

Artigos

A condição climática de origem das árvores afeta a incidência de fungos e a qualidade de sementes de *Pityrocarpa moniliformis*?

Does trees origins climate condition affect fungi incidence and seeds quality of *Pityrocarpa moniliformis*?

Francival Cardoso Felix^I 
Andréa Celina Ferreira Demartelaere^{II} 
Josenilda Aprígio Dantas de Medeiros^{II} 
Mauro Vasconcelos Pacheco^{II} 
Márcio Dias Pereira^{II} 

^IUniversidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

^{II}Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN, Brasil

RESUMO

A presença de fungos potencialmente prejudiciais durante a maturação e dispersão das sementes tem relação com fatores bióticos e abióticos. Esses microrganismos podem causar perda da qualidade fisiológica de sementes em condições climáticas desfavoráveis. Nesta pesquisa, levantou-se a hipótese de que a qualidade sanitária das sementes produzidas é afetada pela árvore e condição climática de origem. Assim, objetivou-se avaliar a incidência de fungos e a qualidade de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de diferentes árvores e duas condições climáticas (Aw: tropical chuvoso; e BSh: semiárido quente). Coletaram-se sementes de 28 árvores, avaliando-se separadamente a qualidade fisiológica e sanitária das sementes produzidas em cada árvore. Diferentes árvores originaram sementes com diferenças na qualidade fisiológica e incidência de fungos. A condição climática de origem das árvores afetou a quantidade e a espécie fúngica presente nas sementes produzidas, com incidência predominante dos gêneros *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus* sp, sendo a incidência de *Alternaria* spp. correlacionada com sementes de baixa qualidade fisiológica. Portanto, conclui-se que árvores de *Pityrocarpa moniliformis* sob clima tropical chuvoso produzem sementes de qualidade fisiológica e sanitária superior em relação àquelas localizadas em clima semiárido quente.

Palavras-chave: Patologia de sementes; Qualidade fisiológica; Sementes florestais



ABSTRACT

The fungi presence during seed maturation and dispersion is related to biotic and abiotic factors. These microorganisms can cause loss seeds physiological quality in unfavorable climatic conditions. We hypothesize that sanitary quality of seeds produced is affected by tree and origin climatic condition. The aim was evaluated fungi incidence and seeds quality of *Pityrocarpa moniliformis* from different trees and two climatic conditions (Aw: rainy tropical; and BSh: warm semiarid). We collected seeds from 28 parent trees, evaluating separately the physiological and sanitary quality of the seeds produced in each tree. Different trees originated seeds with differences in physiological quality and fungi incidence. The climatic condition of the trees' origin affected the amount and fungi species present in the seeds produced, with a predominant incidence of the genera *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. and *Rhizopus* sp. The *Alternaria* spp. incidence is correlated with seeds of low physiological quality. Therefore, we conclude that *Pityrocarpa moniliformis* trees under a tropical rainy climate produce seeds with superior physiological and sanitary quality compared to those located in a warm semiarid climate.

Keywords: Seed pathology; Physiological quality; Forest seeds

1 INTRODUÇÃO

Pityrocarpa moniliformis (Benth.) Luckow & R. W. Jobson (Fabaceae) é uma espécie arbórea-arbustiva nativa do nordeste brasileiro com potencial socioeconômico e ambiental (FELIX; MEDEIROS; FERRARI; VIEIRA; PACHECO, 2020; FELIX; MEDEIROS; FERRARI; CHAGAS; CASTRO; SOUZA; VIEIRA; PACHECO, 2021); seja para fabricação de lenha, alimentação animal ou recuperação de áreas degradadas. Além disso, cascas, folhas e frutos possuem antioxidantes (fenóis e flavonoides) que podem ser utilizados no desenvolvimento de fitoterápicos e cosméticos (ALVES; MOURA; COSTA; ARAÚJO; SOUSA; COSTA; FERREIRA; SILVA; PESSOA; LIMA; CITÓ, 2014). Suas flores atraem abelhas que fornecem mel de alta qualidade (JESUS; BORGES; SOUZA; BRANDÃO; SANTOS, 2015), o que amplia seu potencial de uso para o desenvolvimento da região onde estão localizadas.

As sementes desta espécie são ortodoxas e dispersas a partir de frutos deiscentes (CARVALHO, 2010), por isso a avaliação da qualidade de sementes antes e após o armazenamento é necessária para a comercialização. A avaliação da qualidade sanitária de sementes é considerada etapa importante para evitar perdas de produção



de mudas e transporte de fitopatógenos para outras regiões, visto que as sementes podem ser veículo de disseminação de doenças (CARMO; MAZARATTO; ECKSTEIN; SANTOS, 2017). Enquanto há amplo conhecimento sobre incidências de patógenos em espécies agrícolas, há comparativamente escassos estudos sobre os efeitos dos microrganismos em espécies florestais nativas (PARISI; SANTOS; BARBEDO; MEDINA, 2019). Sementes dessas espécies podem apresentar baixa germinação devido à ação de microrganismos que causam ou aceleram a deterioração das sementes ainda na árvore, intensificado em condições desfavoráveis, visto que os microrganismos passam do estado de latência para patogenicidade (MAZAROTTO; PIMENTEL; ABREU; SANTOS, 2019).

Durante a maturação dos frutos, os fungos podem entrar nas sementes e se instalarem no interior do tegumento e, na fase de dessecação natural e deiscência, patógenos também se fixam na parte externa da semente (BEWLEY; BRADFORD; HILHORST; NONOGAKI, 2013). Assim, os fungos podem reduzir a qualidade das sementes devido aos danos causados durante a maturação, colheita e armazenamento (MEDEIROS; ARAUJO-NETO; URSULINO; NASCIMENTO; ALVES, 2016; PARISI; SANTOS; BARBEDO; MEDINA, 2019). A infecção por fungos afeta diretamente a germinação, uma vez que os microrganismos causam anormalidades e lesões nas plântulas, além de influenciar no estabelecimento dos estandes e disseminar doenças (SALES; LEÃO; GIONGO; SANTOS, 2018).

A combinação entre temperatura e umidade associados a ambientes desequilibrados passam a desempenhar importante papel como agentes de doenças e pragas (PARISI; SANTOS; BARBEDO; MEDINA, 2019). Assim, as condições climáticas da região de origem dos indivíduos afetam diretamente a dinâmica dos fungos no ambiente natural (SEID; FREDENSBORG; STEINWENDER; MEYLING, 2019). A coleta de sementes a partir de diferentes árvores e localidades distintas aumentam a probabilidade da presença de fungos patogênicos associados às sementes, reduzindo a qualidade sanitária destas, como observado por Mazarotto, Pimentel, Abreu e Santos



(2019) com *Fusarium* spp. e *Phomopsis* spp. em sementes de *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. (Apocynaceae) e Sales, Leão, Giongo e Santos (2018) com *Botryodiplodia* spp. ao analisar sementes de *Tectona grandis* L.f. (Lamiaceae).

Outros pesquisadores relataram a ocorrência de fungos potencialmente patogênicos dos gêneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Cladosporium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Pestalotiopsis*, *Phoma* e *Phomopsis* em sementes de seis espécies florestais nativas (CARMO; MAZARATTO; ECKSTEIN; SANTOS, 2017). Já em uma análise sanitária com amostras de sementes de doze espécies florestais foram identificados 18 gêneros fúngicos associados às sementes, sendo *Alternaria*, *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Curvularia*, *Exserohilum*, *Fusarium*, *Macrophomina*, *Pestalotiopsis*, *Phoma*, *Phomopsis* e *Stemphylium* considerados potencialmente patogênicos (VECHIATO; PARISI, 2013), podendo causar apodrecimento das sementes, manchas foliares, podridão de colo, raízes e doenças vasculares.

Diante disso, evidencia-se a importância de estudos relacionados à qualidade sanitária das sementes oriundas de árvores de espécies nativas, com destaque para a *Pityrocarpa moniliformis*, coletadas em diferentes condições climáticas, visto que é possível encontrá-la em vegetação de Caatinga (clima semiárido quente) e de transição com a Mata Atlântica - Agreste (clima tropical chuvoso). Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a incidência de fungos e a qualidade de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de diferentes árvores em duas condições climáticas, visando a tomada de decisão correta quanto à origem de sementes para propagação e produção de mudas.

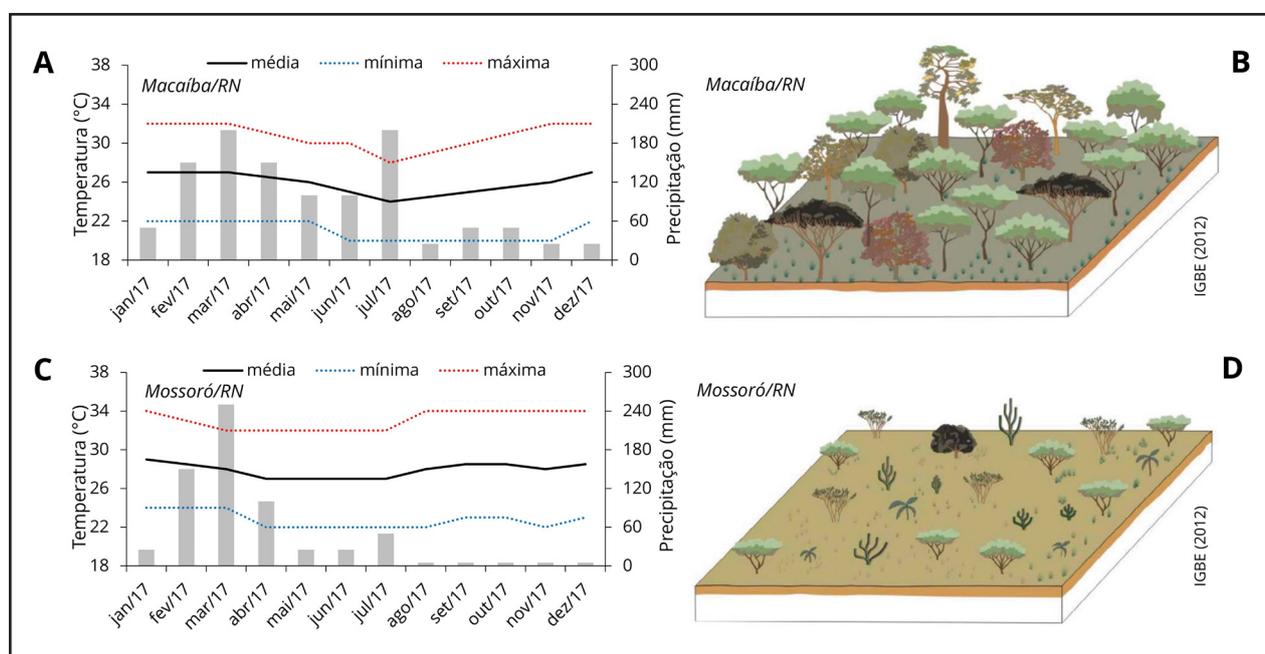
2 MATERIAL E MÉTODOS

As localidades de estudo para a *Pityrocarpa moniliformis* foram duas populações naturais distantes em 255 km nos municípios de Macaíba (5°53'53,06" S e 35°21'39,47" W, altitude de 57 m) e Mossoró (5°03'34,51" S e 37°23'56,92" W, altitude de 81 m), estado do Rio Grande do Norte, Brasil. O clima de Macaíba/RN é classificado em Aw



(tropical chuvoso), enquanto o clima de Mossoró/RN é classificado em BSh (semiárido quente) (KÖPPEN; GEIGER, 1928). As precipitações anuais e temperaturas médias são de 1.134 mm e 25,8°C para Macaíba/RN (Figura 1A), e 750 mm e 28,0°C para Mossoró/RN (Figura 1C), respectivamente (INPE, 2020).

Figura 1 – Condições climáticas (A e C) e formações fitofisionômicas (B e D) para os municípios de Macaíba (tropical chuvoso) e Mossoró (semiárido quente), estado do Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: INPE (2020); IBGE (2012)

A região de Mossoró/RN possui fitofisionomia savana-estépica (Figura 1D), caracterizado pelo semiárido seco com estrato lenhoso decidual e espinhoso, enquanto a região de Macaíba/RN possui vegetação arbórea lenhosa e arbustiva de transição da Caatinga com a Mata Atlântica (Figura 1B), denominada de zona Agreste com áreas úmidas na costa florestal atlântica (IBGE, 2012). As áreas de estudo amostradas são formações florestais secundárias com árvores adultas e juvenis em zona rural cercadas e mantidas como áreas experimentais. O entorno é composto por formações florestais nativas e área agricultável, com 3,82 km de perímetro em Mossoró/RN e 4,54 Km em Macaíba/RN.



Tabela 1 – Localização geográfica das árvores amostradas de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de duas condições climáticas

Localização das Árvores	Condições climáticas			
	Aw: tropical chuvoso		BSh: semiárido quente	
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude
1	-5,9024	-35,3597	-5,0593	-37,4006
2	-5,9022	-35,3592	-5,0584	-37,3987
3	-5,8918	-35,3664	-5,0588	-37,3987
4	-5,8919	-35,3662	-5,0599	-37,3996
5	-5,8919	-35,3663	-5,0607	-37,3996
6	-5,8918	-35,3663	-5,0607	-37,3990
7	-5,9019	-35,3590	-5,0563	-37,3978
8	-5,9018	-35,3595	-5,0593	-37,4020
9	-5,9041	-35,3561	-5,0596	-37,4021
10	-5,8929	-35,3676	-5,0600	-37,4023
11	-5,8924	-35,3673	-5,0604	-37,4026
12	-5,8930	-35,3687	-5,0602	-37,4009
13	-5,9018	-35,3596	-5,0591	-37,3967
14	-5,8923	-35,3673	-5,0608	-37,4012

Fonte: Autores (2022)

Os frutos deiscentes de *Pityrocarpa moniliformis* foram coletados manualmente e diretamente da copa de 28 árvores adultas provenientes dos municípios de Macaíba e Mossoró (14 árvores cada) (Tabela 1), antes da dispersão das sementes, no período de agosto a novembro de 2017. As árvores foram amostradas ao acaso, com distância mínima equivalente a duas vezes e meio a altura dos indivíduos. Em condições de laboratório, as sementes separadamente por árvore de origem foram extraídas manualmente dos frutos semiabertos e abertos, sendo cada lote de sementes analisado composto por sementes de cada árvore para avaliação individual por matriz. Utilizaram-se para as análises apenas as sementes que se encontravam bem formadas (sem danos visíveis). O grau de umidade das sementes foi determinado em estufa de secagem a 105 ± 3 °C durante 24 h (BRASIL, 2009a) com duas repetições de 50 sementes para cada árvore, sendo os resultados expressos em porcentagem (%).



O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes para cada árvore, as quais tiveram a dormência superada (desponte) e a desinfestação realizada em solução de hipoclorito de sódio (NaClO), a 2,5% durante 5 min para eliminação de patógenos superficiais, seguido de lavagem em água destilada e semeadura em papel toalha umedecido com água em duas vezes e meio o seu peso seco (BRASIL, 2009a). As folhas de papel foram organizadas na forma de rolos e inseridas em sacos plásticos transparentes. Em seguida, foram mantidas em germinador do tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) regulado à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 h.

Avaliaram-se: percentual de germinação (plântulas normais) e sementes mortas no 14º dia após a semeadura, conforme critérios estabelecidos por Brasil (2009a); velocidade de germinação (IVG) – contabilização diária das sementes germinadas após a semeadura, e calculado conforme fórmula proposta por Maguire (1962); comprimento de plântulas – mensuração das plântulas normais com o auxílio de régua graduada, cujos resultados foram expressos em centímetros (cm); e massa seca de plântulas – pesagem do material sem cotilédones em balança analítica de precisão (0,001 g) após secagem em estufa à 60°C, até atingir peso constante, sendo os resultados expressos em miligramas (mg).

O teste de emergência de plântulas foi realizado com quatro repetições de 50 sementes semeadas em canteiro de areia (6,0 m x 1,5 m x 0,2 m) exposto a pleno sol, umedecido com regas diárias de 4,5 L m⁻², avaliando-se ao final de 21 dias o percentual de plântulas emersas (%).

A incidência de fungos foi avaliada sete dias após a incubação das sementes durante a germinação (BRASIL, 2009b). As estruturas fúngicas presentes nas amostras infestadas foram friccionadas em fitas adesivas e fixadas em lâminas com corante azul de metileno. Em seguida, foram identificadas as estruturas fúngicas com o auxílio de microscópio estereoscópio ótico binocular 1600X Luz de Led (BIOCENTRIX) nas lentes de 40 x e 100 x, cujos resultados foram expressos em porcentagem (%). A



caracterização dos gêneros fúngicos foi realizada com base em critérios morfológicos descritos na literatura especializada (NITHIYAA; IZZATI; KALSOM; SALLEH, 2012; HAFIZI; SALLEH; LATIFFAH, 2013; EHGARTNER; HERWIG; FRICKE, 2017; NAYYAR; WOODWARD; MUR; AKRAM; ARSHAD; SAQLAN-NAQVI; AKHUND, 2017).

O delineamento experimental usado foi inteiramente ao acaso para os testes de germinação e incidência de fungos, e em blocos ao acaso para emergência de plântulas. A análise de variância para a qualidade fisiológica das sementes e incidência dos fungos entre árvores de origem, e entre as condições climáticas foram realizadas pelo teste F ($p < 0,05$). Em seguida, realizaram-se correlações simples de Pearson (r_p) entre a incidência de fungos e os aspectos fisiológicos das sementes pelo teste T ($p < 0,05$). O programa estatístico utilizado para essas análises foi o BioEstat® (versão 5.3). De modo a reduzir as variáveis e melhorar a visualização dos resultados entre árvores e condições climáticas de origem, aplicou-se a análise multivariada das componentes principais (PCA) com plotagem biplot. O programa estatístico utilizado foi o Past® (versão 3.20).

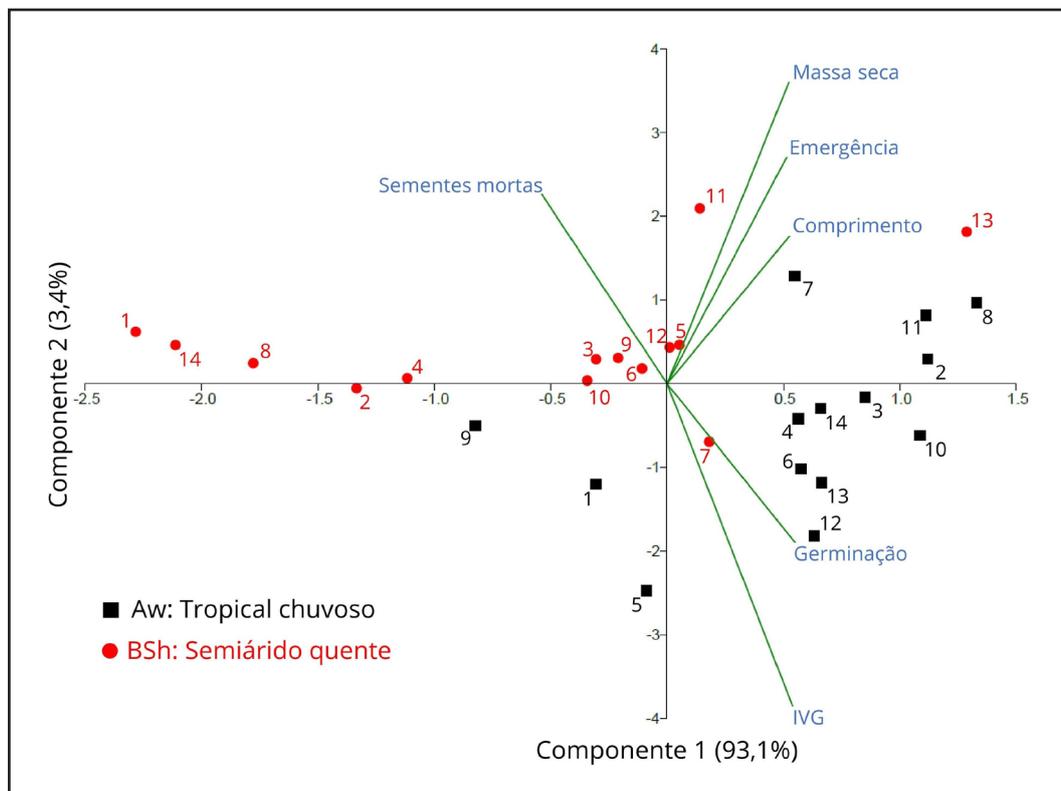
3 RESULTADOS

As árvores de *Pityrocarpa moniliformis* localizadas em região de clima tropical chuvoso e em clima semiárido quente produziram sementes com $9,5 \pm 1,0\%$ e $9,6 \pm 1,0\%$ de teor de água (média \pm desvio padrão), respectivamente. Portanto, não houve diferenças expressivas no conteúdo de água no momento da dispersão das sementes desta espécie ou necessidade de secagem artificial, independentemente da origem climática.

Os aspectos fisiológicos de germinação e vigor das sementes de *Pityrocarpa moniliformis* foram significativamente afetados, tanto em função da árvore de origem ($p < 0,05$) quanto em relação às condições climáticas em que estão localizados os indivíduos ($p < 0,05$). As árvores oriundas de região de clima tropical chuvoso produziram sementes de qualidade fisiológica superior em relação àquelas sob clima semiárido quente (Figura 2).



Figura 2 – Análise das componentes principais com representação *biplot* para a qualidade fisiológica de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de diferentes árvores em duas condições climáticas



Fonte: Autores (2022)

Foi constatado que 71,4% das árvores localizadas em clima tropical chuvoso produziram sementes com germinação acima de 70% (indivíduos 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13 e 14), seguido de 21,4% com viabilidade intermediária (51-69%) (indivíduos 1, 5 e 7), e uma árvore com germinação inferior a 50% (indivíduo 9). Enquanto no clima semiárido quente, 7,2% das árvores produziram sementes com viabilidade acima de 70% (indivíduo 13), seguido de 57% das árvores (indivíduos 3, 5, 6, 7, 9, 10, 11 e 12) com viabilidade intermediária (51-69%), e 36% com germinação inferior a 50% (indivíduos 1, 2, 4, 8 e 14).

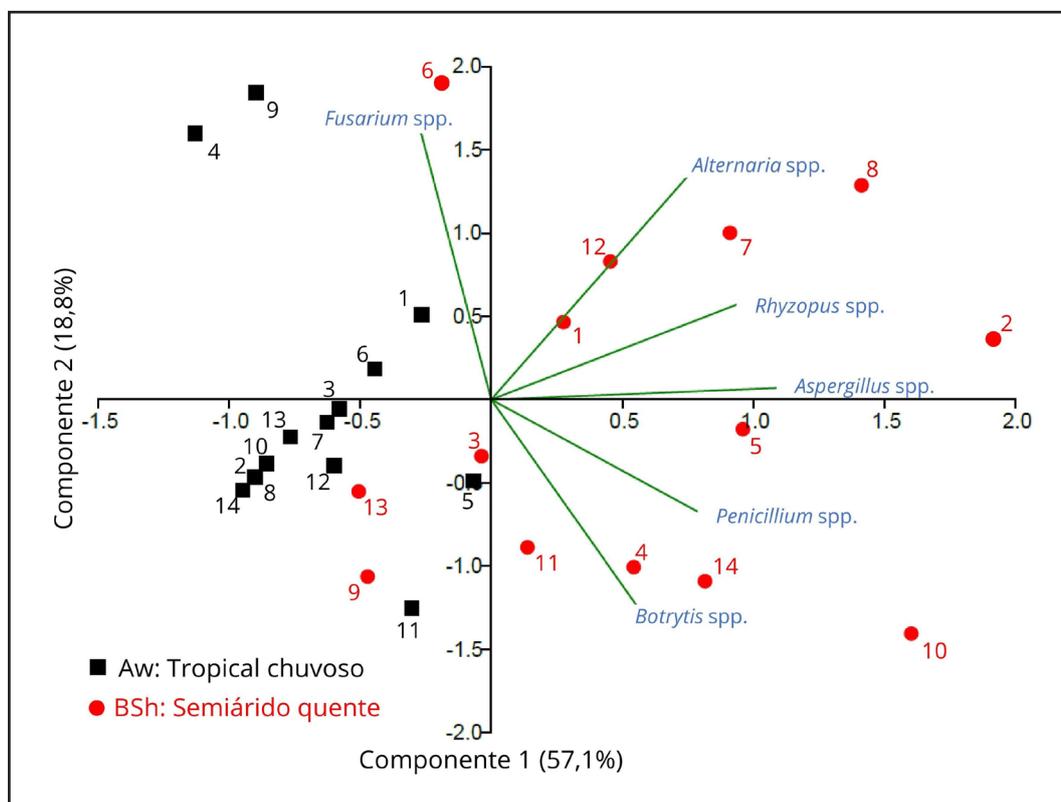
A avaliação da velocidade da germinação, emergência, comprimento e massa seca de plântulas permitiu constatar que as sementes provenientes de árvores sob clima tropical chuvoso (indivíduos 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13 e 14) apresentaram



maior vigor em relação às árvores localizadas em clima semiárido quente, em que apenas a árvore 13 apresentou vigor similar às demais (Figura 2). As árvores 1, 2, 4, 8 e 14 sob clima semiárido quente exibiram maior percentual de sementes mortas e menor qualidade fisiológica em relação a todos os indivíduos avaliados.

Os fungos encontrados nas sementes de *Pityrocarpa moniliformis* foram *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus* spp., os quais tiveram efeito significativo em função das árvores ($p < 0,05$) e das condições climáticas ($p < 0,05$) de origens das sementes, exceto para *Fusarium* spp. entre localidades ($p > 0,05$). As árvores sob clima tropical chuvoso produziram sementes de qualidade sanitária superior em relação àquelas sob clima semiárido quente (Figura 3).

Figura 3 – Análise das componentes principais com representação *biplot* para incidência de fungos em sementes de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de diferentes árvores em duas condições climáticas



Fonte: Autores (2022)



As árvores 1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12 e 14 sob clima semiárido quente apresentaram maior incidência de *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp., *Botrytis* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus* spp., enquanto *Fusarium* spp. foi encontrado em maior proporção nas árvores 4 e 9 (tropical chuvoso), e 6 (semiárido quente) (Figura 3). Sementes de *Pityrocarpa moniliformis* de maior qualidade fisiológica foram produzidas quando as árvores de origem estavam em condição de clima tropical chuvoso (Tabela 2). Em clima semiárido quente, foi observado alto percentual de sementes mortas (45%) e menor qualidade sanitária das sementes oriundas das árvores avaliadas, em que a incidência de fungos nas sementes foi significativamente superior para *Alternaria* spp. (12%), *Aspergillus* spp. (3%), *Botrytis* spp. (2%), *Penicillium* spp. (2%), e *Rhizopus* spp. (1%) (Tabela 3).

Tabela 2 – Aspectos fisiológicos de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de duas condições climáticas

Condição climática	Aspectos fisiológicos					
	G	SM	IVG	CP	MSP	E
	%		-	(cm)	(mg)	%
Aw: tropical chuvoso	75 a	18 b	19,4 a	7,2 a	5,2 a	54 a
BSh: semiárido quente	48 b	45 a	11,2 b	4,6 b	3,7 b	34 b
CV (%)	28,8	38,1	28,1	29,8	29,4	29,3

Fonte: Autores (2022)

Em que: G (germinação), SM (sementes mortas) IVG (índice de velocidade de germinação), CP (comprimento de plântulas), MSP (massa seca de plântulas), E (emergência de plântulas) e CV (coeficiente de variação); médias seguidas da mesma letra na coluna são iguais estatisticamente pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 3 – Incidência de fungos em sementes de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de duas condições climáticas

Condição climática	Incidência de fungos (%)					
	<i>Alternaria</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Botrytis</i> spp.	<i>Fusarium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.	<i>Rhizopus</i> spp.
Aw: tropical chuvoso	6 b	1 b	0 b	1 a	1 b	0 b
BSh: semiárido quente	12 a	3 a	2 a	1 a	2 a	1 a
CV (%)	59,1	99,9	74,1	47,8	39,9	85,4

Fonte: Autores (2022)

Em que: CV (coeficiente de variação); médias seguidas da mesma letra na coluna são iguais estatisticamente pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.



Por fim, correlação significativa (r_p) foi verificada apenas para *Alternaria* spp. sobre a qualidade fisiológica de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* ($p < 0,05$), ao passo que os demais gêneros fúngicos não apresentaram correlação com os aspectos fisiológicos das sementes ($p > 0,05$) (Tabela 4). Portanto, nota-se que a incidência de *Alternaria* spp. afeta negativamente a germinação (-0,598**), velocidade de germinação (-0,585**), comprimento (-0,625**), massa seca (-0,588**) e emergência de plântulas (-0,533**), além de ter relação com maior quantidade de sementes mortas (0,578**). Evidentemente, os resultados deste trabalho com diferentes árvores em duas condições de clima abrem margem para novas perguntas. Além disso, são necessários estudos com diferentes populações e pesquisas de fitopatogenicidade com os fungos que têm correlação com a baixa qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 4 – Correlação de Pearson (r_p) entre a incidência de fungos e os aspectos fisiológicos de sementes de *Pityrocarpa moniliformis* provenientes de duas condições climáticas

Gêneros fúngicos	Aspectos fisiológicos					
	G	SM	IVG	CP	MSP	E
<i>Alternaria</i> spp.	-0,598 **	0,578 **	-0,585 **	-0,625 **	-0,588 **	-0,533 **
<i>Aspergillus</i> spp.	-0,288 ^{ns}	0,291 ^{ns}	-0,274 ^{ns}	-0,293 ^{ns}	-0,309 ^{ns}	-0,243 ^{ns}
<i>Botrytis</i> spp.	-0,239 ^{ns}	0,241 ^{ns}	-0,241 ^{ns}	-0,178 ^{ns}	-0,176 ^{ns}	-0,219 ^{ns}
<i>Fusarium</i> spp.	-0,052 ^{ns}	0,056 ^{ns}	-0,059 ^{ns}	-0,083 ^{ns}	-0,033 ^{ns}	-0,087 ^{ns}
<i>Penicillium</i> spp.	-0,204 ^{ns}	0,218 ^{ns}	-0,237 ^{ns}	-0,186 ^{ns}	-0,154 ^{ns}	-0,169 ^{ns}
<i>Rhizopus</i> spp.	-0,141 ^{ns}	0,140 ^{ns}	-0,148 ^{ns}	-0,094 ^{ns}	-0,105 ^{ns}	-0,060 ^{ns}

Fonte: Autores (2022)

Em que: G (germinação), SM (sementes mortas), IVG (índice de velocidade de germinação), CP (comprimento de plântulas), MSP (massa seca de plântulas) e E (emergência de plântulas); ^{ns} não significativo, ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste T

4 DISCUSSÃO

A proximidade da umidade entre lotes de sementes é essencial para a avaliação da qualidade fisiológica, visto que é considerado fator de confiabilidade e padronização dos ensaios (MARCOS-FILHO, 2015). As sementes de *Pityrocarpa moniliformis* de maior



qualidade fisiológica foram produzidas quando as árvores de origem estavam em condição de clima tropical chuvoso. Esse fato pode estar relacionado ao regime regular de chuvas em clima tropical chuvoso, uma vez que em clima semiárido quente pode ocorrer estresse ambiental devido às altas temperaturas e regime restrito de chuvas durante a maturação das sementes (Figura 1).

A produção de sementes em cada indivíduo pode ser afetada por fatores bióticos e abióticos. Destes fatores, o estresse ambiental somado à incidência de doenças e pragas durante a maturação dos frutos afeta a qualidade das sementes (PARISI; SANTOS; BARBEDO; MEDINA, 2019). Diferenças de qualidade fisiológica em sementes florestais provenientes de árvores da mesma área ou entre localidades diferentes também foram observadas para *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. (Apocynaceae) (MAZAROTTO; PIMENTEL; ABREU; SANTOS, 2019), *Ceiba speciosa* (A.St.-Hil.) Ravenna (Malvaceae) (ROVERI-NETO; PAULA, 2017) e *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis (Fabaceae) (LIMA; BRUNO; SILVA; PACHECO; ALVES, 2014).

Verificou-se que sementes de árvores com maior incidência de fungos apresentaram desempenho de plântulas inferior e maior proporção de sementes mortas, o que é considerado esperado. Os patógenos associados às sementes podem estar presentes na superfície do tegumento ou intrínsecos nas sementes, onde ficam aderidos ao embrião e protegidos pelo tegumento, ocorrendo assim a transmissibilidade durante o processo germinativo e crescimento inicial de plântulas (BEWLEY; BRADFORD; HILHORST; NONOGAKI, 2013), o que ocasiona redução da qualidade fisiológica.

A desinfestação com hipoclorito de sódio pode eliminar apenas fungos superficiais presentes no tegumento (PINHEIRO; LAZAROTTO; BRIÃO-MUNIZ; GOUVÊA-REDIN; SANTOS, 2016), procedimento adotado durante a assepsia externa das sementes. Os fungos que se encontram internamente na semente podem permanecer em estado latente ou como esporos nos cotilédones, endosperma, eixo embrionário e entre o embrião e o tegumento (BEWLEY; BRADFORD; HILHORST; NONOGAKI, 2013;



FERNANDES; VALÉRIO; DUARTE; CAPUCHINHO; FAGUNDES, 2019). Após a hidratação das sementes ortodoxas, esses fungos retomam o crescimento e causam danos às sementes ou plântulas em desenvolvimento (BEWLEY; BRADFORD; HILHORST; NONOGAKI, 2013).

Alternaria spp. pode ser considerado um gênero potencialmente patogênico e prejudicial às sementes de *Pityrocarpa moniliformis*. Em espécies florestais nativas, *Alternaria* spp., *Botrytis* spp. e *Fusarium* spp. são patogênicos em sementes, ou seja, causam deterioração na fase de germinação e estabelecimento das mudas (CARMO; MAZARATTO; ECKSTEIN; SANTOS, 2017). Os esporos de *Alternaria* spp. são adquiridos principalmente no campo durante a maturação dos frutos e desenvolvimento das sementes, devido ao alto grau de umidade durante o processo de formação da semente (MARCOS-FILHO, 2015). Temperatura e umidade elevadas favoreceram a incidência de fungos patogênicos como *Alternaria* spp., o qual causa necrose e liberação de toxinas nos tecidos vegetais durante o consumo de reservas energéticas (NAYYAR; WOODWARD; MUR; AKRAM; ARSHAD; SAQLAN-NAQVI; AKHUND, 2017). Essas toxinas afetam o metabolismo das sementes, acarretando morte ou formação de plântulas anormais (PARISI; SANTOS; BARBEDO; MEDINA, 2019).

As localidades de origem das sementes apresentam condições climáticas contrastantes de precipitação e temperatura durante o ano (Figura 1). A floração da *Pityrocarpa moniliformis* ocorre na transição da estação seca para chuvosa (dezembro a abril), momento em que há concentração da precipitação nas duas localidades (Macaíba/RN e Mossoró/RN). Entretanto, com maiores precipitações entre fevereiro e abril, favorecendo maior incidência de fungos nas localidades avaliadas. Durante a maturação das sementes (maio a novembro), a localidade de Mossoró/RN (semiárido quente) apresenta menor precipitação e maior temperatura, enquanto Macaíba/RN (tropical úmido) permanece com chuvas regulares até julho (Figura 1). As plantas são frequentemente expostas a algum estresse ambiental em condições naturais, quanto maior umidade e temperatura no momento da contaminação, maior será a incidência de doenças nas sementes.



A temperatura mais elevada favorece o desenvolvimento de fungos em regiões tropicais, deixando as espécies mais vulneráveis ao ataque desses fitopatógenos (PARISI; SANTOS; BARBEDO; MEDINA, 2019). Em formações fitogeográficas com condições climáticas semelhantes ao presente estudo, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Fabaceae) apresentou incidência de *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp., *Curvularia* spp., *Nigrospora* spp., *Penicillium* spp. e *Rhizopus* spp. em sementes de diferentes árvores e localidades da Caatinga (MEDEIROS; ARAUJO-NETO; URSULINO; NASCIMENTO; ALVES, 2016). Enquanto, sementes de *Copaifera oblongifolia* Mart. ex Hayne (Fabaceae) exibiram naturalmente *Aspergillus* spp., *Mucor* spp. e *Rhizopus* spp. na região semiárida, sendo que a infestação por *Aspergillus* spp. comprometeu a fisiologia e reduziu a germinação das sementes (FERNANDES; VALÉRIO; DUARTE; CAPUCHINHO; FAGUNDES, 2019). A ocorrência de fungos associados a espécies florestais em área de transição entre Cerrado e Caatinga também foi influenciada pela sazonalidade climática, com maior número de isolados encontrados no período seco e maior ocorrência em espécies de Fabaceae, a exemplo de *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud. e *P. moniliformis* (SILVA; SANTOS; SANTOS; BEZERRA; LUZ, 2020).

Salienta-se que apesar desses patógenos serem de diferentes espécies, o início das infecções ocorre durante o período de florescimento e no começo da maturação fisiológica, proporcionando contaminação nas sementes por meio da transferência do inóculo para flores, frutos e sementes (TIANSAWAT; BECKMAN; DALLING, 2017; PARISI; SANTOS; BARBEDO; MEDINA, 2019), nestas se mantendo até o último estágio de amadurecimento. A contaminação das sementes por hospedeiros e transporte de esporos fúngicos para longas distâncias causam infecções e, conseqüentemente, perdas na qualidade das sementes após a coleta (TIANSAWAT; BECKMAN; DALLING, 2017). Isso aumenta a incidência e disseminação da doença para as plantas vizinhas ou até mesmo para outras áreas (CARMO; MAZARATTO; ECKSTEIN; SANTOS, 2017).

Diante dos resultados apresentados para sementes de *Pityrocarpa moniliformis* oriundas de árvores em regiões com condições climáticas diferentes, percebe-se que



a avaliação da qualidade sanitária para a composição do lote de sementes e produção de mudas deve ser considerada, uma vez que a origem das árvores afeta a incidência de fungos nas sementes produzidas. Além disso, estudos com *Alternaria* spp. devem ser feitos para verificar a fitopatogenicidade em sementes desta espécie. A seleção de árvores matrizes para a produção de sementes desta espécie é necessária para maximizar a qualidade dos lotes de sementes (FELIX; MEDEIROS; FERRARI; CHAGAS; CASTRO; SOUZA; VIEIRA; PACHECO, 2021). Por fim, mais amostragens de árvores em diferentes populações e avaliações de qualidade de sementes em anos consecutivos podem reforçar os achados desta pesquisa, bem como avaliar efeitos da origem climática das sementes sobre a produção das mudas.

5 CONCLUSÕES

As árvores de *Pityrocarpa moniliformis* sob clima tropical chuvoso produzem sementes de qualidade fisiológica e sanitária superior em relação àquelas localizadas em clima semiárido quente. Além disso, árvores diferentes produzem sementes com variada qualidade fisiológica e incidência de fungos. A condição climática de origem das árvores afeta potencialmente a quantidade e a espécie fúngica presente nas sementes produzidas, que pode ser responsável pela baixa qualidade fisiológica das sementes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. J.; MOURA, A. K. S.; COSTA, L. M.; ARAÚJO, E. J. F.; SOUSA, G. M.; COSTA, N. D. J.; FERREIRA, P. M. P.; SILVA, J. N.; PESSOA, C.; LIMA, S. G.; CITÓ, A. M. G. L. Phenols, flavonoids and antioxidant and cytotoxic activity of leaves, fruits, peel of fruits and seeds of *Piptadenia moniliformis* Benth (Leguminosae –Mimosoideae). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, Santiago, v. 13, n. 5, p. 466 - 476, 2014.
- BEWLEY, J. D.; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. New York, EUA: SPRINGER. 2013, 392 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, Brasil: MAPA/ACS. 2009a, 395 p.



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

CARMO, A. L. M. D.; MAZARATTO, E. J.; ECKSTEIN, B.; SANTOS, Á. F. D. Association of fungi with seeds of native forest species. **Summa Phytopathology**, Botucatu, v. 43, n. 3, p. 246-247, 2017.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Embrapa Florestas. Brasília, Brasil: Embrapa Informação Tecnológica. 2010, 644 p.

EHGARTNER, D.; HERWIG, C.; FRICKE, J. Morphological analysis of the filamentous fungus *Penicillium chrysogenum* using flow cytometry the fast alternative to microscopic image analysis. **Applied Microbiology and Biotechnology**, Germany, v. 101, p. 7675-7688, 2017.

FELIX, F. C.; MEDEIROS, J. A. D.; FERRARI, C. S.; VIEIRA, F. A.; PACHECO, M. V. Biometry of *Pityrocarpa moniliformis* seeds using digital imaging: implications for studies of genetic divergence. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife, v. 15, n. 1, p. 1-8, 2020.

FELIX, F. C.; MEDEIROS, J. A. D.; FERRARI, C. S.; CHAGAS, K. P. T.; CASTRO, M. L. L.; SOUZA, W. M. A. T.; VIEIRA, F. A.; PACHECO, M. V. Selection of *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R. W. Jobson mother trees for seeds production. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, Recife, v. 16, n. 2, e8429, 2021.

FERNANDES, E. G.; VALÉRIO, H. M.; DUARTE, K. L. R.; CAPUCHINHO, L. M. N.; FAGUNDES, M. Fungi associated with *Copaifera oblongifolia* (Fabaceae) seeds: occurrence and possible effects on seed germination. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 179-182, 2019.

HAFIZI, R.; SALLEH, B.; LATIFFAH, Z. Morphological and molecular characterization of *Fusarium solani* and *F. oxysporum* associated with crown disease of oil palm. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 959-968, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Rio de Janeiro, Brasil: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. 2012. 271 p.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Brasília, Brasil: INPE/CPTEC. 2020. Disponível em: <https://clima1.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>. Acesso em: 25 jan. 2020.

JESUS, M. C.; BORGES, R. L. B.; SOUZA, B. A.; BRANDÃO, H. N.; SANTOS, F. A. R. A study of pollen from light honeys produced in Piauí State, Brazil. **Palynology**, Dallas, v. 39, n. 1, p. 110-124, 2015.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LIMA, C. R.; BRUNO, R. L. A.; SILVA, K. R. G.; PACHECO, M. V.; ALVES, E. U. Physiological quality of seeds from different parent trees of *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 2, p. 370-378, 2014.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.



MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina, Brasil: ABRATES. 2015, 660 p.

MAZAROTTO, E. J.; PIMENTEL, I. C.; ABREU, D. C. A.; SANTOS, A. F. Association of *Fusarium* and *Phomopsis* with peroba rosa seeds. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 26, n. 2, p. e20170515, 2019.

MEDEIROS, J. G. F.; ARAUJO-NETO, A. C.; URSULINO, M. M.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U. Fungi associated the seeds of *Enterolobium contortisiliquum*: analysis of incidence, control and effects on physiological quality with the use of plant extracts. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 47-58, 2016.

NAYYAR, B. G.; WOODWARD, S.; MUR, L. A. J.; AKRAM, A.; ARSHAD, M.; SAQLAN-NAQVI, S. M.; AKHUND, S. The incidence of *Alternaria* species associated with infected *Sesamum indicum* L. seeds from fields of the Punjab, Pakistan. **Plant Pathology Journal**, Seoul, v. 33, n. 6, p. 543-553, 2017.

NITHIYAA, P.; IZZATI, M. Z. N. A.; KALSOM, Y. U.; SALLEH, B. Diversity and morphological characteristics of *Aspergillus* species and *Fusarium* species isolated from Cornmeal in Malaysia. **Pertanika Journal Tropical Agriculture Science**, Serdang, v. 35, n. 1, p. 103-116, 2012.

PARISI, J. J. D.; SANTOS, A. F.; BARBEDO, C. J.; MEDINA, P. F. Pathology of forest tree seeds: damage, detection and control, a review. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 45, n. 2, p. 129-133, 2019.

PINHEIRO, C. G.; LAZAROTTO, M.; BRIÃO-MUNIZ, M. F.; GOUVÊA-REDIN, C.; SANTOS, M. V. Surface sterilization effect on germination and seeds incidence of fungi of forest species. **Brazilian Journal of Forestry Research**, Colombo, v. 36, n. 87, p. 253-260, 2016.

ROVERI-NETO, A.; PAULA, R. C. Variability among mother trees of *Ceiba speciosa* St. Hil for characteristics of the fruits and seeds. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p. 318-327, 2017.

SALES, N. I. S.; LEÃO, E. U.; GIONGO, M.; SANTOS, G. R. Pathogenicity and transmission of fungi associated to *Tectona grandis* L.f. seeds. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 970-978, 2018.

SEID, A. M.; FREDENSBORG, B. L.; STEINWENDER, B. M.; MEYLING, N. V. Temperature-dependent germination, growth and co-infection of *Beauveria* spp. isolates from different climatic regions. **Biocontrol Science and Technology**, United Kingdom, v. 2019, p. 1-16, 2019.

SILVA, H. F.; SANTOS, A. M. G.; SANTOS, M. V. O.; BEZERRA, J. L.; LUZ, E. D. M. N. Seasonal variation in the occurrence of fungi associated with forest species in a Cerrado-Caatinga transition area. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 44, n. 1, p. e4409, 2020.

TIANSAWAT, P.; BECKMAN, N. G.; DALLING, J. W. Pre-dispersal seed predators and fungi differ in their effect on *Luehea seemannii* capsule development, seed germination, and dormancy across two Panamanian forests. **Biotropica**, United States, v. 49, n. 6, p. 871-880, 2017.

VECHIATO, M. H.; PARISI, J. J. D. Importance of sanitary quality of seeds in forestry seedling production. **Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p. 27-32, 2013.



Contribuição de Autoria

1 Fancival Cardoso Felix

Engenheiro Florestal, Me. em Ciências Florestais, Doutorando em Engenharia Florestal
<https://orcid.org/0000-0002-6518-5697> • francival007@gmail.com

Contribuição: Conceitualização; Curadoria de dados; Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Desenvolvimento, Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original

2 Andréa Celina Ferreira Demartelaere

Engenheira Agrônoma, Dra., Professora
<https://orcid.org/0000-0003-0427-0916> • andrea_celina@hotmail.com

Contribuição: Análise de dados; Pesquisa; Metodologia; Desenvolvimento, Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original

3 Josenilda Aprígio Dantas de Medeiros

Engenheira Florestal, Me. em Ciências Florestais
<https://orcid.org/0000-0001-5759-6771> • josi-nilda@hotmail.com

Contribuição: Conceitualização; Pesquisa; Metodologia; Desenvolvimento, Design da apresentação de dados; Redação do manuscrito original

4 Mauro Vasconcelos Pacheco

Biólogo, Dr. em Ciência & Tecnologia de Sementes, Professor
<https://orcid.org/0000-0002-0447-9800> • pacheco.sementes@gmail.com

Contribuição: Pesquisa; Metodologia; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Design da apresentação de dados; Escrita – revisão e edição

5 Márcio Dias Pereira

Engenheiro Agrônomo, Dr. em Fitotecnia (Produção Vegetal), Professor
<https://orcid.org/0000-0001-9729-6503> • marcioagron@gmail.com

Contribuição: Pesquisa; Metodologia; Disponibilização de ferramentas; Supervisão; Validação de dados e experimentos; Escrita – revisão e edição



Como citar este artigo

Felix, F. C.; Demartelaere, A. C. F.; Medeiros, J. A. D.; Pacheco, M. V.; Pereira, M. D. A condição climática de origem das árvores afeta a incidência de fungos e a qualidade de sementes de *Pityrocarpa moniliformis*? *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 33, n. 2, e71378, p. 1-20, 2023. DOI 10.5902/1980509871378. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/1980509871378>.