

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
***CAMPUS* ERECHIM**
CURSO DE AGRONOMIA

SABRINA CAMILA PIGATTO

**AJUSTE DA IRRIGAÇÃO CONSIDERANDO A UMIDADE DO SOLO E CHUVA
NATURAL SOBRE COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO
TRIGO**

ERECHIM – RS
2023

SABRINA CAMILA PIGATTO

**AJUSTE DA IRRIGAÇÃO CONSIDERANDO A UMIDADE DO SOLO E CHUVA
NATURAL SOBRE COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO
TRIGO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção de grau
Bacharel em Agronomia na Universidade Federal da
Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta

ERECHIM – RS

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Pigatto, Sabrina Camila

AJUSTE DA IRRIGAÇÃO CONSIDERANDO A UMIDADE DO SOLO E CHUVA NATURAL SOBRE COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO TRIGO / Sabrina Camila Pigatto. -- 2023.
25 f.

Orientador: DOUTOR Hugo Von Linsingen Piazzetta

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

1. TRIGO. 2. IRRIGAÇÃO. 3. UMIDADE CRÍTICA. I.
Piazzetta, Hugo Von Linsingen, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

SABRINA CAMILA PIGATTO

**AJUSTE DA IRRIGAÇÃO CONSIDERANDO A UMIDADE DO SOLO E CHUVA
NATURAL SOBRE COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO
TRIGO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS – *campus*
Erechim, como parte das exigências para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: //2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta
Orientador

Prof. Dr. Bernardo Berenchtein
Avaliador

Prof. Dr. Sc. Leandro Galon
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte de toda sabedoria e inspiração, por guiar meus passos durante esta jornada acadêmica, sua presença foi fundamental para superar obstáculos e alcançar conquistas.

Agradeço de coração a todas as pessoas que contribuíram de maneira significativa para a realização deste trabalho de conclusão de curso. Em especial, expresso minha profunda gratidão ao meu orientador, Prof. Dr. Hugo Von Linsingen Piazzetta, cuja orientação, paciência e conselhos valiosos foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo. Sua dedicação e expertise foram uma inspiração, guiando-me através dos desafios acadêmicos com maestria.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, oferecendo amor, apoio incondicional e compreensão durante todo o percurso acadêmico. Agradeço por serem minha fonte constante de motivação e por compartilharem alegrias e desafios.

Aos meus amigos, verdadeiros companheiros de jornada, que me apoiaram nos momentos difíceis, celebraram as conquistas e compartilharam risadas que tornaram essa caminhada mais leve e significativa.

Ao meu querido João Pedro, agradeço por sua compreensão, incentivo e amor constante. Sua presença trouxe equilíbrio e serenidade, tornando cada desafio mais fácil de enfrentar.

Por fim, expresso minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para este projeto. Cada um de vocês teve um papel importante, e este trabalho é resultado do apoio coletivo que recebi ao longo dessa jornada acadêmica. Muito obrigado a todos.

**AJUSTE DA IRRIGAÇÃO CONSIDERANDO A UMIDADE DO SOLO E CHUVA
NATURAL SOBRE COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO
TRIGO
RESUMO**

O trigo é um cereal cultivado anualmente no inverno e que demanda não apenas de elevados índices pluviométricos, mas também uma distribuição adequada de chuvas para alcançar alta produtividade. Objetivou-se avaliar o ajuste da irrigação considerando a umidade do solo e chuva natural sobre componentes de produtividade da cultura do trigo. Os tratamentos utilizados foram umidade do solo 25% acima da umidade crítica; umidade do solo na umidade crítica; umidade do solo 25% abaixo da umidade crítica; e irrigação equivalente ao volume de chuva natural, quando a capacidade de campo era atingida em decorrência da umidade do solo, os vasos dos tratamentos eram ajustados com a irrigação, para que não ultrapassasse o ponto de murcha permanente. Avaliou-se parâmetros como altura da planta, número de perfilhos, biomassa seca, comprimento da espiga, grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade. A eficiência do tratamento umidade do solo 25% abaixo da crítica foi comprovada, em comparação aos demais tratamentos obteve maior produtividade, com utilização de lâmina de água superior. A análise estatística, incluindo ANOVA e teste de Tukey, validou essas observações, destacando a importância da gestão da água para otimizar o cultivo do trigo.

Palavras-chave: trigo, irrigação, umidade crítica.

IRRIGATION ADJUSTMENT CONSIDERING SOIL MOISTURE AND NATURAL RAINFALL ON PRODUCTIVITY COMPONENTS OF WHEAT CROP

ABSTRACT

Wheat is a winter annual cereal crop that requires not only high levels of precipitation but also a proper distribution of rainfall to achieve high productivity. The aim of this study was to assess the adjustment of irrigation based on soil moisture and natural rainfall on wheat crop productivity components. The treatments employed included soil moisture 25% above the critical level, soil moisture at the critical level, soil moisture 25% below the critical level, and irrigation equivalent to the volume of natural rainfall. When the field capacity was reached due to soil moisture, the pots in the treatments were adjusted with irrigation to avoid exceeding the permanent wilting point. Parameters such as plant height, number of tillers, dry biomass, spike length, grains per spike, weight of a thousand grains, and productivity were evaluated. The effectiveness of the treatment with soil moisture 25% below the critical level was confirmed, as it exhibited higher productivity compared to the other treatments, accompanied by the use of a higher water depth. Statistical analysis, including ANOVA and Tukey's test, validated these observations, underscoring the significance of water management in optimizing wheat cultivation.

Keywords: wheat, irrigation, critical moisture.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Altura de planta, perfilhamento e percentual de perfilhos férteis e inférteis e biomassa seca de trigo irrigado em diferentes condições hídricas. UFFS, Erechim, 2023.	17
Tabela 2 - Comprimento de espiga, número de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade de trigo irrigado em diferentes condições hídricas. Erechim, 2023.	18
Tabela 3 - Lâmina de água aplicada durante o ciclo da cultura e eficiência de conversão de água em grãos de trigo irrigado em diferentes condições hídricas. Erechim, 2023.	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	MATERIAL E MÉTODOS	11
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4	CONCLUSÃO	21
	REFERÊNCIAS	21
	ANEXOS	24

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma planta cultivada durante o inverno, com ciclo anual, pertencente à família Poaceae, subfamília Pooideae e ao gênero *Triticum* (SCHEUER *et al.*, 2011). É um dos cereais mais importantes no cenário da agricultura, representa 30% da produção mundial de grãos, sendo o segundo grão mais consumido pela humanidade (RIBEIRO, 2022). O trigo é considerado uma commodity de grande importância para a economia do Brasil. É uma das principais culturas semeadas no inverno, especialmente nos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, sendo esses os maiores produtores do Brasil, com produção de cerca de 7,9 milhões de toneladas anualmente (CONAB, 2023).

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). Além da disponibilidade hídrica ser 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). Mesmo tendo cultivares mais tolerantes ao déficit hídrico, o controle da água disponível para o trigo é de fundamental importância durante a safra.

O trigo requer além de elevados índices pluviométricos, uma boa distribuição durante o ciclo para alcançar altas produtividades (BRUNETTA *et al.*, 2006). Assim, a irrigação é uma alternativa para solucionar o problema de veranicos, caracterizados pela ocorrência de períodos de estiagem (CRUSCIOL *et al.*, 2000), podendo incrementar a produtividade das lavouras destinadas à produção de sementes e grãos. A água é necessária em todo ciclo das plantas, na germinação, nas fases vegetativa e reprodutiva. A perda de água do tecido da planta produz efeitos diretos, como redução do potencial fisiológico, prejudicando o vigor e a germinação das sementes. Pode, também, interferir nas relações espaciais em membranas e organelas, através

da redução do seu volume, reduzindo a pressão hidrostática dentro das células, além de outros (CARVALHO *et al.*, 2011).

Desta forma, ressalta-se que a água é um recurso cada vez mais limitante ao desenvolvimento e produção vegetal e assim há necessidade de técnicas que permitam aumentar a produtividade das culturas a cada unidade de volume de água aplicada. Diversas respostas metabólicas protegem a planta contra a dessecação imediata. Sob tais condições, o rápido fechamento do estômato reduz a transpiração. Sendo assim, o seu fechamento é considerado mais uma linha de defesa contra a seca (SASSAKI; MACHADO, 1999; TAIZ; ZEIGER, 2017).

A principal causa da perda de produção sob estresse hídrico é a redução na área foliar, em virtude da redução do número e tamanho de folhas, produzindo menores taxas fotossintéticas por unidade de área. Esta condição de restrição hídrica também afeta negativamente o rendimento, interferindo no número de grãos por área (SOUSA; LIMA, 2010).

Outra resposta indesejada à deficiência hídrica é a redução no número de grãos por espiga e na massa seca de grãos, caracterizando desta forma, a fase de pré-antese como a mais sensível a deficiência hídrica (RODRIGUES *et al.*, 1998). Estresses abióticos, como a seca, podem reduzir significativamente os rendimentos das lavouras e restringir os locais e os solos em que espécies comercialmente importantes poderiam ser cultivadas.

Neste contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o ajuste da irrigação considerando a umidade do solo e chuva natural sobre componentes de produtividade da cultura do trigo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de maio a outubro de 2023, em casa de vegetação e no Laboratório de Manejo Sustentável de Sistemas Agrícolas (MASSA) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Campus Erechim/RS. Para a condução do experimento utilizou-se a

cultivar TBIO DUQUE, que, conforme informações disponibilizadas pela empresa detentora do registro desta cultivar, possui estatura da planta média/baixa, ciclo de maturidade precoce, perfilhamento médio, peso de mil sementes médio (PMS) 33 g e boa reação a seca.

O experimento foi implantado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Os tratamentos foram compostos com uma única cultivar cultivada em quatro regimes hídricos (os vasos eram irrigados conforme necessidade hídrica da capacidade de campo de cada tratamento). Cada parcela experimental foi constituída por um vaso contendo cinco plantas.

Utilizaram-se vasos de polietileno, cilíndricos, com 35 cm de altura e 35 cm de diâmetro (0,1 m²) com volume de 35 L e utilizado, como substrato, 30 kg de solo classificado em Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico (Oxisol) (EMBRAPA, 2013). O solo foi peneirado e após os vasos foram preenchidos. A adubação de base efetuada com fertilizante mineral N-P-K (fórmula 5-25-15) na dose de 500 kg/ha (5 g por vaso), a adubação foi realizada antes da semeadura, sendo incorporado ao solo com a utilização do método de revolvimento.

Foi realizada uma coleta de 10 amostras de solo para que se obtivesse o valor de Capacidade de Campo (Ucc) e o Ponto de Murcha Permanente (Upmp). A quantidade de água disponível no solo (AD) é definida como sendo a diferença entre o teor de água no limite superior de umidade ou capacidade de campo e o teor de água no limite inferior de umidade ou ponto de murchamento permanente (REICHARDT, 1985).

Para determinação da umidade na capacidade de campo e ponto de murcha permanente foi aplicada a metodologia da centrifugação proposta por Silva e Azevedo (2002) e Teixeira *et al.* (2017). Para tanto, no caso da umidade na capacidade de campo, as amostras foram coletadas diretamente dos vasos com anéis volumétricos de 98 cm³ e postas em uma centrífuga de bancada Sigma 3-16L durante um período de centrifugação de 90 min utilizando Rotor basculante 11133 com capsula 13104 em rotação de 600 rpm, equivalente a tensão de 10 kPa.

A determinação da umidade no ponto de murcha permanente, as amostras foram coletadas em anéis de 80 cm³, dispostos em Rotor 19776-H e colocados para centrifugar em velocidade de 8000 rpm que equivale a tensão de 1522 kPa.

A umidade crítica de irrigação foi obtida a partir da redução da lâmina de água equivalente à capacidade real de água do solo (CRA) da quantidade de água armazenada no solo na condição de capacidade de campo.

Os tratamentos avaliados neste trabalho corresponderam ao momento em que a irrigação foi efetuada, restaurando a umidade na capacidade de campo. Para isso, teve-se os seguintes tratamentos: irrigação quando a umidade do solo correspondia a 25% acima da umidade crítica; irrigação na ocasião da umidade crítica; irrigação quando a umidade do solo correspondia a 25% abaixo da umidade crítica; e irrigação equivalente ao volume de chuva que naturalmente ocorria a cada período.

As leituras de umidade do solo e realização da irrigação era feita diariamente, procurando se reestabelecer a condição hídrica da capacidade de campo. No caso do tratamento em que o volume de água aplicado era equivalente a chuva natural, diariamente era realizada a leitura em um pluviômetro, e era aplicada em cada vaso lâmina de água equivalente.

A semeadura foi realizada manualmente em 02/05/2023, onde foram dispostos 2 linhas por vaso com 10 sementes por linha totalizando 20 sementes por baldes, visando à obtenção de uma população final de 5 plantas por vaso, que foram obtidas a partir do raleamento.

Da semeadura à emergência, todos os tratamentos foram mantidos irrigados com aplicação de água, durante 7 dias até seu total encharcamento, de modo a garantir a umidade do solo na capacidade de campo.

A aplicação de ureia em cobertura foi efetuada somente uma vez para o tratamento tradicional (no afilhamento), utilizando 1200 kg/ha (12 g por vaso). O controle de plantas daninhas foi realizado por meio de arranquios manuais. O controle de doenças foi realizado em

25/05/23, quando a cultura estava com 23 dias, aplicando-se o fungicida NATIVO na dose de 2 ml de produto para 500 ml de água, aplicado com um borrifador.

Quando a cultura atingiu a maturação em 26/09/2023 realizou-se de forma manual, a colheita e as avaliações das variáveis. Os componentes avaliados foram: altura de planta, número de perfilhos, perfilhos férteis e inférteis, biomassa seca, comprimento de espiga, grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade de grãos.

Para a determinação da altura de planta, mediu-se desde a base da planta até o ápice da espiga, sem considerar as aristas, em todas as plantas por baldes, com auxílio de uma régua graduada. Para determinação do número de perfilhos férteis e inférteis, foi utilizada a contagem de espigas, (todas as espigas que possuíam grãos cheios foram contabilizadas como espigas férteis), o resultado geral do número de perfilhos, foi a soma de perfilhos férteis e inférteis.

A biomassa seca foi atribuída a partir da secagem das plantas sem as espigas, em estufa a 60°C até atingirem peso constante e pesadas em balança analítica com precisão de 0,1 g. Foi realizada a avaliação do comprimento das espigas, medindo-se a distância do início da raquis ao ápice (sem considerar as aristas), todas as espigas férteis foram contabilizadas. Para a contagem de grão por espiga foi realizado a debulha e contagem manual do número de grãos contidos em cada espiga e posteriormente realizada a pesagem em balança eletrônica.

Para corrigir a umidade os grãos permaneceram em estufa de circulação de ar forçado por dois dias a 105°C, assim atingiu-se a umidade de 13%.

O peso de mil grãos foi obtido a partir da pesagem dos grãos com umidade corrigida para 13%. Para isso as amostras foram divididas em 10 repetições de 30 grãos, como a quantidade de grãos por amostra era inferior ao necessário para as três repetições de 100 grãos, cada vez que as 10 amostras eram pesadas, os 30 grãos eram homogeneizados e outra amostra coletada. A produtividade foi estimada a partir dos resultados das variáveis.

Após todas estas determinações, os dados obtidos foram analisados estatisticamente com auxílio do software Sigmaplot v.12.0. Foi realizada análise de variância, com posterior aplicação do teste de comparação de médias de Tukey ($P > 0,05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados à altura de plantas (cm), número total de perfilhos por vaso, percentual de perfilhos férteis e inférteis e biomassa seca (kg MS ha⁻¹) da cultura do trigo, submetidas a frequência de irrigação em função da umidade do solo e precipitação pluviométrica natural. Observando-se os resultados verifica-se que os tratamentos em que a irrigação era realizada quando a umidade do solo era 25% abaixo da crítica e umidade do solo na umidade crítica obtiveram maior altura e o tratamento que obteve maior biomassa seca é a umidade do solo 25% abaixo da crítica.

Os resultados obtidos no presente trabalho para altura das plantas, discordam da literatura constatando-se que, em geral, plantas de trigo submetidas a déficit hídrico apresentam porte reduzido quando comparadas às que se desenvolveram em condições adequadas de fornecimento de água (FUMIS; PEDRAS, 2002). Neste trabalho a maior altura de planta possivelmente indique que, apesar de a menor frequência de irrigação ser aplicada e as culturas ficarem expostas por um tempo a uma condição de umidade do solo abaixo daquela considerada como limite para se realizar o reabastecimento de água não necessariamente refletiu em deficiência hídrica para cultura, provavelmente porque sempre que a umidade chegava a 25% abaixo da crítica ou na umidade crítica, a umidade na capacidade de campo era reestabelecida, com a lâmina de água necessária. No caso do tratamento em que ocorreu a maior frequência de irrigação mantendo-se a umidade do solo sempre acima da crítica à altura de planta não foi diferente da observada quando era fornecido a lâmina de água equivalente as chuvas naturais ocorridas no período, que possivelmente representou deficiência hídrica para as culturas, isso

possivelmente indica que tanto a condição de deficiência hídrica quanto a manutenção de alta umidade constantemente, prejudicam o crescimento das plantas.

Referente ao número total de perfilhos por vaso, não constatou-se diferenças entre os tratamentos. No entanto, o percentual de perfilhos férteis e inférteis apresentou diferença estatística no tratamento em que foi fornecido a quantidade de água equivalente as chuvas naturais, possivelmente indicando ocorrência de deficiência hídrica. Embora os níveis de umidade do solo foram analisados diariamente e a quantidade volumétrica de água fornecida era conforme a necessidade, acredita-se que a redução do número de perfilhos tenha ocorrido pela necessidade da planta em diminuir a área foliar, aumentando a senescência das folhas e, conseqüentemente, a morte dos perfilhos.

Os valores da biomassa seca de parte aérea apresentaram diferenças significativas entre regimes hídricos, o tratamento com maior biomassa foi aquele em que a irrigação ocorria quando a umidade do solo estava 25% abaixo da crítica, apresentando 4338,80 kg/ha-1, diferenciando-se em 1438,80 kg/ha-1 do tratamento com umidade do solo 25% acima da crítica, 700,40 kg/ha-1 do tratamento com umidade do solo na umidade crítica e 2128,60 kg/ha-1 do tratamento com irrigação equivalente ao volume natural de chuva. De maneira geral, o déficit hídrico afetou negativamente o desenvolvimento das plantas reduzindo essas variáveis biométricas, quando comparando com as plantas que foram mantidas em hidratação na umidade do solo 25% abaixo da crítica durante todo o ciclo.

Frequentemente, plantas sob condições inadequadas de fornecimento de água apresentam menor produção de biomassa seca quando comparadas com aquelas mantidas com elevado potenciais da água no solo. Com o déficit hídrico há fechamento dos estômatos e conseqüente diminuição da fotossíntese. Como a redução da fotossíntese é mais rápida que a redução da taxa respiratória, há uma conseqüente diminuição na produção de biomassa seca, como descrito por Endres et al. (2010). De maneira geral para que o desenvolvimento das

espécies vegetais ocorra de modo satisfatório, ou seja, para que a acumulação de massa seca decorrente da síntese de carboidratos se processe de maneira eficiente, os fatores água e luz são essenciais, evidenciando a importância da irrigação como mecanismo de suprir prováveis deficiências hídricas, durante o ciclo fenológico das culturas.

Tabela 1 - Altura de planta, perfilhamento e percentual de perfilhos férteis e inférteis e biomassa seca de trigo irrigado em diferentes condições hídricas. UFFS, Erechim, 2023.

Sistema de manejo da irrigação	Altura de planta (cm)	Número total de perfilhos por vaso	Percentual de perfilhos		Biomassa seca (kg MS ha ⁻¹)
			Férteis	Inférteis	
Umidade do solo 25% acima da crítica	38,10 ^b	21 ^{ns}	83,60 ^a	16,40 ^b	2900,00 ^c
Umidade do solo na umidade crítica	47,02 ^{ab}	22	81,90 ^a	18,10 ^b	3638,40 ^b
Umidade do solo 25% abaixo da crítica	52,52 ^a	22	92,80 ^a	7,21 ^b	4338,80 ^a
Irrigação equivalente ao volume de chuva natural	41,70 ^b	24	40,7 ^b	59,30 ^a	2210,20 ^d

ns: não significativo ($P > 0,05$)

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas. Tukey ($p < 0,05$)

Fonte: elaborado pela autora (2023)

Na Tabela 2, observasse que o tratamento de umidade do solo 25% acima da crítica obteve um crescimento inferior em comprimento de espiga, é notável a variação entre os tratamentos de umidade do solo na umidade crítica, umidade do solo 25% abaixo da crítica e o equivalente ao volume de chuva natural em comparação ao tratamento de umidade do solo 25% acima da crítica.

Na avaliação do número de grãos por espiga o regime de umidade do solo 25% abaixo da crítica teve melhor desenvolvimento, sinalizando diferença significativa em relação aos outros tratamentos observados na Tabela 2. No regime hídrico equivalente ao volume de chuva natural, ocorreu redução significativa no número de grãos por espiga, mas não foi observado o mesmo nos tratamentos de umidade do solo 25% acima da crítica e na umidade do solo na

umidade crítica que se assemelharam. A deficiência hídrica afetou negativamente o rendimento de grãos de trigo, sobretudo pela diminuição do número de grãos, referidos resultados indicam a maior influência da deficiência hídrica no número de grãos por espiga e não na massa de grãos.

O peso de mil grãos não apresentou diferença significativa entre os tratamentos de umidade do solo 25% acima da crítica, umidade do solo na umidade crítica e umidade do solo 25% abaixo da crítica, o tratamento equivalente ao volume de chuva natural não obteve desenvolvimento satisfatório, assim, observasse que ocorreu redução significativa no peso de mil grãos quando as plantas foram submetidas ao regime de déficit hídrico.

A produtividade é o mais notável entre os tratamentos, além de ser um fator de relevância quando se busca produzir culturas, pode apresentar variância conforme os níveis hídricos. No presente trabalho o tratamento de umidade do solo 25% abaixo do crítico teve destaque, diferenciando-se em 1887,99 kg ha⁻¹ do tratamento de umidade do solo 25% acima da crítica, 1172,41 kg ha⁻¹ da umidade na umidade crítica e 3448,04 kg ha⁻¹ do tratamento com irrigação equivalente ao volume de chuva natural.

Tabela 2 - Comprimento de espiga, número de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade de trigo irrigado em diferentes condições hídricas. Erechim, 2023.

Sistema de manejo da irrigação	Comprimento de espiga (cm)	Número de grãos por espiga	Peso de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Umidade do solo 25% acima da crítica	8,76 ^b	27,30 ^b	37,86 ^a	1998,79 ^c
Umidade do solo na umidade crítica	9,38 ^a	29,95 ^b	40,64 ^a	2704,37 ^b
Umidade do solo 25% abaixo da crítica	10,09 ^a	42,63 ^a	39,76 ^a	3876,78 ^a
Irrigação equivalente ao volume de chuva natural	9,00 ^a	14,23 ^c	29,04 ^b	428,74 ^d

ns: não significativo (P>0,05)

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas. Tukey (p<0,05)

Fonte: elaborado pela autora (2023)

Na Tabela 3 é representado a variação de lâmina de água aplicada durante todo ciclo da cultura, o tratamento de umidade do solo 25% abaixo da crítica, recebeu quando necessário 290 ml de volume hídrico, e no decorrer do período de 114 dias de irrigação, teve aplicação volumétrica de água de 247,66 mm. Para obter 1 kg de grão trigo é necessário aplicação de 647,92 litros de água dentro do tratamento com 25% abaixo da crítica. O tratamento de umidade do solo na umidade crítica, recebeu um total de 195,36 mm de água, quando necessário durante o tempo do ciclo culturas do trigo, o qual foi de 114 dias irrigados. Para obter 1 kg de grão, foram utilizados 689,30 litros de água. O tratamento de umidade do solo de 25% acima da crítica, recebeu quando necessário 130 ml de volume hídrico, e no decorrer do período de irrigação, teve distribuídos 124,54 mm de água. Para obter 1 kg de grão de trigo é necessário a utilização de 586,76 litros de lâmina de água. O tratamento equivalente ao volume de chuva natural, somente era irrigado quando havia precipitações pluviométricas, assim, foram utilizados somente 35,05 mm de água durante a cultura e para obter 1 kg de grãos de trigo são necessários 837,74 litros de água.

Na Tabela 3, apresenta-se a variação na lâmina de água aplicada ao longo do ciclo da cultura. No tratamento com umidade do solo 25% acima do crítico, a aplicação de 130 ml de água quando necessário, resultou em 124,54 mm de água distribuídos durante o período de irrigação. A produção de 1 kg de grãos de trigo necessitou de 586,76 litros de lâmina de água. Para o tratamento com umidade do solo na umidade crítica, foi aplicado 220 ml de água quando necessário, totalizando 195,36 mm de água, utilizando 689,30 litros para produzir 1 kg de grãos ao longo dos 114 dias irrigados. No tratamento com umidade do solo 25% abaixo do nível crítico, foram necessários 290 ml de água, resultando em uma aplicação volumétrica de 247,66 mm para irrigação ao longo do ciclo. A obtenção de 1 kg de grãos de trigo demandou 647,92 litros de água nesse tratamento. O tratamento equivalente ao volume de chuva natural foi

irrigado apenas durante precipitações pluviométricas, utilizando 35,05 mm de água ao longo do ciclo, e a obtenção de 1 kg de grãos demandou 837,74 litros de água.

Tabela 3 - Lâmina de água aplicada durante o ciclo da cultura e eficiência de conversão de água em grãos de trigo irrigado em diferentes condições hídricas. Erechim, 2023.

Sistema de manejo da irrigação	Lâmina de água aplicada (mm)	Eficiência de conversão (L _{água} kg _{grãos} ⁻¹)
Umidade do solo 25% acima da crítica	124,54 ^c	586,76 ^{ns}
Umidade do solo na umidade crítica	195,36 ^b	689,30
Umidade do solo 25% abaixo da crítica	247,66 ^a	647,92
Irrigação equivalente ao volume de chuva natural	35,05 ^d	837,74

ns: não significativo (P>0,05)

Médias seguidas de letras diferentes apresentam diferenças significativas Tukey (p<0,05)

Fonte: elaborado pela autora (2023)

O estudo revela a influência da gestão hídrica na cultura do trigo, explorando diversos parâmetros como altura de plantas, número de perfilhos, biomassa seca, comprimento de espiga, número de grãos por espiga, peso de mil grãos e produtividade. Notavelmente, tratamentos com irrigação baseada na umidade do solo 25% abaixo da crítica demonstraram resultados superiores em altura de plantas e biomassa seca, contrastando com a literatura que geralmente associa déficit hídrico a um porte reduzido nas plantas de trigo.

Diferenças significativas foram observadas no número de perfilhos férteis e inférteis, indicando sensibilidade ao regime hídrico. A análise do comprimento de espiga e número de grãos por espiga apontou que a deficiência hídrica afetou negativamente o rendimento, especialmente na redução do número de grãos, revelando a importância crítica da água para o desenvolvimento saudável do trigo. O peso de mil grãos e a produtividade também evidenciaram variações significativas entre os tratamentos, com destaque para a superioridade do regime de umidade do solo 25% abaixo da crítica.

Na análise da lâmina de água aplicada, verificou-se que a eficiência de conversão de água em grãos foi mais eficaz no tratamento com umidade do solo 25% abaixo da crítica, destacando a importância da gestão hídrica precisa para otimizar o uso da água na produção de trigo. Esses resultados fornecem insights valiosos para a prática agrícola, ressaltando a necessidade de estratégias específicas de irrigação para maximizar o rendimento e a eficiência hídrica na cultura do trigo.

4 CONCLUSÃO

A ocorrência de menor disponibilidade hídrica favorece o desenvolvimento das plantas de trigo, resultando em uma maior quantidade de grãos por espiga e, conseqüentemente, uma maior produtividade, assim, o tratamento que obteve resultados que favorecem o desenvolvimento das plantas de trigo é com a umidade do solo 25% abaixo da crítica. Contudo, é importante observar que essa condição aumenta a demanda por volumes adicionais de água para a reposição hídrica.

Com baixos índices pluviométricos, a utilização da irrigação se torna uma medida justificável para potencializar a produtividade, evidenciando a importância estratégica dessa prática agrícola em cenários de disponibilidade hídrica variável.

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.
- BRUNETTA, D.; BASSOI, M. C.; DOTTO, S. R.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; TAVARES, L. C. V.; MIRANDA, L. C. Características e desempenho agrônômico da cultivar de trigo BRS 229 no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 889-892, 2006.
- 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 26 pré-tratamento com H₂O₂. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, p. 416-423, 2011.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Mercado impulsiona produção de trigo que atinge novo recorde com mais de 9 milhões de toneladas**. 09 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4850-mercado-impulsiona-producao-de-trigo-que-atinge-novo-recorde-com-mais-de-9-milhoes-de-toneladas#:~:text=Principais%20produtores%20%E2%80%93%20Paran%C3%A1%20e%20Rio,que%20%C3%A9%20produzido%20no%20pa%C3%ADs>. Acesso em: 30 nov. 2023.

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.

ENDRES, L. et al. Photosynthesis and water relations in Brazilian sugarcane. *The Open Agriculture Journal*, v.4, p.31-37, 2010.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.ed. Brasília, p. 353, 2013. Disponível em: <http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00053080.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2023.

FUMIS, T. F.; PEDRAS, J. F. Variação nos níveis de prolina, diamina e poliaminas em cultivares de trigo submetidas a déficits hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 4, p. 449 – 453, 2002.

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.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundacao Gargill, 1985.

RIBEIRO, L. **Trigo, uma safra para ficar na história**. 14 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/77085844/trigo-uma-safra-para-ficar-na-historia>. Acesso em: 19 nov. 2023.

RODRIGUES, O.; LHAMBY, J. C. B.; DIDONET, A. D.; MARCHESE, J. A.; SCIPIONI, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 839 – 846, 1998.

SASSAKI, R. M.; MACHADO, E. C. Trocas gasosas e condutância estomática em duas espécies de trigo em diferentes teores de água no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1571 – 1579, 1999.

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, E. M. da; AZEVEDO, J. A. de. Influência do período de centrifugação na curva e retenção de água em solos de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 1487-1494, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 5 Ed. Sunderland, MA: Sinauer Associates, v. 464, 2010.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017. 574 p.

ANEXOS

NORMAS DA REVISTA

EDICÃO DO TEXTO

- **Software:** O artigo deverá ser editado apenas no software Word;
- **Fonte:** “Times New Roman”, tamanho 12;
- **Texto:** alinhamento justificado, números de linhas contínuos;
- **Espaçamento:** duplo;
- **Coluna:** uma;
- **Títulos:** em negrito, centralizados, numerados e em caixa alta, em fonte “Times New Roman”, tamanho 12, deve-se dar o espaçamento de duas linhas antes do título e uma linha abaixo do título;
- **Subtítulos:** em negrito, alinhados à esquerda, numerados (Ex: 5.1), somente primeira letra maiúscula, em fonte “Times New Roman”, tamanho 12; deve-se dar o espaçamento de uma linha antes e uma linha abaixo do título;
- **Parágrafo:** 1,25 cm (tabulação)
- **Página:** papel A4, orientação retrato, espaçamento duplo;
- **Margens:** superior, inferior e esquerda: 3 cm e direita: 2 cm;
- **Tabelas:** largura de 10 ou 15 cm, em fonte “Times New Roman”, tamanho 12, inserido logo abaixo do parágrafo em que foram citados, o título da tabela deve estar acima da mesma, o termo “Tabela” deve ser em negrito, numerado e ser seguido de ponto (Exemplo: **Tabela 1.** Revista Irriga), a fonte da tabela deve vir logo abaixo da mesma, em “Times New Roman”, tamanho 10, o termo “Fonte” deve ser em negrito e ser seguido de dois pontos (Exemplo: **Fonte:** Irriga (2017)). A tabela não pode ter o tamanho de mais de uma página;
- **Gráficos e figuras:** largura de 10 ou 15 cm, com resolução mínima de 300 bpi, inserido logo abaixo do parágrafo em que foram citados, o título deve estar acima da mesma, o termo “Gráfico” ou “Figura” deve ser em negrito, numerado e ser seguido de ponto (Exemplo: **Figura 1.** Revista Irriga), a fonte deve vir logo abaixo da mesma, em “Times New Roman”, tamanho 10, o termo “Fonte” deve ser em negrito e ser seguido de dois pontos (Exemplo: **Fonte:** Irriga (2017)). Recomenda-se o uso de cores para facilitar a compreensão das informações expressas, não devem ter bordadura. As figuras devem ser unificadas e não podem ter o tamanho além de uma página;

- **Equações:** devem ser alinhadas à esquerda e numeradas entre parênteses à direita da linha.
- **Referências e citações:** De acordo com as normas ABNT (modelo disponível na biblioteca da Revista).

COMPOSIÇÃO SEQUENCIAL

- **Título:** fonte “Times New Roman”, tamanho 12, negrito, centralizado e caixa alta. O título do trabalho, em maiúsculas, centralizado e em negrito não incluindo nomes científicos das espécies, a menos que não haja nome comum no idioma em que foi redigido. Os títulos das seções devem ser em maiúsculas, centralizados, em negrito e numerados (Ex: **3 INTRODUÇÃO**); os subtítulos devem ser alinhados à esquerda (Ex: 3.1 Solo);
- **1 RESUMO:** não deve conter mais de 200 palavras;
- **Palavras-chave:** no mínimo 3 (três) e no máximo 5 (cinco), separadas por vírgula, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, todas em minúscula. Estas nunca devem repetir termos para indexação que já estejam no título;
- **Título em inglês;**
- **2 ABSTRACT;**
- **Keywords:** separadas por vírgula, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, todas em minúscula, devendo ser uma tradução fiel das palavras-chave;
- **3 INTRODUÇÃO;**
- **4 MATERIAL E MÉTODOS;**
- **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO;**
- **6 CONCLUSÕES;**
- **7 REFERÊNCIAS:** de acordo com as normas ABNT. ABNT (modelo disponível na biblioteca da Revista). Pular uma linha entre as referências. Alinhamento à esquerda.

LINK DA REVISTA: <https://revistas.fca.unesp.br/index.php/irriga/submission>