



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



VICTORIA ZARDO DE QUEIROZ NASCIMENTO

**TESTE DE TETRAZÓLIO COMO DISPOSITIVO PARA DETERMINAÇÃO DA
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALGODÃO**

UBERLÂNDIA-MG
2023

VICTORIA ZARDO DE QUEIROZ NASCIMENTO

**TESTE DE TETRAZÓLIO COMO DISPOSITIVO PARA DETERMINAÇÃO DA
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALGODÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, como partes dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Cesar R. M. Catão
Coorientador: Dr. Adílio de Sá Júnior

**UBERLÂNDIA-MG
2023**

VICTORIA ZARDO DE QUEIROZ NASCIMENTO

**TESTE DE TETRAZÓLIO COMO DISPOSITIVO PARA DETERMINAÇÃO DA
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE ALGODÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, como partes dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Cesar R. M. Catão
Coorientador: Dr. Adílio de Sá Júnior

Banca de avaliação:

Prof. Dr. Hugo Cesar Rodrigues Moreira Catão
Orientador

Coorientador Dr. Adílio de Sá Júnior
Membro da Banca

Eng. Agrônoma Mestranda Brenda Santos Pontes
Membro da Banca

**UBERLÂNDIA – MG
2023**

RESUMO

O algodão é uma das culturas mais importantes do Brasil e do mundo, pela ampla utilidade de suas fibras e outros subprodutos, o que faz com que sejam grandes as expectativas de mercado para sua produtividade nos anos futuros. Um dos aspectos mais importantes para o sucesso de uma lavoura está na qualidade das sementes, que refletem diretamente sobre a qualidade das plantas que originam, o que faz com que os testes para garantia de qualidade de sementes sejam ferramentas fundamentais da agricultura. Dentre os testes disponíveis, há o teste de tetrazólio, que vem sendo estudado pelo seu potencial para avaliação de germinação e vigor de sementes de diversas espécies vegetais. Com base nesse cenário, objetivou-se nesse trabalho analisar a aplicabilidade da utilização do teste de tetrazólio como mecanismo decisório na escolha de lotes de sementes de algodão com qualidades fisiológicas distintas, comparando a germinação e o vigor das sementes com os resultados obtidos pelos testes usuais. Avaliaram-se sementes de 4 genótipos de algodão à viabilidade e ao vigor pelo teste de tetrazólio e os resultados correlacionados aos obtidos nos testes de emergência em areia, germinação em papel, contagem do teste de índice de velocidade de emergência, classificação do vigor de plântulas, comprimento das partes aérea e radicular de plântulas, massa da matéria seca das partes aérea e radicular de plântulas e envelhecimento acelerado. A correlação entre os resultados ao teste de tetrazólio e os testes usuais foi mensurada por meio de correlação de Pearson. O delineamento experimental empregado foi de blocos casualizados e a comparação de médias realizada pelo teste de Tukey a 5% de significância. Verificou-se que os testes de vigor de plantas fortes, se relacionou com germinação, teste de tetrazólio com alto vigor e massa seca de planta inteira. A viabilidade pelo teste de tetrazólio se correlacionou significativamente com germinação, massa seca de planta inteira e teste de tetrazólio com alto vigor. Os testes de vigor utilizados separaram os genótipos quanto a qualidade das sementes de algodão. O tetrazólio pode ser utilizado para classificar sementes de genótipos de algodão com qualidades fisiológicas distintas, pois seus resultados se correlacionam com outros testes de viabilidade e vigor.

Palavras-chave: análise de sementes; fitotecnia; germinação; *Gossypium hirsutum*; vigor de sementes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4	CONCLUSÃO	15
	REFERÊNCIAS	15

1 INTRODUÇÃO

No Brasil e no mundo, o algodão (*Gossypium hirsutum* L.) é considerado uma das principais culturas agrícolas. Exerce grande importância em termos produtivos, econômicos e sociais, por meio da fibra que é o seu produto principal. Além da fibra, alguns dos subprodutos mais utilizados na alimentação de ruminantes no Nordeste são provenientes do cultivo do algodão, como semente, farelo, torta e briquete (Farias, 2012).

Entre as fibras mais importantes do mundo está o algodão. Ao longo do tempo sofreu grandes mudanças e evoluções de acordo com a associação brasileira de produtores de algodão (ABRAPA, 2022). Espera-se um aumento na produção brasileira na safra 2022/23 de 16,6%, o que representa 2,9 milhões de toneladas, o segundo maior volume da história (CONAB, 2023).

Para atender essa alta produtividade é necessário racionalizar o processo produtivo e compatibilizá-lo com as demandas sociais e econômicas exigidas pela sociedade. Entre os elementos utilizados em campo, tem-se diversas matérias-primas, que são insumos utilizados como base para um setor produtivo, a partir do qual o produto-final será produzido. No campo, a matéria prima mais importante é a semente, que ocupa um papel de destaque, sendo fundamental para que toda a produção agrícola possa se desenvolver. Isso se deve ao fato de que a qualidade de uma semente interfere diretamente na qualidade da cultura e de seus produtos finais (França-Neto; Krzyzanowski; Henning, 2016).

Segundo Mattioni (2023), a semente é o elemento principal no estabelecimento, expansão, diversificação e desenvolvimento da agricultura, e tem a função de perpetuação e multiplicação das espécies. Visando a produção de sementes de alta qualidade deve-se possuir atributos genéticos, fisiológicos e sanitários que um grão não tem, e que lhe confere a garantia de elevado desempenho agrônomo, que é a base fundamental do sucesso para uma lavoura tecnicamente bem instalada. Os atributos genéticos são referentes ao potencial que uma planta carrega em seu genótipo. Os atributos fisiológicos, por sua vez, são aqueles que são efetivamente expressos nas plantas. Os sanitários, por fim, dizem respeito à saúde, à integridade e à higidez das plantas (França-Neto; Krzyzanowski; Henning, 2016).

Para aferir os atributos das sementes, são necessários testes de laboratório, sendo os de germinação e vigor mais utilizados para os atributos fisiológicos. O teste de germinação é obrigatório e a porcentagem mínima, para a comercialização de sementes de algodão é de 75% em todo território nacional (Brasil, 2013). O principal problema que interfere na avaliação e resultados dos testes de germinação é a contaminação secundária por patógenos às plântulas de algodão, além de requerer 12 dias para finalização do teste.

Já os testes de vigor, apesar de não serem obrigatórios por lei, surgiram como uma alternativa para identificar os lotes com melhor desempenho no campo ou durante o armazenamento. Com isso, se faz a necessidade de utilizar os testes de vigor, pois estes são consistentes e reproduzem informações rápidas e relacionadas a processos fisiológicos de deterioração das sementes.

Segundo França-Neto e Krzyzanowski (2018), o teste de tetrazólio, além de avaliar a viabilidade e o vigor dos lotes de sementes, fornece o diagnóstico das possíveis causas responsáveis pela redução de sua qualidade. Além disso, as sementes de algodão, pode possuir patógenos associados a seu tegumento, influenciando na condução e nos resultados do teste de germinação. O teste de tetrazólio, pode ser uma alternativa viável na estimativa do vigor de sementes, como ferramenta a ser utilizada nos programas de controle de qualidade. Isso possibilitaria ganhar tempo e agilidade. Entretanto, para que isso seja possível o teste de tetrazólio deve ter uma alta correlação com os demais testes de vigor.

Outros autores trabalhando com diferentes espécies de sementes, como Brito *et al.* (2020), Cunha *et al.* (2021) e Ramírez *et al.* (2021), utilizaram o teste de tetrazólio com sucesso para separar lotes em diferentes classes de vigor. Desta forma, objetivou-se, com este trabalho, verificar a correlação, por meio do coeficiente de Pearson, entre o teste de tetrazólio e germinação e também com testes de vigor para determinação da qualidade fisiológica de sementes de algodão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), no Laboratório de Sementes (LASEM), campus Umuarama. Os tratamentos foram compostos por quatro genótipos: IMA 2106GL, TMG 47 B2RF, BRS 433FL B2RF e FM 906GLT. Inicialmente foi realizada a homogeneização das sementes para em seguida serem classificadas em peneiras de furos oblongos. Para a caracterização das sementes foram utilizados os testes de umidade, calculado o peso de mil sementes e germinação, conforme prescrito nas Regras para a Análise de Sementes - RAS (Brasil, 2009).

Teste de Germinação: a porcentagem de germinação foi conduzida conforme metodologia proposta nas RAS (Brasil, 2009). O teste foi montado em 4 rolos de papel com duas folhas por rolo. Vinte sementes foram posicionadas em 2 fileiras, com 10 sementes em cada, distanciadas e alternadas para que uma não interferisse no desenvolvimento das plântulas. A quantidade de água utilizada para umedecer os papéis foi duas vezes o peso seco do substrato. Os rolos de papel foram acondicionados em germinador Mangelsdorf, a 25 °C. A primeira leitura foi realizada no quarto dia e no décimo segundo dia foi avaliado: plântulas normais, anormais e sementes mortas, conforme as RAS (Brasil, 2009).

Vigor de Plantas Fortes e Fracas: essas variáveis foram obtidas a partir das plântulas normais, sendo separadas em plântulas fortes caracterizadas pelo maior desenvolvimento do hipocótilo a raiz principal íntegros ou com pequenos danos. Por sua vez, as plântulas fracas possuem menor desenvolvimento desses tecidos ou com maiores danos (Krzyzanowski *et al.*, 1999).

Comprimento de Plantas: Para mensurar o comprimento total das plântulas foi utilizada régua milimetrada, sendo a unidade utilizada em centímetros. A parte aérea e radicular das plântulas fortes e fracas foram mensuradas separadamente (Krzyzanowski *et al.*, 1999).

Massa Seca: A massa seca das plântulas foi realizada em estufa de circulação de ar forçado a 65 °C por 72 horas (Krzyzanowski *et al.*, 1999). Para cada genótipo foram avaliados separadamente parte aérea, parte radicular e cotilédones, fortes e fracas.

Teste de Tetrazólio: Para teste de tetrazólio foram utilizadas 50 sementes de cada genótipo, sendo 4 repetições de 25 sementes. As sementes foram acondicionadas em copos plásticos descartáveis de 100 ml e adicionado 70 ml de água deionizada, por 18 horas a uma temperatura de 25°C. Após a embebição o tegumento foi removido a partir da extremidade distal da semente. Em seguida, as sementes foram acondicionadas em copos plásticos e

adicionado 50 ml de tetrazólio, na concentração de 0,075%. Posteriormente, as sementes permaneceram em germinador Mangelsdorf no escuro a 30 °C por 4 horas, para permitir o pleno funcionamento do reagente sem oxidação. Após a coloração as sementes foram lavadas em água corrente e foi realizada a bissecção longitudinal, através do endosperma e embrião, selecionando-se a metade que possibilitou a melhor visualização das estruturas internas (França-Neto; Krzyzanowski, 2019). Para a avaliação foi utilizado microscópio estereoscópico com iluminação para avaliação das sementes.

Peso de Mil Sementes (PMS): foram utilizadas oito repetições de 100 sementes para cada genótipo de algodão. As sementes de cada repetição são pesadas com o número de casas decimais indicado para a amostra de trabalho para a análise de pureza. Foi utilizada balança de precisão, sendo os valores de cada repetição anotados e calculado o peso de mil sementes conforme prescrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS – Brasil, 2009).

Determinação do grau de umidade: determinado pelo método de estufa a 105 °C durante 24 horas, utilizando duas repetições de sementes com 4 a 5 gramas, conforme orientações contidas nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Para a análise de variância, os dados foram submetidos ao teste de F, e quando significativos, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software SISVAR 5.0. A correlação entre as variáveis foi analisada pelo coeficiente de Pearson (Ferreira, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização inicial das sementes foi realizada por meio dos testes de germinação (G), peso de mil sementes (PMS) e umidade (U) (Tabela 1). É possível observar que os genótipos TMG 47 B2RF e BRS 433 FL B2RRF não atenderam ao padrão mínimo de 75% de germinação para a comercialização de sementes (Brasil, 2013). Germinações semelhantes são importantes para testar metodologias para avaliar o vigor de sementes, já que quando há grandes oscilações de germinação entre lotes, o próprio teste consegue discriminar o potencial fisiológico das sementes (Araújo et. al, 2011). Desta forma, apesar de não serem consideradas próprias para comercialização, essas sementes ainda assim fornecem dados válidos de pesquisa.

Tabela 1. Caracterização inicial de sementes cultivares de algodão por meio dos testes de germinação (G), peso de mil sementes (PMS), coeficiente de variação (CV) e grau de umidade (U), Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Genótipos	Variáveis analisadas			
	G (%)	PMS (g)	CV	U (%)
FM 906 GLT	78	91,60	1,73	8,28
TMG 47 B2RF	70	62,16	2,28	7,86
IMA 2106	76	75,63	1,93	8,11
BRS 433 FL B2RRF	65	90,47	2,10	8,13

As cultivares de algodão apresentaram peso de mil sementes diferentes, entretanto, os coeficientes de variação foram menores que o exigido pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009), que é de 4%. O grau de umidade das sementes variou entre 7,86% e 8,28%. O PMS é utilizado para calcular a densidade de semeadura, o número de sementes por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza. É uma informação que dá ideia do tamanho das sementes, assim como de seu estado de maturidade e de sanidade (Brasil, 2009) o que pode se correlacionar com o teste de tetrazólio. Já a uniformidade do teor de água contribui para obtenção de resultados consistentes, além de ser um parâmetro que influencia diretamente na germinação e no desempenho da plântula (Marcos-Filho, 2015). Diferenças foram menores que 1%, indicando a possibilidade do desenvolvimento dessa pesquisa.

As variáveis comprimento da parte aérea de plântulas normais inteiras (CPIAE) e comprimento da parte radicular de plântulas normais inteiras (CPIRAD) das plântulas de algodão não foram significativas pelo teste de F. As demais variáveis foram significativas (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Quadrados médios da ANAVA das variáveis plântulas normais fortes (PF), plântulas normais fracas (PNFr), germinação (G%), comprimento da parte aérea de plântulas normais fortes (CPAF), comprimento da parte radicular de plântulas normais fortes (CPRF), comprimento da parte aérea de plântulas normais fracas (CPAFr), comprimento da parte radicular de plântulas normais fracas (CPRFr), comprimento da parte aérea de plântulas normais inteiras (CPIAE), comprimento da parte radicular de plântulas normais inteiras (CPIRAD), massa seca parte aérea de plântulas normais fortes (MSPAPF), massa seca parte radicular de plântulas normais fortes (MSSPRPF) provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

QUADRADOS MÉDIOS													
FV	GL	PF	PFr	GERM	CPAF	CPRF	CPAFr	CPRFr	CPIAE	CPIRAD	MSPAPF	MSSPRPF	
Genótipos	3	240,3 6*	133,6 4*	346,01 *	0,53*	3,21*	0,29*	5,34*	3,26 ^{ns}	1,98 ^{ns}	0,01*	0,006*	
Bloco	4	41,50	19,82	53,32	0,03	0,12	0,01	0,79	0,33	0,73	0,00	0,001	
Erro	11	14,61	33,04	33,59	0,13	0,39	0,03	1,32	1,57	1,55	0,00	0,000	
CV (%)		13,98	13,09	8,13	12,74	11,01	11,21	13,09	25,86	8,63	19,83	21,96	

ANAVA= Análise de variância; ^{ns}–não significativo para o teste “F”; * significativo para o teste “F”0,5%,

Tabela 3. Quadrados médios da ANAVA das variáveis massa seca parte aérea de plântulas normais fracas (MSPAPFr), massa seca parte radicular de plântulas normais fracas (MSSPRPFr), massa seca de plântulas inteiras (MSPI), massa seca de plântulas inteiras com os cotilédones (MSPICOT), massa seca de cotilédones de plântulas normais fortes (MSCOTF), massa seca de cotilédones de plântulas normais fracas (MSCOTFr), massa seca total de cotilédones (MSTOTCOT), vigor alto de tetrazólio (TZ ALTO), vigor médio de tetrazólio (TZ MÉDIO), vigor baixo de tetrazólio (TZ BAIXO) e viabilidade pelo tetrazólio (TZ VIÁVEL) c

QUADRADOS MÉDIOS													
FV	GL	MSPAPFr	MSSPRPFr	MSPI	MSPICOT	MSCOTF	MSCOTFr	MSTOTCOT	TZ ALTO	TZ MÉDIO	TZ BAIXO	TZ VIÁVEL	
Genótipos	3	0,007*	0,001*	0,04*	1,86*	0,309*	0,65*	1,40*	452,1*	81,80*	87,68*	1682,2*	
Bloco	4	0,001	0,000	0,05	0,10	0,038	0,02	0,01	4,62	2,32	11,90	66,01	
Erro	11	0,001	0,000	0,00	0,19	0,016	0,03	0,17	5,65	2,39	11,00	31,84	
CV (%)		16,31	15,04	16,39	17,74	17,78	14,22	22,36	20,23	16,54	22,29	7,84	

ANAVA= Análise de variância, ^{ns}–não significativo para “F”, * significativo para o teste “F”0,5%,

As avaliações de plântulas normais fortes (PF) é um teste que indica o potencial de vigor em um determinado lote de sementes. O genótipo FM906 GLT apresentou maior porcentagem de plântulas normais fortes (Tabela 4). Não são computadas as porcentagens de plântulas normais fracas (PFr) em testes de vigor, porém é de interesse que esta variável seja analisada uma vez que à medida que aumentam plântulas fracas, diminui a porcentagem de plântulas normais fortes. O cultivar IMA 2106 possui germinação de 75% (composto pelo somatório de

plântulas normais fortes e fracas) e não diferindo estatisticamente dos demais. E este comportamento se manteve para a variável plântulas normais fortes. Medeiros *et al.* (2020) compararam diferentes testes para classificação fisiológica em diferentes níveis de vigor para a espécie *Amburana cearenses* e também observaram forte correlação entre vigor de plântulas normais fortes, comprimento de plântulas normais fortes, massa seca e o teste de tetrazólio para uma classificação eficiente das sementes.

A germinação (GERM) é contabilizada pela soma de plântulas fortes e fracas, sendo assim o número de plântulas normais (Brasil, 2009). Nesse parâmetro, observou-se que o genótipo FM 906 GLT apresenta melhor qualidade fisiológica (Tabela 4).

Tabela 4. Médias das percentagens de plântulas normais fortes (PF), plântulas normais fracas (PNFr) e germinação (G%), provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Genótipos	PF (%)	PNFr (%)	GERM (%)
FM 906 GLT	37a	43ab	81a
TMG 47 B2RF	29ab	39b	68ab
IMA 2106	24ab	51a	75ab
BRS 433 B2RRF	21b	41ab	62b
CV (%)	16	15	16

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na Tabela 5, são apresentados os comprimentos de plântulas. Espera-se que as plântulas que transferem maior quantidade de reservas dos cotilédones cresçam mais e conseqüentemente apresentem maior vigor. No entanto, é de interesse que esse crescimento ocorra em toda a plântula, resultando em maiores parte aéreas (hipocótilo) e raízes, pois o equilíbrio de tamanho entre as partes da plântula assegura a eficiência de captação do sistema radicular para o pleno desenvolvimento e funcionamento das partes aéreas durante a vida da planta.

Tabela 5. Médias dos comprimentos da parte aérea de plântulas normais fortes (CPAF), comprimentos da parte radicular de plântulas normais fortes (CPRF), das plântulas normais fracas (CPAFr), comprimentos da parte radicular de plântulas normais fracas (CPRFr), provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Genótipos	CPAF (cm)	CPRF (cm)	CPAFr (cm)	CPRFr (cm)
FM 906 GLT	3,25a	6,36a	2,05a	8,87ab
TMG 47 B2RF	3,12a	6,09a	1,64b	7,81b
IMA 2106	2,63b	4,54b	1,49b	10,18a
BRS 433 B2RRF	2,62b	5,75a	1,60b	8,25ab
CV	12,74	11,01	11,21	13,09

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

O comprimento da parte aérea provenientes das plântulas normais fortes (CPAF) separou os genótipos, sendo o TMG 47 B2RF e o FM 906 GLT alcançaram melhor desenvolvimento. Já na parte radicular (CPRF) houve significância positiva para o genótipo BRS 433 B2RRF e FM 906 GLT. Separando os tecidos das plântulas fracas, vemos que ocorreram significância para a parte aérea (CPAFr) e para o crescimento de raiz (CPRFr), onde o genótipo FM 906 GLT apresentou maiores médias. No trabalho de Oliveira, Camili e Morais (2018), em que se estudou a aplicação do teste de qualidade do feijão-caupi (*Vigna unguiculata*), observaram forte correlação entre o parâmetro de comprimento de parte aérea e de plântulas inteiras e o teste de tetrazólio para classificação das sementes desta espécie de planta.

O comportamento do comprimento de plântulas inteiras foi estudado a partir da soma das plântulas fortes e fracas (CPIAE) (Tabela 6). Nota-se haver o mesmo comportamento quando analisado somente as plântulas fortes (CPAF). Não houve diferença estatística na junção dos tecidos de raiz (CPIRAD). As massas secas provenientes das partes aéreas de plântulas fortes (MSPAPF) são apresentadas na Tabela 6, onde, o genótipo FM 906 GLT conseguiu fixar maiores reservas (Tabela 6). Este mesmo comportamento é verificado nesse genótipo nos tecidos de raiz (MSPRPF).

Tabela 6. Médias dos comprimentos da parte aérea de plântulas inteiras (CPIAE), comprimentos da parte radicular de plântulas inteiras (CPIRAD), massa seca da parte aérea (MSPAPF) e parte radicular de plântulas inteiras (MSPRPF), provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Genótipos	CPIAE (cm)	CPIRAD (cm)	MSPAPF (gr)	MSPRPF (gr)
FM 906 GLT	5,30a	15,23a	0,28a	0,16a
TMG 47 B2RF	5,76a	13,90a	0,17b	0,11b
IMA 2106	4,12a	14,73a	0,16b	0,08b
BRS 433 B2RRF	4,22a	14,00a	0,16b	0,09b
CV	25,86	8,63	19,83	21,96

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Pesquisas demonstram que as plântulas que conseguem transferir maiores reservas de seus cotilédones, além de possibilitar maiores crescimentos dos tecidos, conseguem fixar maiores quantidades de compostos orgânicos e inorgânicos. Essas substâncias são de grande importância para a expressão do vigor (Facco; Tischer, 2022).

As massas secas provenientes das plântulas fracas estão expostas na Tabela 7. Refletindo sobre as massas secas da parte aéreas de plântulas fracas (MSPAPFr), vê-se os genótipos IMA 2106 e BRS 433 B2RRF obtiveram melhor fixação de compostos orgânicos e

inorgânicos. Já nas raízes (MSPRPFr), somente o BRS 433 B2RRF apresentou médias maiores. As massas secas das plântulas inteiras sem e com os tecidos de reservas (MSPI) e (MSPICOT) respectivamente, nota-se que nas duas variáveis o genótipo FM 906 GLT foi o que mais fixou compostos, sendo que para o MSPICOT, o genótipo BRS 433 B2RRF também apresentou maior fixação. No entanto, o genótipo BRS 433 B2RRF apresentou a mesma significância quando estudado a plântula com todos os tecidos.

Tabela 7. Médias de massa seca da parte aéreas de plântulas fracas (MSPAPFr), massa seca de parte radicular de plântulas fracas (MSPRPFr), massa seca de plântulas inteiras (MSPI) e massa seca das plântulas inteiras com os cotilédones (MSPICOT) provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Genótipos	MSPAPFr (gr)	MSPRPFr (gr)	MSPI (gr)	MSPICOT (gr)
FM906 GLT	0,22ab	0,10ab	0,70a	2,98a
TMG 47 B2RF	0,17b	0,08b	0,50b	1,86b
IMA 2106	0,25a	0,11a	0,51b	2,03b
BRS 433 B2RRF	0,25a	0,11a	0,60ab	3,01a
CV	16,31	15,04	16,39	17,74

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Outra variável importante é a massa seca remanescente dos cotilédones após a germinação. É melhor que tenha menos peso, pois isso indica que ocorreram maiores transferência de reservas. Ou ainda que o material do genótipo possua maiores reservas para utilizar durante a germinação. O genótipo FM906 GLT apresentou a maior massa seca nos cotilédones de plântulas fortes (MSCOTF) demonstrando melhor desempenho (Tabela 8).

Tabela 8. Médias de massa seca dos cotilédones de plântulas fortes (MSCOTF), massa seca dos cotilédones de plântulas fracas (MSCOTFr), e massa seca dos cotilédones de todas as plântulas (MSTOTCOT) provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Genótipos	MSCOTF (gr)	MSCOTFr (gr)	MSTOTCOT (gr)
FM906 GLT	1,08a	1,20b	2,27ab
TMG 47 B2RF	0,50b	0,78c	1,35b
IMA 2106	0,66b	1,42ab	1,52ab
BRS 433 B2RRF	0,69b	1,63a	2,41a
CV	17,78	14,22	22,36

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Para as massas secas dos cotilédones de plântulas fracas (MSCOTFr) o genótipo BRS 433 B2RRF apresentou maior peso, podendo ser indicativo de menor vigor. E para as massas secas dos cotilédones de todas as plântulas (MSTOTCOT), observou-se que o genótipo BRS

433 B2RRF possui maior quantidade de reservas (Tabela 8). Cordeiro *et al.*. (2022) analisaram o teste de tetrazólio para sementes de *Tamarindus indica* L. e observaram resultados semelhantes, tanto para massa seca de plântulas quanto para massa seca dos cotilédones.

O uso do teste do sal de tetrazólio tem sido frequente e demonstra grandes possibilidades em seu uso. Já é rotina em laboratórios de sementes para análises em milho e soja, tanto para viabilidade, que é o percentual de sementes vivas capazes de germinar, quanto para vigor, que diz respeito a um conjunto de características que apontam o potencial de uma planta de germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais dentro de diferentes condições ambientais.

Na Tabela 9 são expressas as médias de viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio. Na avaliação de alto vigor foi possível separar os genótipos apresentando maior vigor nas sementes dos genótipos FM 906 GLT, para o vigor médio no genótipo TMG 47B2RF e no baixo para o BRS 433 B2RRF. Outro parâmetro importante, é a observação do número de sementes vivas (TZ VIÁVEL), sendo expresso em percentagem, pelo somatório de vigor (alto + médio + baixo) (Tabela 9). Os genótipos FM906 GLT e IMA 2106 apresentaram mesmo comportamento e superiores aos demais. Cabe destacar que, quando essa variável foi comparada com a germinação (Tabela 4), foi possível identificar similaridade somente para o genótipo FM 906 GLT.

Tabela 9. Médias de viabilidade (TZVIAVEL) e vigor (TZALTO, TZMEDIO e TZBAIXO) provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Genótipos	TZ ALTO (%)	TZ MEDIO (%)	TZ BAIXO (%)	TZ VIAVEL (%)
FM 906 GLT	25,25a	7,75ab	12,60b	91,20a
TMG 47 B2RF	8,40b	14,55a	10,95b	48,70c
IMA 2106	10,30b	5,00c	15,50ab	80,70a
BRS 433 B2RRF	3,05c	10,10b	20,50a	67,30b
CV	20,23	16,54	22,29	7,84

Médias seguidas de letras minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na análise de correlação simples obtida pela matriz de correlação de Pearson (Tabela 10), que mede a correlação entre conjuntos de dados de distribuição paramétrica, verifica-se que os testes de vigor de plântulas fortes/fracas (PF), se relacionou com a germinação (GERM), com alto vigor das sementes no teste de tetrazólio (TZ ALTO) e massa seca de plântulas inteiras sem os cotilédones (MSPI). A viabilidade (TZ VIAVEL) pelo teste de tetrazólio se correlacionou significativamente com o teste de germinação (GERM), com a massa seca de plântulas inteiras (MSPI) e com ato vigor de sementes (TZ ALTO). Assim, com a correlação

entre os testes citados anteriormente, nota-se que é possível a usualidade do teste de tetrazólio para quantificar viabilidade e vigor de sementes de algodão.

Tabela 10. Coeficientes simples (r) entre as médias dos testes de viabilidade e vigor pelo teste de tetrazólio para a germinação em papel (GERM), plântulas normais fortes (PF), comprimento da plântula inteira (CPI), massa seca de plântulas inteiras (MSPI), vigor alto pelo teste de tetrazólio (TZ ALTO), vigor médio pelo teste de tetrazólio (TZ MÉDIO), vigor baixo pelo teste de tetrazólio (TZ BAIXO), provenientes de sementes de quatro cultivares de algodão, Uberlândia, MG, outubro de 2022.

Correlação	PF	GERM	CPI	MSPI	TZ ALTO	TZ MÉDIO	TZ BAIXO
PF							
GERM	0.785*						
CPI	0.989*	0.767*					
MSPI	0.580*	0.445 ^{ns}	0.453 ^{ns}				
TZ ALTO	0.933*	0.927*	0.891*	0.681*			
TZ MÉDIO	-0.514 ^{ns}	0.115 ^{ns}	-0.549 ^{ns}	-0.161 ^{ns}	-0.183 ^{ns}		
TZ BAIXO	-0.750 ^{ns}	-0.554 ^{ns}	-0.840 ^{ns}	0.101 ^{ns}	-0.564 ^{ns}	0.555 ^{ns}	
TZ VIAVEL	0.398 ^{ns}	0.759*	0.298 ^{ns}	0.681*	0.699*	0.505 ^{ns}	0.116 ^{ns}

ns não significativo; * significativo a 5%; ** significativo a 1%.

4 CONCLUSÃO

Os testes de vigor utilizados separaram os genótipos quanto a qualidade das sementes de algodão. O tetrazólio pode ser utilizado para classificar sementes de genótipos de algodão com qualidades fisiológicas distintas, pois seus resultados se correlacionam com outros testes de viabilidade e vigor.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, R.F.; ZONTA, J.B.; ARAUJO, E.F.; HEBERLE, E. & ZONTA, F.M.G. **Teste de condutividade elétrica para sementes de feijão-mungo-verde.** Revista Brasileira de Sementes, vol. 33, n.1, p.123-130, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE ALGODÃO (ABRAPA). **Dados do setor.** Disponível em: < <https://abrapa.com.br/dados/>>; Acesso em: janeiro 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013. **Padrões para a produção e a comercialização de sementes.** Brasília (DF): Diário Oficial da União, 2013.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

BRITO, W. A. L.; PEREIRA, K. T. O.; NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; PAIVA, E. P. Avaliação da viabilidade de sementes de *Tabebuia aurea* por meio do teste de tetrazólio. **Revista Caatinga**, v.33, n.4, p;235-240, 2020.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Histórico de conjunturas - algodão**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-de-conjunturas-de-algodao/item/19659-algodao-conjuntura-semanal-26-12-2022>>. Acesso em: 10 jan. 2023.

CORDEIRO, L. N.; BRUNO, R. L. A.; LIMA, L. K. S.; ANDRADE, A. P.; BELARMINO, K. S.; ALVES, E. U. Adequação do teste de tetrazolium para sementes de *Tamarindus indica* L. **Semina Ciências Agrárias**, v.43, n.2, p.509-522, 2022.

CUNHA, M. C. L.; LOPES, J. A.; MONTE, A. A. M.; FERREIRA, T. C.; OLIVEIRA, M. R. G. Protocols to germination and tetrazolium for physiological quality evaluation of *Aspidosperma pyrifolium* Mart. **Research, Society and Development**, v.10, n.9, p.3409-3415, 2021.

FACCO, M. G.; TISCHER, J. S. Avaliação de germinação e vigor em sementes de soja (*Glycine max* L) sob diferentes tratamentos de sementes. **Anais de Agronomia**, v.2, n.1, p.37-53, 2022.

FARIAS, P. S. C.. A saga de duas regiões do fazer: as seletividades e as marginalidades do agreste e do sertão paraibanos nas divisões territoriais internacional e nacional da produção do algodão. **GEOTemas**, v.2, n 1, p. 17-36, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C. **Metodologia do teste de tetrazólio em sementes de soja**. 2018. Londrina: Embrapa Soja, 2018.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C. Tetrazólio: um teste de importância para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. **J. Seed. Sci.**, v.41, n.3, p.3104-3110, 2019.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYŻANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016.

MATTIONI, N. M. **A semente e sua germinação**. 2023. Disponível em: <https://www.ufsm.br/laboratorios/sementes/a-semente-e-sua-germinacao>. Acesso em: 20 set. 2023.

MEDEIROS, J. A. D.; NUNES, S. P. L.; FÉLIX, F. C.; FERRARI, C. S.; PACHECO, M. V.; TORRES, S. B. Teste de vigor de plântulas normais intactas (fortes) de *Amburana cearenses* (Allemão) A. C. Smith. **J. Seed. Sci.**, v.42, n.1, p.611-618, 2020.

OLIVEIRA, G. P.; CAMILI, E. C.; MORAIS, O. M. Metodologia para o teste de tetrazólio em sementes de feijão-caupi. **Investigação Agrária**, v.20, n.2, p.110-117, 2018.

RAMIREZ, L. H. S.; MENDES, A. M. S.; IMAKAWA, A. W.; SAMPAIO, P. T. B.; MELO, M. G. G. Viabilidade de sementes armazenadas de *Himatanthus sucuuba* Wood pelo teste de tetrazólio. **Ciência Florestal**, v.31, n.1, p.809-815, 2021.