN, L. R.; VILLELA, F. A.; SOARES, R. C. Desempenho de sementes tratadas com tiametoxan. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 61-068, set./dez., 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222010000300007>
- LOPES, K. P.; BRUNO, R. D. A.; COSTA, R. D.; BRUNO, G. B.; ROCHA, M. D. S. Efeito do beneficiamento na qualidade fisiológica e sanitária de sementes do algodoeiro herbáceo. **Revista Brasileira de Engenharia Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 426-435, abr./jun., 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662006000200025>
- MACÊDO, J. A.; CASTELLANI, M. A.; SANTOS, F. D. A. R.; OLIVEIRA, P. P.; MALUF, R. P. Fontes alternativas de pólen utilizadas pelo bicudo-do-algodoeiro em duas Regiões produtoras de algodão na Bahia. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 255-262, jul./set. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n329rc>
- MACHADO, J. C. Patologia de Sementes: Significado e Atribuições. *In*: CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciências, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: Funep, 2012. p. 524-582.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 1, p. 176-177, mar. 1962. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de Sementes de Plantas Cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.
- MAYRINCK, L. G.; LIMA, J. M. E.; GUIMARÃES, G. C.; NUNES, C. A.; OLIVEIRA, J. A. Use of near infrared spectroscopy in cotton seeds physiological quality evaluation. **Journal of Seed Science**, v. 42, e202042016, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v42227169>
- NUNES, J. R. G.; MENEZES, N. L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Qualidade fisiológica de sementes de sorgo silageiro submetidas a diferentes sequências de beneficiamento. **Revista Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 15, n. 1, p. 21-28, 2009.
- PAIVA, C. T. C.; SILVA, J. B.; DAPONT, E. C.; ALVES, C. Z.; CARVALHO, M. A. C. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes comerciais de alface e repolho. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, p. 53-59, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5327/rcaa.v14i1.1410>
- QUEIROGA, V. P.; RIBEIRO, O. R.; BEZERRA, J. R. C.; GALDINO, P. O. Influência do tempo de deslincamento com ácido sulfúrico sobre a qualidade fisiológica da semente de algodão herbáceo. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2001, Campo Grande. **Anais [...]** Campo Grande: Embrapa. 2001. p. 1078-1080.
- R CORE TEAM. **R. A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.
- REVERBERI, M.; RICELLI, A.; ZLALIC, S.; FABBRI, A. A.; FANELLI, C. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 87, n. 3, p. 899-911, mai./jul. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2657-5>
- RUIZ FILHO, R. R.; SANTOS, A. F.; MEDEIROS, A. C. S.; JACCOUD, D. O. S. Fungos associados às sementes de cedro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 30, n. 4, p. 494-496, 2004.

SAJEESH, P. K.; RAO, M. S. L.; JAHAGIRDAR, S. Molecular detection, transmission and histopathological studies of seed-borne fungal infection of soybean (*Glycine max* L. Merrill). **The Bioscan (Supplement on Plant Pathology)**, n. 9, v. 1, p. 247-251, 2014.

SEIFERT, K.; MORGAN-JONES, G.; GAMS, W.; KENDRICK, B. **The genera of Hyphomycetes**. CBS-KNAW Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, 2011. 866p.

SILVA, J. C. D.; ALBUQUERQUE, M. C.; MENDONÇA, E. A. F. D.; KIM, M. E. Desempenho de sementes de algodão após o processamento e armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 1, p. 79-85, abr. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-31222006000100011>

SOUSA, T. P.; NASCIMENTO, I. O.; MAIA, C. B.; MORAIS, J.; BEZERRA, G. A.; BEZERRA, J. W. T. Incidência de fungos associados a sementes de soja transgênica variedade BRS Valiosa. **Agroecosistemas**, Pará, v. 3, n. 1, p. 52-56, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v3i1.1370>

SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M. Manejo das principais doenças do algodoeiro no cerrado brasileiro. *In*: FREIRE, E. C. **Algodão no cerrado brasileiro**. 2. ed. rev. e ampl. Aparecida de Goiânia: Mundial, 2011. p. 567-612.