

Qualidade Fisiológica e Sanitária de Sementes De Sorgo Produzidas em Balsas-MA

Physiological and Sanitary Quality of Sorghum Cultivars Seeds Produced in Balsas-MA

Alan Mario Zuffo^{*a}; Jonathas Francisco Sousa^a; Leandra Matos Barrozo^a; Ricardo Mezzomo^a; Francisco Charles dos Santos Silva^a; Raianara Andrade dos Santos^a

^aUniversidade Estadual do Maranhão. MA, Brasil.

*E-mail: alan_zuffo@hotmail.com

Resumo

Para garantir o sucesso no estande da lavoura é imprescindível o uso de sementes que tenham qualidade fisiológica e sanitária a fim de proporcionar o máximo vigor das plântulas. Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cultivares de sorgo produzidas em Balsas-MA. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo 10 cultivares de sorgo (SUDAN 4202, AGRI 001-E, AGRI 002-E, BRS 658, BRS 810, BRS Ponta Negra, BRS 373, BR 509, BR 506, BRS 467-4-2), com quatro repetições. Foi avaliado: massa de mil grãos, teor de água, primeira contagem de germinação, germinação, emergência, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e a qualidade sanitária das sementes. A cultivar de sorgo BRS Ponta negra teve maior massa de mil sementes, condutividade elétrica e maiores incidências dos patógenos *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. As sementes das cultivares de sorgo Agri 002-E e BR 467-4-2 proporcionaram maiores incidências dos patógenos *Curvularia* sp., e *Rizoctonia* sp. As sementes oriundas das cultivares de sorgo Agri 001-E, BR 509 e BR 506 produzidas em Balsas-MA apresentam maior qualidade fisiológica e sanitária. As cultivares de sorgo Agri 002-E, BRS Ponta negra e BR 467-4-2 apresentaram maior incidência de patógenos.

Palavras-chave: Sanidade. *Sorghum bicolor*. Vigor.

Abstract

To ensure success in the stand, it is essential to use seeds that have physiological and sanitary qualities to provide maximum vigor to the seedlings. Therefore, the objective was to evaluate the physiological and sanitary quality of the seeds of sorghum cultivars produced in Balsas-MA. The experimental design used was randomized blocks, with 10 sorghum cultivars (SUDAN 4202, AGRI 001-E, AGRI 002-E, BRS 658, BRS 810, BRS Ponta Negra, BRS 373, BR 509, BR 506, BRS 467-4-2), with four repetitions. Was evaluated: thousand grain mass, water content, first germination count, germination, emergence, emergence speed index, accelerated aging, electrical conductivity and quality seed health. The sorghum cultivar BRS Ponta Negra had a higher thousand-seed mass, electrical conductivity and higher incidences of the pathogens *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. and *Fusarium* sp. The seeds of the sorghum cultivars Agri 002-E and BR 467-4-2 provided higher incidences of the pathogens *Curvularia* sp., and *Rizoctonia* sp. Seeds from sorghum cultivars Agri 001-E, BR 509 and BR 506 produced in Balsas-MA have higher physiological and sanitary quality. The sorghum cultivars Agri 002-E, BRS Ponta Negra and BR 467-4-2 showed a higher incidence of pathogens.

Keywords: Sanity. *Sorghum bicolor*. Vigor.

1 Introdução

O sorgo é uma importante cultura básica das regiões semiáridas do mundo (BOREGOWDA *et al.*, 2019). O sorgo é um cereal pertence à família Poaceae e sua origem é na África (SANTOS *et al.*, 2015). Esse cereal é quinto mais cultivado no mundo, depois do trigo, arroz, milho e cevada (BRASIL, 2021). O Brasil é o 9º maior produtor, nas safras 2021/2022 a produção foi de 3,06 milhões de toneladas, a área de 1,02 milhões ha⁻¹ e a produtividade média foi de 2,985 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). O Estado de Maranhão corresponde por aproximadamente 1,03% da área total cultivada com sorgo no Brasil, já a produtividade estimada do estado foi de 2,295 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Em Balsas-MA há o cultivo predominante das culturas soja no cultivo de verão (primeira safra) e o do milho na segunda safra. Todavia, o sorgo

surge com opção principalmente no cultivo segunda safra. O sorgo tem um sistema radicular com mais raízes o que culmina em maior tolerância à seca, baixo custo de produção, produtividades altas e boa qualidade da silagem (BRASIL, 2021).

Os sorgos são classificados em cinco tipos: granífero, sacarino, forrageiro, vassoura e biomassa (BRASIL, 2021). O sorgo granífero é destinado a produção de grãos, apresenta plantas de porte baixo, sendo adaptados à colheita mecanizada; o sorgo sacarino tem porte elevado sendo utilizado para a produção de silagem e/ou produção de álcool e açúcar; o sorgo forrageiro é usado para alimentação dos ruminantes, na forma de pastejo ou fenação; já o sorgo vassoura é usado para confeccionar vassouras; e, o sorgo biomassa é usado para produção de energia, sendo que o poder de calor é igual ao do

eucalipto, do capim elefante e da cana de açúcar (EMBRAPA, 2021). Entre esses grupos de sorgo, o sorgo granífero é o mais cultivado, destinado a produção de grão e a alimentação de aves, suínos e ruminantes.

A cultura do sorgo tem destaque no setor agropecuário brasileiro, por ser espécie energética, com alta digestibilidade, adaptabilidade, produtividade, entre suas finalidades, pode ser utilizado para silagem, corte verde, pastejo dos animais e no consumo humano (SILVA *et al.*, 2021). O incremento foi devido ao potencial do sorgo, o qual foi melhorado por meio do melhoramento genético, além da instalação dos campos de produção de sementes com maiores padrões de qualidade, pureza e vigor das sementes (SANTOS *et al.*, 2021).

Para atingir esse patamar de representatividade é necessário a produção de sementes com qualidade fisiológica e sanitária satisfatórias, a fim de garantir lavouras vigorosas. Segundo Marcos-Filho (2015) a produção de sementes com qualidade física, genética, fisiológica e sanitária é imprescindível para gerar plantas bem desenvolvidas e vigorosas.

Por sua vez, a qualidade fisiológica é a aptidão das sementes em mostrar todo seu potencial e desenvolver suas funções vitais por meio da germinação e do vigor (POPINIGIS, 1985), sendo que a máxima qualidade fisiológica das sementes é durante do estágio de maturidade fisiológica da cultura (MARCOS-FILHO, 2015), no sorgo é quando o teor de água estiver entre 25% a 35% (ALMEIDA *et al.*, 2016). Já, a qualidade sanitária está relacionada a presença de patógenos nas sementes, a exemplo, bactérias, fungos, vírus, entre outros (BRASIL, 2009), os fungos patogênicos propiciam efeitos deletérios nas sementes (CHORTASZKO *et al.*, 2019), pode levar à inibição na germinação e a redução da produtividade dos grãos (BOREGOWDA *et al.*, 2019)

O conhecimento da qualidade fisiológica e sanitária é uma prática relevante para a produção de sementes em relação aos aspectos qualitativos. Sabe-se que sementes vigorosas irão originar plântulas com vigor e estande adequado para o cultivo do sorgo. Portanto, o objetivo com o trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cultivares de sorgo produzidas em Balsas-MA.

2 Material e Métodos

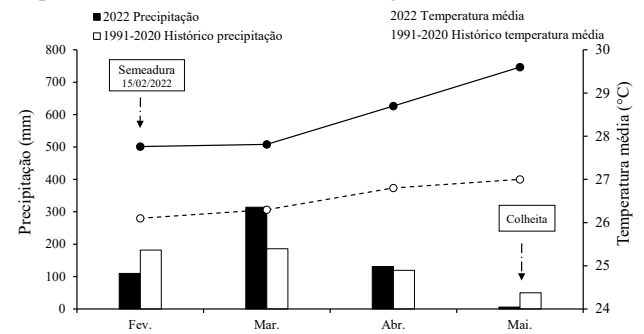
2.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi realizado à campo, na Estação Experimental da Universidade Estadual do Maranhão, localizada no município de Balsas-MA, 07° 31' 59" S, e 46° 02' 06" W e altitude cerca de 283 m, na segunda safra de 2022. O município de Balsas está localizado no sul do Maranhão, na microrregião dos Gerais de Balsas, sendo Balsas a cidade mais importante (PASSOS *et al.*, 2017).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo tropical quente e úmido (Aw), com verão chuvoso e inverno seco (MARANHÃO, 2002). Sendo que as precipitações anuais têm valores médios de 1175 mm (PASSOS *et al.*, 2017). Os

dados de precipitação durante a condução do experimento e as médias históricas são mostrados na Figura 1.

Figura 1 - Médias mensais da precipitação, temperatura e histórico durante o ano de 2022 e aos anos de 1991 a 2020, respectivamente, em Balsas-MA no sorgo durante a safra 2022.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (2022).

O solo da área experimental como Latossolo Amarelo com textura arenosa (SANTOS *et al.*, 2018). Antes de iniciar os experimentos, amostras de solo foram coletados na camada de 0-20 cm para a caracterização. As principais propriedades químicas são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Propriedades químicas dos solos utilizados no experimento

pH	P _{Mehlich-1}	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC	V
4,6	3,0	1,0	0,5	0,3	0,06	0,9	7,9	11,5

CTC: Capacidade de troca catiônica em pH 7,0. V: Saturação por bases do solo.

Fonte: Dados da pesquisa.

A calagem foi realizada 60 dias antes da sementeira do sorgo. Foi realizado a correção do solo, por meio da aplicação de 4 t ha⁻¹ de calcário calcítico com poder real de neutralização (PRNT) de 97%, a saturação por bases desejada do solo foi 60%. O calcário foi incorporado no solo a 0,20 m de profundidade por meio de aração.

2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, sendo 10 cultivares de sorgo (Tabela 2), com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por quatro fileira espaçadas em 0,50 entre si, e com 3,0 m de comprimento, totalizando uma área de 6,0 m². Como área útil, serão consideradas as duas linhas centrais, sendo desprezado 1 m em cada extremidade, perfazendo uma área de 1,5 m².

Quadro 2 - Características e aptidão dos híbridos do sorgo

Cultivar	Nome científico	Tipo	Ciclo Médio	Mantenedor
SUDAN 4202	<i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf	biomassa - pastejo	115 dias	IPA
AGRI 001-E	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	biomassa	140 dias	TROPIGENE

Cultivar	Nome científico	Tipo	Ciclo Médio	Mantenedor
AGRI 002-E	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	biomassa - pastejo	130 dias	TROPIGENE
BRS 658	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	pastejo	100 dias	EMBRAPA
BRS 810	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench x <i>Sorghum sudanense</i> (Piper) Stapf	pastejo	55 dias	EMBRAPA
BRS Ponta Negra	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	granífero - pastejo	120 dias	EMBRAPA/EMPARN
BRS 373	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	granífero	110 dias	EMBRAPA
BR 509	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench	sacarino	120 dias	EMBRAPA
BR 506	<i>Sorghum</i> ssp	sacarino	100 dias	EMBRAPA
BRS 467-4-2	<i>Sorghum</i> spp.	sacarino	130 dias	IPA

Fonte: Dados da pesquisa.

2.3 Implantação, adubação e condução dos experimentos

A semeadura do sorgo segunda safra foi realizada manualmente, a uma profundidade de aproximada de 3 cm, com espaçamento de 0,80 m e densidade de plantas de 12 plantas por metro linear. A adubação foi realizada de acordo com as recomendações técnicas para o cultivo do sorgo de Borém *et al.* (2014), o qual utilizou 100 kg ha⁻¹ com o adubo granulado 04-14-08 (NPK). Durante todo o ciclo da cultura, foi realizado o controle de plantas daninhas, pragas e doenças aplicando-se defensivos químicos, mediante incidência, com uso de produtos recomendados para a cultura conforme descrito por Borém *et al.* (2014).

2.4 Variáveis avaliadas

Quando a cultura atingiu a fase de maturidade fisiológica, foi realizado a colheita as sementes do sorgo na área útil da parcela e a debulha manual, para avaliação da massa de mil semente e da qualidade fisiológica e sanitária de sementes. A massa de mil sementes foi determinada pela média de oito medições de 100 sementes escolhidas ao acaso conforme Brasil (2009).

As qualidades fisiológicas e sanitárias das sementes de sorgo foram avaliadas mediante as seguintes determinações grau de umidade, emergência, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e sanidade das sementes.

2.4.1 Grau de umidade

Após secagem lenta a sombra, as sementes foram submetidas à determinação do teor de água em percentagem

por meio do método de estufa a 105 ± 3 °C por 24 h (Brasil, 2009).

2.4.2 Emergência

O substrato comercial utilizado foi o ‘Carolina Soil’ cuja a composição é de 70% turfa + 30% vermiculita + calcário, umedecido a 70% da capacidade de retenção, e acondicionados em bandejas plásticas, com quatro repetições de 50 sementes. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação. A partir da emergência da primeira plântula foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização, com contagem final aos 14 dias após a semeadura. Foram consideradas a porcentagem média final de emergência (E) e o índice de velocidade de emergência (IVE), determinado por Maguire (1962).

2.4.3 Germinação

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes. As sementes foram distribuídas sobre papel toalha *germitest* com volume de água destilada para embebição na quantidade de 2,5 vezes a massa seca do substrato, na forma de rolos. A seguir, estes foram acondicionadas em germinador, tipo BOD, à temperatura alternada de 20-30 °C. As avaliações foram realizadas no 5º e 10º dia após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos em Brasil (2009). Foi mensurado o comprimento da parte aérea (CPA) e o comprimento radicular (CR) das plântulas.

2.4.4 Envelhecimento acelerado

As sementes foram colocadas sobre a tela de aço inoxidável adaptada em caixas plásticas do tipo gerbox, contendo ao fundo 40 mL de água (KRZYZANOWSKI; VIEIRA, FRANÇA NETO, 1999). Em seguida, as caixas foram fechadas e levadas a uma câmara de incubação modelo BOD, regulada a 41 °C por 96 h, e posteriormente submetidas ao teste de germinação, conforme descrição anterior, com contagens das plântulas normais aos cinco dias após a semeadura e avaliados conforme Brasil (2009).

2.4.5 Condutividade elétrica

Foi utilizado o método de condutividade de massa, sendo colocadas 50 sementes por repetição, previamente pesadas, em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e, mantidos a uma temperatura de 25 °C, durante 24 horas (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1999). Decorrido este período, os recipientes foram suavemente agitados, e com auxílio do condutivímetro (MS TECNOPON® – mCA150) foi efetuada a medição das leituras de condutividade elétrica da solução, sendo os valores expressos em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$.

2.4.6 Sanidade das sementes

Foi avaliada pelo método *Blotter-test*, com 5 repetições de 40 sementes. As placas foram mantidas em sala de incubação

a 20 °C e fotoperíodo de 12 horas por sete dias (BRASIL, 2009). A identificação das estruturas morfológicas dos fungos foi realizada com auxílio de um microscópio óptico, sendo avaliadas quanto à presença de patógenos associados às sementes conforme Barnett e Hunter (1998).

2.5 Análises estatísticas

Os dados foram testados quanto à homocedasticidade das variâncias (teste de Levene; $p > 0,05$) e normalidade dos resíduos (teste de Shapiro-Wilk; $p > 0,05$). Posteriormente os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), e quando significativas as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Sisvar[®] versão 5.3 para Windows (Software de Análises Estatísticas, UFLA, Lavras, MG, BRA). A análise de correlação canônica (CCA) foi utilizada para estudar a inter-relação entre conjuntos (vetores) de variáveis independentes (cultivares de sorgo) e dependentes (massa de mil sementes, germinação, desenvolvimento de plântulas e vigor). Estes foram realizados utilizando o software Rbio versão 140 para Windows (Rbio Software, UFV, Viçosa, MG, BRA).

3 Resultados e Discussão

Para a massa de mil sementes observou-se que as cultivares BRS 658, BRS Ponta negra e BR 509 apresentaram maiores valores médios (Quadro 3). Sementes com maiores tamanho (massa) tem maior conteúdo de reservas, e por consequente, são mais vigorosas. Os maiores teores de água foram constatados nas cultivares SUDAN 4202, BRS 658, BRS 810, BRS 373 e BR 467-4-2. A diferença dos teores de umidade estão relacionados ao momento da colheita e o ciclo das cultivares (Quadro 2). As sementes das cultivares SUDAN 4202, BRS 658 e BR 509 foram que proporcionaram as maiores porcentagens de emergência sendo os valores 96%, 97% e 97%, respectivamente. Para as cultivares BRS 658 e BR 509 esse fato pode estar relacionado com o tamanho da semente e a maior quantidade de reserva.

Quadro 3 - Massa de mil sementes (MMS), teor de água (TA), porcentagem de emergência (EMER), índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica (CE), primeira contagem de germinação (PCG), porcentagem de germinação (GERM), comprimento parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR), envelhecimento acelerado (EAC) e obtidos em sementes de cultivares de sorgo produzidas em Balsas, MA, Brasil, ano agrícola 2022

Cultivar	MMS	TA	EME	IVE	CE
	g	%		-	($\mu\text{S cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
SUDAN 4202	22,30 c	22,66 a	96 a	70,52 e	0,021 d
Agri 001 – E	24,95 b	19,33 b	87 c	107,32 b	0,018 d
Agri 002 – E	27,22 b	20,00 b	41 e	26,70 f	0,028 c
BRS 658	25,85 a	25,00 a	97 a	67,37 e	0,017 d
BRS 810	23,20 b	23,33 a	87 c	100,16 c	0,028 c
BRS Ponta negra	30,30 a	16,00 c	74 d	73,50 e	0,063 a

Cultivar	MMS	TA	EME	IVE	CE
	g	%		-	($\mu\text{S cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$)
BRS 373	27,95 b	25,00 a	94 b	102,29 c	0,017 d
BR 509	32,07 a	21,00 b	97 a	115,17 a	0,021 d
BR 506	26,60 b	20,32 b	87 c	94,62 d	0,017 d
BR 467-4-2	25,75 b	24,67 a	26 f	17,09 g	0,045 c
	PCG	GER	CPA	CR	EAC
	%		cm		%
SUDAN 4202	79 a	82 b	7,62 a	10,47 b	96 a
Agri 001-E	73 b	86 a	7,81 a	10,75 b	99 a
Agri 002 – E	17 e	31 d	1,68 c	7,71 d	47 b
BRS 658	75 b	80 b	4,24 c	10,48 b	95 a
BRS 810	85 a	94 a	6,57 b	9,37 c	98 a
BRS Ponta negra	51 d	61 c	1,62 d	12,73 a	89 a
BRS 373	74 b	78 b	3,98 c	11,57 b	95 a
BR 509	61 c	85 a	5,63 b	12,56 a	95 a
BR 506	65 c	78 b	3,81 c	8,86 c	94 a
BR 467-4-2	2 f	22 d	1,21 d	6,40 d	51 b

As médias seguidas da mesma letra são agrupadas no mesmo grupo pelo teste Scott Knott à 5%.

Fonte: Dados da pesquisa.

Por sua vez, as sementes das cultivares BR 509 e a BRS Ponta negra culminaram nos maiores valores médios do índice de velocidade de emergência e da condutividade elétrica. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos de Silva *et al.* (2016), ao quais avaliaram a qualidade fisiológica de cultivares de sorgo e observaram que os genótipos de sorgo apresentam diferenças no que se refere à qualidade fisiológica das sementes. As maiores porcentagens de emergência das cultivares BRS 658 e BR 509 podem estar relacionadas ao tamanho das sementes de acordo com a massa de mil sementes, assim, essas sementes tinham mais reservas para o processo germinativo. A cultivar BRS Ponta negra apresentou sementes com maior alteração na integridade das membranas celulares das sementes, esse fato pode estar relacionado a presença dos fungos *Fusarium* sp. (FU), *Alternaria* sp. (ALT) e *Cladosporium* sp. (Quadro 3). Em relação ao envelhecimento acelerado as cultivares de sorgo Agri 002 – E e BR 467-4-2 foram as que suportaram menos a umidade e alta temperatura, esse fato pode estar relacionado ao baixo vigor inicial dessas cultivares conforme observado no teste da primeira contagem da germinação.

Os resultados reportam que as sementes das cultivares SUDAN 4202 e BRS 810 apresentaram maior porcentagem da primeira contagem da germinação (Quadro 3). Já a maior porcentagem de germinação foi constatada nas cultivares Agri 001-E, BRS 810 e BR 509. Cabe salientar, que o teste de germinação é o indicado para avaliação dos lotes de sementes e verificar a capacidade das sementes em gerar plântulas normais em condições controladas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A porcentagem mínima de germinação de lotes de sementes sorgo no Brasil é de 80% (BRASIL, 2013). Assim, sementes das cultivares Agri 001-E, BRS 810 e BR 509, SUDAN 4202, BRS 658 obtiveram porcentagens

de germinação satisfatórias. De acordo com França-Neto *et al.* (2010), sementes com porcentagens de germinação abaixo dos padrões mínimos para comercialização resultam em baixo vigor das plântulas e com sem possibilidade de ser competitiva durante o estabelecimento no campo.

O processo de germinação das sementes começa com a absorção de água e é acompanhada pela degradação de substâncias macromoleculares, reparo de materiais genéticos e expansão do embrião e do endosperma, eventualmente levando à ruptura do revestimento da semente e do endosperma e à produção de uma radícula proeminente (CHEN *et al.*, 2022).

As maiores médias de comprimento da parte aérea foram constatados nas cultivares SUDAN 4202 e Agri 001-E (Quadro 3). Já, os maiores comprimentos radiculares foram observados nas cultivares BRS Ponta negra e BR 509. Com exceção das cultivares Agri 002-E e BR 467-4-2, as demais cultivares apresentaram os maiores valores médios no teste do envelhecimento acelerado. É possível observar que a porcentagem de germinação das sementes no teste de envelhecimento acelerado foi superior a apenas ao teste de germinação. Esse fato pode estar relacionado a dormência das sementes do sorgo ocasionadas durante a secagem das sementes em altas temperatura no campo de produção de sementes. Segundo Almeida *et al.* (2016) com a perda do teor de água, as sementes de sorgo podem ser levadas à dormência secundária de acordo com a secagem. Portanto, a inibição da germinação pode ser devido o bloqueio do metabolismo da germinação ou devido o impedimento da entrada do oxigênio ao embrião ou a saída de gás carbônico (MARCOS FILHO, 2015).

Em relação a presença dos patógenos, observou-se maior porcentagem do fungo *Colletotrichum* sp. ocorreu nas cultivares SUDAN 4202, BRS 373 e BR 509. As cultivares BRS Ponta negra, BR 506 e BR 467-4-2 apresentaram maior incidência de *Fusarium* sp. A cultivar Ponta Negra teve maior média para infecção de *Alternaria* sp. e *Cladosporium* sp. A cultivar BR 467-4-2 obteve a maior média para *Curvularia* sp. e *Rizoctonia* sp. Esses dados corroboram em partes aos obtidos por Flávio *et al.* (2014), os quais ao estudar a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo cultivar BR 310, verificaram por meio do teste de sanidade, os fungos dos gêneros *Penicillium* sp., *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. e *Aspergillus* sp. Para Chortaszko *et al.* (2019) esses fungos podem afetar o processo germinativo das sementes e a emergência das plântulas. Os fungos *Alternaria* sp., *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp. encontrados no cultivar de sorgo BRS Ponta negra, segundo Vechiato (2010) tem a capacidade de reduzir a qualidade fisiológica das sementes. Assim, a alta incidência desses patógenos interferiu na germinação e emergência dessa cultivar (Quadro 3).

Quadro 4 - Incidência dos patógenos *Colletotrichum* sp. (COL), *Fusarium* sp. (FU), *Alternaria* sp. (ALT), *Curvularia* sp. (CUR), *Rizoctonia* sp. (RIZ) e *Cladosporium* sp. (CLA), obtidos em sementes de cultivares de sorgo produzidas em Balsas, MA, Brasil, ano agrícola 2022

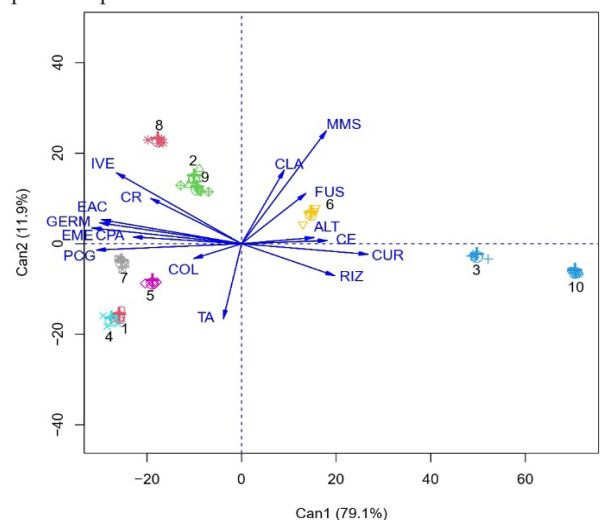
Cultivar	COL	FUS	ALT	CUR	RIZ	CLA
	----- % -----					
SUDAN 4202	2 a	5 b	3 c	1 d	1 b	0 d
Agri 001-E	0 b	17 b	1 c	4 c	3 b	12 c
Agri 002-E	0 b	18 b	1 c	12 c	8 b	7 c
BRS 658	5 b	12 b	1 c	1 d	6 b	9 c
BRS 810	0 b	17 b	1 c	2 d	7 b	1 d
BRS Ponta negra	0 b	45 a	27 a	21 b	4 b	34 a
BRS 373	2 a	19 b	1 c	1 d	2 b	0 d
BR 509	1 a	24 b	1 c	1 d	0 b	19 b
BR 506	0 b	35 a	2 c	0 d	6 b	18 b
BR 467-4-2	0 b	39 a	16 b	34 a	15 a	16 b

As médias seguidas da mesma letra são agrupadas no mesmo grupo segundo pelo teste Scott Knott à 5%.

Fonte: Dados da pesquisa.

A análise de correlação canônica foi utilizada para verificar a contribuição de cada variável dependente testes de qualidade fisiológica e sanitárias nas sementes como foram afetadas pelas cultivares de sorgo (Figura 2). Para que as pontuações sejam representadas em um gráfico bidimensional, o percentual de variância retida deve ser superior a 80% (MINGOTI, 2005). Neste estudo, as variâncias acumuladas nas duas principais variáveis canônicas foram de 91% (Figura 2), o que permitiu uma interpretação precisa.

Figura 2 - Análise de correlação canônica (CCA) entre as variáveis e suas variáveis canônicas nas cultivares de sorgo. As linhas azuis mostram a correlação canônica entre os centróides do primeiro par de variáveis canônicas e a linha de tendência linear



Abreviaturas: MMS: massa de mil sementes, TA: teor de água, EMER: emergência, IVE: índice de velocidade de emergência, CE: condutividade elétrica, PCG: primeira contagem de germinação, GERM: germinação, CPA: comprimento parte aérea, CR: comprimento radicular, EA: envelhecimento acelerado, ALT: *Alternaria* sp., COL: *Colletotrichum* sp., CUR: *Curvularia* sp. FUS: *Fusarium* sp., RIZ: *Rizoctonia* sp., CLA: *Cladosporium* sp., 1: SUDAN 4202, 2: Agri 001 – E, 3: Agri 002 – E, 4: BRS 658, 5: BRS 810, 6: BRS Ponta negra, 7: BRS 373, 8: BR 509, 9: BR 506, 10: BR 467-4-2.

Fonte: Dados da pesquisa.

Um ângulo (entre os vetores) de menos de 90° indica correlação positiva entre as variáveis dependentes e as cultivares de sorgo. O maior teor de água e incidência do patógeno *Colletotrichum* sp., foram observados nas cultivares de sorgo SUDAN 4202, BRS 658, BRS 810 e BRS 373 (Figura 2). A cultivar de sorgo BRS Ponta negra teve maior massa de mil sementes, condutividade elétrica e maiores incidências dos patógenos *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. e *Fusarium* sp. As sementes das cultivares de sorgo Agri 002-E e BR 467-4-2 proporcionaram maiores incidências dos patógenos *Curvularia* sp., e *Rizoctonia* sp. Esses resultados colaboram em partes ao obtidos por Muller (2017), o qual ao avaliar a qualidade sanitária de sementes de quatro cultivares de sorgo, verificou a presença de *Fusarium* sp. em todas as cultivares.

Segundo Chortaszko et al. (2019) a presença de fungos patogênicos nas sementes do sorgo afeta a germinação, a velocidade média da germinação e o índice de germinação. O patógeno *Fusarium* sp. promove a podridão das sementes e *damping-off*. Segundo Pinto (2004) o *Fusarium* sp. é um dos principais fungos que acometem as sementes do sorgo, assim como a *Curvularia* sp., *Penicilium* sp., *Aspergillus* sp., *Alternaria* sp. e *Rhizopus* sp.

As sementes oriundas das cultivares de sorgo Agri 001-E, BR 509 e BR 506 culminaram em maiores porcentagens de emergência, envelhecimento acelerado, primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e comprimento radicular (Figura 2). A superioridade desses cultivares, pode estar relacionado as características intrínsecas dessas cultivares, como o ciclo, o *background* genético e adaptação as condições edafoclimáticas. Para Santos et al. (2021) o incremento foi devido ao potencial do sorgo resultado do melhoramento genético.

4 Conclusão

As sementes oriundas das cultivares de sorgo Agri 001-E, BR 509 e BR 506 produzidas em Balsas-MA apresetam maior qualidade fisiológica e sanitária.

As cultivares de sorgo Agri 002 – E, BRS Ponta negra e BR 467-4-2 apresentaram maior incidência de patógenos.

Referências

ALMEIDA, T.T. et al. Alterações físicas, fisiológicas e bioquímicas durante o desenvolvimento de sementes de sorgo de diferentes concentrações de tanino. *Acta Agron.*, v.65, n.2, p.183-189, 2016. doi: 10.15446/acag.v65n2.43397

BARNETT, H.L.; HUNTER, B.B. *Illustrated genera of imperfect fungi*. St Paul, Minnesota: APS Press, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Padrões para produção e comercialização de sementes de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench; *Sorghum bicolor* (L.) Moench x *Sorghum sudanense* (Piper) Stapf]. Instrução normativa nº 45, de

17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 set. 2013. Seção 1, p. 17.

BRASIL. Portaria nº 288, de 6 de julho de 2021. *Aprovar o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do sorgo forrageiro*. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ed. 126, p. 306, 06 jul. 2021.

BORÉM, A.; PIMENTEL, L.; PARRELLA, R. *Sorgo do plantio a colheita*. Viçosa: UFV, 2014.

BOREGOWDA, R.S. et al. Antifungal Activity of Eclipta alba Metabolites against Sorghum Pathogens. *Plants*, v.8, n.3, p.72, 2019. doi: 10.3390/plants8030072

CARVALHO, N.M. de; NAKAGAWA, J. *Sementes: ciência, tecnologia e produção*. São Paulo: FUNEP, 2012.

CHEN, X. et al. The efficacy of different seed priming agents for promoting sorghum germination under salt stress. *Plos one*, v.16, n.1, p.e0245505, 2021. doi: 10.1371/journal.pone.0245505

CHORTASZKO, N.G. et al. Avaliação da qualidade fitossanitária e germinação de sementes forrageiras. *Appl. Res. Agrot.*, v.12, n.2, p.81-88, 2019.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. *Acompanhamento de safra brasileira: Grãos Safra 2021/2022 - Sétimo levantamento*. CONAB, v.9, n.7, p.1-93, 2022.

EMPRAPA AGROSSILVIPASTORIL - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sorgo*, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/sitio-tecnologico/trilha-tecnologica/tecnologias/culturas/sorgo>. Acesso em: 14 jul. 2022.

FLÁVIO, N.S.D.S. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de sorgo tratadas com extratos aquosos e óleos essenciais. *Semin. Cienc. Agrar.*, v.35, n.1, p.7-20, 2014. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n1p7

FRANÇA-NETO J.B. et al. A importância do uso de semente de soja de alta qualidade. *Informativo Abrates*, v.20, n.1-2, p.37-38, 2010.

KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Scien*, v.2, n.2, p.176-177, 1962. doi: 10.2135/cropsci1962.0011183x000200020033x

MARANHÃO - Governo do Estado do Maranhão. Gerência de Planejamento e Desenvolvimento Econômico - GEPLAN. *Atlas do Maranhão*. São Luís: Universidade Estadual do Maranhão, 2002. 39p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999.

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

MINGOTI, A.S. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: Uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

MULLER, J. *Qualidade fisiológica e associação de Fusarium spp.* A sementes de sorgo sacarino. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2017.

PASSOS, M.L.; ZAMBRZYCKI, G.C.; PEREIRA, R.S. Balanço hídrico climatológico e classificação climática para o município de Balsas-MA. *Rev. Scie. Agrar.*, v.18, n.1, p.83-89, 2017. doi:

10.5380/rsa.v18i1.48584

- PINTO, N.F.J.A. Avaliação da eficiência dos fungicidas fludioxonil + metalaxyl-M do tratamento de sementes de sorgo. *Cienc. Agrot.*, v.28, n.2, p.453-456, 2004. doi: 10.1590/s1413-70542004000200028
- POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- SANTOS, R.F. dos *et al.* Sorgo sacarino na produção de agroenergia. *Rev. Bras. Ener. Renov.*, v.4, n.1, p.1-12, 2015. doi: 10.5380/rber.v3i3.39690
- SANTOS, H.G. *et al.* *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Embrapa, 2018.
- SANTOS, C.V. *et al.* Tecnologia de produção de sementes de sorgo. In: MENEZES, C.B. *Melhoramento genético de sorgo*. Brasília: Embrapa, 2021. p.495-526.
- SILVA, D.F. *et al.* Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Res. Soc. Devel.*, v.10, n.3, p.e12310313172-e12310313172, 2021. doi: 10.33448/rsd-v10i3.13172
- SILVA, R.S. da *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de sorgo biomassa (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Rev. Espac.*, v.37, n.31, p.12, 2016.
- VECHIATO, M.H.; APARECIDO, C.C.; FERNANDES, C.D. Frequência de fungos em lotes de sementes comercializadas de *Brachiaria* e *Panicum*. *Documento técnico*, 2010, p. 1-11.