

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

JOSÉ FELIPE FERNANDES GOMES

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO PRODUZIDAS COM
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

UBERLÂNDIA - MG

Setembro de 2020

JOSE FELIPE FERNANDES GOMES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO PRODUZIDAS COM
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

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

Orientador: Prof. Dr. Hugo César R. M. Catão

Coorientador: Adílio de Sá Júnior

UBERLÂNDIA - MG

Setembro de 2020

JOSE FELIPE FERNANDES GOMES

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE TRIGO PRODUZIDAS COM
DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

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

Orientador: Prof. Dr. Hugo César R. M. Catão

Coorientador: Adílio de Sá Júnior

Aprovado pela banca examinadora em

Banca 1

Banca 2

Prof. Dr. Hugo César Rodrigues Moreira Catão

RESUMO

O uso da irrigação e sementes de alta qualidade resultaram na expansão da cultura do trigo para outras regiões do Brasil. A disponibilidade hídrica é um dos fatores mais importantes na formação de sementes, pois a água está envolvida em todos os processos metabólicos da planta. O estresse hídrico acarreta diminuição na produção, prejudica o potencial germinativo e causa anormalidades nas estruturas das sementes. Entretanto, pouco se sabe sobre o efeito de diferentes regimes hídricos no desenvolvimento de sementes de trigo. Objetivou-se com este trabalho avaliar qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas com diferentes lâminas de irrigação. As sementes de trigo foram produzidas na Universidade Estadual Paulista, campus Dracena, utilizando lâminas de irrigação referente a 70% e 100% da ETo. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada no Laboratório de Sementes da Universidade Federal de Uberlândia. O experimento foi instalado em delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 (lotes x lâminas de irrigação) com quatro repetições. As variáveis analisadas foram: tempo inicial, final e médio de germinação, coeficiente de variação do tempo, velocidade média, incerteza, índice de sincronia, germinação, velocidade de germinação, comprimento do coleóptilo e da raiz primária, massa seca da parte aérea e raízes, condutividade elétrica, emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência. Os lotes de sementes de trigo produzidos com lâmina de irrigação com 100% da ETo possuem qualidade fisiológica superior. O déficit hídrico proporcionado pela lâmina de 70% da ETo reduz o vigor das sementes de trigo.

Palavras-chave: *Triticum aestivum*, qualidade fisiológica, sementes, irrigação, evapotranspiração.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1 Origem e distribuição do trigo	8
2.2 Aspectos botânicos.....	8
2.2.1 Estrutura da planta de trigo	8
2.2.2 Estágio fenológico.....	9
2.3 Irrigação	10
2.3.1 Sistemas de irrigação na cultura do trigo	11
2.4 Qualidade de sementes	13
2.5 A influência da irrigação na produção de sementes	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	24
6 REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum*) é um dos cereais mais importantes no cenário da agricultura brasileira. Para explorar o potencial dessa cultura e atender a demanda interna no Brasil, estratégias adequadas quanto ao manejo cultural, escolha de ambientes de cultivo, genótipos promissores e sementes de alta qualidade são necessárias (ABATI et al., 2018). Na safra 2018/2019, ocorreu decréscimo de 2,5% na área plantada em todo Brasil, chegando a 681,7 mil hectares. Essa redução se deve principalmente à falta de chuvas, ocasionando atrasos no plantio e menor produção. Mesmo assim, foi colhido 5,5 milhões de toneladas na safra 2019 (CONAB, 2019), porém, o país não é autossuficiente e necessita importar grãos de trigo de outros países do MERCOSUL.

Por muitos anos o cultivo do trigo se restringiu a região Sul, principalmente por causa das condições climáticas (SANTOS et al., 2012). No entanto, com o desenvolvimento de novas cultivares adaptadas, uso de irrigação e sementes de alta qualidade, resultou na expansão desse cereal para outras regiões, como a dos cerrados do Brasil Central (BOSCHINI et al., 2011).

O sucesso do estabelecimento de novas áreas com esta espécie depende de uma satisfatória produção de sementes, sendo cada vez mais importante o conhecimento da qualidade fisiológica em resposta as práticas de manejo. Ressalta-se que a qualidade das sementes pode ser influenciada por essas práticas, dentre as quais a irrigação causa grande influência (JORNADA et al., 2008).

A disponibilidade hídrica é um dos fatores mais importantes na formação de sementes (GOODING et al., 2003), considerando que a água está envolvida em todos os processos metabólicos da planta (SILVA et al., 2014). Assim, o uso da irrigação pode incrementar a produtividade das lavouras destinadas à produção de sementes, especialmente, em casos que a umidade do solo é limitante, para garantir um bom desenvolvimento vegetativo antes da floração (JORNADA et al., 2008).

A irrigação por aspersão é uma alternativa para solucionar o problema de veranicos, caracterizados pela ocorrência de períodos de estiagem (CRUSCIOL et al., 2000). Dependendo da época que ocorra esse estresse, durante a formação das sementes pode acarretar diminuição na produção, prejudicar o potencial germinativo e causar outras anormalidades nas estruturas das sementes (ASFAW et al., 2012; SILVA et al., 2014). Segundo Brunetta et al. (2006), o trigo requer, além de elevados índices pluviométricos, uma boa distribuição durante o ciclo para alcançar produtividade em torno de 3,5 t ha⁻¹.

A perda de água produz efeitos diretos, como redução do potencial químico ou atividade da água, além de aumentar a concentração de macromoléculas e de solutos de baixos pesos moleculares. Pode, também, interferir nas relações espaciais em membranas e organelas, através da redução do seu volume, reduzindo a pressão hidrostática dentro das células (CARVALHO et al., 2011). Isso pode ocasionar a diminuição da qualidade das sementes, fazendo com que ocorra atrasos na germinação (devido a menor atividade metabólica), redução da velocidade de germinação, desenvolvimento de plântulas anormais ou até mesmo promover a morte das sementes.

Desta forma, ressalta-se que a água é um recurso cada vez mais limitante ao desenvolvimento e produção vegetal tornando-se imprescindível para o sucesso da triticultura. Entretanto, pouco se sabe sobre o efeito de diferentes regimes hídricos no desenvolvimento de sementes de trigo, sendo necessário técnicas que permitam aumentar a produtividade das culturas a cada unidade de volume de água aplicada. Diante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar qualidade fisiológica de sementes de trigo produzidas com diferentes lâminas de irrigação.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e distribuição do trigo

O trigo é uma das culturas mais antigas do mundo, junto com a cevada. O seu centro de origem e domesticação vai das montanhas de Zagros (Irã-Iraque) até as montanhas Taurin na Turquia e as montanhas a sudeste do Mar Mediterrâneo (FEDERIZZI et al., 1999). O trigo, pertencente à família Poaceae, subfamília Pooideae e ao gênero *Triticum* (SCHEUER et al., 2011).

Inicialmente, os grãos eram consumidos em forma de papa, misturado com peixes e frutas. Por volta de 4.000 a.C., os egípcios descobriram o processo de fermentação do cereal e, a partir dessa descoberta, produziram o pão. Os grãos de trigo foram espalhados pelo mundo e, cerca de 2.000 a.C., os chineses o utilizavam também para elaborar farinha, macarrão e pastéis (FLANDRIN; MONTANARI, 1998). No Brasil sua chegada foi por volta do ano de 1534, sendo inicialmente cultivado em São Vicente, mais ganhou importância no Brasil colonial em meados do século XVII quando seu cultivo passou a ser realizado nos estados do Rio Grande do Sul e São Paulo (CONAB, 2017).

Os cereais possuem um papel fundamental na alimentação humana, a âmbito de saúde, como fonte de nutrientes e fibras. Esse cereal ocupa o primeiro lugar em volume de produção, sendo matéria prima para diversos produtos como pães, biscoitos, bolos e massas (SHEUER et al., 2011).

2.2 Aspectos botânicos

2.2.1 Estrutura da planta de trigo

A planta de trigo é semelhante aos demais cereais cultivados no inverno, sendo estruturada em raízes, colmo, folhas e inflorescência (BORÉM; SCHEEREN et al., 2015). As raízes podem ser divididas em três grupos: seminais, permanentes, adventícias. As raízes seminais têm origem embrionária com a função de nutrição da planta até seu perfilhamento. A fase de perfilhamento começa cerca de 15 dias após a germinação. Após ocorre a formação de raízes permanentes que serão responsáveis pela nutrição. As raízes adventícias se desenvolvem acima do nível do solo a partir do primeiro ou segundo nó do colmo. Estas somente se desenvolvem após o espigamento e tem função de sustentação das plantas.

As folhas têm sua disposição alternada, formando assim um ângulo de 180° entre folhas. O trigo encerra seu ciclo com média de 5 a 6 folhas, mas pode haver uma variação de 3 a 8 folhas. Cada folha possui bainha, lâmina, lígula e um par de aurículas normalmente pilosas, na

base da lâmina. O colmo da planta é oco, cilíndrico, possui nós e entrenós. Sua altura pode variar com o genótipo e com o ambiente.

A inflorescência do trigo é uma espiga composta por espiguetas alternadas e oposta no ráquis. Seu formato pode ser piramidal, oblonga, semiclavada, clavada e fusiforme. As espiguetas são formadas por flores e normalmente as superiores são estéreis ou imperfeitas. Na base da espiguetas tem duas brácteas que recebem o nome de glumas. Estas têm a função de proteção das flores e auxiliam na classificação botânica. O gineceu tem duas estruturas de proteção, que são a pálea e a lema. Quando ocorre a fecundação as flores se abrem e expulsam as anteras (BORÉM; SCHEEREN et al., 2015). O fruto de trigo possui semente única denominada cariósipide, com 6 a 8 milímetros de comprimento e 3 a 4 milímetros de largura. O grão em sua constituição pode ser dividido em pericarpo (7,8 a 8,6%), endosperma (87 a 89%) e gérmen (2,8 a 3,5%) (QUAGLIA et al., 1991).

2.2.2 Estágio fenológico

A duração total do ciclo de desenvolvimento da cultura do trigo está entre 90 a 130 dias (HAMADA et al., 2000). Contudo, o ambiente pode interferir bastante no desenvolvimento da planta como em qualquer outra cultura. Mas no caso do trigo, os fatores que mais influenciam em seu ciclo é a temperatura e o fotoperíodo. O trigo pode responder ao fotoperíodo da emergência a fase reprodutiva. Já a temperatura ideal para o desenvolvimento situa-se entre 12 e 15°C, durante o desenvolvimento de grãos. Temperaturas superiores a 15°C provocam decréscimo no rendimento dos grãos (GUARIENTI et al., 2004).

O ciclo de desenvolvimento do trigo pode ser dividido em três principais fases. A primeira fase é a vegetativa na qual ocorre a formação dos primórdios foliares do colmo até a formação da primeira estrutura floral. A segunda fase é a reprodutiva, sendo esta subdividida em formação da espiguetas e antese. A terceira e última fase do seu ciclo ocorre com a maturação dos grãos (SLAFER; RAWSON, 1994). O potencial produtivo da planta é estabelecido na fase reprodutiva final quando número de flores férteis é definido (RIBEIRO, 2009).

Os estádios fenológicos também podem ser divididos de outra maneira seguindo a escala de Feekes (1940) modificada por Large (1954) (Tabela 1). Os estádios fenológicos são divididos em: perfilhamento, alongamento, espigamento e maturação.

Tabela 1- Estádios de desenvolvimento do trigo pela escala de Feekes (1940), modificada por Large (1954).

Estádio	Descrição
Perfilhamento	
1	Primeiro broto (uma ou mais folhas).
2	Início do perfilhamento.
3	Perfílhos formados e folhas freqüentemente enroladas em espiral.
4	Início do aparecimento do pseudocaule, bainhas foliares começam a alongar-se.
5	Pseudocaule (formado por bainhas foliares) fortemente desenvolvido.
Alongamento	
6	Primeiro nó do colmo visível na base da gema.
7	Segundo nó do colmo já formado, folha bandeira quase visível.
8	Folha bandeira visível, mas ainda enrolada, espigas começando a desenvolver.
9	Lígula da folha bandeira bem visível.
10	Bainha da folha bandeira completamente desenvolvida, mas as espigas ainda não são visíveis. Emborrachamento.
Espigamento	
10.1	Primeiras espigas bem visíveis. Emergência da espiga.
10.2	Um quarto do processo de espigamento completo.
10.3	Metade do processo de espigamento completo.
10.4	Três quartos do processo de espigamento completo.
10.5	Todas as espigas fora da bainha.
10.5.1	Começo do florescimento.
10.5.2	Florescimento completo na parte apical da espiga.
10.5.3	Florescimento completo na parte dorsal da espiga.
10.5.4	Final de florescimento, grãos no estágio aquoso.
Maturação	
11.1	Grãos leitosos.
11.2	Grãos no estágio de massa macia, mas seca.
11.3	Grão duros.
11.4	Maturação de colheita. Palhas secas.

Fonte: LARGE (1954).

2.3 Irrigação

A expansão da agricultura irrigada no Brasil, foi estimulada pela abundância de água, principalmente de mananciais superficiais, linhas de financiamento e rentabilidade de culturas. No futuro uma demanda igualmente crescente de energia elétrica deverá exigir maiores investimentos no setor de irrigação. Diante dessa perspectiva, esforços devem ser empreendidos no sentido de se usar com mais racionalidade os recursos hídricos e energéticos disponíveis (OLIVEIRA et al., 2004).

A região do cerrado representa cerca de 25 % de todo o território brasileiro e acerca de 185 milhões de hectares podem ser explorados para a atividade agrícola. Mas, nessa região existem alguns limitantes como a disponibilidade hídrica. A necessidade de irrigação possibilitou o cultivo do trigo na entressafra tornando uma cultura promissora para ser utilizada nesses períodos de falta de chuva (ESPINOZA et al., 1980).

A irrigação baseia-se em um conjunto de técnicas destinadas no deslocamento de água no tempo ou no espaço para modificar as possibilidades agrícolas de cada região. A irrigação visa corrigir a distribuição natural das chuvas e alcançar a máxima produtiva da cultura (LIMA et al., 1999). Basicamente, os métodos de irrigação são quatro: superfície, aspersão, localizada e subirrigação. Para cada método, há dois ou mais sistemas de irrigação que podem ser empregados.

Contudo, sua utilização requer atenção e cuidado, pois visa atender a demanda de água da planta. Sendo mal manejada, a irrigação pode causar danos. Em caso de aplicação de forma insuficiente pode prejudicar o desenvolvimento radicular e se usada uma lâmina em excesso provoca desperdício de água, energia e nutrientes (SILVA et al., 2008). Sabendo disso, cada vez mais vem crescendo os estudos para o melhor aproveitamento da água captada para a irrigação, pois a planta utiliza efetivamente apenas cerca de 50% desta água (MAROUELLI et al., 2011).

A quantidade de água aplicada na irrigação deve ser até que o solo volte a sua capacidade de campo e possa assim fornecer disponibilizá-la para a planta. Com isso, foram criados indicadores de quando irrigar: baseados na abertura estomática, no ângulo de posicionamento de folhas, dentre outros. Outro indicador a ser utilizado é baseado na atmosfera. É possível mensurar a quantidade de água que foi evaporada em um determinado período, sendo o tanque classe A um dos principais instrumentos. Outro indicador é a umidade do solo, que pode ser avaliada por meio de tensiômetros, que medem a tensão de água no solo, determinando assim quando e quanto irrigar. Em prática se deve utilizar esses indicadores em conjunto como forma de complemento um pelo outro (MAROUELLI et al., 2011).

Embora a irrigação seja uma boa alternativa para a produção agrícola onde o recurso hídrico é o fator limitante da produção, também se deve levar em conta os impactos provocados por um manejo incorreto. O uso exagerado de recursos hídricos pode provocar um grande desperdício de água quanto de energia (BERNARDO, 2008). Sabendo disso se torna cada vez mais essencial estudos de manejo de irrigação para a melhor utilização dessa técnica agrícola.

2.3.1 Sistemas de irrigação na cultura do trigo

A escolha do método adequado de irrigação deve ser baseada em cada situação e região. É muito importante que haja uma maior eficiência sem haver prejuízo em seu desempenho. Para isso, se deve levar em conta uma série de aspectos como textura e estrutura do solo,

disponibilidade hídrica de região (KLAR et al., 2000). Na cultura do trigo são utilizados principalmente o sistema de irrigação por aspersão convencional e via pivô central.

2.3.1.1 Irrigação por aspersão

A tecnologia de aspersão foi criada desde a II Guerra Mundial, com a inversão dos aspersores rotativos e da disponibilidade de tubos de alumínio, razoavelmente baratos (TESTEZLAF, 2009). O método de aspersão se caracteriza principalmente na aplicação de água acima da superfície por dispositivos chamados aspersores (KLAR et al., 2000). Esse método se destaca com a característica de poder ser usado em diversos tipos de terreno e com uma grande gama de possibilidades.

Existem dois tipos principais de sistemas de aspersão: os móveis e os não móveis. Os aspersores móveis são trocados de lugar logo após irrigação. Com isso, seu custo inicial acaba sendo mais barato do que o imóvel, porém requer maior mão-de-obra e isso pode elevar o custo de produção (CONCEIÇÃO, 2012). Seus principais componentes são bomba, tubulação principal e secundária, e aspersores (CASTRO, 2003). Já o sistema não móvel (fixo) apresenta alto custo de aquisição devido ao seu grande uso de tubulações e aspersores e necessitam ser adquiridos com a necessidade de uma bomba com maior potência (CONCEIÇÃO, 2012).

2.3.1.2 Irrigação por pivô central

Os primeiros sistemas de pivô central surgiram nos Estados Unidos por volta de 1950. Criado por Frank Zybach, que patenteou sua invenção em 1952. No Brasil essa tecnologia chegou por volta dos anos 80 que segundo dados da ABIMAQ/SINDIMAQ foi comercializado entre os anos de 1982 a 1989 cerca de 3000 pivôs. O sistema de pivô central tem se expandido de forma significativa devido ter uma boa uniformidade de distribuição de água, fácil controle de lâmina aplicada, grande versatilidade para as diversas condições de topografia, tipos de solo, entre outras características (RODRIGUES et al., 2001).

O sistema de pivô central é constituído por: torre central, caixa de controle, anel coletor, tubulação de distribuição, torres móveis, conjunto moto-redutor, junta flexível, lance final em balanço e canhão final (RODRIGUES et al., 2001). A torre central fica no centro da área do pivô onde toda a estrutura móvel está ancorada. A caixa de controle fica fixado na torre central onde é possível controlar toda a dinâmica do pivô. Os anéis coletores são responsáveis por transferir a energia elétrica do pivô para as unidades propulsoras.

Possui também uma série de tubulações sobre o solo sustentado por torres móveis. Nessas tubulações são dotadas de aspersores para a irrigação, sendo o zinco seu material característico. Para a movimentação do pivô cada torre possui um moto-redutor que é responsável por transmitir o torque para a roda. Possui uma junta flexível que permite a união de duas torres e com isso a movimentação. O canhão final é instalado com o objetivo de incrementar a área do pivô (TESTEZLAF, 2009). A estrutura de pivô fica em média cerca de 2,7 a 3,7 metros do solo, seu espaçamento entre torre pode ser variável podendo chegar a 150 m de distância. É possível a instalação de um pivô com uma declividade de até 30%, sendo uma de suas grandes vantagens quando comparado aos outros métodos de irrigação (CASTRO, 2003).

2.4 Qualidade de sementes

O principal objetivo da Tecnologia de Sementes é o desenvolvimento de procedimentos eficientes para a produção, comercialização e utilização de lotes de sementes de alta qualidade. A qualidade de sementes é um dos principais fatores a serem considerados na implantação das culturas. Sementes de qualidade resultam em plântulas fortes, vigorosas, de maior desenvolvimento e com maior capacidade de se estabelecer em diferentes condições edafoclimáticas, com maior velocidade de emergência e desenvolvimento das plantas (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

A produção de semente de elevada qualidade é um desafio para o setor sementeiro, principalmente em regiões tropicais e subtropicais. Nessas regiões, a produção somente é possível, mediante a adoção de técnicas especiais, como a irrigação. A não utilização dessas técnicas poderá resultar na produção de sementes com qualidade inferior, que, caso semeada, resultará em severos problemas com a implementação da lavoura e em possíveis reduções de produtividade. Para manter esse alto padrão na produção de sementes, os produtores têm um elevado controle de qualidade que acaba sendo fundamental para a atividade (COSTA, 2003).

O conceito semente de qualidade é bastante amplo e envolve aspectos físicos, fisiológicos, genéticos e sanitários de modo que a qualidade é um somatório de todos estes atributos igualmente importantes (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010). A qualidade física está relacionada com a pureza do lote, e sementes contaminantes de outras espécies, materiais inertes, entre outros (MARCOS FILHO, 2015). A qualidade fisiológica está diretamente ligada à capacidade da semente desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. A longevidade das sementes está relacionada com sua

capacidade de manter sua viabilidade ao longo dos anos. A germinação é caracterizada pelo desenvolvimento de plântulas normais sob condições ambientais controladas. Já o conceito de vigor de sementes são as propriedades que determinam o seu potencial para uma emergência rápida, uniforme e com o desenvolvimento de plântulas normais sob amplas condições ambientais (BAALBAKI et al., 2009). Assim, a qualidade fisiológica da semente está relacionada com sua capacidade de desempenhar funções vitais, as quais determinam o estabelecimento adequado de plantas em campo (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; HENNING, 2010).

A qualidade genética está relacionada às características fenotípicas e genotípicas que podem ser selecionadas no melhoramento. Este atributo é relacionado à pureza varietal, produtividade, precocidade, adaptabilidade, qualidade nutricional e de processamento, assim como tolerâncias e resistências a insetos, patógenos e herbicidas (LUDWING, 2016). A qualidade sanitária está ligada na presença de microrganismos ou insetos associados a semente, onde muitas das vezes esses microrganismos associados são patogênicos e podem prejudicar o desempenho causando falhas no estande de plantas (FRANÇA NETO et al., 2016).

2.5 A influência da irrigação na produção de sementes

A qualidade das sementes pode ser prejudicada por uma série de fatores como estresses climáticos, nutricionais, frequentemente associados com danos causados por insetos e por microrganismos (FRANÇA NETO et al., 2016). Tais fatores abrangem extremos de temperatura durante a maturação, flutuação das condições de umidade ambiente, incluindo seca, dentre outros. O uso da técnica de irrigação pode reduzir estas perdas dos sistemas de produção de sementes, principalmente por déficit hídrico.

De acordo com Fancelli e Dourado-Neto (2000) a translocação de fotoassimilados para as sementes é um processo que está intimamente ligado à disponibilidade hídrica do solo, pois quanto maior o conteúdo de água no solo, maior o desenvolvimento das plantas e maior a produção de assimilados, resultando em sementes de maior peso e qualidade superior.

O uso de irrigação proporcionou acréscimo na qualidade física e fisiológica de sementes de soja, sendo verificado aumento no peso de mil sementes, germinação, emergência em campo e redução da condutividade elétrica (CORREA et al., 2013). Jornada et al. (2008) e Silva (2014) também verificaram que boas práticas de irrigação tiveram influência direta na qualidade fisiológica das sementes de milho e arroz, respectivamente.

A necessidade de economia de água na irrigação demanda o uso de técnicas para preservar os recursos hídricos e garantir a produção sustentável. Assim, deve ser avaliado a que

nível a redução do conteúdo de água no solo não compromete a qualidade fisiológica das sementes. Peres (2014) observou que a utilização de lâmina de irrigação de 75% da ETo foi suficiente para obter sementes de feijão de elevada qualidade e com produção satisfatória. Galbiatti et al. (2004) observaram também que o estresse hídrico promovido por diferentes tipos de manejo de irrigação na produção de sementes de milho não reduziu a qualidade fisiológica.

Assim é de suma importância o estabelecimento de lâminas adequadas na produção de sementes de trigo, pois a correta utilização da irrigação não é apenas para garantir qualidade, mas, também, para garantir a produção, atender a demanda e seu potencial produtivo, preservando ao máximo tornando o sistema sustentável.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A produção de sementes de trigo foi realizada no período de junho a setembro de 2019, na Área Experimental Irrigada da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas (FCAT), da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Dracena, localizada no município de Dracena - SP, com altitude de 373m, coordenadas geográficas, latitude S 21° 27' 28,2" e longitude W 51° 38' 8,1". O clima da região é Aw segundo a classificação de Köppen apresentado médias anuais temperatura de 23,97 °C umidade relativa do ar 64,23 % e índice pluviométrico médio anual de 1.2461 mm.

O solo da área em estudo, classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (SANTOS et al., 2018) encontra-se em sistema de plantio direto há 1 ano e teve como cultura antecessora a soja. Antes da instalação do experimento em campo foram coletadas amostras de solo da área e feita análise química (Tabela 2) e posteriormente a adubação por ocasião da semeadura foi aplicado 300 kg ha⁻¹ na formulação de NPK 04-30-10, nos sulcos de semeadura, com base na análise do solo seguindo metodologia proposta por Camargo et al. (1996). A adubação de cobertura foi realizada 30 dias após o perfilhamento com N e K nas doses de 48 e 30 kg ha⁻¹ na forma de uréia e cloreto de potássio, respectivamente. As doses foram definidas de acordo com a produtividade esperada, conforme metodologia proposta por Camargo et al. (1996).

Tabela 2. Caracterização química do solo da camada de 0-0,20m e 0.20-0,40m realizada em novembro de 2019 antes da implantação da cultura do trigo.

Profundidade (cm)	P. resina mg/dm ³	M.O. g/dm ³	pH (CaCl ₂)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
				mmolc/dm ³						(%)
0-20	3	12	4,8	1,6	7	5	20	2	32,1	38

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados disposto em um esquema fatorial 4 x 2 com três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro lotes distintos de sementes da cultivar TBIO Toruk, assim denominados: Sementes Provenientes do Lote 1 - SPL1; Sementes Provenientes do Lote 2 - SPL2; Sementes Provenientes do Lote 3 - SPL3; e Sementes Provenientes do Lote 4 - SPL4; com reposição de lâminas de irrigação de 70% e 100% da ETo x Kc (evapotranspiração x coeficiente da cultura) nas diferentes fases fenológicas da cultura. A semeadura foi realizada mecanicamente, com espaçamento de 0,22 m entrelinhas e densidade de 100 sementes por metro linear. Foi efetuado o tratamento das sementes com

fungicida/inseticida Standak Top[®] (Fipronil + Piraclostrobina + Tiofanato metílico (100g 100 kg⁻¹ de sementes do i.a.).

A reposição de água quando necessária, foi realizada por sistema de irrigação por aspersão, equipado com aspersor do fabricante NaanDanJain, modelo 427 com bocal de 2,8 mm, com eficiência de 80%, instalado no espaçamento 12 x 12 m entre aspersores e linha respectivamente. A pressão de serviço foi de 3 bar e lâmina líquida média de 12,39 mm h⁻¹ obtidas a campo, com 88% de uniformidade de distribuição de água, obtida pelo teste de CUC - Coeficiente de Uniformidade de Christiasen. As irrigações foram em função da ETc e da CAD disponível, com turno de rega de 4 dias. Foram utilizados seis coeficientes de cultivo K = Kc (distribuídos em seis períodos compreendidos entre a emergência das plântulas e a colheita) (Quadro 1). Valores de K foram sugeridos pela Comissão Técnica de Trigo e Triticale – Safra 2015 (CUNHA; CAIERÃO, 2014).

Quadro 1. Coeficiente (K) para estimar a evapotranspiração do trigo irrigado a partir da evapotranspiração de referência (ETo), considerando o estágio de desenvolvimento da cultura.

Estádios de desenvolvimento*	0 – 2	3	4 - 10	10.1 – 10.5.4	11.1	11.12
Coeficiente de cultivo (k) **	0,36	0,58	0,84	0,96	0,84	0,62

* Escala de Feeks & Large (Large, 1954); ** K = Kc

Para o manejo da irrigação foram realizados os cálculos da evapotranspiração de referência (ETo), obtidas a partir das variáveis climáticas diárias da temperatura média do ar (°C), umidade relativa do ar (%), velocidade do vento (m s⁻¹) a 2 m e radiação líquida total diária (MJ m⁻² d⁻¹) coletadas na Estação Campbell Científico Datalogger CR10X, instalada na FCAT/UNESP a aproximadamente de 600 m da área experimental. A ETo foi estimada pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). A aplicação de água na cultura foi efetuada quando a evapotranspiração acumulada da cultura (ETc) atingia valores próximos da água disponível crítica do solo (ADCS), calculado a partir do fator p “em função do grupo de culturas e evapotranspiração” segundo Doorenbos e Kassam (1979) x CAD “capacidade de água disponível”, referente a 70% e 100% da ETo. Após a produção, as sementes foram beneficiadas e acondicionadas em sacos de papel multifoliados identificados.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes foi realizada no Laboratório de Sementes (LASEM) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Umuarama. O teor de água das sementes foi realizado com duas amostras compostas de 4,5±0,5 gramas de sementes puras. Os recipientes metálicos e suas respectivas tampas foram pesadas em balança

com sensibilidade de 0,001 g e convenientemente identificadas. As amostras foram inseridas nos recipientes, e colocados sob suas respectivas tampas dentro da estufa de secagem previamente regulada à temperatura de $105 \pm 3^\circ\text{C}$, pelo período de 24 horas (BRASIL, 2009). Após, as amostras foram retiradas, tampadas rapidamente levadas ao dessecador até esfriar e por fim foram pesadas. Os resultados foram expressos em porcentagem.

O teste de germinação realizado com quatro repetições de 50 sementes, semeadas em duas folhas de papel para germinação, previamente umedecidas com água destilada na proporção de $2,5 \text{ mL g}^{-1}$ de papel seco. As sementes foram mantidas em germinador tipo Mangelsdorf a temperatura constante de 20°C (BRASIL, 2009). Na avaliação da germinação foi analisado o desenvolvimento de plântulas normais com contagens diárias com intervalo de 12 horas até a sua estabilização. Foram avaliados o tempo inicial (t_0), final (t_f) e médio (t_m) de germinação, expresso em dias e calculado pela expressão proposta por Labouriau (1983); o coeficiente de variação do tempo (CVt), velocidade média (VM), incerteza (I) e índice de sincronia (Z) da germinação, conforme Ranal e Santana (2006); germinação (G) e velocidade de germinação (IVG) conforme Maguire (1962), cuja expressão matemática associa o número de semente germinadas com o tempo.

Após a avaliação da germinação, realizou-se análise de desenvolvimento de plântulas normais. Para a avaliação do comprimento do coleóptilo (CPA) e da raiz primária (CPR) foram colocadas para germinar quatro repetições de vinte sementes, nas mesmas condições do teste de germinação. As sementes foram dispostas em duas linhas traçadas longitudinalmente contendo 10 sementes e espaçadas uniformemente para possibilitar o livre desenvolvimento das plântulas. Após quatro dias, os comprimentos foram mensurados utilizando régua graduada. Os valores foram expressos em centímetros (GEHLING, 2014).

Em seguida as plântulas foram seccionadas utilizando bisturi e suas partes foram acondicionadas em sacos de papel identificados e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar regulada previamente na temperatura de 65°C , durante 96 horas. Ao término da secagem, os materiais foram resfriados em dessecador e pesados em balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo determinado a massa seca da parte aérea (MSPA) e raízes (MSR). (NAKAGAWA, 1999).

O teste de condutividade elétrica para a determinação do vigor foi realizado utilizando quatro repetições de 50 sementes puras, pesadas com precisão de duas casas decimais e colocadas em copos plásticos (200mL) contendo 75mL de água deionizada. Em seguida foram levadas para a câmara de germinação previamente regulada em 25°C por 24 horas. Após esse

período, os recipientes foram retirados da câmara e com auxílio de um bastão de vidro as soluções contendo as sementes foram levemente agitadas para uniformização dos lixiviados. Imediatamente procedeu-se à leitura em condutivímetro (Tecnal Tec-4MP), com eletrodo constante 1, sendo a leitura aferida até $2000 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, com coeficiente de variação de 2,02% e solução padrão de $1408 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$ a 25°C (VIEIRA, 1994).

Para emergência de plântulas (E) foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, distribuídas sobre camada de areia colocada em bandejas de polietileno (30 x 20 x 7cm) com capacidade de 3 L. Após a semeadura as sementes foram cobertas com camada de 3 cm de areia. Logo após, as bandejas foram mantidas em casa de vegetação e umedecida duas vezes ao dia com aproximadamente a 60% da capacidade de retenção de água. As avaliações foram realizadas até a estabilização da emergência, sendo registrados o número de plântulas emergidas. Para a velocidade de plântulas (IVE), calculou-se o índice de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962). Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de trigo foi utilizado delineamento de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 4 x 2 (lotes x lâminas de irrigação) com quatro repetições. Para a análise estatística foi utilizado o teste F e os dados submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade. Para a comparação das médias, empregou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o *software* estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis tempo inicial (t_0), tempo final (t_f), coeficiente de variação do tempo (CVt) e germinação apresentaram diferença significativa para o fator lotes de sementes de trigo. Já na análise do fator lâminas de irrigação houve diferença significativa para as variáveis tempo médio de germinação (TMG), velocidade média (VM), coeficiente variação do tempo (CVt), índice de sincronia (Z), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), comprimento de raízes (CPR) e massa seca da parte aérea (MSPA). Foi verificada interação significativa para os lotes de sementes de trigo e lâminas de irrigação para as variáveis comprimento de parte aérea (CPA) e índice de velocidade de emergência (IVE). Não houve efeito significativo para as variáveis incerteza (I), emergência (E) e massa seca de raízes (MSR) quanto aos fatores avaliados (Tabela 3).

Tabela 3. Quadrado médio das características tempo inicial (t_0), tempo final (t_f), coeficiente de variação do tempo (CVt), tempo médio de germinação (TMG), velocidade média (VM), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), índice de incerteza (I), índice de sincronia (Z), germinação (G), comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de parte radicular (CPR), comprimento total de plântula (CTP), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de parte radicular (MSR) provenientes de quatro lotes de sementes de trigo submetidas a duas lâminas distintas de água.

FV	GL	t_0	t_f	CVt	TMG	VM	IVG	CE
Lotes	3	0,00	0,0456**	2,7253*	0,0033 ^{ns}	0,000086 ^{ns}	0,2707 ^{ns}	0,3005 ^{ns}
Lâminas	1	0,00	0,0247 ^{ns}	8,0701**	0,0913**	0,001378**	4,9376**	27,5363**
Lo x La	3	0,00	0,0123 ^{ns}	0,7610 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	0,000020 ^{ns}	0,0317 ^{ns}	0,4070 ^{ns}
Blocos	3	0,00	0,0033 ^{ns}	17,6699**	0,0286**	0,000411**	2,2370**	0,4125 ^{ns}
Resíduo	21	0,00	0,0096	0,6839	0,0024	0,000054	0,1975	0,3522
CV (%)		0,00	2,59	5,00	1,80	2,04	2,44	4,65

Continua...

Continuação...

I	Z	G	CPA	CPR	CTP	E	IVE	MSPA	MSR
0,0063 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	4,0911*	0,0234 ^{ns}	0,0907 ^{ns}	0,1131 ^{ns}	8,50 ^{ns}	1,7088**	0,000002 ^{ns}	0,000023 ^{ns}
0,0045 ^{ns}	0,0060*	0,1953 ^{ns}	0,0288 ^{ns}	0,3111*	0,1339 ^{ns}	0,00 ^{ns}	2,0100*	0,000195**	0,000028 ^{ns}
0,0022 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	1,7578 ^{ns}	0,0742*	0,0923 ^{ns}	0,1813 ^{ns}	6,00 ^{ns}	2,6915**	0,000006 ^{ns}	0,000018 ^{ns}
0,0793**	0,0095**	0,8411 ^{ns}	0,1767**	0,1542 ^{ns}	0,3519**	4,83 ^{ns}	1,2185*	0,000012 ^{ns}	0,000005 ^{ns}
0,0098	0,0014	1,1149	0,0244	0,0768	0,0971	7,50	0,3835	0,000018	0,000013
5,69	11,03	1,08	10,38	11,95	12,08	2,79	5,72	12,41	11,74

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns}: Não significativo.

Na Tabela 4 é possível observar que o teor de água dos lotes de sementes de trigo foi semelhante (11%). Isso é importante para a realização dos testes, pois a uniformidade do teor inicial de água das sementes contribui para a obtenção de resultados consistentes. Além disso, Marcos Filho (2015) enfatizou que amostras com diferenças entre 1 a 2% do teor de água não comprometem os resultados e os testes podem ser realizados. O t_0 de germinação das sementes dos lotes avaliados ocorreu aos 2,5 dias. As sementes provenientes do lote 1 possui menor t_f de germinação em relação aos demais lotes analisados. Isso indica que houve maior velocidade de germinação desse lote de sementes. Na avaliação de coeficiente de variação do tempo (CVt) é possível observar que nas SPL4 houve menor variação da germinação em relação as SPL1. Contudo, é possível verificar que os quatro lotes de sementes possuem germinação igual ou superior a 97%. As sementes de trigo avaliadas atenderam ao padrão mínimo de germinação (80%) estabelecidos pela legislação para a comercialização (BRASIL, 2013).

O teste de germinação é o método oficial para determinar a qualidade fisiológica dos lotes de sementes, sendo este teste conduzido em condições ótimas de disponibilidade de água, aeração e temperatura (BRASIL, 2009). Por isso, são necessários outros testes que avaliem a qualidade fisiológica das sementes (CATÃO et al., 2019).

Tabela 4. Médias dos dados teor de água (%), tempo inicial (t_0), tempo final (t_f) e médio (t_m) de germinação expressos em dias, velocidade média (VM), coeficiente de variação do tempo (CVt) e germinação (G) de lotes de sementes de trigo.

Lotes	TA %	t_0 (dias)	t_f (dias)	CVt (%)	G (%)
SPL1	11.2	2.5 a	3.68 a	17.21 b	97 a
SPL2	11.2	2.5 a	3.81 b	16.56 ab	98 a
SPL3	11.1	2.5 a	3.83 b	16.55 ab	99 a
SPL4	10.9	2.5 a	3.83 b	15.78 a	99 a
CV (%)		0.00	2.59	5.00	1.08

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo 5% de probabilidade.

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias que foram significativos para o fator lâminas de irrigação. Quando a sementes foram produzidas na lâmina de 100% da ETo é possível verificar que sua qualidade foi superior as sementes produzidas com a lâmina de 70% da ETo.

Tabela 5. Médias dos dados tempo médio de germinação (TMG), velocidade média (VM), coeficiente variação do tempo (CVt), índice de sincronia (Z), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica de lotes de sementes e comprimento de raízes e massa seca da parte aérea de plântulas de trigo em função das lâminas de irrigação (ET_0).

Lâmina irrigação (ET_0)	TMG (dias)	VM	CVt (%)	Z	IVG	CE ($\mu S\ cm^{-1}\ g^{-1}$)	CPR (cm)	MSPA ($mg.plantula^{-1}$)
70%	2.72 a	0.368 a	17.03 b	0.32 a	17.80 b	11.82 a	4.33 b	0.0321 b
100%	2.83 b	0.354 b	16.02 a	0.35 a	18.58 a	13.68 b	4.58 a	0.0371 a
CV (%)	1.80	2.04	5.00	11.03	2.44	4.65	11.95	12.41

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se que o tempo médio de germinação (TMG) foi superior nas sementes produzidas com 100% ET_0 . Isso pode ter ocorrido, possivelmente, devido essas sementes possuírem uma maior mobilização e transporte de reservas para nutrição do embrião, proporcionando assim um maior vigor, que pode ser verificado pelo índice de velocidade de germinação, comprimento de raízes e massa seca da parte aérea. Em relação ao efeito da disponibilidade de água na formação das sementes, Silva et al. (2014) verificaram, que a menor disponibilidade hídrica reduziu a produtividade e a qualidade de sementes de arroz. Além disso, Carvalho e Nakagawa (2012) relataram que a disponibilidade hídrica é de suma importância para a qualidade de sementes, durante e mesmo antes da sua formação, uma vez que prejuízos causados ao desenvolvimento e ao florescimento da planta, podem exercer reflexos no vigor e na viabilidade das sementes.

O índice de sincronia (Z) mostrou valores baixos e próximos a 0 ($0.32 < Z < 0.35$); isto sugere falta de sobreposição de germinação das sementes no tempo, e não diferem estatisticamente entre as lâminas de irrigação. O coeficiente variação do tempo (CVt) de germinação possui um menor percentual na lâmina de 100% ET_0 . Assim, o índice de sincronia e o CVt apresentaram uniformidade indicando que não ocorre espalhamento da germinação no tempo (ALVES et al., 2012).

As sementes produzidas na lâmina de 100% ET_0 apresentam um maior nível de deterioração pelos resultados de condutividade elétrica. O teste de condutividade elétrica baseia-se no princípio de que quanto maior a condutividade maior é a permeabilidade da membrana e, portanto, menor é o vigor. Diante disso, vale ressaltar que a qualidade fisiológica das sementes é decorrente das condições ambientais a que as sementes são expostas. Em geral, ambientes com umidades relativas acima de 80%, associadas com temperaturas superiores a 30°C, contribuem para reduções na qualidade fisiológica das sementes, decorrentes,

principalmente, do consumo de reservas e da desestruturação de membranas celulares (KIGEL; GALILI, 1995).

Houve interação significativa entre os fatores lotes de sementes de trigo e lâminas de irrigação para o comprimento de parte aérea e índice de velocidade de emergência (Tabela 6). É possível observar que na lâmina de 70% da ETo as sementes provenientes do lote 1 (SPL1) possui menor comprimento de parte aérea quando comparado a SPL4. Contudo, não foram verificadas diferenças significativas das sementes de trigo provenientes dos quatro lotes produzidos na lâmina de 100% da ETo. Quando comparado as lâminas de 70% e 100% da ETo é possível observar que o SPL 1 houve menor desenvolvimento da parte aérea das plântulas sob a lâmina com déficit hídrico. A maior quantidade de reserva acumulada na semente durante a maturação quando as condições ambientais são adequadas, proporciona um melhor desempenho, devido os gastos energéticos do embrião, serem redirecionados para o crescimento inicial da plântula (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Tabela 6. Médias do comprimento da parte aérea de plântulas (CPA) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de trigo em função dos lotes e lâminas de irrigação (ETo).

Lotes	CPA (cm)		IVE	
	Lâmina 70%	Lâmina 100%	Lâmina 70%	Lâmina 100%
SPL1	1.21 bB	1.44 aA	9.95 aB	11.06 abA
SPL2	1.25 abA	1.24 aA	10.76 aB	12.22 aA
SPL3	1.25 abA	1.33 aA	10.51 aA	11.10 abA
SPL4	1.31 aA	1.30 aA	11.09 aA	9.94 bB
CV (%)	10,38		5,72	

* Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelo índice de velocidade de emergência as sementes de trigo provenientes dos quatro lotes produzidos sob lâmina de irrigação de 70% da ETo não diferiram estatisticamente. Contudo, é possível verificar que SPL2 e SPL4 possuem vigor distinto, quando estas foram produzidas com a lâmina de irrigação com 100% da ETo.

As sementes provenientes do lote 2 quando produzidas com a lâmina de 100% ETo são mais vigorosas, enquanto SPL 4 possuem o menor vigor estimado pelo IVE. Ao comparar as lâminas de irrigação é possível observar que SPL1 e SPL2 quando produzidas com 70% da ETo possuem menor índice de velocidade de emergência do que as sementes desses mesmos lotes produzidas com 100% da ETo. Isso ocorre por que sementes com tecidos de reserva mais volumosos, produzem plântulas mais pesadas e sementes maiores tendem a emergir mais

rapidamente (NAKAGAWA, 1999; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Entretanto, as sementes do lote quatro possuem menor vigor na lâmina de 100% ETo do que as sementes produzidas sob a lâmina de 70%.

As médias das variáveis incerteza (*I*), emergência (*E*) e massa seca de raízes (*MSR*) não foram significativas para lotes de sementes e lâminas de irrigação, bem como para a interação entre os fatores (Tabela 7). A incerteza de germinação de emergência é uma medida que indica se o processo ocorreu ou não (LABOURIAU; VALADARES, 1976). Apesar não de significativo é possível verificar que as sementes de trigo provenientes dos quatro lotes, independentemente da lâmina de irrigação utilizada apresentaram altos percentuais de emergência, acima de 97%.

Tabela 7. Médias dos dados de incerteza (*I*), emergência (*E*) e massa seca de raízes (*MSR*) provenientes de quatro lotes de sementes de trigo produzidos em diferentes lâminas de irrigação (ETo).

Lotes	<i>I</i> (bit)	<i>E</i> (%)	<i>MSR</i> (mg.plantula ⁻¹)
SPL1	1,75 ^{ns}	98 ^{ns}	0,0315 ^{ns}
SPL2	1,76 ^{ns}	99 ^{ns}	0,0281 ^{ns}
SPL3	1,75 ^{ns}	98 ^{ns}	0,0318 ^{ns}
SPL4	1,70 ^{ns}	97 ^{ns}	0,0307 ^{ns}
CV (%)	5,69	2,79	11,79
Lâminas de irrigação (ETo)			
70%	1,75 ^{ns}	98 ^{ns}	0,0315 ^{ns}
100%	1,73 ^{ns}	98 ^{ns}	0,0296 ^{ns}
CV (%)	5,69	2,79	11,79

ns: não significativo 5% de probabilidade.

O teste de emergência é considerado o melhor indicativo para inferir sobre o vigor das sementes, pois na sua execução devem ser utilizadas condições que simulem aquelas que as sementes estarão sujeitas por ocasião da semeadura em campo (GUEDES et al., 2011). As sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, na fase de germinação, originando plântulas com maior peso, em função do maior acúmulo de matéria (NAKAGAWA, 1999).

5 CONCLUSÃO

Os lotes de sementes de trigo produzidos com lâmina de irrigação com 100% da ETo possuem qualidade fisiológica superior. O déficit hídrico proporcionado pela lâmina de 70% da ETo reduz o vigor das sementes de trigo.

6 REFERÊNCIAS

- ABATI, J.; BRZEZINSKI, C.R.; ZUCARELI, C.; FOLONI, J.S.S.; HENNING, F.A. Growth and yield of wheat in response to seed vigor and sowing densities. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 891 – 899, 2018.
- ALLEN, R. G. et al. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**, FAO, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVES, Fernanda Vieira; SA JUNIOR, Adílio de; SANTANA, Denise Garcia; SANTOS, Carlos Machado dos. Composição química e qualidade fisiológica de sementes de girassol de plantas submetidas à competição intraespecífica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 457-465, 2012.
- ASFAW, A.; ALMEKINDERS, C.; BLAIR, M.W.; STRUIK, P. Participatory approach in common bean breeding for drought tolerance for southern Ethiopia. **Plant Breed**, v. 131, p. 125-134, 2012.
- BAALBAKI, R.Z.; ELIAS, S.; MARCOS FILHO, J.; McDONALD, M.B. **Seed vigor testing handbook**. Ithaca: AOSA, 2009.
- BERNARDO, S. Impacto Ambiental da Irrigação no Brasil. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**, Viçosa, 2008.
- BORÉM, A.; SCHEEREN, P. L. **Trigo do plantio à colheita**. [s.l.] Ed. UFV, 2015.
- BOSCHINI, A. P. M.; SILVA, C. L.; OLIVEIRA, C. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. P. DE; MIRANDA, M. Z. DE; FAGIOLI, M. Aspectos quantitativos e qualitativos do grão de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.450-457, 2011.
- BRASIL. **Instrução Normativa Nº 45, de 17 de Setembro de 2013**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 23 dez. Seção 1, 2013. 22 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- BRUNETTA, D.; BASSOI, M. C.; DOTTO, S. R.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; TAVARES, L. C. V.; MIRANDA, L. C. Características e desempenho agrônomo da cultivar de trigo BRS 229 no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.889-892, 2006.
- CAMARGO, C.E.O.; FREITAS, J.G. & CANTARELA, H. Trigo e tritcale irrigados. In: RAIJ, B. van; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. 285p.
- CARVALHO, F. E. L.; LOBOL, A. K. M.; BONIFÁCIO, A.; MARTINS, M. O.; LIMA NETO, M. C.; SILVEIRA, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo

pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.416-423, 2011.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência e Tecnologia de Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASTRO, N. **Apostila de irrigação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. cap. 4, p.25-36, 2003.

CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F.; CASTILHO, Í. M.; MARINKE, L. S.; MARTINS, G. Z.; MENEZES, J. B. C. Potassium leaching test in evaluation of popcorn seed vigor. **Journal Seed Science**, v. 41, n. 4, p. 461-469, 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2017. **Informativo Conab**. Primeiro levantamento da safra 2019/20 de grãos. 2019.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2017. A cultura do trigo / organizadores Aroldo Antonio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos. – **Brasília: Conab**, 2017.

CONCEIÇÃO, M. A. F. O Cultivo de Videira Niágara no Brasil. **EMBRAPA Brasília**. Cap. 12 p. 253-273, 2012.

CORREA, M. F. Irrigação por Aspersão e Produção de Semente de Soja em Solo de Várzea. **Tese** (Mestrado em Ciências) Universidade Federal de Pelotas. 2013.

COSTA, N. P.; MESQUITA, C. N.; MAURINA, A. C.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A. A. Qualidade Fisiológica, Física e Sanitária de Semente de Soja Produzidas no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 25, nº 1, p.128-132, 2003.

CRUSCIOL, C. A. C.; MACHADO, J. R.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F. Produtividade do Arroz Irrigado por Aspersão em Função do Espaçamento e da Densidade de Semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1093-1100, jun, 2000.

CUNHA, G.R.; CAIERÃO, E. Informações técnicas para trigo e triticale – safra 2015 / VIII **Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

DOOREMBUS, J.; KASSAN, A.H. Evaluation des quantités d'eau nécessaires aux irrigations: **Collection Techniques Rurales en Afrique, Ministère de la Cooperation**, France, 1979. p. 204.

ESPINOZA, W.; SILVA, E. M.; SOUZA, O. C. Irrigação de Trigo em Solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 15(1):107-115, jan. 1980.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Ecofisiologia e fenologia. Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000. cap.1. p.21-53.

FEDERIZZI, L. C.; SCHEEREN, P. L.; BARBOSA NETO, J. F.; MILACHA; S. C. K.; PACHECO, M. T. Melhoramento do Trigo. **EMBRAPA Trigo**, v. 8, p.535-371, 1999.

FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed. 2004.

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

FLANDRIN, J. L.; MONTANARI, M. História da Alimentação. **Estação da Liberdade**. e, 9 1998.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates**, Londrina, v. 20, n. 1-2, p. 37-38, 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; PÁDUA, G. P.; LORINI, I.; HENNING, F. A. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 82 p. il. – (**Documentos / Embrapa Soja**, ISSN 2176-2937; n.380)

GALBIATTI, J. A.; BORGES, M. J.; BUENO, L. F.; GARCIA, A.; VIEIRA, R. D. Efeito de diferentes períodos de irrigação no desenvolvimento, produção e qualidade de semente na cultura do milho (*Zea mays* L.). **Engenharia Agrícola**, v.24, n.2, p.301-308, maio/ago. 2004.

GEHLING, V. M.; BRUNES, A. P.; DIAS, L. W.; AISENBERG, G.R.; AUMONDE, T. Z. Desempenho Fisiológico de Sementes de Trigo Tratadas com Extrato de Algas *Ascophyllum nodosum* (L.) **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19; p. 2014.

GOODING, M. J.; ELLIST, H. R.; SHEWRYS, P. R.; SCHOFIELD, J. D. Effects of restricted water availability and increased temperature on the grain filling, drying and quality of Winter Wheat. **Journal of Cereal Science**, London, v. 37, n. 3, p. 295-309, 2003.

GUARIENTI, E. M.; CIACCO, C. F.; CUNHA, G. R.; DEL DUCA, L. J. A.; CAMARGO, C. M. O. Influência das temperaturas mínima e máxima em características de qualidade industrial e em rendimentos de grãos de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 4, p. 505-515, 2004.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, L.S.B.; ANDRADE, L.A.; GONÇALVES, E.P.; MELO, P.A.R.F. Envelhecimento acelerado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 443-450, 2011.

HAMADA, E. Desenvolvimento Fenológico do Trigo (Cutivares IAC 24- TUCURUI), Comportamento Espectral e Utilização de Imagens NOAA-AVHRR. 2000. **Tese (Doutorado em Área de Concentração: Água e Solo)** Universidade Estadual de Campinas 2000.

JORNADA, J. B. J.; MEDEIROS, R. B.; PEDROSO, C. E. S.; SAIBRO J. C.; SILVA, M. A. Efeito da Irrigação, Épocas de Corte da Forragem e Doses de Nitrogênio Sobre Rendimento de Semente de Milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 2, p.50-58, 2008.

KIGEL, J.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker Inc., 1995. 853p.

KLAR, A. E.; Critérios para Escolha do Método de Irrigação. **Irriga Botucatu**, v,5 n.1, p. 52-82, 2000.

LABOURIAU, L.G.; VALADARES, M.E.B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.48, n.2, p.263-284, 1976.

LABOURIAU, L. F. G. **A germinação de sementes**. Washington: Sec. Org. dos Estados Unidos, 1983. 174p.

LARGE, E. C. Growth stages in cereals. Illustration of the Feekes scale. **Plant Pathology**, v. 3, p. 128-129, 1954.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O Uso da Irrigação no Brasil. **EMBAPA**, Repositório, 1999.

LUDWIG, M. P. **Fundamentos da Produção de Sementes em Culturas Produtoras de Grãos**, Ibirubá: IFRS, 2016.

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

MARCOS FILHO, J. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. **Piracicaba: FEALQ**, v.1. 495p, 2015.

MAROUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de Irrigação. **Irrigação e Fertirrigação em Fruteiras e Hortalças**, cap, 5 p. 159-232, 2011.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 2, p. 2 - 24.

OLIVEIRA, A. S.; PEREIRA, F. A. C.; PAZ, V. P. S.; SANTOS, C. A. Avaliação do Desempenho de Sistemas Pivô Central na Região Oeste da Bahia. **Irriga Botucatu**, v. 9, n. 2, p. 126-135, maio-agosto, 2004.

OLIVEIRA, L. M. Tecnologia de Sementes de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. **Tese** (Mestrado em Área de Concentração em Sementes). Universidade Federal da Paraíba, 2010.

PERES, A. R. Co-inoculação de *Rhizobium tropici* e *Azospirillum brasilense* em feijoeiro cultivado sob duas lâminas de irrigação: produção e qualidade fisiológica de sementes. **Tese** (Mestrado em Agronomia Sistema de produção). UNESP- Campus Ilha Solteira. 2014.

QUAGLIA, G. Ciencia y tecnologia de La panificación. **Zaragoza: Acribia**, 1991. 485p.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process. **Revista Brasileira de Botânica**, v, 29 n. 1, p. 1-11. 2006.

RIBEIRO, T. L. P.; CUNHA, G.R.; PIRES, J. L. F.; PASINATO, A. Respostas Fenológicas de Cultivares Brasileiros de Trigo á Vernalização e ao Fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p.1383-1390, nov. 2009.

RODRIGUES, T.R.I.; BATISTA, H.S.; CARVALHO, J.M.; GONÇALVES, A.O.; MATSURA, E. E. Uniformidade de distribuição de água em pivô central com a utilização da técnica TDR na superfície e no interior do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.2, p.187-191, maio/ago. 2001.

SANTOS, D.; GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; FIOREZE, S. L.; MACEDO JÚNIOR, E.K. Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.8, p.836–842, 2012.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. Caderno de Geografia, v.28, Número Especial 1. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 187p. 2018.

SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E. Botânica, Morfologia e Descrição Fenotípica. **EMBRAPA Trigo do Plantio a Colheita**. Viçosa p, 35-55.

SCHEUER, P. M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M. Z.; LIMBERGER, V. M. Trigo: Características e Utilização na Panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

SILVA, C. A.; TEODORO, R. E. F.; MELO, B. Produtividade e Rendimento do Cafeeiro Submetido a Lâmina de Irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília, v.43, n.3, p.387-394, mar. 2008.

SILVA, S. A. Injúrias Mecânicas, Análise de Imagens e Potencial Fisiológico de Sementes de Trigo. **Tese (Doutorado em Fitotecnia)** Universidade se São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”2014.

SILVA, V. N.; ARRUDA, N.; CICERO, S.M.; ALBERTO, C. M.; GIACOMELI, T. Morfologia Interna e Germinação de Sementes de Arroz de Terras Baixas Produzidas em Diferentes Regimes Hídricos. **Irriga Botucatu**, v. 19, n.3, p. 453-463, julho-setembro, 2014.

SLAFER, G.A.; RAWSON, H.M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: a re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.21, p.393-426, 1994.

TESTEZLAF, R. Irrigação: Métodos, Sistemas e Aplicações. **Faculdade de Engenharia Agrícola**. p. 49-87, 2009.

VIEIRA, R.D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p.103-132.