

Etiologia, patogenicidade e transmissão de fungos associados às sementes de espécies florestais do cerrado

Etiology, pathogenicity and fungal transmission associated with seeds of Cerrado forest species

Tayanne Graciete Nascimento **SILVA**¹; Marcos Vinicius **GIONGO**¹; Eliane Aparecida **ROTILI**¹; Dalmarcia de Souza Carlos **MOURÃO**¹; Mateus Sunti **DALCIN**¹ & Gil Rodrigues dos **SANTOS**^{1, 2}

RESUMO

A qualidade sanitária das sementes é um fator importante na germinação e na sobrevivência das plantas florestais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de espécies do cerrado, bem como identificar os fungos associados a essas sementes, avaliando sua etiologia, patogenicidade e transmissão a seis espécies florestais do cerrado: *Senegalia polyphylla*, *Parkia pendula*, *Jacaranda brasiliana*, *Astronium fraxinifolium*, *Tabebuia impetiginosa* e *Apeiba tibourbou*. Entre as espécies analisadas com problemas de germinação, três possuem dormência. As sementes foram submetidas aos testes de germinação, emergência de plântulas, avaliação da sanidade de sementes, transmissão semente-plântula, etiologia e patogenicidade de fungos associados às sementes e plantas. Verificou-se maior porcentagem de germinação de sementes e emergência nas espécies *P. pendula*, *A. fraxinifolium* e *S. polyphylla*. No teste de sanidade nas sementes, a assepsia reduziu a incidência de fungos em sementes florestais. Em relação à transmissão, os gêneros *Curvularia*, *Fusarium* e *Colletotrichum* apresentaram as maiores porcentagens de transmissão das sementes para as plântulas. Entre os fungos identificados, o gênero *Curvularia* foi potencialmente patogênico a *S. polyphylla*. O gênero *Fusarium* foi patogênico a duas espécies florestais: *A. fraxinifolium* e *A. tibourbou*.

Palavras-chave: espécies nativas; fitopatógenos; transporte; sanidade.

ABSTRACT

The sanitary quality of seeds is an important factor in the germination and survival of forest plants. The objective of this work was to evaluate the physiological and sanitary quality of seeds of Cerrado species as well as to identify the fungi associated with these seeds, evaluating their etiology, pathogenicity and transmission to six Cerrado forest species: *Senegalia polyphylla*, *Parkia pendula*, *Jacaranda brasiliana*, *Astronium fraxinifolium*, *Tabebuia impetiginosa* and *Apeiba tibourbou*. Among the analyzed species with germination problems, three have dormancy. The seeds were submitted to germination tests, seedling emergence, seed health evaluation, seed-seedling transmission, etiology and pathogenicity of fungi associated with seeds and plants. There was a higher percentage of seed germination and emergence in the species *P. pendula*, *A. fraxinifolium* and *S. polyphylla*. In the seed sanity test, asepsis reduced the incidence of fungi in forest seeds. Regarding transmission, the genera *Curvularia*, *Fusarium* and *Colletotrichum* showed the highest percentages of transmission from seeds to seedlings. Among the fungi identified, the genus *Curvularia* was potentially pathogenic to *S. polyphylla*. The *Fusarium* genus was pathogenic to two forest species: *A. fraxinifolium* and *A. tibourbou*.

Keywords: native species; phytopathogens; sanity; transport.

Recebido em: 1.º fev. 2022

Aceito em: 26 jun. 2022

¹ Universidade Federal do Tocantins (UFT), Campus de Gurupi, Rua Badejós, Lote 7, Chácaras 69/72, Jardim Sevilha – CEP 77402-970, Gurupi (TO), Brasil.

² Autor para correspondência: gilrsan@mail.uft.edu.br.

INTRODUÇÃO

O cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, em virtude da sua diversidade biológica. Apesar disso, atualmente várias espécies de plantas e animais desse bioma correm risco de extinção, por diversos motivos, sendo o principal deles o aumento da exploração agropecuária (CALDEIRA & PARRÉ, 2020). Tal situação tem levado, nos últimos anos, ao aumento da demanda por sementes de espécies florestais nativas, principalmente para atender à Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012 (BRASIL, 2012), que dispõe sobre a proteção e a recomposição da vegetação nativa no Brasil, englobando também as áreas de preservação permanente e de reserva legal.

A qualidade sanitária das sementes é um fator importante na germinação e na sobrevivência das plantas florestais, pois microrganismos fitopatogênicos causam lesões nos tecidos, podendo levar ao apodrecimento e à morte das sementes, à diminuição da germinação, além de anormalidades e lesões nas plântulas (NÓBREGA & NASCIMENTO, 2020). O estabelecimento de programas de recuperação de áreas degradadas necessita de mudas provenientes de sementes com diversidade de espécies e variabilidade genética (VECHIATO & PARISI, 2013). Nesse contexto, a qualidade sanitária, fisiológica, física e genética das sementes assume grande importância, tendo em vista que as mudas, formadas a partir delas, vão refletir a capacidade das sementes em originar plantas saudáveis. Vários organismos podem ser transportados em associação com os tecidos externos e internos das sementes florestais, e entre eles se destacam os fungos (MACHADO, 1988; PARISI et al., 2019).

A flora fúngica (composta por vários gêneros de fungos) associada às sementes pode interferir na produção de mudas, reduzindo o número de plantas emergidas e a sua velocidade de germinação e causando contaminação do substrato, o que reflete na qualidade sanitária da muda produzida e acarreta prejuízos ao produtor (SILVA, 2021). Portanto, são necessárias pesquisas que promovam maior conhecimento da etiologia e do mecanismo de transmissão dos fungos presentes nas sementes e de sua interação com as espécies florestais.

Apesar da importância desses estudos, existem poucos relacionados à sanidade de sementes, desenvolvidos para espécies de plantas florestais nativas que dependem das sementes para se multiplicar.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de espécies florestais do cerrado, bem como identificar os fungos associados a tais sementes, avaliando a etiologia, a patogenicidade, a capacidade de transmissão e a ocorrência deles no seu ambiente natural.

MATERIAL E MÉTODOS

COLETAS DAS AMOSTRAS

Utilizaram-se sementes de seis espécies florestais: *Senegalia polyphylla* (DC) Britton & Rose (família botânica: Fabaceae), *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp. (família botânica: Fabaceae), *Jacaranda brasiliana* (Lam.) Pers (família botânica: Bignoniaceae), *Astronium fraxinifolium* Schott (família botânica: Anacardiaceae), *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos (família botânica: Bignoniaceae) e *Apeiba tibourbou* Aubl. (família botânica: Malvaceae). Todas as sementes foram coletadas em área do cerrado com classificação de fitofisionomia tipo mata seca (RIBEIRO & WALTER, 1998), localizado no município de Gurupi, Tocantins, Brasil. A coleta das sementes foi realizada na mesma época, em dois locais distintos: UFT e Reserva (11°74'40"S e 49°04'94"W; 11°73'87"S e 49°03'14"W), entre 29 de agosto e 20 de setembro de 2017. O tipo de clima, de acordo com a classificação de Thornthwaite, é C2wA "a", que é definido como clima úmido subúmido, com moderada deficiência hídrica, temperatura média entre 25 e 26°C e precipitação média de 1.450 mm (SEPLAN, 2012).

As sementes de cada espécie foram identificadas e acondicionadas individualmente em sacos de papel e, em seguida, armazenadas em câmara fria (16°C), até a realização dos testes em outubro de 2017.

As sementes, quanto aos tipos de desempenho para o armazenamento, foram caracterizadas como ortodoxas (tabela 1), com exceção da espécie *Astronium fraxinifolium*, que apresenta natureza recalcitrante, conforme classificação do *Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do cerrado* (OLIVEIRA et al., 2016).

Tabela 1 – Dados sobre as sementes das espécies florestais coletadas no município de Gurupi, Tocantins, 2017.

Espécies florestais	Nome popular	Local e data de coleta	Período de armazenamento	Tipo de comportamento no armazenamento
<i>Senegalia polyphylla</i>	Monjoleiro	UFT 29/8/2017	15 dias	Ortodoxa
<i>Apeiba tibourbou</i>	Escova-de-macaco	UFT 29/8/2017	15 dias	Ortodoxa
<i>Parkia pendula</i>	Fava-de-bolota	Reserva 5/9/2017	15 dias	Ortodoxa
<i>Jacaranda brasiliana</i>	Caroba- roxa	Reserva 5/9/2017	15 dias	Ortodoxa
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Gonçalo-alves	UFT 18/9/2017	15 dias	Recalcitrante
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Ipê-roxo	UFT 20/9/2017	15 dias	Ortodoxa

Fonte: Universidade Federal do Tocantins (UFT).

QUALIDADE FISIOLÓGICA DAS SEMENTES

As sementes de *P. pendula* foram submetidas à superação de dormência por meio do desponte do tegumento, o qual foi feito com auxílio de tesoura de poda, no lado oposto ao da emissão da radícula, seguido de imersão em ácido sulfúrico por 20 min e de lavagem em água corrente (FOWLER & BIANCHETTI, 2000).

As sementes de *A. tibourbou* foram submetidas à imersão em ácido sulfúrico por 20 minutos, seguida de lavagem em água corrente (MORI et al., 2012).

As sementes de *S. polyphylla*, *J. brasiliana*, *A. fraxinifolium* e *T. impetiginosa* não necessitaram de nenhum procedimento de superação de dormência para germinação.

Os testes de germinação seguiram o método sugerido pelas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009b). As sementes foram dispostas entre duas folhas de papel *Germitest*, em forma de rolos, e, depois, colocadas em câmara climatizada, tipo *biochemical oxygen demand* (BOD), à temperatura de 25°C. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 repetições de 25 sementes. Analisou-se cada espécie conforme os critérios individuais de germinação estabelecidos nas RAS. O estudo de emergência foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 25 sementes, semeadas em pequenos sulcos de 0,5 cm no interior de bandejas de 20 x 40 cm, contendo substrato comercial (Tropstrato Florestal®) para manter a esterilidade e evitar que patógenos fossem carregados para o local do plantio, na proporção de 1:2, composto de casca de *pinus* e vermiculita expandida. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação e irrigadas diariamente. Efetuaram-se as avaliações no período de 7 e 15 dias após a semeadura, sendo quantificada a porcentagem final das plântulas normais emergidas. Conforme definição de Brasil (2009b), consideram-se plântulas normais aquelas que apresentam estruturas bem desenvolvidas para dar origem a plantas normais.

QUALIDADE SANITÁRIA DAS SEMENTES

A sanidade das sementes foi avaliada pela verificação da presença de fungos, por meio do método do papel-filtro ou *blotter test*. Utilizou-se um total de 400 sementes para cada espécie

florestal, em delineamento inteiramente casualizado, divididas por igual, em 8 repetições de 25 sementes (200 sementes) sem assepsia e 8 repetições de 25 sementes com assepsia. As sementes com assepsia foram desinfestadas em solução de álcool etílico a 70% por 30 segundos, em seguida mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 40 segundos e, por fim, lavadas por três vezes, em água destilada esterilizada, para retirar o excesso de hipoclorito (MOURÃO *et al.*, 2017).

Distribuíram-se todas as sementes em caixas de plástico transparente tipo *gerbox* previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 1%, forradas com duas folhas de papel-filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada esterilizada. As sementes foram mantidas em câmara incubadora BOD pelo período inicial de 24 h. Em seguida, foram levadas ao congelador por 24 h e, posteriormente, retornadas à incubadora por mais 5 dias, sob temperatura de $20\pm 3^{\circ}\text{C}$, com 12 h de fotoperíodo, conforme a orientação do *Manual de análise sanitária de sementes* (BRASIL, 2009a).

Após o período de incubação, analisaram-se as sementes com o auxílio de microscópio estereoscópico e verificou-se a presença de fungos. Os fungos encontrados foram isolados em meio ágar-batata-dextrose (BDA) e identificados em nível de gênero, com o auxílio da bibliografia especializada de Ellis (1971), Barnett & Hunter (1972) e Sutton (1980).

ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Submeteram-se os dados de germinação, emergência e sanidade das sementes das espécies à análise de variância, e compararam-se as médias dos tratamentos (com assepsia e sem assepsia) por meio do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro. Os dados de incidência foram transformados em arco $\text{sen}\sqrt{x/100}$, e as análises estatísticas foram feitas com o *software* Sisvar (FERREIRA, 2014).

TESTE DE PATOGENICIDADE

Os fungos considerados potencialmente fitopatogênicos foram isolados em meio BDA com antibiótico amoxicilina tri-hidratada e mantidos por sete dias para o teste de patogenicidade.

As plântulas de cada espécie foram inoculadas com os seus respectivos isolados fúngicos. Uma testemunha foi pulverizada apenas com água estéril. Realizou-se a inoculação nas folhas com uma solução na concentração de 1×10^6 conídios/mL, cuja contagem de esporos foi feita com o auxílio de uma câmara de Neubauer. Para fungos tipicamente patogênicos a caules e raízes, as plântulas foram inoculadas com disco de micélio fixado à base do caule, por meio de um alfinete bem fino. Nesse caso, a testemunha foi representada por planta inoculada com alfinete estéril. Após a inoculação, as plantas permaneceram em câmara úmida escura, sob temperatura de 25°C , por 48 horas. Depois desse período, as plântulas foram mantidas na sala de crescimento e avaliadas diariamente até oito dias, conforme metodologia de Santos *et al.* (2014). As partes dos tecidos das plântulas visivelmente lesionadas foram cortadas em pequenos pedaços e colocadas em meio de cultura BDA, para reavaliação da estrutura fúngica e comprovação dos postulados de Koch.

TRANSMISSÃO DE FUNGOS DAS SEMENTES PARA AS PLÂNTULAS

Realizou-se o teste de transmissão em delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições de 25 sementes. As sementes das espécies florestais foram semeadas em pequenos sulcos de 0,5 cm, no interior de bandejas contendo substrato Tropstrato Florestal®, na proporção de 1:2, enriquecido com macro e micronutrientes. Após a semeadura, mantiveram-se as bandejas em casa de vegetação e proporcionou-se a umidade das plantas por meio de irrigações diárias até o período de avaliação, no qual foram quantificadas as plântulas sintomáticas e as sadias, no intervalo de 15 a 40 dias depois de semeadas.

Com o auxílio de microscópio estereoscópico e ótico, identificaram-se as plântulas sintomáticas. Em seguida as lesões presentes nas folhas foram cortadas e desinfestadas em solução de álcool etílico a 70%, por 30 segundos. Posteriormente as lesões cortadas foram mergulhadas em solução de hipoclorito de sódio a 1% por 40 segundos, lavadas três vezes em água destilada esterilizada e,

por fim, colocadas em placas com meio de cultura BDA. Tais placas foram acondicionadas em câmara de incubação com fotoperíodo de 12 h e temperatura de $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, por 7 dias (MOURÃO *et al.*, 2017). Em seguida, realizou-se a identificação morfológica dos fungos presentes nas placas, baseada em chaves e ilustrações morfológicas de Ellis (1971), Barnett & Hunter (1972) e Sutton (1980). Os gêneros fúngicos considerados potencialmente patogênicos foram novamente isolados em meio BDA suplementado com antibiótico amoxicilina tri-hidratada. As estruturas dos fungos (hifas, conidióforos e conídios) foram comparadas com as encontradas anteriormente, durante o teste de sanidade nas sementes.

RESULTADOS

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

A germinação e a emergência das sementes coletadas variaram entre as espécies. Maiores porcentagens de germinação e de emergência foram observadas, respectivamente, nas espécies *P. pendula* (100 e 88%), *A. fraxinifolium* (99 e 85%) e *S. polyphylla* (96 e 68%), as quais diferiram estatisticamente das demais espécies (tabela 2).

Tabela 2 – Germinação de sementes e emergência de plântulas de seis espécies florestais coletadas em área do cerrado, no município de Gurupi, Tocantins, Brasil. Dados seguidos de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Espécies florestais	Germinação (%)	Emergência (%)
<i>Parkia pendula</i>	100,0a	88,0a
<i>Astronium fraxinifolium</i>	99,0a	85,0a
<i>Senegalia polyphylla</i>	96,0a	68,0a
<i>Jacaranda brasiliana</i>	76,0b	46,0b
<i>Apeiba tibourbou</i>	71,0b	32,0b
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	82,0b	19,0b

As plantas *P. pendula* e *A. fraxinifolium* não mostraram dormência tegumentar, portanto, não necessitaram de tratamentos para quebra de dormência, pois esse processo ocorreu naturalmente, aumentando seu potencial germinativo.

Apesar de a espécie *J. brasiliana* também não precisar de superação de dormência, teve emergência de 46% e germinação de 76%. Portanto, o valor de emergência dessa espécie foi inferior quando comparado ao de germinação.

Com relação às espécies *A. tibourbou* e *T. impetiginosa*, também houve respectivamente alta variação nas taxas de emergência (32 e 19%) e germinação (71 e 82%).

FUNGOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES DE SEIS ESPÉCIES FLORESTAIS EM ÁREAS DE CERRADO

Na avaliação da sanidade das sementes florestais, empregando dois tratamentos diferentes, com assepsia e sem assepsia, foram detectados oito gêneros fúngicos. Além disso, observou-se que o tratamento com assepsia diminuiu a incidência de fungos em sementes florestais (tabela 3).

Tabela 3 – Incidência de fungos (%) em sementes de espécies florestais, coletadas em área de cerrado, submetidas a dois tipos de tratamentos, no município de Gurupi, Tocantins, Brasil. Legenda: * Valor transformado insignificante. Dados seguidos de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Gêneros fúngicos	<i>S. polyphylla</i>	<i>P. pendula</i>	<i>J. brasiliiana</i>	<i>A. fraxinifolium</i>	<i>T. impetiginosa</i>	<i>A. tibourbou</i>	%
Sem assepsia							
<i>Fusarium</i> sp.	33,3a	0,0c	0,0c	42,0a	17,5b	0,0c	19,3
<i>Curvularia</i> sp.	16,7b	0,0c	0,0c	15,5a	2,5b	0,0c	6,5
<i>Cladosporium</i> sp.	38,9b	88,5a	0,0c	21,8b	75,0a	0,0c	35,8
<i>Phoma</i> sp.	5,6a	0,0a	0,0a	2,9a	0,6a	0,0a	2,2
<i>Colletotrichum</i> sp.	5,6a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,7
<i>Bipolaris</i> sp.	0,0a	3,8a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,8
<i>Alternaria</i> sp.	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,0b	0,7
<i>Pestalotia</i> sp.	0,0b	0,0b	0,0b	6,3a	0,0b	0,0b	2,7
Σ	101,1	92,3	30	91,9	96,9	0	-
Com assepsia							
<i>Fusarium</i> sp.	35,7b	0,0b	80,0a	34,9a	12,24b	0,0b	31
<i>Curvularia</i> sp.	7,1a	4,5a	0,0a	1,6a	0,0a	0,0a	2,3
<i>Cladosporium</i> sp.	7,1a	13,6a	0,0a	1,6a	5,10a	0,0a	4,3
<i>Phoma</i> sp.	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0
<i>Colletotrichum</i> sp.	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0
<i>Bipolaris</i> sp.	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0
<i>Alternaria</i> sp.	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0
<i>Pestalotia</i> sp.	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0,0*	0
Σ	49,9	18,1	80	42,9	45,9	0	-

PATOGENICIDADE DE FUNGOS ISOLADOS EM SEMENTES DE ESPÉCIES DO CERRADO

No teste de patogenicidade, encontrou-se um total de três isolados que provocaram lesões em plantas inoculadas: *Fusarium*, *Curvularia* e *Colletotrichum*. Alguns isolados não foram considerados patogênicos nas condições testadas, quando inoculados nas espécies florestais, não provocando sintomas de doenças nas plantas. Apenas os gêneros *Fusarium* e *Curvularia* demonstraram patogenicidade (tabela 4).

Tabela 4 – Patogenicidade de fungos isolados de sementes, inoculados em mudas de plantas florestais do cerrado coletadas no município de Gurupi, Tocantins, Brasil. Legenda: (+) – presença; (-) – ausência.

Espécies florestais do cerrado	Tipo de inoculação	Gênero fúngico	Patogenicidade
<i>Senegalia polyphylla</i>	Disco de micélio	<i>Fusarium</i>	-
	Suspensão de esporos	<i>Curvularia</i>	+
<i>Parkia pendula</i>	Disco de micélio	<i>Fusarium</i>	-
	Suspensão de esporos	<i>Colletotrichum</i>	-
<i>Jacaranda brasiliana</i>	Suspensão de esporos	<i>Colletotrichum</i>	-
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Suspensão de esporos	<i>Curvularia</i>	-
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Disco de micélio	<i>Fusarium</i>	+
<i>Apeiba tibourbou</i>	Disco de micélio	<i>Fusarium</i>	+
	Suspensão de esporos	<i>Curvularia</i>	-

TRANSMISSIBILIDADE DE FUNGOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES DE PLANTAS DO CERRADO

Os patógenos *Curvularia*, *Fusarium* e *Colletotrichum* apresentaram taxas de transmissão sementes-plântula que variaram de 3 a 24% (tabela 5).

Tabela 5 – Transmissão semente-plântula de fungos associados às sementes de plantas do cerrado, no município de Gurupi, Tocantins, Brasil.

Espécies florestais	Gênero	Transmissão (%)	Sintomas nas plântulas
<i>Senegalia polyphylla</i>	<i>Curvularia</i>	24%	Lesões foliares
	<i>Fusarium</i>	4%	Murchas
<i>Parkia pendula</i>	<i>Fusarium</i>	21%	Murchas
	<i>Colletotrichum</i>	5%	Manchas foliares
<i>Jacaranda brasiliana</i>	<i>Colletotrichum</i>	12%	Manchas foliares
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	<i>Colletotrichum</i>	3%	Manchas foliares
	<i>Curvularia</i>	3%	Lesões foliares
<i>Astronium fraxinifolium</i>	<i>Fusarium</i>	6%	Murchas
	<i>Curvularia</i>	4%	Lesões foliares
<i>Apeiba tibourbou</i>	<i>Curvularia</i>	17%	Lesões foliares

DISCUSSÃO

De acordo com Guedes *et al.* (2013), as sementes de *A. tibourbou* têm exigência hídrica nas fases iniciais do seu ciclo, o que reduz sua sobrevivência, por conta da limitada tolerância à baixa disponibilidade de água (tabela 2).

No trabalho desenvolvido por esses autores, verificou-se que o tratamento utilizado com ácido sulfúrico para superação de dormência das sementes de *Apeiba tibourbou* provocou a morte de todas elas (GUEDES *et al.*, 2013). Na presente pesquisa, ao contrário, ficou demonstrado que o método de superação de dormência com ácido sulfúrico pode ajudar nesse processo, porém exige cuidados com relação ao tempo de exposição das sementes ao ácido.

As sementes da espécie *T. impetiginosa* obtiveram emergência abaixo da média das demais (19%), todavia constatou-se alto percentual de germinação (82%). Basto e Ramirez (2015) verificaram, em estudo com sementes de *T. rosea*, influência da luminosidade na germinação dessa espécie e afirmaram que a germinação está diretamente associada com a quantidade de luz disponível, já que a sua ausência influenciou negativamente na germinação.

Em estudo desenvolvido por Pellizzaro et al. (2017), observou-se que a emergência de plântulas em casa de vegetação teve médias abaixo daquelas encontradas no presente trabalho, como, por exemplo, nas espécies *A. fraxinifolium* (79,3%), *J. brasiliiana* (35,3%) e *S. polyphylla* (55,7%). Algumas espécies de *Tabebuia* atingiram médias de 39%.

Entre as espécies que apresentaram maior diversidade de fungos nas sementes com e sem assepsia, estão *A. fraxinifolium* e *S. polyphylla*, nas quais foram encontrados cinco gêneros de fungos nas sementes sem assepsia e três gêneros no tratamento com assepsia, sendo o fungo *Fusarium* sp. o de maior incidência (tabela 3). Esse patógeno vem sendo relatado em vários estudos como responsável por tombamento em pré e pós-emergência em diversas plantas florestais (CARMO et al., 2017).

Outros fungos que se destacaram com presença constante na maioria das espécies florestais foram *Cladosporium* e *Curvularia*. Das sementes das plantas pesquisadas, apenas em *A. tibourbou* não se verificou nenhuma presença de fungos nos tratamentos com e sem assepsia. *A. tibourbou* tem, como característica nas suas sementes, apresentar impermeabilidade do tegumento, que pode ser superada apenas por danos mecânicos, por ação de mamíferos e até mesmo por ação do fogo.

Alguns fungos foram completamente eliminados das sementes no tratamento com assepsia, tais como: *Phoma*, *Colletotrichum*, *Bipolaris* e *Alternaria*. Vale ressaltar que esses gêneros apresentaram baixa taxa de incidência nas sementes sem assepsia. Provavelmente estavam localizados mais externamente aos tegumentos, por causa de alguma contaminação ou infecção tardia, e foram eliminados durante o processo de assepsia.

A espécie *T. impetiginosa* apresentou, no teste de sanidade, incidência de *Fusarium*, *Curvularia* e *Cladosporium*. Oliveira et al. (2014) observaram que, apesar de o patógeno *Ovulariopsis* sp. ter sido encontrado em plantas de *Tabebuia impetiginosa*, não se identificou esse tipo de fungo em nenhuma das análises sanitárias de sementes.

Conforme os resultados dos testes de sanidade (tabela 3), também se notou que o tratamento com assepsia promoveu a redução dos fungos *Curvularia* sp. e *Cladosporium* sp. em sementes de *S. polyphylla* e *P. pendula*. Isso provavelmente ocorreu pelo fato de ter havido, em algumas sementes, contaminação externa – nesse caso, sem presença interna de tais fungos em algumas sementes, os quais foram eliminados pela assepsia, no tratamento com álcool e hipoclorito de sódio.

Pelos valores obtidos, observa-se que, apesar da redução da incidência de alguns fungos encontrados no tratamento com assepsia, não houve diferença estatística entre os gêneros de *Phoma*, *Colletotrichum*, *Bipolaris* e *Alternaria* (tabela 3).

Por outro lado, em alguns casos, *Fusarium* sp. foi o fungo com maior incidência, tendo sido observado no tratamento com assepsia. Sua incidência nas espécies *S. polyphylla* e *J. brasiliiana* apresentou aumento com relação ao tratamento sem assepsia. Tal resultado pode estar associado com contaminações ou com o fato de a assepsia ter eliminado fungos antagonistas desse patógeno, favorecendo o seu crescimento e a rápida produção de conídios. Por outro lado, alguns fungos podem estar presentes nas sementes e não serem detectados, pois o seu desenvolvimento depende também de alguns fatores, como influência ambiental (temperatura, umidade), localização, antagonismos etc. Segundo Machado (1988), os resultados dos testes de sanidade empregados podem indicar a ausência de patógenos ou, ainda, caso o patógeno esteja presente, o nível de inóculo nas sementes pode ser muito baixo, dificultando a sua detecção.

Apenas o gênero *Curvularia* foi patogênico ao ser inoculado com suspensão de esporos em plântulas de *S. polyphylla*. Em trabalho desenvolvido por Fantinel et al. (2017), houve registro de *Curvularia* sp. associada a sementes de *Acca sellowiana* (tabela 4).

Os resultados dos testes de patogenicidade também demonstraram que *Fusarium* sp. foi patogênico, causando murcha nas espécies *A. fraxinifolium* e *A. tibourbou*. Outros relatos de *Fusarium* sp. como patógeno em espécies florestais foram verificados por Walker et al. (2016), que

evidenciaram o tombamento das plântulas de *Cordia americana*. Em pesquisa semelhante sobre patogenicidade em espécie de *Tectona grandis* (teca), apenas o gênero *Fusarium* sp. foi patogênico às plantas (SALES *et al.*, 2018).

Os demais isolados fúngicos identificados, apesar de estarem associados às sementes, não apresentaram patogenicidade e, portanto, não provocaram sintomas ao serem inoculados nas espécies florestais utilizadas no presente estudo. Mesmo assim, tais fungos não podem ser considerados saprófitas ou avirulentos, pois, para que ocorra a doença, é necessário que os mecanismos de ataque do patógeno, representados por enzimas, toxinas e hormônios, consigam quebrar as barreiras de defesa física e bioquímica das plantas; além do mais, muitos aspectos podem influenciar na ocorrência da doença, incluindo os fatores ambientais (GODOY *et al.*, 2017).

Averiguou-se que todas as espécies florestais estudadas tiveram transmissão semente-plântula de pelo menos um fungo, em que os sintomas verificados foram lesões foliares e/ou murcha, dependendo do fitopatógeno transmitido (tabela 5). Segundo Machado (1988), a semente é o meio mais favorável para a dispersão e a sobrevivência dos patógenos, pois estes já estão em contato direto com os tecidos suscetíveis de seu hospedeiro.

A espécie *Tabebuia avellanedae* apresentou, nas plântulas originadas das sementes, sintomas foliares com incidência de 3% dos fungos *Colletotrichum* e *Curvularia*. Botelho *et al.* (2008), em estudo de análise de fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*T. avellanedae*), apresentaram alguns registros de fungos, incluindo *Curvularia* sp. No presente trabalho, o gênero *Colletotrichum* sp. também foi transmitido às plantas de *J. brasiliiana* (12%) e *Parkia pendula* (5%) e causou lesões foliares.

Sementes de *P. pendula*, *A. fraxinifolium* e *S. polyphylla* tiveram transmissão do fungo *Fusarium* sp. às plântulas, em valores percentuais de 21%, 6% e 4%, respectivamente, tendo causado murchas, decorrentes de infecções nas raízes. Fantinel *et al.* (2017), em pesquisa sobre fungos associados às sementes de *Acca sellowiana*, também observaram presença de *Fusarium* transmitido da semente para a plântula, o que causou murchas em mudas, provocadas pela má-formação de raízes.

Constatou-se que *Curvularia* sp. foi o único gênero a ser transmitido às quatro espécies florestais estudadas, tendo sido registrada taxa de transmissão às plantas de *S. polyphylla* (24%), *A. tibourbou* (17%), *A. fraxinifolium* (4%) e *T. impetiginosa* (3%).

CONCLUSÕES

As espécies *P. pendula*, *A. fraxinifolium* e *S. polyphylla* obtiveram maiores porcentagens de germinação de sementes e emergência de plântulas.

As sementes sem assepsia apresentaram maior diversidade fúngica quando comparadas ao tratamento com assepsia.

Dos fungos inoculados, *Fusarium* sp. foi patogênico às espécies *A. fraxinifolium* e *S. polyphylla*; já *Curvularia* sp. apresentou patogenicidade para a espécie *A. tibourbou*.

Os fungos *Curvularia*, *Fusarium* e *Colletotrichum* alcançaram as maiores taxas de transmissão em sementes, para as espécies *S. polyphylla*, *P. pendula* e *J. brasiliiana*, respectivamente.

REFERÊNCIAS

Barnett, H. L. & Hunter, B. B. Illustrated genera of imperfect fungi. 3. ed. Minneapolis: Burgess Publishing Company SA; 1972. 241 p.

Basto, S. & Ramirez, C. Effect of light quality on *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae) seed germination. Universitas Scientiarum. 2015; 20(2): 191-199.

doi: 10.11144/Javeriana.SC20-2.elqt

Botelho, L. S., Moraes, M. H. D. & Menten, J. O. M. Fungos associados às sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia serratifolia*) e ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*): incidência, efeito na germinação e transmissão para as plântulas. *Summa Phytopathologica*. 2008; 34(4): 343-348.
doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-54052008000400008>

Brasil. Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União. Brasília, DF; 25 maio 2012.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Manual de análise sanitária de sementes. Brasília: MAPA/ACS; 2009a. 200 p.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes. Brasília; 2009b. 399 p.

Caldeira, C. & Parré, J. L. Diversificação agropecuária e desenvolvimento rural no bioma cerrado. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação (RAEI)*. 2020; 2(1): 344-359.

Carmo, A. L. M. D., Mazaratto, E. J., Eckstein, B. & Santos, Á. F. Association of Fungi with seeds of native forest species. *Summa Phytopathologica*. 2017; 43(3): 246-247.
doi: [10.1590/0100-5405/2211](https://doi.org/10.1590/0100-5405/2211)

Ellis, M. B. *Dematiaceous Hyphomycetes*: VI. Kew, England: Commonwealth Mycological Institute; 1971. 608 p.

Fantinel, V. S., Oliveira, L. M. de, Casa, R. T., Rocha, E. C. da, Schneider, P. F., Pozzan, M., Liesch, P. P. & Ribeiro, R. A. Fungos associados às sementes de *Acca sellowiana*: efeitos na qualidade fisiológica das sementes e transmissão. *Agrarian*. 2017; 10(38): 328-335.
doi: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i38.4509>

Ferreira, D. F. SISVAR: Sistema de Análise de Variância. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2014.

Fowler, A. J. P. & Bianchetti, A. Dormência em sementes florestais. Colombo: Embrapa Florestas; 2000. 27 p.

Godoy, C. V., Koga, L., Koga, J., Oliveira, M. C. N. de, Hill, C. B. & Hartman, G. L. Mycelial growth, pathogenicity, aggressiveness and apothecial development of *Sclerotinia sclerotiorum* isolates from Brazil and the United States in contrasting temperature regimes. *Summa Phytopathologica*. 2017; 43(4): 263-268.
doi: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2188>

Guedes, R. S., Alves, E. U., Viana, J. S., Gonçalves, E. P., Lima, C. R. de & Santos, S. do R. N. dos. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. *Ciência Florestal*. 2013; 23(1): 45-53.
doi: <https://doi.org/10.5902/198050988438>

Machado, J. C. *Patologia de sementes: fundamentos e aplicações*. Brasília: MEC/Esal/Faepe; 1988. 106 p.

Mori, E. S., Rodrigues, F. C. M. P. & Freitas, N. P. de. *Sementes florestais: guia para germinação de 100 espécies nativas*. São Paulo: Instituto Refloresta; 2012. 83 p.

Mourão, D. D. S. C., Sággio, S. A., Souza, M. R. de & Santos, G. R. dos. Identificação morfológica e molecular de *Curvularia* sp., agente causal da mancha foliar do milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 2017; 16(1): 1-12.
doi: [10.18512/1980-6477/rbms.v16n1p1-12](https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n1p1-12)

Nóbrega, J. S. & Nascimento, L. C. do. Sanidade de sementes e sua influência no controle de fitopatógenos. *Research, Society and Development*. 2020; 9(1): 1-20.
doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8101>

Oliveira, G. M. de, Angelotti, F., Santos, M. H. L. C., Pinheiro, G. S., Costa, D. C. C. da & Dantas, B. F. Levantamento de fungos em plantas nativas da caatinga. *Revista Brasileira de Geografia Física*. 2014; (7)3: 458-465.
doi: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v7.3.p458-465>

Oliveira, M. C., Ogata, R. S., Andrade, G. A. de, Santos, D. da S., Souza, R. M., Guimarães, T. G., Silva Júnior, M. C. da, Pereira, D. J. de S. & Ribeiro, J. F. *Manual de viveiro e produção de mudas: espécies arbóreas nativas do cerrado*. Brasília: Embrapa Cerrados; 2016. 124 p.

- Parisi, J. J. D., Santos, A. F., Barbedo, C. J. & Medina, P. F. Patologia de sementes florestais: danos, detecção e controle, uma revisão. *Summa Phytopathologica*. 2019; 45(2): 129-133.
doi: <https://doi.org/10.1590/0100-5405/188545>
- Pellizzaro, K. F., Cordeiro, A. O. O., Alves, M., Motta, C. P., Rezende, G. M., Silva, R. R. P., Ribeiro, J. F., Sampaio, A. B., Vieira, D. L. M. & Schmidt, I. B. "Cerrado" restoration by direct seeding: field establishment and initial growth of 75 trees, shrubs and grass species. *Brazilian Journal of Botany*. 2017; 40(3): 681-693.
doi: [10.1007/s40415-017-0371-6](https://doi.org/10.1007/s40415-017-0371-6)
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Sano, S. M. & Almeida, S. P. de (Ed.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa/CPAC; 1998. p. 89-166.
- Sales, N. I. S., Leão, E. U., Giongo, M. & Santos, G. R. dos. Patogenicidade e transmissão de fungos associados às sementes de *Tectona grandis* Lf. *Ciência Florestal*. 2018; 28(3): 970-978.
doi: <https://doi.org/10.5902/1980509833369>
- Santos, G. R. dos, Tschoeke, P. H., Silva, L. de G., Silveira, M. C. A. C. da, Reis, H. B., Brito, D. R. & Souza Carlos, D. de. Sanitary analysis, transmission and pathogenicity of fungi associated with forage plant seeds in tropical regions of Brazil. *Journal of Seed Science*. 2014; 36(1): 54-62.
- Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública – Seplan. Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial 2012. [Acesso em: 5 nov. 2018]. Disponível em: http://web.seplan.to.gov.br/Arquivos/download/ZEE/TO_AtlasTocantins2012/Atlas_do_Tocantins_2012.pdf.
- Silva, T. P. P. Influência do extrato de *Crassiphycus birdiae* na qualidade sanitária e fisiológica em sementes de gergelim. *Brazilian Journal of Development*. 2021; 7(3): 28250-28269.
doi: [10.34117/bjdv7n3-510](https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-510)
- Sutton, B. C. *The Coelomycetes*. Kew Surrey, England: Commonwealth Mycological Institute; 1980. 696 p.
- Vechiato, M. H. & Parisi, J. J. D. Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas. *Biológico*. 2013; 75(1): 27-32.
- Walker, C., Maciel, C. G., Milanesi, P. M., Muniz, M. F. B., Mezzomo, R. & Pollet, C. S. Caracterização morfológica, molecular e patogenicidade de *Fusarium acuminatum* e *Fusarium verticillioides* a *Cordia americana*. *Ciência Florestal*. 2016; 26(2): 463-473.