

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

JARDEL VARGAS MITTELSTADT

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE GENÓTIPOS DE TRIGO
SUBMETIDOS A SIMULAÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO**

CERRO LARGO

2023

JARDEL VARGAS MITTELSTADT

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE GENÓTIPOS DE TRIGO
SUBMETIDOS A SIMULAÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para
obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Nerison Luís Poersch

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Mittelstadt, Jardel Vargas

GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE GENÓTIPOS DE TRIGO SUBMETIDOS A SIMULAÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO / Jardel Vargas Mittelstadt. -- 2023.

42 f.

Orientador: Doutor Nerison Luís Poersch

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2023.

1. Déficit hídrico. 2. Germinação. 3. Trigo. 4. Manitol. I. Poersch, Nerison Luís, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

JARDEL VARGAS MITTELSTADT

**GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE GENÓTIPOS DE TRIGO
SUBMETIDOS A SIMULAÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Agronomia da Universidade Federal da
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 25/02/2023.

BANCA EXAMINADORA



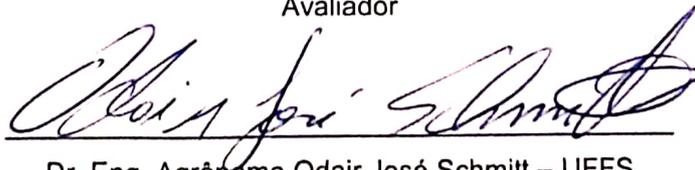
Prof. Dr. Nerison Luís Poersch – UFFS

Orientador



Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – UFFS

Avaliador



Dr. Eng. Agrônomo Odair José Schmitt – UFFS

Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, que não pouparam esforços para que eu pudesse concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida e por ter me dado sabedoria para poder realizar a conclusão deste curso.

À Universidade Federal da Fronteira Sul – campus Cerro Largo/RS, agradeço a todas as pessoas que não pouparam esforços para a existência dessa universidade. Sou grato por todas as experiências aqui vividas.

Aos professores dessa instituição, os quais sinto admiração e me inspiro para me tornar um engenheiro agrônomo de sucesso.

Agradeço à minha família, à minha mãe Aldair Freitas Vargas e ao meu pai Osvaldo Mittelstadt, por todo cuidado, e por acreditarem em mim e apoiarem as minhas decisões em querer buscar conhecimento e me tornar um profissional de nível superior.

Aos meus amigos e colegas Rafael, Jean, Gabrielly e Maicon pelo apoio e pelo convívio do dia a dia.

E por fim, agradeço a todas as pessoas, professores(as), amigos(as), funcionários(as), colegas(as) que de alguma forma contribuíram para a construção desse projeto.

RESUMO

As condições de déficit hídrico têm sido um dos principais contribuintes para as perdas da produção agrícola no o Brasil. A água é o principal fator ambiental que regula desenvolvimento das plantas, e em condições de déficit hídrico o índice de germinação diminui, bem como o tamanho da parte aérea e da radícula é reduzido. O manitol 20 % é comumente utilizado em diversos trabalhos como agente osmótico para simular condições de déficit hídrico, e isso se justifica porque o manitol 20 % é um composto quimicamente inerte e não tóxico. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes cultivares de trigo em relação à germinação e ao desenvolvimento inicial das plântulas quando expostas a condições de déficit hídrico induzido pelo manitol 20%. Foram avaliadas quatro cultivares de trigo, ORS Madre Pérola, BRS Reponde, BRS Tarumã e TBIO Ponteiro quanto a tolerância ao déficit hídrico em ambiente controlado. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4 x 2 (cultivares x déficit hídrico), com três repetições. As variáveis analisadas foram primeira contagem de germinação, germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e comprimento da radícula. A cultivar ORS Madre Pérola apresentou a maior média para o comprimento da parte aérea e a cultivar BRS Reponde apresentou a maior média para o comprimento da radícula. Houve uma redução em todas as variáveis analisadas quando germinadas em condição de estresse hídrico.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* (L.). *Estiagem*. Manitol 20 %.

ABSTRACT

Drought phenomena have been one of the main causes of losses in agricultural production throughout Brazil, and in the initial phase the conditions of water deficit are responsible for the formation of the final stand of plants. Water deficit causes a reduction in the length of the aerial part of wheat, it also decreases the size of the radicle and decreases the germination speed index, water is considered as the main environmental factor that regulates the growth and development of plant species. Environmental stresses trigger diverse responses in plants, ranging from changes in gene expression and cellular metabolism to changes in plant growth rate and productivity. Mannitol 20% is commonly used as an osmotic agent to simulate conditions of water deficit in different works and different cultures, and this is justified because mannitol is a chemically inert and non-toxic compound. Therefore, the objective of this work was to evaluate different wheat cultivars in relation to germination and initial seedling development when exposed to water deficit conditions induced by 20% mannitol. Four wheat cultivars, ORS Madre Pérola, BRS Reponte, BRS Tarumã and TBIO Ponteiro, were evaluated for tolerance to water deficit under laboratory conditions. A completely randomized experimental design was used, with treatments distributed in a 4 x 2 factorial scheme (cultivars x treatment), with three replications. The analyzed variables were first germination count, germination, germination speed index, shoot length and radicle length. Cultivar ORS Madre Pérola had the highest average for shoot length and cultivar BRS Reponte had the highest average for radicle length.

Keywords: Triticum aestivum (L.). Drought. Mannitol 20%.

Índice de tabelas

Tabela 1: Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem da germinação (P.C.G.), germinação (GERM.), índice de velocidade de germinação (I.V.G.), comprimento de parte aérea (C.P.A.) e comprimento de radícula (C.R.).....	25
Tabela 2: Médias do comprimento da parte aérea (C.P.A.) em milímetros de 4 cultivares de trigo para as fontes de variação cultivar e tratamento.....	26
Tabela 3: Médias do comprimento da radícula (C.R.) em milímetros de 4 cultivares de trigo para as fontes de variação cultivar e tratamento.....	28
Tabela 4: Desdobramento das médias da interação cultivar x tratamento para as variáveis primeira contagem da germinação (P.C.G.), germinação (GERM.) e índice de velocidade de germinação (I.V.G.).....	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
GERM	Germinação
PCG	Primeira contagem da germinação
IVG	Índice de velocidade de germinação
CPA	Comprimento da parte aérea
CR	Comprimento da radícula
CV	Coefficiente de variação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 A CULTURA DO TRIGO.....	13
2.2 GERMINAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS.....	14
2.3 VIGOR.....	16
2.4 DEFICIT HÍDRICO.....	18
2.5 MANITOL 20 %.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	21
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	21
3.3 GENÓTIPOS UTILIZADOS.....	21
3.4 AVALIAÇÕES.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é utilizado como matéria-prima na produção de alimentos que praticamente são consumidos diariamente, na forma de pães, biscoitos, bolos e massas (FRANCISCO, 2011). A produção de trigo no Brasil em 2022 foi de 9,5 milhões de toneladas, representando um aumento de 23,7% em relação à safra do ano anterior (CONAB, 2022).

A cadeia produtiva do trigo é muito importante para o Brasil, pois gera milhares de empregos no país, e por este motivo é necessário investimentos agrônômicos para elevar a qualidade e garantir competitividade no mercado internacional, que devido a guerra entre Rússia e Ucrânia pode ocorrer uma falta global, aliado aos problemas climáticos na China e nos Estados Unidos (CONAB, 2022).

Um dos principais problemas da agricultura é o estresse hídrico, e a capacidade das plantas de suportar esse estresse é extremamente importante para a economia e o desenvolvimento do agronegócio do país (SHAO *et al.*, 2008).

Um dos determinantes da produtividade na cultura do trigo é que não ocorram estresses hídricos durante o ciclo da cultura, principalmente na fase inicial, pois nesta fase, se ocorrer a falta de água, comprometerá o desenvolvimento de plântulas, resultando em baixo estande de plantas e por consequência uma baixa produtividade agrícola (Marenco *et al.*, 2005). O estresse segundo Souza *et al.* (2015), é uma condição de perturbação do desenvolvimento das plantas, que pode se tornar o responsável pela baixa produção agrícola dependendo da sua duração e também da intensidade.

Durante todo o ciclo da cultura o estresse hídrico compromete a produtividade, porém a fase germinativa é uma das mais afetadas, isso porque o estresse provoca alterações no metabolismo da planta, que levam à transformação genética e alterações na síntese de fitohormônios e compostos orgânicos (OLIVO, 2013).

Estudos de germinação são conduzidos em laboratórios usando soluções aquosas de sacarose, polietileno glicol e manitol 20 % com a finalidade de simular o efeito causado pelo estresse hídrico em trabalhos para a seleção de cultivares mais tolerantes ao estresse (SANTOS *et al.*, 1992 apud PELEGRINI *et al.*, 2013).

Com relação à importância da água para o ciclo das culturas e especificamente na germinação, o objetivo deste estudo foi avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas de quatro cultivares de trigo submetidas ao estresse hídrico causado pelo manitol 20%.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO TRIGO

O trigo é uma gramínea que se originou na região da Mesopotâmia no sudoeste da Ásia e foi através da domesticação do trigo há cerca de dez mil anos que permitiu que o homem alterasse seu sistema de vida nômade para se estabelecer em povoados e serem capazes de produzir o seu próprio alimento. O trigo tornou-se a base para o desenvolvimento das regiões agrícolas em diversas partes do mundo, estimulando os avanços tecnológicos e também científicos, assim como também impulsionando o crescimento da indústria, devido à demanda por implementos agrícolas capazes de atender a necessidade da produção (PIANA; CARVALHO, 2008).

Segundo Piana e Carvalho (2008), o trigo pertence à Família Poaceae, Gênero *Triticum*, e a principal espécie é a *Triticum aestivum* L. A classificação comercial do trigo é de acordo com a força do glúten e do número de queda em: Trigo Melhorador, Trigo Pão, Trigo Domestico, Trigo Básico e Trigo para outros usos e também se classificam em três tipos: tipo 1, tipo 2 e tipo 3, essa classificação é com base no peso hectolitro e na porcentagem de impureza, grãos danificados, grãos mofados e grãos ardidos (BRASIL, 2010).

Este cereal além de ser utilizado na produção de farinhas, macarrão, biscoitos, pães e bolos que são produtos destinados ao consumo humano, também é utilizado na composição de ração e como planta forrageira para os animais, outro uso do trigo é na preparação de alguns produtos não alimentícios, entre eles a cola, embalagem solúveis e misturas para impressão (DE MORI; IGNACZAK, 2011).

A União Europeia e países como a China, Índia e Rússia são os maiores produtores mundiais da cultura, e o Brasil ocupa a 15ª posição no ranking dos maiores produtores deste cereal. A estimativa de produção mundial para a safra 2022/223 segundo a USDA é de 780,5 milhões de toneladas, e no Brasil estima-se manter a mesma produção da safra 2021/2022 de 9,5 milhões de toneladas na safra 2022/2023 (CONAB, 2022).

Até a primeira década de 1800 o Brasil era o principal produtor de trigo da América Latina e também um dos principais exportadores, mas devido a questões econômicas, comerciais e especialmente a susceptibilidade da cultura à ferrugem-do-colmo, o Brasil deixou de ser exportador e passou a ser importador de grãos de trigo (FEDERIZZI *et al.*, 1999). No ano de 2022 o Brasil importou 6.100,0 mil toneladas de trigo (CONAB, 2022).

A produtividade do trigo e a qualidade do seu grão é diretamente influenciada pelas condições meteorológicas e climáticas, como a ocorrência de geadas e períodos de seca no florescimento e também o excesso de chuvas no momento em que a planta atinge a maturação fisiológica, pois prolongara o período da colheita (PASINATO *et al.*, 2014). O trigo é uma espécie que se originou em clima frio, portanto regiões com temperaturas mais amenas são melhores para o seu desempenho. No Rio Grande do Sul os meses de maio a julho é o período mais indicado para a semeadura, pois nestes meses é quando se tem a temperatura ideal para o desenvolvimento do trigo, que é de 20 °C (CUNHA, 2001). Nos meses quentes do ano, devido à alta temperatura a produtividade é o caractere que mais sofre a influência desses períodos, a altura de planta, a floração e a massa de mil grãos também são afetadas devido à alta temperatura (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

2.2 GERMINAÇÃO E ESTABELECIMENTO DE PLÂNTULAS

Pode se definir a germinação como um processo, no qual o eixo embrionário de uma semente, no momento em que o mesmo encontra condições adequadas, como temperatura e umidade, continua o seu desenvolvimento após ser interrompido pela ocorrência da maturidade fisiológica (CARVALHO & NAKAGAWA, 1988). A retomada do crescimento embrionário é conhecida como germinação e ocorre quando a semente madura de uma planta encontra condições ambientais favoráveis, principalmente as relacionadas à água, oxigênio, temperatura e, em certos casos, luz (CARDOSO, 2009).

Cardoso (2004) afirma que fatores internos ou intrínsecos, incluindo a morfologia, viabilidade e dormência da semente, também têm impacto no processo de continuidade do crescimento embrionário, podendo atrasar ou adiantar o

processo germinativo de uma semente, mesmo quando encontrar condições ambientais adequadas para o seu desenvolvimento.

A temperatura tem um impacto significativo no crescimento das plantas e é um fator chave na germinação e emergência das sementes (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014). As espécies de plantas tem seus limites de tolerância a temperatura individual, então em uma mesma temperatura certa espécie pode germinar e outra espécie não, normalmente em períodos com temperaturas acima da máxima resultam na morte das sementes, enquanto períodos com temperaturas abaixo da mínima fazem com que as sementes demorem mais para começar o processo de germinação (VAZ DE MELO *et al.*, 2012).

Segundo Cardoso (2004) o critério fisiológico para o processo germinativo ser considerado completo, é o momento em que a radícula ou outra parte do embrião, penetra os tecidos que o envolvem. E o critério agrônômico de germinação seria o momento em que ocorresse a emergência da plântula na superfície do solo.

O início do processo germinativo é a embebição, que ativará as transformações metabólicas, resultando no alongamento do eixo embrionário, este processo será completado no momento em que a radícula irá causar a ruptura do tegumento da semente, que em nível fisiológico marca o início do crescimento da plântula (BEWLEY, 1997). O processo de embebição geralmente é rápido e pode ocorrer em sementes vivas e também em sementes mortas. Quando ocorre em sementes mortas o processo de germinação não ocorre, no entanto, quando ocorre em sementes com condições de dar continuidade ao processo germinativo a fase de embebição é encerrada, iniciando a segunda fase, conhecida como reativação metabólica, na qual aumenta a taxa respiratória (GUIMARÃES *et al.*, 2013).

O processo de germinação pode ser dividido em três fases: a embebição, indução do crescimento e crescimento do eixo embrionário, caracterizando um comportamento trifásico: na fase I ocorre a rápida absorção de água pelas sementes, na fase II a absorção de água diminui e inicia-se os processos metabólicos, ocorrendo a formação de novos tecidos, na fase III a absorção de água reinicia ocorrendo a expansão celular e também a ruptura do tegumento com a protrusão radicular, e nessa fase as reservas de nutrientes das sementes são completamente mobilizadas (TAIZ *et al.*, 2017).

O processo germinativo termina com o início do crescimento radicular,

momento este em que todas as transformações no metabolismo da semente que se iniciaram com a embebição são finalizadas, o período do início da embebição até o início do crescimento radicular varia conforme cada espécie (CARDOSO, 2004).

As raízes seminais na cultura do trigo originam-se diretamente da semente, e a principal função das raízes seminais é o estabelecimento inicial da plântula, e conjuntamente ao desenvolvimento das raízes seminais, ocorre o desenvolvimento do coleótilo e, no seu interior, o mesocótilo ou entrenó subcoronal. As raízes permanentes são emitidas através da coroa, região que fica na superfície do solo (SCHEEREN *et al.*, 2015).

A emergência das plântulas representa o início do crescimento e também do desenvolvimento vegetativo da planta. Após a semeadura este processo depende de fatores internos e externos relacionados ao ambiente em que se desenvolvem.

A qualidade do estande final da lavoura, que é fundamental para garantir uma boa produtividade é determinado pela rápida emergência e pela boa uniformidade das plântulas (RODIGHERI, 2014).

É muito crítico o período entre a germinação, a emergência e o estabelecimento da plântula, pois na lavoura as plântulas ficam expostas a inúmeros fatores bióticos e também a fatores abióticos, e esses fatores são capazes de alterar e de afetar o desenvolvimento inicial das espécies vegetais (TAIZ *et al.*, 2016).

2.3 VIGOR

Antes da implantação de uma lavoura deve-se observar atentamente ao vigor das sementes, pois o vigor está relacionado com o crescimento das plântulas, podendo interferir diretamente na produção de grãos, o vigor é uma das características fisiológicas mais importantes a ser considerado no momento da escolha da semente para a implantação da lavoura, utilizar sementes com alto vigor é extremamente importante para-se obter altas produtividades, pois garantirá elevada taxa de germinação e emergência, bem como uma boa uniformidade da lavoura (ROSSI *et al.*, 2017).

Para conceituar o vigor é necessário entender o que é deterioração da

semente, pois o vigor é antagônico a deterioração da semente. A deterioração da semente ocorre devido as alterações físicas, fisiológicas e a alterações bioquímicas que acontecem com a semente, e essas alterações tornam a semente incapaz de produzir uma plântula normal. Dentre as alterações físicas podemos citar a descoloração, o enrugamento, trincas no tegumento e danos ocasionados durante a colheita. As alterações de ordem fisiológica e bioquímica são causadas por condições que as sementes encontram no meio ambiente, como a temperatura e umidade. Sabendo o que é a deterioração da semente podemos conceituar o vigor como o resultado de diversos atributos que dão condições ideais para a semente germinar e emergir, resultando em plântulas normais (KRZYZANOVSKI;NETO, 2001).

Devido a importância do vigor para as sementes, ele se torna um dos principais atributos que devem ser a ser considerado no momento de se escolher uma cultivar para a implantação da lavoura (SCHEEREN *et al.*, 2010), pois quando se usa sementes de alta qualidade, temos a garantia de qualidade e a garantia de que essas sementes proporcionarão um elevado estande final de plantas, garantindo assim a produtividade da cultura. O vigor da semente se tornou extremamente importante para o desenvolvimento da agricultura, e para se obter sucesso econômico com a produção de grãos é indiscutível a necessidade de se obter sementes com alto vigor (KRZYZANOWSKI;NETO, 2001).

ROSSI *et al.*, (2017) ao avaliarem o vigor de sementes de soja concluíram que o vigor é um fator determinante na produtividade de soja, afetando a velocidade de emergência e o estabelecimento das plântulas no campo. SCHEEREN *et al.*, (2010) ao avaliarem a qualidade fisiológica e a produtividade de sementes de soja concluíram que as sementes provindas de lotes com alto vigor apresentaram maior produtividade.

Os três principais testes utilizados para avaliar o vigor das sementes nos estudos brasileiros são a primeira contagem de germinação, o índice de velocidade de germinação e o tamanho da radícula e da parte aérea das plântulas (GUEDES *et al.*, 2015).

O teste de primeira contagem e o teste de germinação são feitos seguindo as recomendações das RAS (Regra de Análise de Sementes) (BRASIL, 2009). As amostras de sementes que obterem maior porcentagem de plântulas normais na primeira contagem e também de germinação caracterizaram-se como sementes de

maior vigor (PERES, 2010). Quanto mais rápido ocorrer o estabelecimento da lavoura maior é o vigor das sementes, então a velocidade de germinação se caracteriza como um importante parâmetro capaz de determinar o vigor nas plantas. Outro fator que determina o vigor das plantas é o comprimento da parte aérea e da radícula das plântulas (FILHO, 2015).

É importante realizar a interpretação de mais de um teste para poder de forma mais segura determinar o vigor das sementes, pois o conceito de vigor refere-se a um conjunto de interações que ocorrem na semente, sendo apenas um único teste ineficiente para a determinação do vigor (FILHO, 2015).

2.4 DEFICIT HÍDRICO

Segundo Campos *et al.*(2021) a água é um recurso extremamente importante para o crescimento das plantas, atuando no processo fotoquímico da fotossíntese, pois auxilia no transporte e absorção de nutrientes, sendo, assim, um recurso indispensável para o correto desenvolvimento das espécies vegetais. A água é um fator abiótico capaz de regular o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Os estresses ambientais desencadeiam diversas respostas nas espécies vegetais, variando desde modificações na expressão gênica e no metabolismo celular até mudanças na taxa de crescimento e redução de produtividade de grãos pela planta (SHAO *et al.*, 2008). Para Santos *et al.*, 2012 a produtividade agrícola está diretamente ligada a estresses abióticos, e períodos de seca são capazes de diminuir de forma significativa a produtividade das lavouras de diferentes culturas.

As culturas exigem água para o seu desenvolvimento, e a ausência de água no solo resultará em prejuízos econômicos, sendo assim o estresse hídrico se conceitua como a falta de água que a espécie vegetal necessita para o seu desenvolvimento (CAMPOS *et al.*,2021). Na fase inicial da planta, ela exige água para poder iniciar o processo germinativo, e após a germinação desenvolver-se e produzir, a falta de água desencadeia diversos efeitos negativos para o desenvolvimento vegetal, o que irá resultar em dificuldades para a planta realizar atividades como a fotossíntese e a expansão celular, esses efeitos negativos que o estresse hídrico causa nas plantas podem ocasionar a morte dos tecidos vegetais e causar perdas de produtividade irreversíveis das lavouras(Marengo *et al.*,2005).

A germinação é afetada quando ocorre estresse hídrico após a semeadura, pois a falta de água no solo afeta os processos enzimático (KAPPES *et al.*, 2010). Quando as sementes demoram muito tempo para emergir no solo, os patógenos as atacam (ÁVILA *et al.*, 2007). O ataque de patógenos na fase de germinação das plantas provocará redução da germinação, redução do vigor, redução da emergência e conseqüentemente redução da produtividade agrícola (ITO; TANAKA, 1993 apud GALLI *et al.*, 2005). A fase de germinação das sementes e estabelecimento das plântulas é o momento em que as plântulas estão mais suscetíveis ao ataque de pragas na lavoura, nesta fase o estresse hídrico também pode levar a morte das plantas, dependerá da sua intensidade e de sua severidade (RAVEN *et al.*, 2014).

O principal problema da agricultura é o estresse hídrico, e a capacidade da planta em resistir a esse estresse é muito importante, e essa capacidade que a planta tem em resistir a situações com baixa disponibilidade de água depende de cada espécie, e dentro das mesmas espécies existe variação entre as cultivares, a intensidade do estresse hídrico e o estágio de desenvolvimento da cultura também são responsáveis em determinar a capacidade que a planta tem em resistir e se recuperar do estresse hídrico (SHAO *et al.*, 2008).

Embora os fenômenos da seca não sejam tão comuns na região sul do Brasil quanto em outras regiões, a estiagem vem se tornando um dos principais fatores que contribuem para perdas na produção agrícola, pois se tem registrado um aumento na sua severidade e também na frequência em que esse fenômeno ocorre, o que causa grandes prejuízos econômicos para a região (PESSINI, 2017).

O Polietileno Glicol 6000, o Manitol 20 %, o Cloreto de Cálcio, o Cloreto de Potássio e o Cloreto de Sódio tem sido utilizados por diferentes autores em estudos para simular uma condição de estresse hídrico nas espécies vegetais (MACHADO NETO *et al.*, 2006).

Segundo Giroto *et al* (2012) ao avaliarem o crescimento de genótipos de trigo submetidos ao estresse hídrico estimulado pelo polietileno glicol 6000 e pelo manitol 20 %, concluíram que o déficit hídrico causou uma redução no crescimento dos genótipos avaliados, sendo assim considerado eficiente o uso dessas soluções para simular condições de estresse hídrico. Moura (2021) ao avaliar a germinação e o desenvolvimento inicial de genótipos de milho submetidos ao déficit hídrico observou que em todos os genótipos analisados houve redução na porcentagem

de germinação e também no comprimento de radícula e de parte aérea, porém Moura (2021) também observou que os genótipos de milho não tiveram o mesmo comportamento quando submetidos as mesmas condições de estresse hídrico. Podendo – se concluir que o estresse hídrico afeta de forma negativa a germinação e também o estabelecimento de plântulas nas culturas, sendo importante realizar trabalhos com diferentes variedades, pois as mesmas apresentam comportamento diferenciado uma das outras quanto a tolerância do déficit hídrico.

2.5 MANITOL 20 %

Para simular condições de estresse hídrico tem se utilizado frequentemente o manitol 20 % em diversos trabalhos e em variadas culturas, e o motivo disso é porque o manitol 20% é um composto não tóxico e inerte quimicamente (ÁVILA *et al.*, 2007). O manitol assim como os outros agentes osmóticos, reduzem o potencial hídrico do meio, inibindo a absorção de água e de nutrientes pelas espécies vegetais, influenciando dessa forma diretamente o crescimento das plântulas (LÉDO *et al.*, 2007).

O manitol 20 % como indutor do estresse hídrico já foi utilizado por diversos autores e em diferentes culturas, na cultura do trigo foi utilizado por Farias *et al.* (2003) e foi eficiente ao avaliar a germinação quando comparada com a testemunha em água. Costa *et al.* (2004) utilizou manitol 20 % para avaliar o desenvolvimento de sementes de soja. Echer *et al.* (2010) avaliou os efeitos do estresse hídrico induzidos por manitol 20 % na cultura do algodão. Machado Neto *et al.* (2006) também obtiveram resultado satisfatório ao utilizar de soluções de manitol para simular o estresse hídrico em sementes de feijão.

Para que se tenha sucesso na utilização de agentes osmóticos como indutores de déficit hídrico, é necessário que a luminosidade, temperatura e a presença de oxigênio sejam ajustadas de acordo com a necessidade da cultura a ser trabalhada, pois cada cultura tem suas exigências próprias (TONIN *et al.*, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado durante o mês de setembro no de 2022, no Laboratório de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, localizado no município de Cerro Largo – RS, em câmaras BOD (Biochemical Oxygen Demand).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 4x2 (genótipos x estresse hídrico), com três repetições. Para a indução do déficit hídrico foi utilizado manitol 20 %, e para a condição sem estresse hídrico foi utilizado apenas a água destilada. A solução caracterizada com tratamento em stress hídrico foi no nível osmótico de - 0,9MPa, estabelecidos pela equação de Van't Hoff, citado por Taiz e Zeiger, ou seja: $\psi_{os} = -RTC$, em que: ψ_{os} = potencial osmótico (atm); R= constante geral dos gases perfeitos (0,082 atm.mol.L⁻¹.K); T= temperatura (K); C= concentração (mol.L⁻¹) e T (K)= 273+T(oC).

Para a realização do experimento foi utilizado 222,5 ml de Manitol 20% e 442,5 ml de água destilada para atingir o potencial osmótico de - 0,9 Mpa.

3.3 GENÓTIPOS UTILIZADOS

Tbio Ponteiro: a cultivar apresenta ciclo médio-tardio e apresenta altura média de planta. Apresenta dureza do grão duro e coloração vermelha e é classificado como trigo pão. Devido a tolerância que apresenta ao alumínio tóxico, a Tbio Ponteiro tem bons resultados em anos de estiagem. Possui excelente resistência a Ferrugem, Oídio e Vírus do Mosaico do trigo, também tem um ótimo nível de resistência à Brusone e Giberela (BIOTRIGO, 2023).

BRS Reponte: essa cultivar é utilizada tanto na panificação quanto para a

exportação, apresenta força de glúten W entre 200-220 e teor de proteína acima de 12%. Possui ciclo precoce e maturação de 133 dias com 87 cm de altura média de planta. É adaptada para as regiões do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Essa cultivar é extremamente resistente ao oídio apresentando uma sanidade boa de planta (EMBRAPA, 2023).

BRS Tarumã: quando semeada no sedo a cultivar apresenta boa cobertura de solo durante os períodos do inverno, apresentando ciclo vegetativo longo. Pode ser utilizada para a produção de grãos e também para a alimentação dos animais em forma de pastejo, se caracterizando como uma cultivar de duplo propósito. Recomenda-se realizar até três pastejo antes da colheita de grãos (EMBRAPA, 2023).

ORS Madre Pérola: a cultivar apresenta ciclo médio precoce e estatura média de planta, apresenta dureza de grão suave e apresenta coloração do grão vermelho claro, sua classificação é trigo pão/branqueador. Esta cultivar é recomendada para todas as regiões tritícolas do sul do Brasil (ORS SEMENTES, 2023).

Todas as sementes obtidas para a realização do experimento foram obtidas da safra do ano anterior.

3.4 AVALIAÇÕES

Germinação: o teste de germinação foi realizado em rolos de papel toalha “Germitest”, as sementes de trigo foram colocadas sob duas folhas de papel toalha e cobertas por uma terceira folha. Para umedecer os rolos de papel foi utilizado para o teste sem estresse hídrico apenas água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel toalha, e para avaliar o comprimento da radícula com estresse hídrico foi utilizado água destilada e a solução de manitol 20 % também na proporção de 2,5 vezes o peso do papel toalha. Foi utilizado 50 sementes por rolo de papel toalha, que foram acondicionados de forma vertical em sacos plásticos, agrupados por repetições e colocados para germinar em câmara B.O.D. a temperatura constante de 20 ° C (BRASIL, 2009). As avaliações foram realizadas ao oitavo dia, de acordo com as recomendações da Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), os resultados foram expressos em porcentagem de

plântulas normais.

Primeira contagem de germinação: o teste de primeira contagem foi realizado de forma conjunta com o teste de germinação, a avaliação foi realizada ao quarto dia após a implantação do experimento, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Índice de velocidade de germinação: o teste para avaliar o índice de velocidade de germinação foi realizado juntamente com o teste para avaliar a germinação. A avaliação ocorreu a cada 24 horas até o 8º dia, e se considerou como semente germinada aquelas que possuíam 2 mm ou mais de comprimento (BRASIL, 2009). Para realizar o cálculo do índice de velocidade de germinação foi usada a fórmula de Maguire (1992): $IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$, em que: IVG = índice de velocidade de germinação; G1 = número de plântulas normais germinadas no primeiro dia; N1 = número de dia da semente.

Comprimento da radícula: o teste para avaliar o comprimento da radícula foi realizado em rolos de papel toalha “Germitest”, esses rolos de papel foram compostos por 3 folhas, e para umedecer os rolos de papel foi utilizado para o teste sem estresse hídrico apenas água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel toalha, e para avaliar o comprimento da radícula com estresse hídrico foi utilizado água destilada e a solução de manitol 20 % também na proporção de 2,5 vezes o peso do papel toalha. Foram semeadas 50 sementes em cada rolo de papel toalha que foram enroladas e colocados para germinar em câmara B.O.D. na temperatura constante de 20 ° C. A avaliação foi realizada no oitavo dia após a semente, e foi escolhido de forma aleatória 10 plântulas normais e medido com o auxílio de um paquímetro digital, que expressou o resultado em milímetros (MOURA, 2021).

Comprimento da parte aérea: o teste para avaliar o comprimento da parte aérea foi realizado em rolos de papel toalha “Germitest”, esses rolos de papel foram compostos por 3 folhas, e para umedecer os rolos de papel foi utilizado para o teste sem estresse hídrico apenas água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel toalha, e para avaliar o comprimento da radícula com estresse hídrico foi utilizado água destilada e a solução de manitol 20 % também na proporção de 2,5 vezes o peso do papel toalha. Foram semeadas 50 sementes em cada rolo de papel toalha que foram enroladas e colocados para germinar em

câmara B.O.D. na temperatura constante de 20 ° C. A avaliação foi realizada no oitavo dia após a semeadura, e foi escolhido de forma aleatória 10 plântulas normais e medido com o auxílio de um paquímetro digital, que expressou o resultado em milímetros (MOURA, 2021).

3.5 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Os dados foram submetidos à análise de variância em esquema fatorial (cultivar x estresse hídrico), utilizando o software de análise estatística Sisvar. E quando significativas pelo teste F, foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos através da análise de variância (Tabela 1) observa-se uma interação significativa a 1% de probabilidade na interação cultivar x estresse hídrico para as variáveis P.C.G. (Primeira contagem da germinação), GERM. (germinação) e para IVG (índice de velocidade de germinação), demonstrando que as cultivares se comportam diferente entre si quando submetidas ao estresse hídrico. Para as variáveis C.P.A (comprimento da parte aérea) e Comprimento da Radícula não houve interação significativa, indicando que os fatores atuaram de forma independente. Alves (2018) observou interação significativa entre os genótipos de trigo quando submetidos a germinação em déficit hídrico.

Tabela 1: Resumo da análise de variância para as variáveis primeira contagem da germinação (P.C.G.), germinação (GERM.), índice de velocidade de germinação (I.V.G.), comprimento de parte aérea (C.P.A.) e comprimento de radícula (C.R.).

FV	GL	Quadrado Médio (QM)				
		C.P.A.	C.R.	P.C.G.	GERM.	I.V.G.
Cultivar (C)	3	148,33 **	317,32 *	25,78 **	15,11 *	61,11 **
Tratamento (T)	1	38456,02 **	21864,20 **	16,67 ns	10,67 ns	328,12 **
C x T	3	3,04 ns	2218,93 ns	13,11 **	23,11 **	50,47 **
Erro	16	19,39	86,71	4	3	5,42
Média		55,16	81,39	95,33	96,33	77,75
CV (%)		7,98	11,44	2,10	1,80	2,99

** e * Significativo a 1% e 5% de probabilidade de erro pelo teste F, respectivamente. ns: não significativo.

Olivio (2013) ao avaliar germinação e vigor em genótipos de trigo sob estresse salino e déficit hídrico observou redução significativa nas variáveis estudadas. Ávila *et al.*(2007) ao avaliar a influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola também

observou uma redução significativa na germinação das sementes e no desempenho das plântulas de canola.

O Coeficiente de variação (CV) (Tabela 1) oscilou de 1,80 % para a variável germinação, a 14,44 para a variável comprimento da radícula. Segundo Gomes (1990) os coeficientes de variação se classificam em CV baixo quando os valores são menores do que 10%, CV médio quando apresenta valores entre 10 a 20% e CV alto quando apresenta valores de 20 a 30%. O CV é uma estimativa do erro experimental em relação à média geral do estudo. A precisão do experimento será maior quando a estimativa do CV for menor, apresentando maior qualidade do experimento, e quanto maior for o CV menor será a precisão do experimento (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2007).

Observa-se na tabela 2 que a cultivar ORS Madre Pérola apresentou a maior média de comprimento da parte aérea (60,2 mm), não diferindo de BRS Reponte. Resultado semelhante ao observado ALVES *et al* (2018) ao concluir que a cultivar ORS Madre Pérola apresentou os melhores resultados em condições de estresse hídrico.

Tabela 2: Médias do comprimento da parte aérea (C.P.A.) em milímetros de 4 cultivares de trigo para as fontes de variação cultivar e tratamento.

Cultivar	C.P.A.
ORS Madre Pérola	60,2 a *
BRS Reponte	58,6 a
BRS Tarumã	51,3 b
TBIO Ponteiro	50,5 b

Tratamento	C.P.A.
sem estresse hídrico	95,2 a
com estresse hídrico	15,1 b

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

A cultivar TBIO Ponteiro apresentou a menor média do comprimento da parte aérea (mm), não diferindo significativamente da cultivar BRS Tarumã (Tabela 2). Observa-se que a maior média do comprimento da parte aérea foi de 95,2 mm

no tratamento sem estresse hídrico, diferindo significativamente do tratamento com estresse hídrico, que apresentou média de 15,1 mm (Tabela 2), resultado semelhante ao de OLIVIO (2013), onde as cultivares apresentaram menor média em condições estressantes. Soares *et al.* (2015) ao avaliarem o efeito do estresse hídrico em sementes de soja também concluíram que o comprimento da parte aérea foi afetado de forma negativa em condições de estresse hídrico, resultando em um menor comprimento da parte aérea. Resultados esses semelhantes ao observado por Machado Neto *et al.* (2006) ao avaliarem o efeito do estresse hídrico na cultura do feijão. A redução do comprimento da parte aérea observado na tabela 2 em condição de estresse hídrico, é devido a redução da expansão celular da planta, que acontece devido ao efeito provocado pelo estresse hídrico (SOARES *et al.*, 2015).

A cultivar BRS Reponte teve 89,8 mm de comprimento da radícula, sendo a maior média, não diferindo significativamente das cultivares ORS Madre Pérola e da cultivar TBIO Ponteiro. A cultivar BRS Tarumã apresentou a menor média (72,8 mm), não diferindo significativamente das cultivares TBIO Ponteiro e RS Madre Pérola. As cultivares ORS Madre Pérola e TBIO ponteiro apresentaram o comprimento da radícula intermediários, 84,3 mm e 78,7 mm, respectivamente (Tabela 3). A redução do tamanho da parte área variou de acordo com a cultivar analisada, em estudo realizado por Kappes *et al* (2010) também se observou redução no crescimento em genótipos de milho, variando de acordo com o genótipo de milho avaliado.

Tabela 3: Médias do comprimento da radícula (C.R.) em milímetros de 4 cultivares de trigo para as fontes de variação cultivar e tratamento.

Cultivar	C.R.
BRS Reponte	89,8 a*
ORS Madre Pérola	84,3 ab
TBIO Ponteiro	78,7 ab
BRS Tarumã	72,8 b

Tratamento	C.R.
sem estresse hídrico	111,6 a
com estresse hídrico	51,2 b

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

*Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

Ao analisar a média do comprimento da radícula, observa-se que o tratamento sem estresse hídrico apresentou média de 111,6 mm, e no tratamento onde as cultivares foram submetidas ao estresse hídrico, a média do comprimento da radícula foi de 51,2 mm (Tabela 3). Kappes *et al* (2010) ao avaliarem o efeito do estresse hídrico no desenvolvimento de plântulas de milho também observaram uma redução no comprimento de radícula em função do estresse hídrico. Resultado semelhante ao observado por Viçosi *et al.* (2017) ao induzirem as culturas de feijão, milho e de soja a germinação em estresse hídrico e concluírem que o estresse hídrico afetou negativamente o comprimento da radícula dessas culturas. Redução do comprimento da radícula também foi observado por Moura (2021) ao avaliar a germinação de genótipos de milho em estresse hídrico.

Na variável primeira contagem da germinação sem estresse hídrico a cultivar BRS Tarumã apresentou a maior média, não diferindo significativamente das cultivares ORS Madre Pérola e BRS Reponte. A cultivar TBIO Ponteiro apresentou a menor média, diferindo significativamente das demais cultivares. E com estresse hídrico as cultivares não diferiram significativamente uma da outra. A cultivar Tarumã diferiu significativamente no tratamento com estresse e sem estresse, apresentando maior média no tratamento sem estresse hídrico (Tabela 4).

Tabela 4: Desdobramento das médias da interação cultivar x tratamento para as variáveis primeira contagem da germinação (P.C.G.), germinação (GERM.) e índice de velocidade de germinação (I.V.G.).

Cultivar	% P.C.G.		% GERM.		I.V.G.	
	Sem estresse	Com estresse	Sem estresse	Com estresse	Sem estresse	Com estresse
BRS Tarumã	98,7 Aa *	94,0 Ab	98,7 Aa	96,0 Aa	83,6 Aa	70,7 Bb
ORS Madre Pérola	97,3 Aa	96,7 Aa	98,0 Aa	96,7 Aa	84,5 Aa	79,8 Ab
BRS Reponete	97,3 Aa	94,0 Aa	99,3 Aa	94,0 Aa	83,1 Aa	71,6 Bb
TBIO Ponteiro	91,3 Ba	93,3 Aa	92,0 Bb	96,0 Aa	74,7 Aa	74,2 Ba

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância.

Na variável germinação sem estresse hídrico a cultivar BRS Reponete apresentou a maior média de germinação, não diferindo significativamente das cultivares BRS Tarumã e ORS Madre Pérola. A cultivar TBIO Ponteiro apresentou a menor média, diferindo significativamente das demais cultivares. Com estresse hídrico a cultivar ORS Madre Pérola apresentou a maior média, não diferindo significativamente das demais (Tabela 4).

Na variável índice de velocidade de emergência sem estresse hídrico, a cultivar ORS Madre Pérola apresentou a maior média, não diferindo significativamente das demais. E o índice de velocidade de germinação com estresse hídrico a cultivar ORS Madre Pérola apresentou a maior média, diferindo significativamente das demais (Tabela 4).

Observa-se que as cultivares de trigo estudadas se comportaram diferentemente uma das outras quando submetidas a germinação com e sem estresse hídrico, sendo assim, mesmo que o estresse hídrico afete negativamente a média das variáveis analisadas, as cultivares de trigo apresentam diferentes respostas na mesma condição de estresse. Moterle *et al.* (2006) ao avaliar a germinação e o desenvolvimento de plântulas de diferentes cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino também observou que os genótipos de milho pipoca se comportam diferentes em condições iguais. Resultados semelhantes ao de Texeira *et al.* (2008) ao avaliar genótipos de soja quanto a tolerância ao estresse hídrico, onde os genótipos de soja apresentaram comportamento diferenciado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao submeter as cultivares de trigo a germinação em déficit hídrico induzido pelo manitol 20 % elas apresentaram comportamento diferenciado quanto a tolerância ao déficit hídrico.

A condição de estresse hídrico foi um limitante para o comprimento da parte aérea, e a cultivar ORS Madre Pérola se destacou nessa variável, apresentando a maior média. Ao analisar o índice de velocidade de germinação a ORS Madre Pérola também apresentou a maior média em condição de estresse hídrico.

O comprimento da radícula também foi afetado pelo estresse hídrico, e a cultivar BRS Reponete se destacou por apresentar a maior média.

Esses resultados foram obtidos através das condições dos lotes das sementes da safra do ano anterior, sugere-se novos estudos para avaliar o efeito do estresse hídrico em outros lotes.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.O. *et al.* **DESEMPENHO DE GENÓTIPOS DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) EM CONDIÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO DURANTE A GERMINAÇÃO**. Pelotas: Ufpel, 2018. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2018/CA_01164.pdf. Acesso em: 28 jan. 2023.
- ÁVILA, M. R. *et al.* **Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho**. *Rev. bras. sementes, Londrina*, v. 29, n. 2, p. 117-124, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010131222007000200016&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 jan de 2023.
- ÁVILA, M.R. *et al.* Influência do estresse hídrico simulado com manitol na germinação de sementes e crescimento de plântulas de canola. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 98-106, abr. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222007000100014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/yDhzXXMSRWJYfpT8LbPSGtQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- ÁVILA, M.R. *et al.* Teste de comprimento de plântulas sob estresse hídrico na avaliação do potencial fisiológico das sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 29, n. 2, p. 117-124, ago. 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222007000200016>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/dLJBssDPzLzhtFf9LDz6P3R/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- BERGAMASCHI, H. *et al.* **O milho e o clima**. 1. ed. Porto Alegre, RS: Emater-Ascar, 2014. 84p.

BEWLEY, J.D. Seed germination and dormancy. *The Plant Cell*, Rockville, v.9, n.7, p.1055-1066, 1997. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC156979/pdf/091055.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

BIOTRIGO GENÉTICA. **TBIO PONTEIRO**. Disponível em: <http://biotrigo.com.br/cultivares/tbio-ponteiro/>. Acesso em: 19 fev. 2023.

BRASIL. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. (org.). **Série Histórica do Trigo**. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-trigo>. Acesso em: 17 jan. 2023.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº38 de 01 de janeiro de 2010. **Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 2010. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=358389789>. Acesso em: 17 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. –Brasília: Mapa/ACS, 399 p. 2009.

CAMPOS, A.J.M. *et al.* Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v. 10, n. 15, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i15.23155. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23155>. Acesso em: 12 jan. 2023

CARDOSO, V. J. M. Germinação. In: KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro. 2004. 492p
CARDOSO, V.J.M. CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO DA DORMÊNCIA EM SEMENTES. **Oecologia Australis**, [S.L.], v. 13, n. 04, p. 619-631, dez. 2009. *Oecologia Australis*. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2009.1304.06>.

CARDOSO, Victor José Mendes. Giberelinas. In: KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. São Paulo: Guanabara Koogan Ltda, 2008. Cap. 20. p. 384-408.

CARGNELUTTI FILHO, A. *et al.* Estatísticas de avaliação da precisão experimental em ensaios de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 1, n. 14, p. 17-24, jan. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/d3mHzTnVPB8Vg3Hvg37xC3Q/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 fev. 2023.

CARVALHO, N. M. *et al.* **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424 p.

CARVALHO, N. M. *et al.* **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

COSTA, P.R. *et al.* Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 105-113, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222004000200015>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/vWHfCZSJFNz4n9r8cFyJpjh/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 18 jan. 2023.

CUNHA, G. R. *et al.* Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 400-414, dez. 2001. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/1478.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2022.

DE MORI, C. *et al.* Aspectos econômicos do complexo agroindustrial do trigo. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (Ed.). **Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável**. Passo Fundo: **Embrapa Trigo**, 2011. Cap. 3, p. 41-76. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/931524>. Acesso em 19 de jun. 2022.

DURÃES, F. O. M. *et al.* Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.): Associação com emergência de campo, crescimento e rendimento de grãos.

Revista Brasileira de Sementes. Brasília, v.17, n.1, p. 13-18, 1995. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/38243/1/Indices-vigor.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022.

ECHER, F. R. *et al.* Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. **Revista Ciência Agronômica**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 638-645, dez. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-66902010000400018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rca/a/K5Yr5ytcddgtSTVzDzMHkcv/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 fev. 2023.

EMBRAPA. **BRS REPONTE**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/3050/trigo---brs-reponte>. Acesso: 19 fev. 2023.

EMBRAPA. **BRS TARUMÃ**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/707/trigo---brs-taruma>. Acesso em: 19 fev. 2023

FARIAS,C.R.J. *et al.* INIBIÇÃO DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO E MILHO EM TESTE DE SANIDADE EM SUBSTRATO DE PAPEL. **Atual Ciência e Tecnologia Agrícola**, Pelotas, v. 9, n. 2, p. 141-144, 2003. ISSN: 2317-2436.

Disponível em:

<https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/517/516>. Acesso em: 17 jan. 2023.

FEDERIZZI, L. C. *et al.* Melhoramento do Trigo. Disponível em:

[file:///C:/Users/Positivo/Downloads/1999LVmelhoramentoespeciescultivadasp535571 .pdf](file:///C:/Users/Positivo/Downloads/1999LVmelhoramentoespeciescultivadasp535571.pdf). Acesso em: 16 jun. 2022.

FILHO, J. M. **Teste de vigor de sementes: uma visão geral das perspectivas do passado, presente e futuro**. *Sci. agric.* (Piracicaba, Brasil) , Piracicaba, v. 72, n. 4, p. 363-374, agosto de 2015. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162015000400363&lng=en&nrm=iso. Acesso em:

24 nov. 2022.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade. 2016. Londrina: **Embrapa Soja**, 2016. 82 p. il. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 21762937; n.380).

GALLI, J.A. *et al.* Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Cercospora kikuchii* na germinação de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 27, n. 2, p. 182-187, dez. 2005. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222005000200026>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/pD3DmTm4JGRLVtVCZ63y4zC/?lang=pt>. Acesso em: 19 fev. 2023.

GIROTTI, L. *et al.* Tolerância à seca de genótipos de trigo utilizando agentes indutores de estresse no processo de seleção. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 59, n. 2, p. 192-199, abr. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2012000200007>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/hgVVBCSNpjvbZBVPMPsW77j/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 jan. 2023.

GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 13. ed. Piracicaba: Livraria Nobel S.A., 1990. 240 p. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/385254016/Curso-De-Estatistica-Experimental-PIMENTEL-GOMES-pdf#>. Acesso em: 19 fev. 2023.

GUEDES, R. S. *et al.* **Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão)** A.C. Smith. *Semina: Ciências Agrárias*, vol. 36, núm. 4, p. 2373-2381, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil, julho-agosto, 2015. Disponível em: <https://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=445744150002>. Acesso em: 18 fev. 2023.

GUIMARÃES, M.A. *et al.* Pré-embebição de sementes e seus efeitos no crescimento e desenvolvimento de plântulas de melancia. **Revista Ceres**, [S.L.], v. 60, n. 3, p. 442-446, jun. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0034-737x2013000300020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/G757Yhsjfn6XCD5fN8dZSmq/?lang=pt#:~:text=A%20embebi%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A9%20a%20primeira,embebi>

%C3%A7%C3%A3o%20de%20seus%20tecidos%20internos.. Acesso em: 17 fev. 2023.

KAPPES, C. et al. **Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico**. Scientia Agraria, Curitiba, v.11, n.2, p.125-134, 2010. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/16464>. Acesso em: 12 jan. de 2023.

KRZYZANOVSKI, F. C. et al. **Vigor de sementes**. Informativo Abrates, Londrina, v. 11, n.3, p. 81-84, dez. 2001. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105000/1/Vigor-de-sementes.pdf>
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/446594/1/Vigordesementes.pdf>. Acesso em: 18 out. 2022.

LÉDO, A.S. et al. Efeito da sacarose e do manitol na conservação in vitro por crescimento lento de coqueiro anão. **Magistra**, v.19, n.4, p.346-351, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132985/1/EFEITO0001.pdf>. Acesso em: 21 fev. 2023.

MACHADO NETO, N. B. et al. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 142-148, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/MnPPGDWq8KYNnnRxB3BHvL/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 18 jan. 2023.

MACHADO NETO, N. B. et al. Deficiência hídrica induzida por diferentes agentes osmóticos na germinação e vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 142-148, abr. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222006000100020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/MnPPGDWq8KYNnnRxB3BHvL/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 18 fev. 2023.

MAGUIRE, J. D. **Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor**. Crop Science, Madison, v. 2, n. 1, jan./feb. 1962. 176-177p.

MARENCO, R. A. *et al.* (2005). Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. Viçosa MG: UFV, 451 p. Disponível em: <https://silو.tips/download/fisiologia-vegetal-fotossintese-mineral-otossintese-respiracao-hidricas-e-nutricao>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MOURA, L.B de. **GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLÂNTULAS DE GENÓTIPOS DE MILHO SUBMETIDOS A SIMULAÇÃO DE DÉFICIT HÍDRICO**. 2021. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2021. Disponível em: <https://rd.ufs.edu.br/bitstream/prefix/4319/1/MOURA.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2023.

MOTERLE, L.M. *et al.* Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, [S.L.], v. 28, n. 3, p. 169-176, dez. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-31222006000300024>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/CdTTGbVnKP9RmYdtjJnsN9C/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 fev. 2023.

NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados na avaliação de plântulas**. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.2:1- 2:21.

OLIVEIRA, D. M. *et al.* Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 25-32, jun. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/zvQqJdRfrzWvWBPmclct47B/?format=pdf=&lang=pt>. Acesso em: 13 jun. 2022.

OLIVIO, M. **Germinação e vigor em genótipos de trigo sob estresse hídrico e salino**. 2013.59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013. Disponível em:

<http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/1407>. Acesso em: 29 jan. 2023.

OR GENÉTICA DE SEMENTES. **ORS MADRE PÉROLA**. Disponível em: <http://www.orsementes.com.br/cultivares/12/ors+madrep%C3%A9rola>. Acesso em 19 fev. 2023.

PASINATO, A. *et al.* Zoneamento Agrícola. In: PIRES, J. L. F. *et al.* Cultivo de Trigo. 2. ed. Brasília, DF: **Embrapa**, 2014. ISSN 1809-2985. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema_sdeproducaolf6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaold=3704&p_r_p_-996514994_topicold=3044. Acesso em: 26 de jun. 2022.

PELEGRINI, L.L. *et al.* EFEITO DO ESTRESSE HÍDRICO SIMULADO COM NaCl, MANITOL E PEG (6000) NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Erythrina falcata* Benth. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 2, n. 23, p. 511-519, 2013. ISSN 0103-9954. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/3k59vvqB6r5NbkC48TPy6dJ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 fev. 2023.

PERES, W.L.R. **Testes de vigor em sementes de milho**. Orientador: Prof. Dr. Nelson Moreira de Carvalho. 2010. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias e Veterinárias). Jaboticabal: UNESP; 2010.

PESSINI, P. B. **Estudo dos eventos de seca meteorológica na Região Sul do Brasil**. Orientador: Dr. Pedro Luiz Borges Chaffe. 2017. 87f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: https://www.labhidro.ufsc.br/Apresentacoes/TCC_Priscila.pdf. Acesso em: 15 nov. 2022.

PIANA, Clause Fátima de Brum; CARVALHO, Fernando Irajá Félix de. Trigo. In: BARBIERI, Rosa Líia; STUMPF, Elisabeth Regina Tempel. **Origem e Evolução das Plantas Cultivadas**. Brasília-Df: Embrapa Clima Temperado, 2008. p. 855-885. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/746617/origem-e-evolucao-de-plantas-cultivadas>. Acesso em: 27 maio 2022.

RAVEN, P.H. *et al.* **Biologia Vegetal**. 8ª edição. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2014. 876p. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/mod/folder/view.php?id=2913607>. Acesso em: 14 jan. de 2023.

RODIGHERI, G. *et al.* Emergência de plântulas de trigo em função de cultivar e profundidade de semeadura. In: MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9.,

RODIGHERI, G. *et al.* **MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA TRIGO**, 6., 2014, Passo Fundo. A construção de um cientista!: resumos. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1017747>. Acesso em: 25 nov. 2022.

ROSSI, R. F. *et al.* Vigor de sementes, população de plantas e desempenho agrônomo de soja. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal Of Agricultural And Environmental Sciences**, [S.L.], v. 60, n. 3, p. 215-222, 2017. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/rca.2239>. Disponível em: <https://doi.editoracubo.com.br/10.4322/rca.2239>. Acesso em: 18 fev. 2023.

SANTOS, D.D. *et al.* Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 16, n. 8, p. 836-842, ago. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662012000800004>. Disponível em:

[https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/rdjbTrYbCzTL5FtfjQmrCLG/?lang=pt#:~:text=\(1998\)%2C%20a%20defici%C3%Aancia%20h%C3%ADdrica,inv%C3%AAs%20do%20n%C3%BAmero%20de%20espigas](https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/rdjbTrYbCzTL5FtfjQmrCLG/?lang=pt#:~:text=(1998)%2C%20a%20defici%C3%Aancia%20h%C3%ADdrica,inv%C3%AAs%20do%20n%C3%BAmero%20de%20espigas). Acesso em: 03 jan. 2023.

SANTOS, V.L.M. *et al.* Efeito do estresse hídrico e salino na germinação e vigor de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília. v.14, n.2, p.189-194. 1992.

SCHEEREN, P.L. *et al.* Botânica, morfologia e descrição fenotípica. In: BORÉM, Aluísio; SCHEEREN, Pedro Luiz (ed.). **Trigo: do plantio a colheita**. Viçosa, Mg: Universidade Federal de Viçosa, 2015. Cap. 2. p. 35-55. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1022684/trigo-do-plantio-a-colheita>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SCHEEREN, B.R. *et al.* Qualidade Fisiológica e Produtividade de Sementes de Soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 3, p. 035-041, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/3T8MXrBj7RhsWQtznXdLktS/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 19 nov. 2022.

SHAO, H. *et al.* **Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants**. *Comptes Rendus Biologies*, v.331, p.215-225, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069108000048?via%3Dihub>. Acesso em: 24 nov. 2022.

SILVA, W.R. da. **Interação entre extratos aquosos de parte aérea e exsudatos radiculares de culturas de inverno sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de feijão**. 2015. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2015. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/541>. Acesso em: 25 nov. 2022.

SOARES, M.M *et al.* Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, [S.L.], v. 45, n. 4, p. 370-378, dez. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4535357>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pat/a/fJjRpfg5sJ5N9Jx7wxJGcCw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 fev. 2023.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 858 p.

TEXEIRA, L.R. *et al.* Avaliação de cultivares de soja quanto à tolerância ao estresse hídrico em substrato contendo polietileno glicol. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 217-223, 4 abr. 2008. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i2.1731>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asagr/a/t4RycTqSZ6XTjfPGVNff3sQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 fev. 2023.

TONIN, G. A. *et al.* **Influência da temperatura de condicionamento osmótico na viabilidade e no vigor de sementes de *Pterogyne nitens* Tull.** Rev. bras. sementes, Pelotas, v. 27, n. 2, p. 35-43, Dec. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-31222005000200006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 18 jan. 2023.

VANZOLINI, S. *et al.* TESTE DE COMPRIMENTO DE PLÂNTULA NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA. **Revista Brasileira de Sementes**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbs/a/JfjDnYhDgMxVV7bJGds8fQb/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 fev. 2023.

VAZ DE MELO, A. *et al.* **Germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 28, n. 5, p. 687-695, 2012. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11669/10540>. Acesso em: 25 nov. 2022.

VIÇOSI, K.A. *et al.* Estresse hídrico simulado em genótipos de feijão, milho e soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-Ms, v. 4, n. 1, p. 36-42, dez. 2017. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2194/1788>. Acesso em: 20 fev. 2023.