

Mapeamento da condição sanitária de sementes comerciais de *Panicum maximum* produzidas no Brasil

*Mapping the sanitary conditions of commercial *Panicum maximum* seeds produced in Brazil*

Patrícia Resplandes Rocha dos Santos¹, João Henrique Silva da Luz², Bruna Leticia Dias³, João Paulo de Oliveira Santos⁴, Gil Rodrigues dos Santos⁵

RESUMO: O presente trabalho teve por objetivo a caracterização da qualidade fisiológica e sanitária de 19 lotes de sementes de *Panicum maximum* produzidas em diferentes regiões do Brasil. A sanidade foi determinada pelo método do papel filtro, além do potencial de germinação das sementes. Também foi avaliada a emergência, transmissão dos fungos presentes nas sementes para as plântulas, sua patogenicidade nas folhas e seus efeitos sobre a produção de massa seca. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que sementes de cultivares de *P. maximum* produzidas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil, transportam fungos saprófitas e patogênicos como *Bipolaris* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Exserohilum* sp., *Penicillium* sp., *Phoma* sp., *Pyrenochaeta* sp., *Phyllosticta* sp. e *Rhizopus* sp. Fungos como *Curvularia* sp. e *Bipolaris* sp., são transmitidos das sementes para parte aérea das plantas, causando típicas manchas foliares. *P. maximum* cv. Zuri, correspondeu a cultivar com alto potencial de germinação, inferindo ser mais resistente ao ataque de fungos associados a sementes. Por outro lado, *P. maximum* cv. Massai, cv. Mombaça e Miyagi, apresentaram maior taxa de transporte de fungos, e consequentemente, suas sementes tiveram baixa germinação. Os resultados demonstram que sementes contaminadas com maior quantidade de fungos provocam diminuição direta da germinação e emergência das plântulas, além de serem transmitidos e causarem manchas foliares nas plantas.

Palavras-chave: Forrageiras; Germinação; Micoflora; Qualidade sanitária.

ABSTRACT: The present study aimed to characterize the physiological and sanitary quality of 19 lots of *Panicum maximum* seeds produced in different regions of Brazil. The sanity was determined by the blotter test method, in addition to the seed germination potential. The emergence, transmission of fungi present in the seeds to seedlings and their pathogenicity in the leaves, and their effects on dry mass production were also evaluated. According to the results obtained, it was verified that seeds of *P. maximum* cultivars produced in the Midwest and Southeast regions of Brazil, carry saprophytic and pathogenic fungi such as *Bipolaris* sp., *Cladosporium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp., *Exserohilum* sp., *Penicillium* sp., *Phoma* sp., *Pyrenochaeta* sp., *Phyllosticta* sp., and *Rhizopus* sp. Fungi such as, *Curvularia* sp. and *Bipolaris* sp., are transmitted from the seeds to the aerial part of the plants, causing typical leaf spots. *Panicum maximum* cv. Zuri, corresponded to a cultivar with high germination potential, inferring to be more resistant to the attack of fungi associated with seeds. On the other hand, *P. maximum* cv. Massai, cv. Mombaça and Miyagi, showed a higher rate of fungi transport, and as a consequence, their seeds had low germination. The results show that contaminated seeds with a greater amount of fungal contamination causing a direct decrease in germination and seedling emergence, in addition to being transmitted and causing leaf spots on plants.

Keywords: Forages; Germination; Health quality; Mycoflora.

Autor correspondente: João Paulo de Oliveira Santos

E-mail: joao.paulo@iftto.edu.br

Recebido em: 2024-04-11

Aceito em: 2025-12-04

¹ Doutora em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Professora Substituta no Instituto Federal do Tocantins (IFTTO), Lagoa da Confusão (TO), Brasil.

² Doutorando em Agricultura pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu (SP), Brasil.

³ Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT). Pós-doutoranda em Produção Vegetal na UFT, Gurupi (TO), Brasil.

⁴ Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso (IFMT), Confresa (MT), Brasil.

⁵ Doutor em Fitopatologia pela Universidade de Brasília (UNB). Professor da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Gurupi (TO), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Há uma projeção de que a demanda global por produtos agropecuários aumente cerca de 70% até 2050, impulsionada pelo crescimento populacional, pelo aumento da renda e pela intensificação da urbanização (FAO, 2016). Nesse contexto, as forrageiras constituem os principais componentes da alimentação animal. No Brasil, aproximadamente 93% do rebanho bovino é criado em sistemas de pastagem extensiva, formados principalmente por espécies dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* (Guimarães *et al.*, 2023).

Entretanto, a partir da expansão de áreas, exploração extensiva da atividade pecuária e do monocultivo de plantas associado ao manejo inadequado das pastagens, sobretudo, quanto a fertilidade da planta e do solo, as doenças de forrageiras começaram a ter importância (Vechiato *et al.*, 2010). Como causa da ocorrência de grande parte destas doenças, Marchi *et al.* (2008), relatam que as sementes forrageiras têm atuado como principais veículos de disseminação de patógenos. Onde a baixa qualidade sanitária das sementes constitui fator importante para o estabelecimento e a manutenção de pastagens, sendo que uma vez constatada a presença de patógenos à semente, estes podem afetar a germinação, o desenvolvimento das plântulas, a produção de sementes e a longevidade das forrageiras no campo, além de prejudicar o setor de exportação de sementes (Fernandes *et al.*, 2005; Silva, 2015).

Dentre os atributos para a qualidade das sementes, considera-se a germinação, dormência, vigor de sementes e plântulas, uniformidade no tamanho das sementes, morfologia normal dos embriões e plântulas, capacidade de armazenamento, ausência de danos mecânicos, a capacidade de se transformar em uma planta normal e vigorosa (El-Kassaby *et al.*, 2008; Angelovici *et al.*, 2010; Santos *et al.*, 2025) e sem a presença de pragas e doenças. Com isso, a qualidade da semente constitui fator importante para o estabelecimento e a manutenção de pastagens.

A interação entre fungos e sementes envolve processos fisiológicos e bioquímicos que podem comprometer desde a germinação até o estabelecimento da plântula (Santos *et al.*, 2025). Fungos patogênicos, ao colonizarem o tegumento ou o embrião, podem causar necrose dos tecidos, inibir o crescimento radicular e reduzir a capacidade de absorção de água e nutrientes. Em muitos casos, a infecção inicial na semente atua como fonte primária de inóculo, favorecendo a disseminação de doenças no campo e comprometendo a longevidade da pastagem (Adnew *et al.*, 2021). Resultados recentes em forrageiras tropicais indicam alta frequência de *Phoma*, *Curvularia* e *Bipolaris* em sementes comerciais, com transmissão semente-planta e impacto negativo sobre a germinação e a emergência (Santos *et al.*, 2024).

Também, em gramíneas forrageiras a presença de patógenos como *Claviceps* spp. pode comprometer a qualidade das sementes e produzir toxinas com implicações zootécnicas (Oberti *et al.*, 2021). Contudo, trabalhos como de Furlan *et al.* (2023) mostram que, em forrageiras tropicais, inoculações de sementes com microrganismos benéficos como rizobactérias e fungos micorrízicos podem melhorar o estabelecimento da cultura e potencializar o vigor das plântulas.

Desta forma, informações referentes aos agentes causais de doenças em *P. maximum*, bem como a influência na produção e qualidade de forragem e sementes, ainda são escassas, se comparado às culturas tradicionais. Estudos esses necessários, visto que

a interação entre fungos e sementes pode contribuir para o aumento de incidência de doenças nas pastagens (Marchi *et al.*, 2010a) e redução da qualidade fisiológica.

Presume-se que vários dos problemas fitossanitários observados em áreas de pastagens sejam decorrentes da utilização de sementes com baixo valor cultural, índice que expressa a qualidade comercial das sementes com base na pureza física e na germinação, e da consequente baixa qualidade sanitária. Essa relação é amplamente reconhecida, uma vez que a qualidade genética, física, fisiológica e sanitária das sementes determina sua capacidade de originar plantas de alto potencial produtivo (Menegaes *et al.*, 2024).

O que instiga o desenvolvimento deste trabalho, objetivando a caracterização da qualidade fisiológica e sanitária das sementes de *Panicum maximum* produzidas em diferentes regiões do Brasil, além de avaliar a possibilidade da transmissão de fungos para parte aérea e a patogenicidade destes fungos à própria planta.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ORIGEM DAS SEMENTES E INCIDÊNCIA DE FUNGOS

As sementes comerciais de *P. maximum* foram adquiridas junto a representantes agropecuários, cuja composição engloba diversas empresas e produtores de sementes de forrageiras das principais regiões geográficas do país. Foram obtidos um total de 19 lotes de sementes de *P. maximum* (PAC 01 a PAC 19), produzidos nas safras 2015/16 e 2016/17.

Para a avaliação da incidência de fungos, foi utilizado o método *blotter test* (Brasil, 2009a). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com 19 tratamentos (lotes de sementes) em quatro repetições cada. Foram utilizadas 200 sementes por tratamento, sem desinfestação prévia. As sementes foram incubadas sob fotoperíodo de 12 horas, com temperatura de 25 ± 2 °C por sete dias (Brasil, 2009a), e após esse período realizou-se a análise morfológica e identificação dos fungos presentes nas sementes por meio de microscópio estereoscópico e ótico com base em literaturas especializadas como Ellis (1971), Barnett e Hunter (1998) e Watanabe (2010). A frequência e a incidência dos fungos foram classificadas como 0% a $\leq 20\%$ (baixa), $> 20\%$ a $\leq 50\%$ (moderada) e acima de 50% (alta), sendo estimadas conforme (Lević *et al.*, 2011).

2.2 GERMINAÇÃO DAS SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

O ensaio de germinação foi realizado concomitantemente ao estudo de sanidade. As sementes foram semeadas em dupla camada de papel germitest sobre gerbox, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa seca do substrato. Em seguida as caixas gerbox foram incubadas sob fotoperíodo de 12 horas, com temperatura de 25 ± 2 °C (Brasil, 2009b). A primeira avaliação foi realizada aos sete dias após incubação, e após 28 dias, foi realizada a contagem total da germinação, expressa em porcentagem de plântulas normais (Brasil, 2009b).

A análise da emergência foi realizada em DIC com 19 tratamentos (lotes), a partir da semeadura de 100 sementes, divididas em quatro repetições com 25 sementes em cada vaso. A semeadura ocorreu em vasos com capacidade para 5 L, utilizando como substrato a mistura de areia e solo na proporção 1:1, ambos, previamente autoclavados. O material foi conservado em casa de vegetação, sendo mantida a umidade dos vasos de acordo com a capacidade de campo. Ao final de 28 dias após a semeadura (DAS) foi realizada a contagem de plântulas emergidas, expressa em porcentagem de plântulas normais.

2.3. TRANSMISSÃO DE FUNGOS VIA SEMENTES PARA PLÂNTULAS

No ensaio de transmissão, utilizou-se um total de 100 sementes de cada lote (19 tratamentos) com incidência a partir de infecção natural de fungos. A semeadura ocorreu em vasos com capacidade para 5 L de substrato. O material foi conservado em casa de vegetação, sendo mantida a umidade dos vasos de acordo com a capacidade de campo. Ao final de 30 DAS foram realizadas as avaliações das plantas com sintomas de doenças e testes para a confirmação dos Postulados de Koch.

2.4 PATOGENICIDADE E DANOS ÀS PLANTAS

Para o estudo de patogenicidade, foram cultivados em meio de cultura batata-dextrose-ágar (BDA) isolados monospóricos de potenciais fungos fitopatogênicos de pastagens e depois realizada a inoculação em plantas de *Panicum maximum* cv. Massai. Para a obtenção das plantas foi feita semeadura em vasos com capacidade de 15 L de substrato com densidade de semeadura de 12,5 kg/ha de sementes (VC 32%).

Aos 25 DAS, com auxílio de um borrifador manual, foram pulverizadas nas folhas das plantas suspensões com conídios na concentração de 1×10^6 conídios/ml dos fungos *Bipolaris* sp., *Chaetomium* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Exserohilum* sp., *Myrothecium* sp., *Phoma* sp. e *Pyricularia* sp. Para *Fusarium* sp., foram utilizados discos (0,5 cm) contendo micélio e conídios, introduzidos e fixados no colmo das plantas com auxílio de alfinete estéril. Plantas testemunhas foram borrifadas apenas com água destilada e esterilizada, mantendo-as sob mesma condição. Após a inoculação, as plantas permaneceram em câmara úmida escura por 36 h a 25 ± 2 °C, em seguida, transferidas para casa de vegetação por 10 dias. Os tecidos com sintomas foram isolados em meio BDA, a fim de confirmar os Postulados de Koch (Alfenas; Mafia, 2007).

Para o estudo de danos, determinou-se após 15 dias da inoculação dos fungos (40 DAS), apenas para plantas com sintomas de doenças e testemunha, a massa seca (MS) e área foliar (AF) total das plantas, a partir da adaptação do método dos discos foliares descrito por Hinnah *et al.*, 2014. A massa da matéria seca total das folhas (g) foi determinada em balança analítica. A área foliar total das plantas (m²) foi estimada pela fórmula $AF (m^2) = MF \times AD / MD$. Onde: AF = Área foliar; MF = Massa fresca das folhas; AD = Área conhecida do disco; MD = Massa fresca do disco.

A identificação molecular dos fungos fitopatogênicos foi realizada a partir da extração do DNA (Doyle; Doyle, 1987) submetidos à reação em cadeia pela polimerase (PCR), seguidos pelo sequenciamento (Sanger).

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a realização da análise de variância, foi feita comparação das médias para incidência fúngica, germinação, emergência, massa seca total e área foliar total pelo teste Scott-Knott, 5% de probabilidade, utilizando o *software* SISVAR (Ferreira, 2014). Também foi realizada análise de componentes principais utilizando os dados a nível de cultivares de *Panicum*, conforme Hair *et al.* (2009), com auxílio do *software* R® versão 3.5 (R Core Team, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ANÁLISE SANITÁRIA DE FUNGOS EM CULTIVARES FORRAGEIRAS

Foi identificada a incidência total de 18 gêneros fúngicos associados aos lotes de sementes de *P. maximum*. A Tabela 1, apresenta detalhadamente os dados de incidência por lote de sementes, estado provedor e cultivar. A análise individual dos lotes, demonstrou que 42,1% destes, apresentaram incidência fúngica moderada (>20% até 50%) e 47,4% apresentaram incidência alta (>50%). Ao observar a Tabela 1, denota-se importância à alta frequência dos gêneros *Bipolaris*, *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma*, *Phyllosticta*, *Pyrenochaeta* e *Rhizopus*, fungos muito associados a sintomas de apodrecimento de sementes, manchas foliares e tombamentos de mudas. Três destes gêneros, *Curvularia*, *Fusarium* e *Penicillium*, estavam presentes em 100% dos lotes avaliados.

Ao analisar os lotes de *P. maximum* cv. Massai (Tabela 1), nota-se que uma mesma cultivar forrageira pode ter procedência de estados diferentes e presença ou ausência de um mesmo gênero fúngico. A exemplo, o lote PAC 03, produzido em Goiás, com 89,7% de incidência total e presença principalmente de fungos como *Penicillium* sp. (76,0%) e *Rhizopus* sp. (75,5%), microrganismos frequentemente detectados sob condições inadequadas de armazenamento, com baixa ventilação e alta umidade. Analisando outro lote (PAC 06), da mesma cultivar, também produzida em Goiás, verifica-se incidência total de 50,5%, com destaque para os fungos *Curvularia* sp. (45,5%) e *Phoma* sp. (22,5%). Este resultado infere que, uma mesma cultivar produzida em mesmo estado, pode apresentar diferenças quanto à presença de fungos em função do manejo adotado pelo produtor em sua propriedade, bem como as condições de armazenamento. Entre os demais lotes da cultivar Massai, foram observadas incidência total de fungos moderada a alta (31,6% a 58,1%), com relevância aos gêneros *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Phoma* e *Rhizopus*.

Tabela 1. Descrição da incidência fúngica (%) em sementes de *Panicum maximum*, arranjas por cultivar, unidade federativa (UF) e lote

Cultivar	UF	Lote	INC TOTAL	ASP	BIP	CER	CHA	CLA	COL	CUR	EXS	FUS	MYR	PEN	PHO	PHY	PIT	PYR	PYC	RHI	TRI
Massai	GO	PAC 03	89,7 a	0,5 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	3,0 d	0,0 a	7,0 f	0,0 b	6,0 b	0,5 a	76,0 a	4,5 f	2,5 a	1,0 b	1,0 b	0,0 a	75,5 a	0,0 a
	GO	PAC 06	50,5 c	0,0 b	3,0 c	1,0 a	0,0 b	4,5 d	0,0 a	45,5 a	8,0 a	13,0 b	0,0 a	1,0 e	22,5 d	0,0 b	0,0 c	1,5 b	0,0 a	0,0 e	0,0 a
	GO	PAC 09	44,9 c	0,0 b	0,5 c	0,0 b	0,0 b	10,5 c	0,0 a	19,5 d	0,0 b	19,5 a	0,0 a	5,5 e	22,0 d	4,5 a	0,0 c	0,0 b	0,5 a	6,5 d	0,0 a
	SP	PAC 10	56,3 b	0,0 b	4,0 c	0,0 b	0,5 b	17,0 b	0,0 a	19,5 d	0,5 b	20,0 a	0,0 a	22,0 d	15,0 e	5,0 a	2,0 a	0,0 b	0,0 a	5,5 d	0,5 a
	-	PAC 18	58,1 b	0,0 b	16,5 a	0,5 b	0,0 b	0,0 d	0,0 a	34,0 b	3,0 b	11,5 b	1,0 a	5,5 e	13,5 e	0,0 b	0,0 c	1,0 b	0,0 a	28,5 b	0,0 a
	SP	PAC 19	31,6 d	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	12,5 c	0,0 a	12,0 e	0,0 b	9,5 b	0,0 a	19,0 d	0,5 f	0,0 b	0,0 c	0,5 b	0,0 a	8,5 d	0,0 a
Miyagi	MT	PAC 01	56,8 b	2,0 a	0,0 c	0,0 b	3,0 a	36,0 a	0,0 a	3,5 f	0,0 b	16,0 a	0,5 a	40,0 c	0,0 f	2,0 b	0,5 c	2,0 b	0,0 a	7,0 d	0,0 a
Mombaça	MT	PAC 02	9,9 f	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	2,0 d	0,0 a	0,5 f	0,0 b	8,0 b	0,0 a	3,0 e	2,5 f	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 a	3,5 d	0,0 a
	GO	PAC 04	48,5 c	0,0 b	0,5 c	0,0 b	0,0 b	34,5 a	0,0 a	14,0 e	0,0 b	1,5 b	0,0 a	23,0 d	10,5 e	5,5 a	0,5 c	2,0 b	0,0 a	4,0 d	0,0 a
	GO	PAC 05	22,5 e	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	18,5 b	0,0 a	4,5 f	0,0 b	7,5 b	0,0 a	0,5 e	7,0 f	3,5 a	0,0 c	3,0 b	0,0 a	0,0 e	0,0 a
	GO	PAC 07	61,9 b	0,0 b	0,5 c	0,0 b	0,0 b	17,5 b	0,0 a	12,0 e	0,5 b	28,5 a	0,5 a	50,0 b	6,0 f	2,5 a	0,0 c	0,0 b	0,0 a	4,5 d	0,0 a
	GO	PAC 08	51,3 c	0,5 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	21,0 b	0,0 a	9,0 f	0,0 b	20,5 a	0,5 a	37,5 c	0,0 f	5,5 a	0,0 c	0,5 b	0,0 a	6,5 d	0,0 a
	SP	PAC 13	32,1 d	0,0 b	8,5 b	0,0 b	0,0 b	1,5 d	0,0 a	12,5 e	1,0 b	4,5 b	0,0 a	1,0 e	33,5 c	0,0 b	0,0 c	1,0 b	0,0 a	0,0 e	0,0 a
	-	PAC 15	35,6 d	0,0 b	12,0 b	1,5 a	0,0 b	0,0 d	0,0 a	24,5 c	0,5 b	20,5 a	0,0 a	0,5 e	8,5 f	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 a	2,5 e	0,0 a
Tamani	-	PAC 17	51,5 c	0,0 b	17,0 a	0,0 b	0,0 b	0,0 d	0,0 a	11,0 e	9,0 a	12,5 b	0,5 a	18,5 d	14,0 e	0,0 b	0,0 c	1,0 b	0,0 a	18,5 c	0,0 a
Tanzânia	SP	PAC 14	30,6 d	0,0 b	9,0 b	0,0 b	0,0 b	2,5 d	0,0 a	15,0 e	6,5 a	3,5 b	0,0 a	1,0 e	16,5 e	0,0 b	0,0 c	6,5 a	0,0 a	0,0 e	0,0 a
Tobiatã	SP	PAC 12	47,7 c	0,0 b	12,5 b	0,0 b	0,0 b	2,0 d	1,0 a	13,5 e	0,0 b	9,5 b	0,0 a	1,5 e	51,0 a	1,0 b	0,5 c	2,0 b	0,0 a	0,0 e	0,0 a
Zuri	SP	PAC 11	50,3 c	0,0 b	10,5 b	0,0 b	0,0 b	0,0 d	0,0 a	34,5 b	0,0 b	11,5 b	0,5 a	0,5 e	42,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 a	0,0 e	0,0 a
	-	PAC 16	14,4 f	0,0 b	5,0 c	2,0 a	0,0 b	0,0 d	0,0 a	5,5 f	1,0 b	10,0 b	0,0 a	0,5 e	2,0 f	0,5 b	0,0 c	2,0 b	0,0 a	0,0 e	0,0 a
Frequência de fungos nos lotes de sementes (%)				15,8	68,4	21,1	10,5	73,7	5,3	100,0	47,4	100,0	36,8	100,0	89,5	52,6	26,3	68,4	5,3	63,2	5,3

Legenda: INC TOTAL: Incidência total de fungos em relação ao lote de semente; ASP: *Aspergillus* sp.; BIP: *Bipolaris* sp.; CER: *Cercospora* sp.; CHA: *Chaetomium* sp.; CLA: *Cladosporium* sp.; COL: *Colletotrichum* sp.; CUR: *Curvularia* sp.; EXS: *Exserohilum* sp.; FUS: *Fusarium* sp.; MYR: *Myrothecium* sp.; PEN: *Penicillium* sp.; PHO: *Phoma* sp. PHY: *Phyllosticta* sp.; PIT: *Pithomyces* sp.; PYR: *Pyrenochaeta* sp.; PYC: *Pyricularia* sp.; RHI: *Rhizopus* sp.; TRI: *Trichoderma* sp. (-) Não informado. Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Para a cultivar de *P. maximum* cv. Miyagi, lote PAC 01, com incidência fúngica total de 56,8% (alta), destaca-se a presença dos gêneros *Cladosporium* e *Penicillium*, em incidência moderada de 36,0% e 40,0%, respectivamente. Foram avaliados também, uma cultivar de *P. maximum* cv. Tamani (PAC 17), cv. Tanzânia (PAC 14) e cv. Tobiatã (PAC 12), sendo observado incidência total moderada a alta (30,6% a 51,5%), com predominância dos gêneros *Bipolaris*, *Curvularia*, *Fusarium* e *Phoma* (Tabela 1), frequentemente relatados em sementes forrageiras.

A espécie de *P. maximum*, cv. Mombaça, foi constituída por sete lotes, conforme apresentado na Tabela 1. No lote PAC 02 foi observado incidência mais baixa de fungos (9,9%), as demais, mostraram incidência moderada e alta (22,5% a 61,9%). Na cultivar Mombaça, os gêneros *Cladosporium*, *Curvularia*, *Fusarium* e *Penicillium* foram os que mais se destacaram. E para o lote PAC 13, houve destaque para incidência moderada de *Phoma* sp. (33,5%).

Dois lotes de *P. maximum* cv. Zuri foram analisados, sendo que PAC 11 demonstrou incidência alta de fungos (50,3%), destacando principalmente os gêneros *Curvularia*, *Fusarium* e *Phoma*. A possibilidade de serem lotes produzidos em locais diferentes, com possível manejo diferente, pode estar relacionado à baixa incidência total de fungos para o lote PAC 16 (14,4%), quando comparado ao lote PAC 11.

Na Figura 1, pode-se observar que, os lotes PAC 1 ao 4 e PAC 07 a 10, onde a germinação de sementes apresentou padrão abaixo do estabelecido pela legislação para espécies de *P. maximum* (> 40%), a incidência fúngica foi maior. Isto indica uma nítida relação entre a alta incidência de fungos em sementes com a redução da germinação e emergência, sendo desta forma, comprovado que os fungos interferem diretamente sobre a qualidade fisiológica da semente.

Observa-se a interferência de fungos sob germinação de sementes, onde uma mesma cultivar com mesmos padrões genéticos expressam potencial de germinação diferentes de acordo com incidência de fungos (Figura 1A). Como exemplo, relação aos lotes PAC 15 e PAC 07, ambos da cultivar Mombaça, observou-se no primeiro, a maior germinação de sementes, provavelmente devido à menor incidência de fungos, ou o contrário, que registrou alta incidência de fungos no lote PAC 07, e consequentemente, menor porcentagem de germinação.

Em relação à germinação observada no presente trabalho, deve-se que considerar que tem sido comum no Brasil, verificar em sementes de gramíneas forrageiras, baixos valores de germinação. Provavelmente, uma boa parcela de motivos deste fato pode ser atribuída à influência da presença dos fungos. Como nos resultados obtidos nos lotes de *P. maximum* cv. Massai, PAC 18 e PAC 10, que apresentaram incidência fúngica estatisticamente iguais, porém, apresentaram porcentagem de germinação diferentes, com 56,0% e 21,0%, respectivamente (Figura 2A). Neste caso, pode ser atribuído à diferença na incidência de fungos (Tabela 1), a exemplo de 16,5% de *Bipolaris* sp., 34% de *Curvularia* sp., 11,5% de *Fusarium* sp., 13,5% de *Phoma* sp. e 28,5% de *Rhizopus* sp. no lote PAC 18. Já no lote PAC 10, houve incidência de 17% de *Cladosporium* sp., 19,5% de *Curvularia* sp., 20% de *Fusarium* sp., 22% de *Penicillium* sp. e 15% de *Phoma* sp.

Entre os lotes analisados, *P. maximum* cv. Zuri (PAC 11 e PAC 16) apresentaram maior percentual de germinação, mesmo sob presença de diferentes gêneros fúngicos. Embora não se possa afirmar tolerância apenas com base na porcentagem total de

incidência, observa-se que as sementes mantiveram desempenho fisiológico satisfatório mesmo sob infecção por múltiplos fungos, sugerindo menor sensibilidade da cultivar à associação de patógenos presentes. Os lotes de *P. maximum* cv. Massai, cv. Mombaça e cv. Miyagi, apresentaram maior suscetibilidade aos efeitos nocivos da presença de fungos, pois tiveram incidência total moderada a alta e resultaram em baixas taxas de germinação em sua grande maioria (Figura 1A).

O mesmo comportamento pode ser observado quanto à emergência de plântulas, em que maiores incidências de fungos nas sementes resultaram em menores níveis de emergência (Figura 1B). Como exemplo, pode-se citar o lote PAC 10, que apresentou alta incidência fúngica, baixa germinação das sementes e seguiu a mesma tendência para emergência de plântulas.

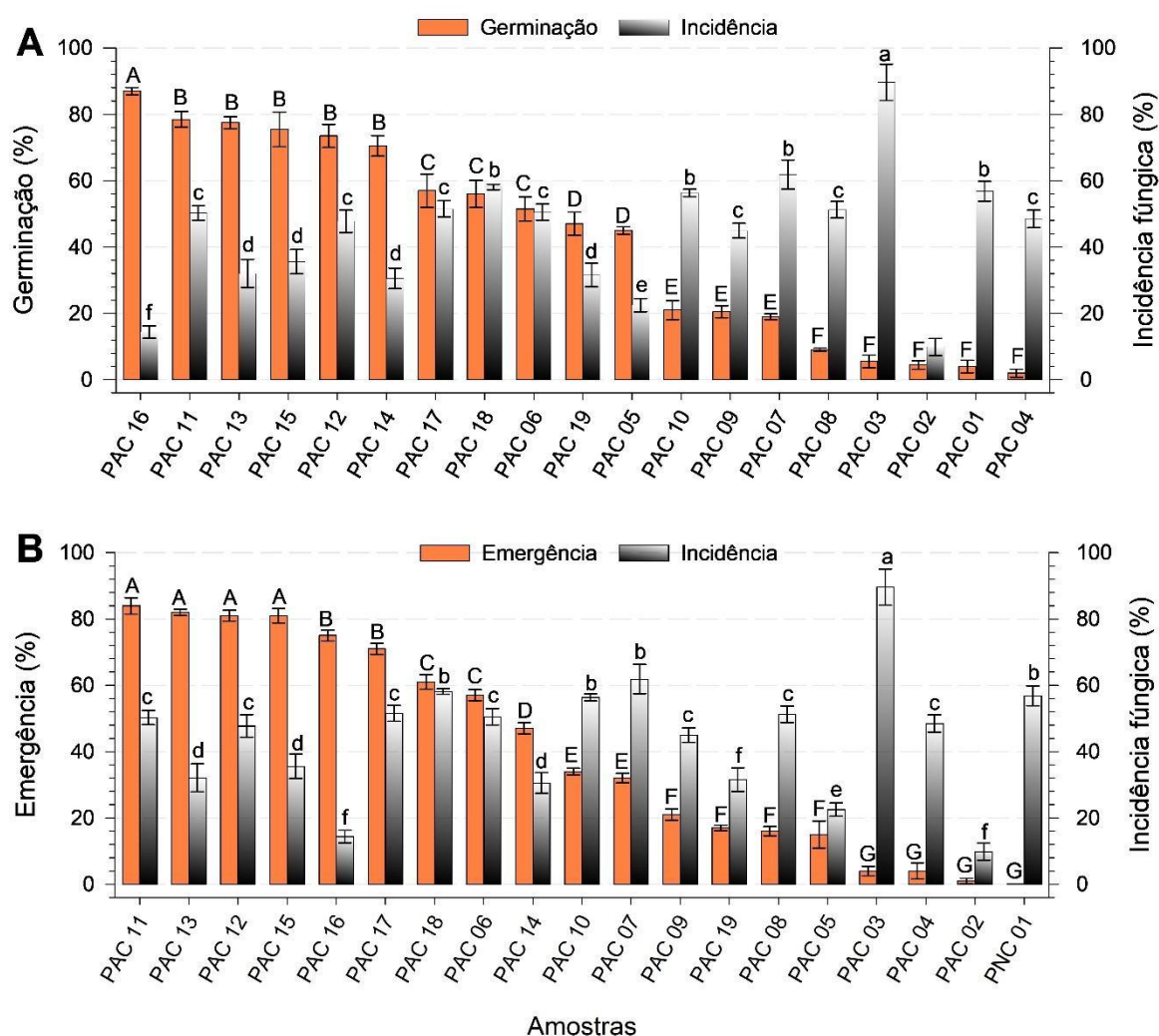


Figura 1. Germinação e incidência fúngica em lotes de sementes de *Panicum maximum* (A), Emergência e incidência fúngica em lotes de sementes de *Panicum maximum* (B). Médias seguidas por mesma letra nas barras, maiúscula para germinação ou emergência e minúscula para incidência, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a nível de 5% de probabilidade. Barra de erro indicam o erro padrão da média.

A análise de componentes principais (PCA) das cultivares de *P. maximum* representou 61,59% da variação total nos dois primeiros componentes principais (PC1 e

PC2), com isso os gêneros *Colletotrichum* sp., *Exserohilum* sp. e *Cercospora* sp. são representados na Figura 3 com apenas 8,1, 9,0 e 10,0% da sua variação, respectivamente. A Figura 2, comprova o impacto direto da relação entre fungos associados às sementes de *P. maximum*, em que se mostra uma correlação negativa entre incidência fúngica, germinação de sementes e emergência de plântulas desta forrageira. A distribuição entre as variáveis relacionadas a maioria dos gêneros de fungos ocorre inversamente às variáveis germinação e emergência. O aumento da incidência de fungos, principalmente os gêneros *Rhizopus*, *Pithomyces*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Phyllosticta*, *Cladosporium*, *Chaetomium* e *Aspergillus*, proporcionaram redução da germinação e emergência entre as cultivares de *P. maximum*. Sendo estes gêneros, frequentemente, causadores de podridão de sementes e morte de plântulas. Também se observou que, nos lotes com maiores percentuais de germinação e emergência, houve concomitante aumento da incidência de *Bipolaris* sp. e *Phoma* sp. Esse padrão indica que esses fungos estão mais relacionados a tecidos de plântulas em desenvolvimento, podendo inclusive causar sintomas iniciais e morte de plântulas.

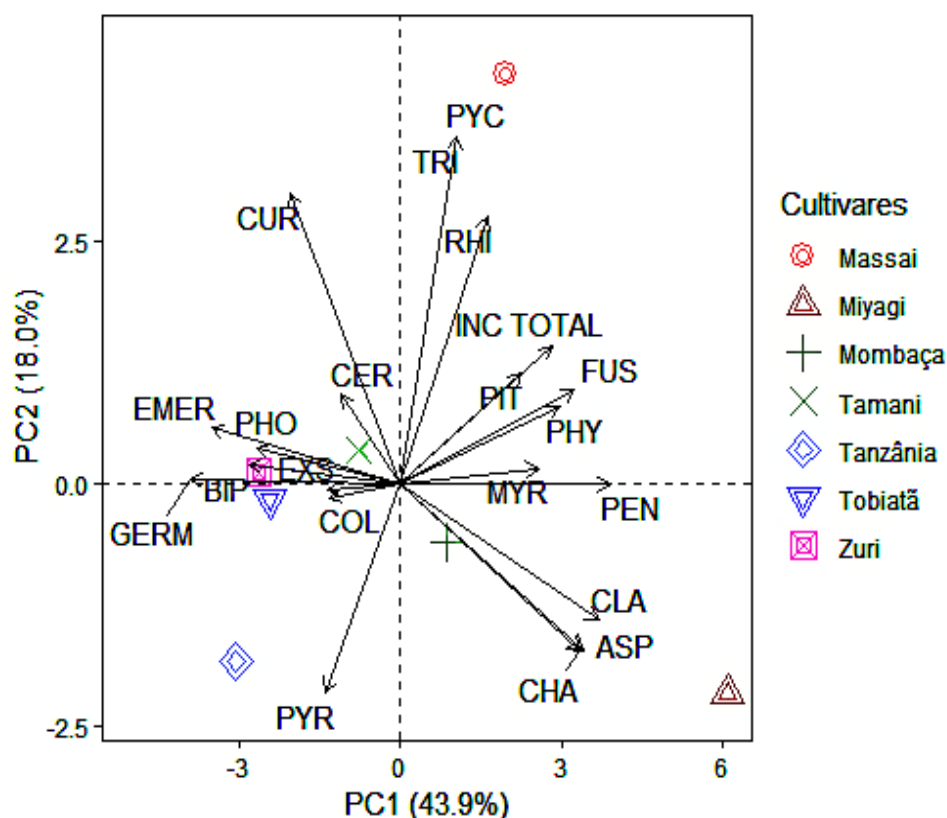


Figura 2. Correlação da incidência fúngica, germinação e emergência das cultivares de *Panicum maximum* obtidos para os dois primeiros componentes principais. Legenda: PC1: primeiro componente; PC2: segundo componente; GERM: Germinação de sementes; EMER: Emergência de plântulas; BIP: *Bipolaris* sp.; PHO: *Phoma* sp.; CER: *Cercospora* sp.; CUR: *Curvularia* sp.; TRI: *Trichoderma* sp.; PYC: *Pyricularia* sp.; RHI: *Rhizopus* sp.; PIT: *Pithomyces* sp.; INC TOTAL: Incidência fúngica total para todos os lotes; FUS: *Fusarium* sp.; PHY: *Phyllosticta* sp.; MYR: *Myrothecium* sp.; PEN: *Penicillium* sp.; CLA: *Cladosporium* sp.; CHA: *Chaetomium* sp.; ASP: *Aspergillus* sp.; PYR: *Pyrenochaeta* sp.; COL: *Colletotrichum* sp.; EXS: *Exserohilum* sp.

Quanto as cultivares, principalmente *P. maximum* cv. Massai e Miyagi, se mostraram mais sensíveis a incidência de fungos, tendo maior redução da qualidade fisiológica das sementes. Já *P. maximum* cv. Zuri e Tobiata se mostraram mais tolerante a associação de fungos em sementes, sendo que essa resposta diferenciada pode estar associada à variabilidade genética e fisiológica entre cultivares, que influencia a suscetibilidade ao ataque de determinados fungos. Assim, a menor interferência de *Bipolaris* sp. e *Phoma* sp. nessas cultivares pode estar relacionada a mecanismos de resistência natural ou a menor eficiência desses patógenos em colonizar tecidos dessas plantas.

Fungos dos gêneros *Trichoderma* e *Pyricularia* tiveram correlação positiva com sementes da cultivar Massai. Os gêneros *Cladosporium*, *Chaetomium* e *Aspergillus* tiveram maior correlação com as sementes das cultivares Mombaça e Miyagi. Sementes da cultivar Tanzânia tiveram correlação positiva com fungo *Pyrenochaeta* sp. Já as sementes das cultivares de *P. maximum* cv. Tamani, Zuri e Tobiata demonstraram ter maior correlação com gêneros *Cercospora*, *Phoma*, *Bipolaris*, *Exserohilum* e *Colletotrichum*.

3.2 ETIOLOGIA, PATOGENICIDADE E TRANSMISSÃO DE FUNGOS ASSOCIADOS ÀS SEMENTES E DANOS ÀS PLANTAS

Deve-se considerar a importância da identificação dos tipos de fungos que estão associados às sementes, pois alguns deles não só interferem na qualidade fisiológica e sanitária das sementes, como também podem ser transmitidos às plantas e podem causar epidemias, com possibilidades de reduzir o potencial forrageiro da planta e inviabilizar o replantio das sementes produzidas. Após análise molecular, os agentes etiológicos das doenças foram relacionados aos seguintes fitopatógenos: *Bipolaris sorokiniana* (MT588115), *Curvularia lunata* (MT586110) e *Exserohilum rostratum* (MT755902), com seus respectivos fragmentos depositados no GenBank.

A Tabela 2, demonstra a confirmação da patogenicidade das espécies *B. sorokiniana*, *C. lunata* e *E. rostratum* ao *P. maximum* cv. Massai, após o cumprimento dos Postulados de Koch.

Tabela 2. Patogenicidade de fungos à *Panicum maximum* cv. Massai

Fungo	Patogenicidade
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	+
<i>Curvularia lunata</i>	+
<i>Exserohilum rostratum</i>	+
Controle	-

(+) Fungo fitopatogênico; (-) Fungo não fitopatogênico.

Os sintomas de doenças foliares provocados pelos fungos a cultivar Massai, foram semelhantes, pois os gêneros *Bipolaris* sp., *Curvularia* sp. e *Exserohilum* sp., têm como principal característica após a infecção do patógeno, o aparecimento de manchas necróticas no tecido foliar, que podem evoluir sob condições favoráveis de temperatura e alta umidade, podendo provocar necrose de todo limbo da folha.

Para muitas culturas agrícolas, o impacto da ação das doenças em plantas, tem reflexo direto na área fotossintética e consequente redução de área e massa seca foliar. Entretanto, este efeito não foi observado no presente estudo, no período avaliado de 15 dias, após a inoculação.

Conforme observado na Figura 3, não houve diferença significativa para a área foliar total entre as plantas inoculadas com *C. lunata*, *B. sorokiniana* e *E. rostratum*, quando comparadas às plantas controle (testemunha, sem inoculação), com média de 0,69 m² (CV% 12,54). Para massa seca total, com exceção de *Curvularia* sp. (22,49 g), os demais fungos fitopatogênicos proporcionaram a produção de massa seca de plantas estatisticamente semelhantes à testemunha (16,13 g). Considera-se também que gramíneas forrageiras têm grande potencial de perfilhamento e rebrota, emitindo novas folhas.

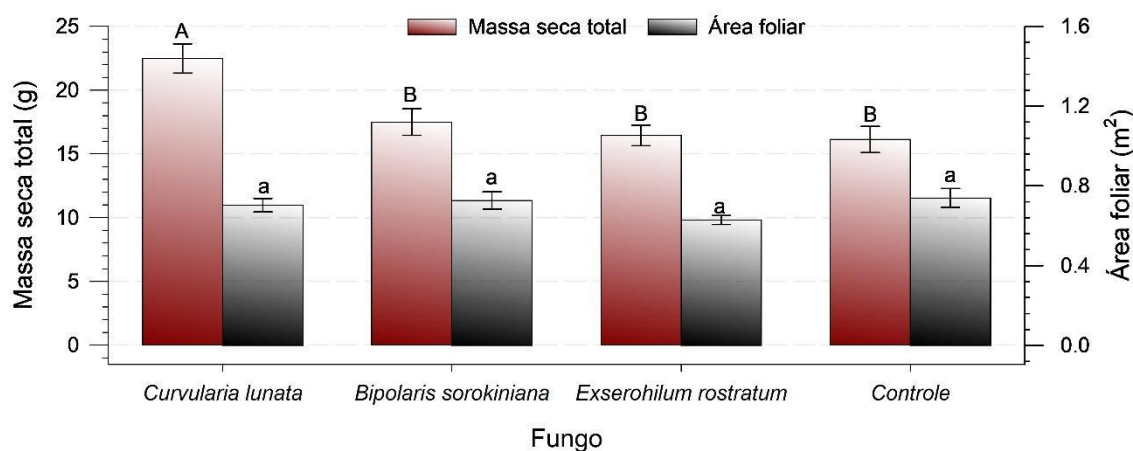


Figura 3. Massa seca e área foliar total de plantas de *Panicum maximum* cv. Massai, 15 dias após inoculação de fungos fitopatogênicos. Médias seguidas por mesma letra, maiúscula para massa seca total e minúscula para área foliar total, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

Quanto a transmissão, observou-se que os fungos *Bipolaris* sp. e *Curvularia* sp., foram transmitidos da semente para órgãos aéreos de plantas, causando manchas foliares pouco tempo após a emergência das sementes, ocorrendo apenas nas cultivares *P. maximum* cv. Massai e cv. Mombaça (Tabela 3).

Tabela 3. Transmissão de fungos via semente-planta por lote de sementes de *Panicum maximum*

Cultivar	Fungo transmitido por lote de semente	
	<i>Bipolaris</i> sp.	<i>Curvularia</i> sp.
Massai	PAC 05	PAC 03; PAC 06
Mombaça	-	PAC 05; PAC 15

Para todas as confirmações de transmissão destes fungos via semente-planta, a etiologia foi confirmada após o reisolamento das lesões foliares e cumprimento dos Postulados de Koch.

A análise sanitária das sementes de *P. maximum* produzidas nos estados de Mato Grosso, Goiás e São Paulo permitiu a identificação de 18 gêneros fúngicos distribuídos

entre as regiões produtoras, mostrando que entre lotes distintos de cultivares e regiões existe uma relação comum da gramínea forrageira com diferentes grupos de fungos.

A relação entre incidência fúngica, germinação e emergência, contudo, não foi uniforme entre as cultivares nem entre as regiões de produção. Essa variação pode estar associada às condições ambientais durante a maturação e o armazenamento das sementes, bem como à predominância regional de determinados gêneros fúngicos. Por exemplo, lotes provenientes de Goiás apresentaram maior frequência de *Penicillium* sp. e *Rhizopus* sp., enquanto lotes de São Paulo e Mato Grosso tiveram maior incidência de *Curvularia* sp. e *Bipolaris* sp., fungos mais agressivos às plântulas. Essas diferenças regionais indicam que fatores edafoclimáticos e de manejo influenciam diretamente o perfil fitossanitário das sementes e, consequentemente, a qualidade fisiológica observada. Ainda, García-Latorre *et al.* (2021), relatam que as respostas contrastantes entre cultivares são coerentes com a especificidade de interação fungo-hospedeiro, onde em seu trabalho descrevem essa ação para fungos endofíticos em gramíneas e leguminosas, afetando crescimento e nutrição mineral.

Em mais de 40% dos lotes de sementes de *P. maximum* avaliados, a germinação ficou abaixo dos padrões mínimos estabelecidos pela legislação, o que esteve diretamente relacionado ao aumento da incidência de fungos. Entre os gêneros mais frequentes como *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Rhizopus*, destacam-se espécies conhecidas por causar deterioração dos tecidos das sementes e redução da emergência de plântulas (Menten, 1995; Barreto *et al.*, 2004; Marchi *et al.*, 2010b). Assim, a correlação negativa entre incidência fúngica, germinação e emergência confirma o efeito deletério da micoflora sobre o desempenho fisiológico das sementes. Efeitos semelhantes foram observados em sementes de sorgo-sacarino, nas quais a associação de fungos reduziu significativamente o vigor e a germinação, confirmando a correlação entre sanidade e desempenho fisiológico das sementes (Muller *et al.*, 2024).

As condições climáticas durante o armazenamento e a produção, associadas ao uso contínuo de áreas com histórico de infecção, podem explicar a elevada frequência e incidência desses fungos. *Aspergillus* e *Fusarium* merecem atenção especial, pois além de interferirem na germinação, produzem micotoxinas que causam intoxicações em animais (Vechiato *et al.*, 2010). Também foi observada baixa incidência de *Pithomyces* sp., fungo associado à fotossensibilização hepática em bovinos (Mendonça *et al.*, 2008; Marchi *et al.*, 2010b). Determinados gêneros relatados neste estudo são patógenos de outras culturas e apresentam importância quarentenária, dificultando a comercialização internacional de sementes forrageiras (Favoreto *et al.*, 2011).

Embora *Bipolaris sorokiniana*, *Curvularia lunata* e *Exserohilum rostratum* inoculados em *P. maximum* cv. Massai não tenham reduzido a massa seca no período de 15 dias após a inoculação, foi confirmada a patogenicidade pelas lesões foliares formadas. Considerando que, em condições de campo e sob alta umidade, a infecção pode evoluir rapidamente e afetar grandes áreas do dossel, esses resultados reforçam o potencial de dano dessas espécies. Outros autores também relatam a ocorrência de manchas foliares causadas por *Bipolaris* sp. e *Curvularia* sp. em *P. maximum* e outras forrageiras (Anjos *et al.*, 2009; Martinez *et al.*, 2010; Mallmann *et al.*, 2013; Tavanti *et al.*, 2016; Arruda *et al.*, 2018).

A evolução das doenças em plantas resulta da interação de fatores bióticos e abióticos que modulam a severidade dos sintomas. Assim, embora o presente estudo

tenha sido conduzido em condições controladas, acredita-se que, em ambiente de campo, a doença possa alcançar maiores proporções em termos de área foliar afetada e perda de produtividade, o que reforça a necessidade de novas pesquisas para caracterizar melhor a interação patógeno-hospedeiro em condições naturais.

A transmissão de *Bipolaris* sp. e *Curvularia* sp. das sementes para a parte aérea observada neste estudo corrobora relatos anteriores (Anjos *et al.*, 2009; Santos *et al.*, 2014; Silva *et al.*, 2014; Sbalcheiro *et al.*, 2014). E procedimentos semelhantes foram adotados em estudos recentes com sorgo-sacarina, nos quais a patogenicidade dos fungos associados às sementes foi confirmada pela reprodução dos sintomas e reisolamento dos patógenos (Müller *et al.*, 2024). Esse mecanismo de disseminação via semente-planta aumenta a fonte de inóculo nos campos de produção e explica, em parte, a persistência de fungos nas áreas de cultivo de sementes forrageiras (Mallmann *et al.*, 2013). A dinâmica semente-planta desses gêneros foi confirmada também em *Brachiaria* sp. com sintomas foliares e impacto fisiológico dependente do tempo de avaliação (Santos *et al.*, 2024).

Por fim, destaca-se que a aquisição e o uso de sementes de alta qualidade sanitária são fundamentais para o êxito dos sistemas pecuários, garantindo uniformidade de população, vigor de plantas e longevidade das pastagens. Ainda, estratégias de biocontrole com antagonistas bacterianos em forrageiras tropicais e tratamentos de sementes com *Trichoderma* têm reduzido a incidência de fungos associados às sementes e melhorado o desempenho de plântulas (Banjac *et al.*, 2021). Assim, torna-se imprescindível a adoção de protocolos rigorosos de análise sanitária, fiscalização efetiva e seleção de áreas e cultivares menos suscetíveis, de modo a reduzir a disseminação de fitopatógenos e aumentar a sustentabilidade da produção de forrageiras no país. Adicionalmente, práticas como inoculação de sementes com microrganismos benéficos têm sido testadas em forrageiras tropicais, mostrando ganhos em vigor e produtividade (Furlan *et al.*, 2023), o que complementa a adoção de protocolos rígidos de sanidade que este estudo sugere.

4 CONCLUSÃO

Sementes de cultivares de *Panicum maximum* produzidas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil transportam fungos saprófitas e fitopatógenos, cuja associação resulta na redução da qualidade fisiológica e sanitária.

Embora *Curvularia 13uneta*, *Bipolaris sorokiniana* e *Exserohilum rostratum* tenham se mostrado patogênicos, o período de 15 dias após a inoculação pode ter sido insuficiente para manifestar perdas significativas de área foliar ou massa seca, sendo recomendados estudos com maior tempo de avaliação (30 a 45 dias) para melhor compreensão do progresso das doenças.

A transmissão de *Curvularia* sp. E *Bipolaris* sp. Das sementes para a parte aérea reforça o risco da disseminação de fitopatógenos via sementes e seus impactos sobre a produção forrageira.

Dentre os lotes analisados, *P. maximum* cv. Zuri apresentou alto potencial de germinação e menor sensibilidade à infecção, enquanto as cultivares Massai, Mombaça e Miyagi mostraram maior predisposição ao transporte de fungos e menores taxas

germinativas, destacando a importância do controle sanitário e da seleção de cultivares para a manutenção da produtividade das pastagens.

REFERÊNCIAS

- ADNEW, W.; TSEGAY, B. A.; TASSEW, A.; ASMARE, B. Combinations of Uro-chloahybrid Mulato II and natural pasture hays as a basal diet for growing farta lambs in Ethiopia. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 9, n. 2, p.206–215, 2021.
- ALFENAS, A. C.; MAFIA, R. G. **Métodos em Fitopatologia**. Viçosa: UFV, 2007.
- ANGELOVICI, R.; GALILI, G.; FERNIE, A. R.; FAIT, A. Seed desiccation: a bridge between maturation and germination. **Trends in Plant Science**, v.15, p.211-218, 2010.
- ANJOS, J. R. N.; CHARCHAR, M. J. A.; MICHALSKI, M. V.; RABELLO, A. R.; SILVA, M. S.; ANJOS, S. S. N. **Transmissão e patogenicidade de duas espécies de *Bipolaris* associados às sementes de *Panicum maximum* Jacq.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 235), 2009.
- ARRUDA, B. R. O.; BERTÃO, D. F. L.; FREITAS, G. L.; SILVA, L. O. B.; OLIVEIRA, J. A. G. Manejo de *Bipolaris maydis* em sementes e parte aérea de capim Tanzânia. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 15, n. 1, p. 82-92, 2018.
- BANJAC, N.; STANISAVLJEVIĆ, R. DIMKIĆ, I.; VELIJEVIĆ, N.; SOKOVIĆ, M.; ĆIRIĆ, A. *Trichoderma harzianum* IS005-12 promotes germination, seedling growth and seedborne fungi suppression in Italian ryegrass forage. **Plant, Soil and Environment**, v. 67, n. 3, p. 97-105, 2021.
- BARNETT, H. L.; HUNTER, B. B. **Illustrated genera of imperfect fungi**. 4 ed. Saint Paul: APS Press, 1998.
- BARRETO, A. F.; EGBERTO, A.; BONIFÁCIO, B. F.; FERREIRA, O. R. R. S.; BELÉM, L. F. Qualidade fisiológica e a incidência de fungos em sementes de algodoeiro herbáceo tratadas com estratos de agave. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v. 8, n. 2/3, p. 839-849, 2004.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 30, de 21 de maio de 2008**. Normas e padrões para produção e comercialização de sementes de espécies forrageiras de clima tropical. Brasília nº 97, Seção 1, pp 45, 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009a.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009b.

- DALPONT, E. C.; SILVA, J. B.; SOUZA, L. M. S.; CARVALHO, M. A. C.; ZARATIN, C. Qualidade sanitária de sementes de Maçaranduba. **Revista de Ciências AgroAmbientais**, v.11, p.173-176, 2013.
- DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. **Phytochemical Bulletin**, v. 19, p. 11-15, 1987.
- EL-KASSABY, Y. A.; MOSS, I.; KOLOTELO, D.; STOEHR, M. Seed germination: Mathematical representation and parameters extraction. **Forest Science**, v. 54, p. 220-227, 2008.
- ELLIS, M. B. **Dematiaceous Hyphomycetes**. Commonwealth Mycological Institute Kew, Surrey, 1971.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAO's role in livestock and the environment**. FAO, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/livestock-environment/en/>. Acesso em: 24 abr. 2020.
- FAVORETO, L.; SANTOS, J. M.; CALZAVARA, A. S.; LARA, L. A. Estudo fitossanitário, multiplicação e taxonomia de nematoides encontrados em sementes de gramíneas forrageiras no Brasil. **Nematologia Brasileira**, v. 35, p. 20-35, 2011.
- FERNANDES, C. D.; MARCHI, C. E.; JERBA, V. F.; BORGES, M. F. Patógenos associados às sementes de forrageiras tropicais e estratégias de controle. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes, qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, p. 183-213, 2005.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- FURLAN, L. B.; CODOGNOTO, L. C.; CONDE, T. T. Capim Xaraés submetido a inoculação e coinoculação com rizobactéria promotora do crescimento de plantas e fungo micorrízico arbuscular. **Revista Científica FAEMA**, v. 14, n. 1, p. 324-338, 2023.
- GARCÍA-LATORRE, C.; RODRIGO, S.; SANTAMARÍA, O. Effect of fungal endophytes on plant growth and nutrient uptake in *Trifolium subterraneum* and *Poa pratensis* as affected by plant-host specificity. **Mycological Progress**, v. 20, p. 1217-1231, 2021.
- GUIMARÃES, G. S.; RONDINA, A. B. L.; OLIVEIRA JUNIOR, A. G.; JANK, L.; NOGUEIRA, M. A.; HUNGRIA, M. Inoculation with plant growth-promoting bacteria improves the sustainability of tropical pastures with *Megathyrus maximus*. **Agronomy**, v. 13, n. 3, p. 734, 2023.
- HAIR, J.; ANDERSON, R.; TATHAM R. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.
- HINNAH, F. D.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; LOOSE, L. H.; LUCAS, D. D. P.; BORTOLUZZI, M. P. Estimativa da área foliar da berinjela em função das dimensões foliares. **Bragantia**, v. 73, n. 3, p. 213-218, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário:** Resultados preliminares 2017. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

LEVIĆ, J.; PETROVIĆ, T.; STANKOVIĆ, S.; KRNJAJA, V.; STANKOVIĆ, G. Frequency and incidence of *Pyrenochaeta terrestres* in root internodes of different maize hybrids. **Journal of Phytopathology**, v. 159, p. 424-428, 2011.

MALLMANN, G.; VERZIGNASSI, J. R.; FERNANDES, C. D.; SANTOS, J. M.; VECHIATO, M. H.; INÁCIO, C. A.; BASTISTA, M. V.; QUEIROZ, C. A. Fungos e nematoides associados a sementes de forrageiras tropicais. **Summa Phytopathologica**, v. 39, n. 3, p. 201-203, 2013.

MARCHI, C. E.; FERNANDES, C. D.; ANACHE, F. C.; JERBA, V. F.; FABRIS, L. R. Químico e termoterapia em sementes e aplicação de fungicidas em *Brachiaria brizantha* como estratégias no manejo do carvão. **Summa Phytopathologica**, v. 34, n. 4, p. 321-325, 2008.
MARCHI, C. E.; FERNANDES, C. D.; BUENO, M. L.; BATISTA, M. V.; FABRIS, L. R. Microflora fúngica de sementes comerciais de *Panicum maximum* e *Stylosanthes* spp. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 3, p. 575-584, 2010a.

MARCHI, C. E.; FERNANDES, C. D.; BUENO, M. L.; BATISTA, M. V.; FABRIS, L. R. Fungos veiculados por sementes comerciais de braquiária. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 65-73, 2010b.

MARTINEZ, A.S.; FRANZENER, G.; STANGARLIN, J. R. Dano causado por *Bipolaris maydis* em *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 863-870, 2010.

MENDONÇA, F. S.; CAMARGO, L. M.; FREITAS, S. H.; DÓRIA, R. G. S.; BARATELLA-EVÊNCIO, L.; EVÊNCIO NETO, J. Aspectos clínicos e patológicos de um surto de fotossensibilização hepatogênica em ovinos pela ingestão de *Brachiaria decumbens* (Gramineae) no município de Cuiabá, Mato Grosso. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, p. 1034-1041, 2008.

MENEGAES, J. F.; STEFANELLO, R.; NUNES, U. R. Introdução: principais aspectos na qualidade de sementes (revisão). In: MENEGAES, J.F.; STEFANELLO, R.; NUNES, U.R. (orgs.). **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária - volume 2**. Cuiabá: Pantanal Editora, 2024. p. 7-12.

MENTEN, J. O. M. Prejuízos causados por patógenos associados às sementes. In: MENTEN, J. O. M. (Ed.). **Patógenos em sementes: detecção, danos e controle químico**. São Paulo: Ciba Agro, p. 115-136, 1995.

MÜLLER, J.; ORUOSKI, P.; MUNIZ, M. F. B.; NUNES, U.R.; MENEGANES, J. F.; STEFANELLO, R.; FOLLMANN, D. N. Qualidade fisiológica e sanitária e patogenicidade de sementes de sorgo-sacarino. In: MENEGAES, J.F.; STEFANELLO, R.; NUNES, U.R. (orgs.). **Sementes: foco em pesquisa sobre qualidade fisiológica e sanitária - volume 2**. Cuiabá: Pantanal Editora, 2024.

OBERTI, H.; SPANGENBERG, G.; COGAN, N.; REYNO, R.; FEIJOO, M.; MURCHIO, S.; DALLA-RIZZA, M. Genome-wide analysis of *Claviceps paspali*: insights into the secretome of

the main species causing ergot disease in *Paspalum* spp. **BMC Genomics**, v. 22, n. 766, 2021.

R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. R Foudation for Statistical Computing, Vienna, Áustria, 2013.

SANTOS, D. C. S.; SANTOS, A. J. M.; TOMAZELLO, D.A.; BELIZÁRIO, D. S.; CELESTINO, V. P. COTRIM, A. L. G.; ALVESM L.F.R. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de forrageiras. **Revista Observatorio de La Economia Latinoamericana**, v. 23, n. 8, p. 01-11, 2025.

SANTOS, G. R.; TSCHOEKE, P. H.; SILVA, L. G.; SILVEIRA, M. C. A. C.; REIS, H. B.; BRITO, D. R.; CARLOS, D. S. Sanitary analysis, transmission and pathogenicity of fungi associated with forage plant seeds in tropical regions of Brazil. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 1, p. 54-62, 2014.

SANTOS, P. R. R.; CARDOSO, V. D.; ALVES, M. V. G.; FERREIRA, C. C. B.; SANTOS, J. P. O.; SANTOS, G. R. Etiologia de fungos e suas interações com sementes comerciais de *Brachiaria* produzidas no Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 17, n. 2, p. e11502, 2024.

SBALCHEIRO, C. C.; JOSÉ, S. C. B. R.; BARBOSA, J. C. R. C. M. Physiological and sanity quality, and transmission of fungi associated with *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf seeds submitted to termal and chemical treatments. **Journal of Seed Science**, v. 36, p. 443-450, 2014.

SILVA, G. Z.; MARTINS, C. C.; MELO, L. F.; JEROMINI, T. S.; PANIZZI, R. C. Incidence of fungi in Mombasa grass seeds during the stages of the seed conditioning process. **Engenharia Agrícola**, v. 39, n. 2, p. 234-239, 2019.

SILVA, M. S. B. S.; RODRIGUES, A. A. C.; OLIVEIRA, L. J. M. G.; SILVA, E. K. C.; PEREIRA, T. S. Sanidade de sementes de arroz, biocontrole, caracterização e transmissão de *Curvularia lunata* em semente-plântula de arroz. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 511-517, 2014.

SILVA, R.B. **Mapeamento e avaliação da qualidade das sementes de forrageiras comercializadas em Rondônia**. 2015. 60 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

TAVANTI, T. R.; TAKADA, J.; RIBEIRO, L. F. C.; MORAES, S. R. G.; PEDREIRA, C. E. Ocorrência de mancha foliar de *Bipolaris maydis* em capim Tanzânia na região norte do Mato Grosso. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 14, n. 1, p. 82-85, 2016.

VECHIATO, M. H.; APARECIDO, C. C.; FERNANDES, C. D. **Frequência de fungos em lotes de sementes comercializadas de *Brachiaria* e *Panicum***. São Paulo: Instituto Biológico, (Documento técnico, 007), 11p. 2010.

WATANABE, T. **Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species**. CRC Press, Boca Raton, 2010.

WITT, F. A. P.; OLIVEIRA, F. F.; TAKESHITA, V.; RIBEIRO, L. F. C. Qualidade sanitaria de

sementes de *Urochloa* e *Panicum* comercializada no Norte Matogrossense. **Enciclopédia Biosfera**, v.11, n. 21, p. 1636-1645, 2015.