

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

YURI ZICA SENDEN

**TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO ESTRESSE HÍDRICO
IMPOSTO DURANTE A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES**

UBERLÂNDIA- MG

2019

YURI ZICA SENDEN

**TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO ESTRESSE HÍDRICO
IMPOSTO DURANTE A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^a. Marcella Nunes de Freitas

UBERLÂNDIA – MG

2019

YURI ZICA SENDEN

**TOLERÂNCIA DE CULTIVARES DE ALGODÃO AO ESTRESSE HÍDRICO
IMPOSTO DURANTE A GERMINAÇÃO DAS SEMENTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Agronomia, da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Banca de avaliação:

Profa. Marcella Nunes de Freitas - UFU

(Orientadora)

Dr. Adílio de Sá Júnior
Engenheiro Agrônomo - LASEM (UFU)

MSc. Daniel Bonifácio Oliveira Cardoso
Engenheiro Agrônomo - UFU

Uberlândia – MG, 2019

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus em primeiro lugar, meus colegas de turma e amigos que me acompanharam nessa jornada, aos meus pais e familiares presentes em todas as etapas da minha vida. Agradecer também a minha orientadora, Marcella, que aceitou o desafio de me guiar neste presente trabalho, agradecer aos professores e funcionários que de algum modo contribuíram para minha formação. Muito obrigado.

“Não importa o que fizeram com você. O que importa é o que você faz com aquilo que fizeram com você.”

Jean Paul Sartre

Resumo

Existe uma demanda por cultivares de algodoeiro que sejam mais tolerantes a condição de estresses abióticos, tais com a seca. Nesse sentido, objetivou-se com o trabalho a avaliação de genótipos de algodão branco e colorido quanto a tolerância ao estresse hídrico, submetido durante a germinação das sementes pelo uso do polietileno glicol 6000 (PEG 6000). Foram avaliadas três cultivares de algodão do tipo branco (FM 966, UFUJP T, UFUJP C) e três de algodão colorido (UFUJP 5, UFUJP13, BRS TOPÁZIO) submetendo as sementes ao estresse hídrico com a utilização do PEG 6000 com os potenciais osmóticos de -0.2, -0.4 e -0.6 Mpa, durante a germinação das sementes. Foi executado um tratamento controle (dose 0 de PEG 6000) para cada genótipo avaliado. Das plântulas normais obtidas do teste de germinação foi determinada a matéria seca de plântulas. Foi executada a curva de absorção das sementes em água e em solução de PEG 6000 a -0.2 MPa. Todos os materiais avaliados apresentaram redução da germinação e da velocidade de embebição quando as sementes foram submetidas à condição de estresse hídrico com o uso do PEG 6000. As cultivares que demonstraram maior tolerância foram as UFUJP 966 e UFUJP TC, das quais a primeira teve menor redução da germinação no potencial de -0.6 MPa. O melhor desempenho da cultivar UFUJP TC não refletiu em maior velocidade de embebição em solução com potencial osmótico de -0.2 MPa.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L., déficit hídrico, polietileno glicol, potencial fisiológico.

Introdução

A cultura do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) possui grande importância agrícola em vários países do mundo, com uma área agricultável média de 32.7 milhões de hectares (ha) em 60 diferentes países. O algodão movimenta em torno de US\$ 12 bilhões da economia mundial, possui mais de 350 milhões de pessoas em sua cadeia produtiva e segue em constante crescimento. Dentre os vários tipos de fibras, de origem natural, artificial ou sintética, a pluma do algodão se destaca como a mais importante matéria-prima para a confecção de vestuários (ABRAPA, 2019).

No Brasil, a produção final do algodão em pluma para a safra de 2017/18 foi de 1.9 milhões de toneladas, totalizando um acréscimo de 20,69% em relação a última safra. Entretanto a produtividade foi de 1.677 kg.ha⁻¹, o que representa uma queda de 3,92% em relação à safra anterior (ABRAPA, 2018). De acordo com Beltrão (1999), a região Nordeste é um dos pólos mundiais de consumo de algodão (cerca de 300.000 t de pluma por ano), necessitando, assim, ampliar a produção da matéria-prima a níveis satisfatórios, para não depender do produto importado (BEZERRA et al., 2005).

Nos anos 1950 no Nordeste, quase metade da população estava empregada no setor algodoeiro, desde o plantio até o beneficiamento. Entre as décadas de 1960 e o começo de 1970 o algodão nordestino representava mais de 40% da produção nacional. Contudo, na década de 1980, em decorrência das irregularidades das chuvas e do aparecimento de uma praga oriunda do México, denominada de bicudo do algodoeiro (*Anthonomus grandis*) houve uma modificação do cenário da produção nacional (TORRES, 2009).

Com a migração do cultivo de algodão das áreas tradicionalmente produtoras do semiárido brasileiro para o cerrado, em meados da década de 1990, esta região corresponde por 99% da produção brasileira de algodão, com o Estado do Mato Grosso sendo o maior produtor (ABRAPA, 2018).

O algodão colorido é importante porque, suas fibras são coloridas naturalmente, portanto não há necessidade de se tingir seus fios antes dos processos industriais. Não havendo tingimento, não há necessidade de se usar corantes, assim existe uma economia de água fervente que seria utilizada nas caldeiras onde os fios do algodão seriam cozidos (EMBRAPA, 2019).

Empresas públicas e privadas participam continuamente do avanço da cotonicultura nessa região, por meio da geração e transferência de tecnologias, com a execução de pesquisas visando o melhoramento genético das cultivares em relação às características agronômicas importantes, tais como melhores rendimentos, qualidade de fibra e resistências às doenças, pragas e condições adversas (EMBRAPA, 2017).

Para o aumento de produtividade em determinadas áreas, é importante que seja desenvolvido cultivares adaptados às condições de estresse abiótico, tais como a seca. Desse modo, materiais com genética que lhes forneça tolerância ao estresse hídrico, conseguem apresentar bons rendimentos de fibra, mesmo quando cultivados em condição de solo com baixa umidade. Aliado a este aspecto, sabe-se que o algodoeiro suporta certos períodos de veranico, tendo uma tolerância intrínseca da espécie (MENESES, 2006; BATISTA, 2010).

Sabendo que a tolerância à seca, não é uma característica de simples expressão em plantas, é necessário um estudo mais aprofundado por genótipos que apresentem uma maior eficiência sob condições de baixa disponibilidade de água no solo, a fim de atender regiões produtoras que possuem escassez desse recurso durante a produção. A tolerância à seca, é uma junção de várias características intrínsecas das plantas. Com o avanço da biologia molecular, a identificação dos genes envolvidos na tolerância das plantas ao estresse abiótico e biótico tornou-se possível, possibilitando o esclarecimento das rotas metabólicas para a resposta ao estresse, dentre eles à seca (NEPOMUCEMO et al., 2001).

O polietileno glicol (PEG 6000) tem sido utilizado para simular condições de estresse hídrico em experimentos. Ele é um agente osmótico inerte amplamente utilizado em estudos sobre “priming” de sementes (PATANÉ et al. 2013). O PEG 6000 possui alto peso molecular, as moléculas são grandes e não possuem capacidade de penetrar nas sementes, evitando efeitos tóxicos.

A avaliação de cultivares submetidos a germinação com a utilização do PEG 6000 tem permitido a seleção de materiais mais tolerantes e a possibilidade do seu uso em programas de melhoramento genético. Com este propósito, Patané et al. (2012) avaliaram o efeito do estresse hídrico na germinação e no crescimento inicial de duas cultivares de sorgo, pelo uso de seis potenciais osmóticos que variavam de 0 a -1,0 Mpa, pelo uso de PEG 6000. Os autores verificaram que a germinação das sementes foi reduzida (de 8 a 30%), atrasada e a velocidade de germinação foi menor quando as

sementes foram submetidas ao estresse hídrico. Uma das cultivares analisadas foi mais sensível ao estresse em termos de crescimento da plântula; ainda segundo os autores a avaliação pode auxiliar na identificação de materiais adaptados a condição semi-árida.

Nesse sentido, objetivou-se com o trabalho a avaliação de genótipos de algodão branco e colorido quanto a tolerância ao estresse hídrico, submetido durante a germinação das sementes pelo uso do PEG 6000.

Material e métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Análises de Sementes (LASEM) da Universidade Federal de Uberlândia. Foram utilizados seis genótipos de algodão, consistindo em materiais de algodoeiro do tipo branco (FIBER MAX (FM 966), UFUJP T, UFUJP C) e colorido (UFUJP 5, UFUJP13, BRS TOPÁZIO). Os materiais foram desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento Genético do Algodoeiro (Promalg) na Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

As sementes de algodão foram submetidas ao déficit hídrico com a utilização de polietileno glicol 6000 (PEG 6000) adquirido da empresa Synth®. Foram avaliados três níveis de déficit hídrico, dos quais -0.2, -0.4 e -0.6 Mpa. Para proceder com a avaliação, a solução de PEG 6000 foi preparada para umedecer o papel para germinação a execução do teste de germinação. O papel para germinação seco foi pesado, o peso encontrado foi multiplicado pelo fator de 2.5, conforme prescrito nas Regras para Análise de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009), obtendo a quantidade de solução contendo PEG 6000 a ser utilizada para umedecer o papel para germinação.

As soluções contendo PEG 6000 em diferentes potenciais osmóticos foram preparadas conforme sugerido por MICHEL E KAUFMANN (1973) e citado por VILLELA, DONI FILHO E SEQUEIRA (1991). A concentração usada de PEG 6000 por litro de água deionizada para se obter os níveis de potenciais osmóticos desejados a temperatura de 25°C foram as seguintes: -0.2 Mpa (119.571g PEG 6000 L⁻¹ de água), -0.4 Mpa (178.343g PEG 6000 L⁻¹ de água), -0.6 Mpa (223.739g PEG 6000 L⁻¹ de água). Também foi executado um tratamento controle (dose 0 de PEG 6000) para cada genótipo avaliado, em que o papel para germinação foi umedecido apenas com água deionizada sem o acréscimo de PEG 6000.

O teste de germinação, com a avaliação do déficit hídrico, foi executado utilizando 200 sementes dispostas em quatro blocos. O procedimento de montagem e avaliação do teste foi executado conforme BRASIL (2009). Ao final da montagem do teste, os rolos de papel foram colocados em dois sacos plásticos, a fim de manter um microclima favorável para as avaliações do experimento e não ter influência no déficit hídrico estipulado.

Os rolos de papel germinação foram mantidos em germinadores regulados em temperatura constante de 25°C (BRASIL, 2009). A primeira contagem da germinação foi realizada ao quarto dia após a semeadura, avaliando as plântulas normais e retirando todas aquelas plântulas anormais infectadas ou sementes mortas infectadas que pudessem comprometer a análise, caso fossem mantidas no teste.

As plântulas normais já contabilizadas e as demais plântulas e sementes que ainda não tinham desenvolvido em uma plântula normal foram mantidas no rolo para a última avaliação realizada ao nono dia após a semeadura. Nesta avaliação, foram contabilizadas as plântulas normais, anormais infectadas e deformadas e as sementes mortas (duras e infectadas). Foi apresentado o resultado da germinação obtido pelo somatório das plântulas normais contabilizadas na primeira e na última avaliação (BRASIL, 2009). O resultado da primeira contagem foi utilizado como um parâmetro de vigor.

As plântulas normais retiradas na última avaliação, ao nono dia após a semeadura, foram colocadas em sacos de papel devidamente identificados. Os sacos de papel foram mantidos em uma estufa ajustada em temperatura constante de 70°C até a estabilização da massa do material, conforme metodologia de Posse et al. (2004). Em seguida, obteve-se a massa de matéria seca das plântulas com a utilização de uma balança com precisão de três casas decimais.

Por fim, foram executadas as curvas de absorção de água das sementes dos materiais avaliados. Para a avaliação, quatro sub amostras de 50 sementes de cada genótipo de algodão foram separadas e pesadas em balança com precisão de três casas decimais. As sementes foram dispostas em folhas de papel para germinação e umedecidas com o equivalente em água deionizada para a realização do teste de germinação. Outro teste foi executado com o mesmo material, utilizando para umedecer o papel germinação a solução de PEG 6000 no potencial osmótico de -0.2 Mpa.

O material foi mantido em germinador regulado a 25°C. A absorção em água (AbA) e em solução de PEG 6000 das sementes foi determinada nos tempos de embebição de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 20, 28, 36, horas. Ao final de cada tempo, as sementes eram retiradas, enxugadas com papel toalha e pesadas, para obtenção do peso úmido. A AbA, em percentagem, foi calculada empregando-se a fórmula, conforme OLIVEIRA E GOMES-FILHO (2010):

$$\frac{Pf - Pi}{Pi} \times 100$$

Em que: *Pf* representa o peso final das sementes em cada tempo e *Pi* o peso inicial das sementes antes da embebição.

O delineamento experimental adotado para a execução do teste de germinação foi o de blocos casualizados, com quatro blocos de 50 sementes, em esquema fatorial 6 x 4, tendo como tratamentos a combinação de seis genótipos de algodão (sendo três do tipo branco: UFUJP 966, UFUJP T, UFUJP C e três de algodão colorido: UFUJP 5, UFUJP13, UFUJP TC). O segundo fator compreendeu as doses de PEG 6000, das quais 0, -0.2, -0.4 e -0.6 Mpa. A análise de variância foi realizada por meio do teste F e a comparação de médias executada pelo Teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade. O comportamento das doses foi avaliado utilizando a regressão. A Análise estatística foi realizada no programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

Resultados e discussão

A análise de variância para a primeira contagem da germinação, o teste de germinação e a massa seca de plântulas normais demonstraram que para as três variáveis o fatorial entre os genótipos e as doses foi significativo (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a primeira contagem da germinação (PCG), o teste de germinação (TG) e a matéria seca de plântulas (MSP) de genótipos de algodão submetidos ao teste de germinação com PEG 6000.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios		
		PCG	TG	MSP
Genótipo (G)	5	346,27**	1664,14**	2,53**
Dose de PEG (D)	3	29046,50**	12566,59**	3,46**
G * D	15	138,87**	118,76**	0,17**
Bloco	3	14,83**	44,15**	0,12**
Erro	69	26,34	31,16	0,08
CV (%)		18,52	8,78	13,17

*Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; **Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

A análise do comportamento dos genótipos, segundo o potencial osmótico que as sementes foram submetidas, demonstrou que quando as sementes não estavam sob condição estressante, o genótipo colorido UFUJP 5 era superior aos demais materiais para a variável primeira contagem da germinação. Quanto a germinação, todos os três genótipos coloridos avaliados apresentaram comportamento semelhante ao material de algodão branco FM 966(Tabela 2).

Tabela 2. Primeira contagem da germinação, germinação e massa seca de plântulas de sementes de algodão submetidas ao déficit hídrico.

Genótipos ¹	Primeira contagem da germinação (%)			
	Potencial osmótico (Mpa)			
	0	-0,2	-0,4	-0,6
UFUJP C	57,0 c	25,0 b	0,0 a	0,0 a
FM 966	69,5 b	40,5 a	1,5 a	0,0 a
UFUJP T	69,0 b	27,0 b	2,0 a	0,0 a
UFUJP 5	90,5 a	42,5 a	1,5 a	0,0 a
UFUJP 13	77,5 b	35,5 ab	3,0 a	0,0 a
BRS TOPÁZIO	79,0 b	42,5 a	1,5 a	0,0 a
CV (%)	18,52			
DMS	10,6			

Tabela 2. Primeira contagem da germinação, germinação e massa seca de plântulas de sementes de algodão submetidas ao déficit hídrico. (continuação)

Germinação (%)				
Potencial osmótico (Mpa)				
Genótipos ¹	0	-0,2	-0,4	-0,6
UFUJP C	64,5 b	56,5 b	49,0 c	17,5 d
FM 966	93,5 a	81,0 a	70,5 a	47,5 a
UFUJP T	76,0 b	62,5 b	55,0 bc	31,5 bc
UFUJP 5	94,5 a	84,0 a	65,0 ab	32,0 bc
UFUJP 13	89,5 a	86,0 a	60,0 abc	23,5 cd
BRS TOPÁZIO	92,5 a	82,0 a	69,5 a	43,0 ab
CV (%)	8,78			
DMS	11,6			
Matéria seca de plântulas (g)				
Potencial osmótico (Mpa)				
Genótipos ¹	0	-0,2	-0,4	-0,6
UFUJP C	1,74 c	1,80 c	1,54 c	0,93 d
FM 966	3,00 a	2,76 a	2,31 a	2,49 a
UFUJP T	2,21 bc	2,08 bc	1,82 abc	1,70 bc
UFUJP 5	2,61 ab	2,42 ab	1,91 abc	1,54 bc
UFUJP 13	2,33 b	2,59 ab	1,59 bc	1,16 cd
BRS TOPÁZIO	2,70 ab	2,63 ab	2,16 ab	2,10 ab
CV (%)	13,17			
DMS	0,57			

*Médias seguidas por letras distintas nas colunas, diferem estaticamente entre si, pelo teste de Tukey à 5% de significância.

¹Genótipos de algodão branco (UFUJP C, FM 966 e UFUJP T) estão escritos com cor preta e genótipos de algodão colorido (UFUJP 5, UFUJP 13 e (BRS TOPÁZIO) com letra cinza.

A observação da primeira contagem da germinação demonstra a redução do processo germinativo quando as sementes estão sob estresse hídrico.

Quando as sementes foram submetidas ao potencial osmótico de -0,2 Mpa, o comportamento dos materiais avaliados foi semelhante a condição de germinação das sementes sem a exposição ao estresse hídrico; os três genótipos coloridos avaliados apresentaram comportamento semelhante ao material de algodão branco FM 966 (Tabela 2).

Nos potenciais osmóticos de -0.4 e -0.6 MPa, os materiais apresentaram comportamento semelhante com relação a primeira contagem da germinação. Ressalta-se ainda que quando as sementes foram submetidas ao potencial de -0,6 MPa, nenhuma semente dos materiais avaliados havia germinado ao quarto dia do teste de germinação (Tabela 2). Outros autores verificaram a redução da germinação por influência do estresse ocasionado pelo PEG 6000 (Machado et al. 2017).

Com relação a germinação, os genótipos FM 966 e BRS TOPÁZIO apresentaram consideráveis semelhanças comportamentais quando submetidas ao potencial osmótico de -0,4 Mpa. Os outros dois genótipos de algodão colorido avaliados (UFUJP 5 e UFUJP 13) tiveram uma maior redução da germinação quando foi empregado às sementes o potencial de -0.4 MPa, expondo uma condição de menor tolerância ao déficit hídrico em relação aos genótipos FM 966 e BRS TOPÁZIO (Tabela 2).

No potencial de -0.6 MPa, a análise com ênfase nos dois genótipos que haviam apresentado melhor desempenho na condição de déficit hídrico de -0.4 MPa, demonstrou que o genótipo de algodão colorido BRS TOPÁZIO, apesar de ser estatisticamente semelhante ao material de algodão branco FM 966, ele também foi semelhante aos materiais UFUJP T e UFUJP 5 de desempenho menor em relação a germinação e a matéria seca de plântulas (Tabela 2).

A análise de regressão para a germinação das sementes de algodão, segundo os potenciais osmóticos avaliados, teve comportamento de redução linear deste parâmetro para todos os materiais avaliados. As cultivares de algodão branco – UFUJP C e UFUJP T apresentaram uma redução de 73% e 59% da germinação, respectivamente, quando as suas sementes foram colocadas para germinar no potencial de -0.6 MPa (Figura 1). Contudo, os dois materiais de algodão branco já apresentavam um baixo potencial fisiológico na condição de germinação das sementes em água deionizada. O material UFUJP C com germinação de 64.5%, valor abaixo do padrão mínimo para a comercialização de sementes de algodão (BRASIL, 2013) e a cultivar UFUJP T com germinação de 76.0%, valor muito próximo do padrão mínimo que é de 75.0% (Tabela 2).

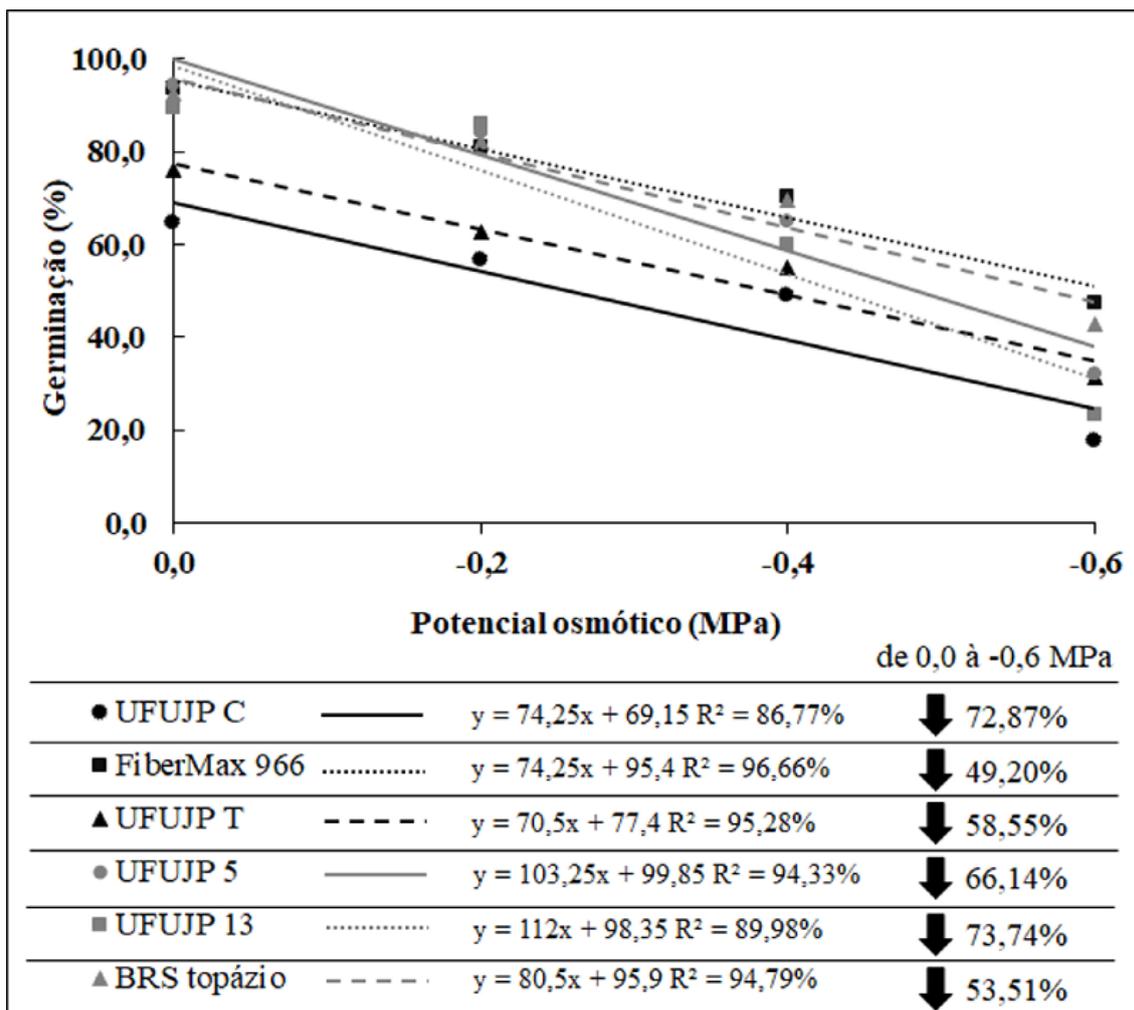


Figura 1. Germinação das sementes de algodão conforme o potencial osmótico, atribuído por solução de PEG 6000.

Com relação aos genótipos de algodão colorido avaliados, na condição de germinação sem a imposição de estresse hídrico, os três materiais apresentaram comportamento semelhante para a germinação (Tabela 2). Todavia, os genótipos UFUJP 5 e UFUJP 13 foram menos tolerantes à condição de restrição hídrica do que o genótipo BRS TOPÁZIO. Houve redução de 66% da germinação do material UFUJP 5 e de 74% do UFUJP 13, quando as sementes foram submetidas ao potencial de -0.6 MPa. Por outro lado, o material BRS TOPÁZIO, considerado o material de algodão colorido dentre os avaliados mais tolerante, apresentou uma redução da germinação de 54% na condição de -0.6 MPa (Figura 1).

Os genótipos FM 966 e BRS TOPÁZIO apresentaram maior tolerância ao estresse hídrico; quando eles são comparados, nota-se que a cultivar FM 966 apresentou uma menor redução da germinação no potencial de -0.6 MPa, com valor de 49%, já o material BRS TOPÁZIO (UFUJP TC) teve uma maior redução da germinação (54%) e do comprimento de plântulas normais, com 22% de redução contra 17% do material FM 966 (UFUJP 966) (Figura 1). Kaya et al. (2006) observaram que sementes de girassol da cultivar Sanbro, submetidas a diferentes potenciais osmóticos induzidos pelos agentes condicionantes PEG 6000 e NaCl, sofreram redução no comprimento da parte aérea e raízes, bem como da massa fresca de plântulas, sendo esse resultado mais evidente quando as sementes foram submetidas ao PEG 6000.

OLIVEIRA (2010) verificaram que sementes de sorgo com qualidade fisiológica superior apresentaram melhor tolerância ao estresse hídrico. Resultado semelhante ao verificado pelo trabalho com genótipos de algodão, em que os materiais FM 966 e BRS TOPÁZIO, materiais com potencial fisiológico inicial alto, que também apresentaram melhor tolerância ao estresse hídrico (Tabela 2).

Trabalhos têm evidenciado que um dos efeitos severos do estresse hídrico é a redução do crescimento das plântulas. Nesta fase do ciclo da cultura, há uma sensibilidade maior a restrição hídrica pois as plântulas estão se estabelecendo no campo e demandam uma quantidade de água suficiente para isso, e estão sujeitas à competição de plantas daninhas que podem ser mais eficientes no uso da água.

Outros trabalhos avaliaram a tolerância de genótipos ao estresse hídrico. MENESES et al. (2007) avaliaram genótipos de algodão quanto a tolerância ao estresse hídrico com o uso do PEG 6000 em potenciais osmóticos de até -1.0 MPa. O potencial de -0.4 MPa reduziu drasticamente a germinação dos materiais. Além disso, os autores concluíram que o genótipo CNPA 187 8H foi o menos sensível a condição de estresse, enquanto os genótipos BRS SAFIRA e BRS RUBI são medianamente sensíveis ao estresse hídrico e o genótipo BRS 201 é o mais sensível com maior redução da germinação e vigor das sementes.

Concentrações reduzidas do PEG 6000 podem representar o efeito de “priming” das sementes, estimulando o desenvolvimento das plântulas. Nesse sentido, CARNEIRO et al. (2011) submeteram sementes de girassol a germinação em papel umedecido com soluções osmóticas nos potenciais de 0,0; -0,2; -0,4 e -0,8 MPa, induzidos com PEG 6000. Os autores verificaram que o potencial osmótico de -0,2 Mpa

estimulou a germinação das sementes, contudo o uso do PEG 6000 no potencial de -0,8 MPa prejudicou a germinação, reduzindo a velocidade e a capacidade germinativa das sementes.

Trabalhos também têm evidenciado comportamento distinto de diferentes espécies, quando submetidas ao estresse hídrico; Wu et al. (2011) submeteram sementes de três espécies forrageiras leguminosas perenes ao estresse hídrico pelo uso do PEG 6000. Sementes de *Medicago sativa* (L.) demonstraram maior tolerância a condição de estresse. Segundo os autores este aspecto ocorre porque as diferentes espécies possuem mecanismos distintos para a adaptação às condições adversas.

A curva de absorção das sementes demonstrou que todos os materiais reduzem a velocidade de absorção quando submetidos ao déficit hídrico (Figura 2). Fatores como o estresse hídrico ou solos salinos podem limitar a germinação e o desenvolvimento de diversas espécies em diferentes regiões e, a adaptação às condições de estresse resulta em eventos integrados que ocorrem em vários níveis, envolvendo alterações morfológicas, anatômicas, celulares, bioquímicas e moleculares (CARNEIRO et al., 2011).

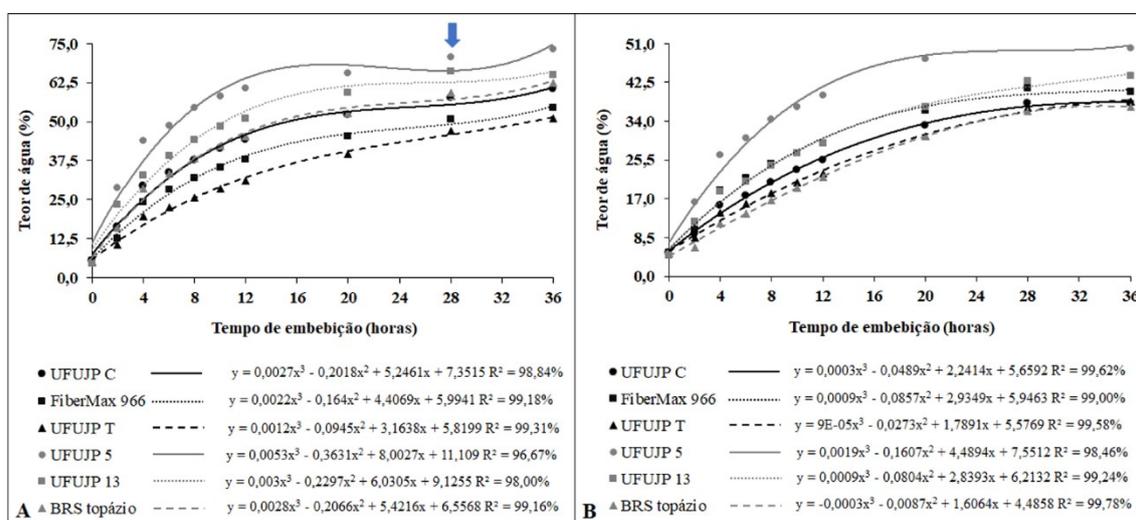


Figura 2. Curva de embebição de sementes de algodão, embebidas em água deionizada (A) e em solução de PEG 6000 (B). A seta em A representa a protrusão radicular de 50% das sementes de algodão dos materiais.

O gradiente de potencial hídrico entre substrato e a semente, dificulta o processo de embebição e compromete a germinação, supondo-se que o PEG 6000 possa acentuar

esse processo de estresse hídrico pela semente (OLIVEIRA et al., 2010). Quando as sementes não estavam sob restrição hídrica, sementes dos três materiais de algodão colorido embeberam água mais rapidamente durante a germinação. O material UFUJP C teve um comportamento quanto a absorção de água semelhante ao material BRS TOPÁZIO, FM 966 e UFUJP T mostraram menor eficiência na absorção de água (Figura 2A).

O genótipo UFUJP 5 apresentou melhor resultado da primeira contagem da germinação (Tabela 2) e, este aspecto é resultado das suas sementes apresentarem uma velocidade maior na absorção de água (Figura 2A). Quando as sementes dos materiais avaliados são submetidas ao potencial de -0.2 MPa, BRS TOPÁZIO, que apresentou melhor tolerância ao estresse hídrico junto com o genótipo FM 966, embebeu a uma velocidade menor quando comparado aos demais materiais (Figura 2B). Este resultado pode ser explicado pelo fato da rápida absorção de água sugerir uma redução do potencial fisiológico do material, demonstrando perda da permeabilidade seletiva do sistema de membranas das sementes.

Durante a germinação da semente, a água é necessária para a digestão das reservas e a translocação dos produtos metabolizados, sendo a embebição o evento que desencadeia o processo germinativo. A absorção de água pelas sementes obedece à um padrão trifásico com um período inicial de rápida absorção, seguido por um período de lenta embebição. A terceira fase inicia-se com o evento denominado por protrusão radicular, conforme descrito por BEWLEY E BLACK (1994).

Ainda sobre a curva de absorção sem a imposição da restrição hídrica, é possível notar que a fase de maior absorção de água deionizada aconteceu durante as doze primeiras horas de embebição (fase 1 da embebição). Ocorre a redução da absorção de água entre 20 horas e 28 horas do processo (fase 2 da embebição) e a fase 3 da embebição inicia-se com a protrusão radicular com cerca de 28 horas da embebição, conforme evidenciado pela seta azul (Figura 2A).

Decorrida 36 horas da embebição em água, 50% ou mais das sementes dos seis materiais avaliados apresentavam protrusão radicular. Por outro lado, após 36 horas de embebição das sementes em solução contendo PEG 6000, ainda não foi possível evidenciar o nível de protrusão radicular para as sementes avaliadas e o teste foi encerrado em virtude das sementes iniciarem o processo de perda de massa, provavelmente em decorrência da perda de água para o meio que estaria com menor

potencial osmótico. A redução do movimento e disponibilidade de água para a embebição das sementes está relacionada com a diminuição do potencial osmótico da solução, como consequência a germinação é retardada (MENESES et al., 2007). O PEG 6000 apresentou efeito inibidor da germinação e do desenvolvimento embrionário de sementes de sorgo (PATANÈ, 2013).

Conclusões

Todos os materiais avaliados apresentaram redução da germinação e da velocidade de embebição quando as sementes foram submetidas à condição de estresse hídrico com o uso do PEG 6000. As cultivares que demonstraram maior tolerância foram as FM 966 (UFUJP 966) e BRS TOPÁZIO (UFUJP TC), das quais a primeira teve menor redução da germinação no potencial de -0.6 MPa.

O melhor desempenho da cultivar UFUJP TC não refletiu em maior velocidade de embebição em solução com potencial osmótico de -0.2 MPa.

Referências

ABRAPA, **Associação Brasileira dos Produtores de Algodão**. 50ª Reunião da Câmara Setorial da Cadeia Produtiva do Algodão e Seus Derivados. Disponível em:<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-setoriais/algodao/2018/50a-ro/dados-safra_abrapa.pdf> Acesso em: 24 fev.de 2019

ABRAPA, **Associação Brasileira dos Produtores de Algodão**. Disponível em:<<http://www.abrapa.com.br/estatisticas/Paginas/Algodao-no-Mundo.aspx>>. Acesso em: 17 fev. de 2019.

EMBRAPA, **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. Disponível em: https://www.embrapa.br/contando-ciencia/agricultura/-/asset_publisher/FcDEMJIbvFle/content/conheca-a-historia-do-algodao-colorido/1355746?inheritRedirect=false. Acesso em 10 out. de 2019.

BATISTA, C. H.; AQUINO L. A.; SILVA T. R.; SILVA, H. R. F. **Crescimento e Produtividade Na Cultura do Algodão em Resposta Aplicação de fósforo e Irrigação**, *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.4, n.4, p.197–206, 2010.

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. **Potencial hídrico induzido por polietilenoglicol 6000 na viabilidade de sementes de algodão**. Rio de Janeiro, p. 20, Abril de 2007.

BRASIL, **Instrução Normativa Nº 45**, de 17 de setembro de 2013. Brasília, 2013.

CARNEIRO, M. M. L. C.; DEUNER, S.; OLIVEIRA, P. V.; TEIXEIRA, S. B.; SOUSA, C. P.; BACARIN, M. A.; MORAES, D. M. **Atividade de antioxidante e viabilidade de sementes de girassol após estresse hídrico e salino**. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília: ABRATES, v.33, n.4, p. 752-761, 2011.

COSTA, D. S. DA, ROCHA, C. R. DE M., YAGUSHI, J. T., MENTEN, J. O. M., & CRUZ, A. A. (2017). **Hidratação Controlada De Sementes De Soja: Potencial Fisiológico E Emergência Em Solo Com Rhizoctonia Solani**. *Journal of Neotropical Agriculture*, 4(2), 27–34. <https://doi.org/10.32404/rean.v4i2.1363>

EMBRAPA ALGODÃO, **Sistema de Produção**, 2, ISSN 1678-8710, junho de 2017. Disponível

em:<https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema%2Fproducao%2F6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=7718&p_r_p_-996514994_topicoId=7985>. Acesso em: 25 fev. de 2019

FERREIRA, D. F. SISVAR: **Um Sistema Computacional de Análise Estatística**. *Cienc. e Agrotecnologia* 2011, 35 (6), 1039–1042. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>.

MACHADO, F. H. B., DAVID, A. M. S. DE S., CANGUSSÚ, L. V. S., FIGUEIREDO, J. C., & AMARO, H. T. R. **Physiological quality of seed and seedling performance of crambe genotypes under water stress**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2013, 175–179.

MENESES, C. H. S. G., ET AL. **Potencial Hídrico Induzido por Polietilenoglicol 6000 na viabilidade de sementes de algodão**. *Boletim de pesquisa e desenvolvimento Embrapa*, Rio de Janeiro, vol. 19, p. 7-14, abril, 2007.

MENESES, C. H. S. G.; LIMA, L. H. G. M.; LIMA, M. M. A.; VIDAL M. S. **Aspectos Genéticos e Moleculares de plantas submetidas ao Déficit Hídrico**. *Rev. bras. ol. Fibras*, v.10, p.1039-1072, de 2006.

MICHEL, B. E.; KAUFMMAN, M. R. **The osmotic potencial of polyethylene glycol 6000**. *Plant Physiology*. Lancaster, v. 51, n.6, p. 914-916. 1973.

MOTA, L. H. S., SCALON, S. P. Q., & MUSSURY, R. M. (2014). **Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.).** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 15(SUPPL. 1), 655–663.

NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER N.; FARIAS J. R. B.; OYA T. **Tolerância à seca em plantas: Mecanismos fisiológicos e moleculares.** *Biociência* – n. 23, p. 12 – 18, de 2001.

OLIVEIRA, ALEXANDRE; GOMES-FILHO, ÉNEAS. **Efeito do Condicionamento Osmótico na Germinação e Vigor de Sementes de Sorgo com Diferentes Qualidades Fisiológicas.** *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, nº 3 p.025,034, de 2017.

BEZERRA, L. J. D., LIMA, V. L. A., ANDRADE, A. R. S. DE, ALVES, V. W., AZEVEDO, C. A. V. DE, & GUERRA, H. O. C. (2005). **Analise de crescimento do algodão colorido sob os efeitos da aplicação de água residuária e biossólidos** *Growth analysis of the Colored Cotton under application of treated wastewater and biossolids.* 1999, 333–338.

PATANÈ, C., SAITA, A., & SORTINO, O. (2013). **Comparative Effects of Salt and Water Stress on Seed Germination and Early Embryo Growth in Two Cultivars of Sweet Sorghum.** *Journal of Agronomy and Crop Science*, 1991, 30 – 37.

POSSE, S.C.P.; SILVA, R.F.; VIEIRA, H.D. **Temperatura de armazenamento e desempenho de sementes hidratadas e osmocondicionadas de pimentão.** *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, vol. 26, nº 1, p. 38-43, de 2004.

REVISTA ESPACIOS. **Germinação de sementes e estabelecimento de plântulas de algodão submetidas a diferentes concentrações de NaCl e PEG 6000.** *Campina Grande*, Vol. 38 (Nº 47) Pág. 13. De 2017.

TORRES F. **O novo algodão do semiárido.** *Revista inovação em pauta*, n.7, p. 45–49, de 2009.

VILLELA, F. A. **Pesquisa agropecuária brasileira.** Brasília, v.26, n.11/12, p. 1957-1968. 1991.

WU, C.; WANG, Q.; XIE, B.; WANG, Z.; CUI, J.; HU, T. **Effects of drought and salt stress on seed germination of three leguminous species.** *African Journal of Biotechnology* Vol. 10(78), pp. 17954-17961, 7 dez. de 2011.