UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO CIÊNCIAS DA VIDA
CURSO DE AGRONOMIA

ALANA PASA RAVANELLO

ADUBAÇÃO FOLIAR E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MILHO, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA SERRA GAÚCHA

CAXIAS DO SUL
2021

ALANA PASA RAVANELLO

ADUBAÇÃO FOLIAR E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MILHO, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA SERRA GAÚCHA

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma da Universidade de Caxias do Sul.
Área do conhecimento: Fitotécnica
Orientador: Prof. Dr. Gabriel Fernandes Pauletti.

CAXIAS DO SUL

2021

ALANA PASA RAVANELLO

ADUBAÇÃO FOLIAR E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MILHO, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA SERRA GAÚCHA

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito para obtenção de título de Engenheira Agrônoma da Universidade de Caxias do Sul.
Área de conhecimento: Fitotécnia
Orientador: Prof. Dr. Gabriel Fernandes Pauletti.

Aprovado em: 29/06/2021

Prof. Dr. Gabriel Fernandes Pauletti-Orientador
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. Taísa Dal Magro
Universidade de Caxias do Sul

Mestrando Joelmar Campagnaro
Universidade Federal de Pelotas

AGRADECIMENTO

Agradeço primeiramente aos meus pais, Aires e Marisa, e a minha irmã Nicole, que nunca mediram esforços para a conclusão da minha graduação, prestando todo apoio necessário, inclusive para a realização deste trabalho.

Ao meu namorado Rodrigo Castagna, que durante o período acadêmico esteve comigo em todas as situações.

A minha amiga Sabrina Carra Susin, que durante o período acadêmico esteve comigo e por todo o incentivo e esforço para a conclusão do meu curso, inclusive para a realização deste trabalho.

Aos meus mestres que sempre se mostraram presentes e fizeram um excelente trabalho ao compartilhar o seu conhecimento.

Ao doutorando Wendel Paulo Silvestre por toda disponibilidade e ajuda no trabalho.

Ao Aureo Alcindo e família que me ajudaram na realização do experimento.

Agradeço por fim a Deus que mesmo em um momento totalmente adverso como estamos vivendo, permitiu que eu tivesse saúde e disponibilidade para realizar meu trabalho e concluir a graduação.

ADUBAÇÃO FOLIAR E IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO MILHO, NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS DA SERRA GAÚCHA

Alana Pasa Ravanello[1]
Gabriel Fernandes Pauletti[2]

Resumo: A cultura do milho apresenta grande importância de ordem econômica no Brasil devido sua elevada produtividade, valor nutritivo e por ser utilizado de diversas formas na alimentação humana e animal. O deficit hídrico é um fator determinante na obtenção de elevada produtividade, se houver deficiência hídrica no período crítico que se dá na fase de pré-floração e enchimento de grão da cultura. A fertilidade do solo é responsável pela baixa produtividade do milho com destino para a produção de grãos. Pode ser acarretado por baixos níveis de nutrientes presentes na maioria dos solos, pelo uso inadequado de adubação e calagem, especialmente a adubação nitrogenada e potássica. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito a irrigação e da adubação foliar em aspectos qualitativos e quantitativos da cultura do milho. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade de Caxias do Sul. A variedade utilizada foi híbrido 20A44 VIPTERA. O delineamento experimental utilizado para execução da pesquisa foi de blocos casualizados, com quatro repetições em cada tratamento. Os tratamentos foram com e sem irrigação e três níveis de adubação foliar, os produtos utilizados foram YaraVita Thiotrac 300 e Zintrac. As variáveis avaliadas nos tratamentos foram: rendimento (Kg/ha), número de espigas por planta, número de grão por espiga, peso hectolitro, peso de mil grãos e teor de proteína no grão. Os resultados obtidos demostram que a irrigação influencia diretamente em diversos aspectos produtivos com o aumento da produção sem interferir na qualidade do produto. A nutrição foliar incrementou os níveis proteicos no grão.
Palavras-chave: *Zea mays*. Evapotranspiração. Déficit hídrico.

FOLIAR FERTILIZATION AND IRRIGATION IN THE PRODUCTIVITY AND QUALITY OFF CORN IN THE EDAPHOCLIMATE CONDITIONS OF SERRA GAÚCHA

Abstract: The corn crop is of great economic importance in Brazil, due to its high productivity, nutritional value and for being used in various ways in human and animal food. The water deficit is a determining factor in obtaining high productivity, if there is water deficit in the critical period that occurs in the pre-flowering and grain filling phase of the crop. The poor distribution of rainfall becomes the main limiting factor for crop growth and development. The crop's water consumption depends on the climatic characteristics of the developing region. The objective of this work was to evaluate the effect of irrigation and foliar fertilization on qualitative and quantitative aspects of the

1Acadêmica do Curso de Agronomia da Universidade de Caxias do Sul. E-mail: apravanello@ucs.br.
2Professor Dr. Orientador da Disciplina de TCC II da Universidade de Caxias do Sul, localizada na Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – Bairro Petrópolis – CEP 95070-560. E-mail: gfpauletti@ucs.br.

crop. The experiment was carried out in the experimental area of the University of Caxias do Sul, the variety used was hybrid 20A44 VIPTERA. The experimental design used to carry out the research was randomized blocks, with four replications in each treatment. The treatments were with and without irrigation and three levels of foliar fertilization. The variables evaluated in the treatments were: yield (Kg/ha), number of ears per plant, amount of grain per ear, hectoliter weight, weight of a thousand grains and protein content in the grain. The results obtained demonstrate that during the experiment, it can be considered that irrigation directly influences several productive aspects, positively in increasing production without interfering with the quality of the product. Leaf nutrition increased protein levels in the grain.
Keywords: *Zea mays*. Evapotranspiration. Water déficit.

1. INTRODUÇÃO

O milho (Zea mays) é o cereal com maior produção mundial. Entre países maiores produtores destacam-se: Brasil, Estados Unidos, China e União Europeia (CONAB, 2019). A cultura do milho é utilizada em grande escala para alimentação animal, isso se deve ao seu elevado potencial produtivo de grãos e matéria seca e composição nutricional. Também se destaca como matéria prima na indústria para alimentação humana.

A cultura do milho consome, em média, no ciclo produtivo 600 mm de água (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). A exigência hídrica da cultura está diretamente ligada com a fotossíntese, onde o estresse hídrico ocasiona menor disponibilidade de gás carbônico para a planta, o que limita o processo de desenvolvimento e rendimento de grãos. A ocorrência do déficit hídrico na cultura do milho é muito prejudicial, principalmente no período de pré-floração e enchimento de grão, já que as perdas podem ser em média de até 50% na produção (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

O milho possui adaptação climática, porém é essencial para desenvolvimento da cultura que os fatores edafoclimáticos (solo e clima) da região sejam adequados para desenvolvimento da cultura. As características edafoclimáticas são solos profundos, pois o sistema radicular tem alto potencial de expansão, e solo de textura média com topografia plana é o mais indicado. O clima influencia na cultura do milho por ser planta C4 e por tanto ser mais exigente em radiação solar e temperatura, e ainda a falta de precipitação nas fases de floração e enchimento de grão (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Com relação à necessidade hídrica, devemos levar em consideração a evapotranspiração da cultura, que é o processo de transferência de água para atmosfera. A irrigação vem sendo uma prática muito utilizada nas propriedades rurais, para suprir a demanda de água na falta de precipitações, proporcionando assim menor risco e estabilidade no rendimento de grãos da cultura (ALLEN et al., 1998).

A fertilidade do solo é responsável pela baixa produtividade do milho com destino para a produção de grãos. Pode ser acarretado por baixos níveis de nutrientes presentes na maioria dos solos, pelo uso inadequado de adubação e calagem, especialmente a adubação nitrogenada e potássica (COELHO; FRANÇA, 1995). O milho possui maior absorção radicular de S (enxofre), mas se aplicado via folhar é conduzido para todas as partes da planta. Sendo assim, a fertilização deste nutriente via foliar na cultura do milho pode ser importante em solos com baixos teores de enxofre, sendo que o S é responsável na síntese da proteína, cujo na maturidade fisiológica 53-77% de S é translocado para os grãos (SILVA et al., 2003;FERNANDES et al., 1998).

O milho é bastante usado na alimentação humana e animal como fonte energética, devido ao seu alto conteúdo de amido, disponível numa forma facilmente digerível e de baixo custo. Entretanto, em termos de fonte proteica, seu produto pode apresentar baixo teor proteico, cerca de 10 %, a proteína é de baixa qualidade, principalmente em relações aos aminoácidos essenciais. A soma dos valores de proteínas encontradas nas sementes é o que proporciona um valor médio de proteína no grão, de aproximadamente 10%, variando com o tipo de grão, fertilidade do solo e condições climáticas (OLIVEIRA et al., 2004).

Com o presente trabalho, buscou-se avaliar efeito da adubação e dimensionar a necessidade hídrica da cultura do milho, favorecendo o equilíbrio e evitando problemas gerados pela falta ou excesso.

2. METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida a campo, na área experimental da Universidade de Caxias do Sul (UCS), em Fazenda Souza, no município de Caxias do Sul- Rio Grande do Sul, no período de 18/11/2020 a 23/04/2021. A área apresenta altitude de 680 metros com as coordenadas geográficas com longitude de 51°10’O e latitude de 29°10'S.

O manejo cultural foi realizado de acordo com a necessidade, com aplicações de herbicidas no pós-plantio, adubação de base e de cobertura de acordo com análise do

solo. O manejo foi realizado em todos os tratamentos, a fim de não influenciar o desenvolvimento do trabalho.

A cultivar de milho utilizado foi o híbrido 20A44 VIPTERA da empresa Sempre Sementes, sendo considerada de ciclo precoce, com leve tolerância a seca e caracterizada por ter alta produção. Utilizamos espaçamento entre as filas de 0,45cm e entre planta 0,30 cm, sendo a densidade utilizada foi de 75.000 plantas/ha. A semeadura foi realizada em 01/12/2020 com semeadora: Agrale de duas linhas.

O solo, classificado como Cambissolo de textura argilosa foi corrigido e adubado conforme a necessidade e recomendações da cultura. Realizou-se a análise de solo de acordo com os procedimentos propostos por TEDESCO et al. (1995) e a correção/adubação foi realizada de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC, tendo como base as necessidades nutricionais da cultura do milho (Comissão de Fertilidade do Solo, 2016).

O delineamento experimental utilizado para execução da pesquisa foi de blocos casualizados, com quatro repetições em cada tratamento. Cada parcela foi de 5 metros por 10 metros, ou seja, área total de 400m^2.

Foram realizados dois experimentos: Experimento 1: com dois tratamentos: T1: irrigação e T2: sem irrigação. Experimento 2: com quatro tratamentos; T0: testemunha sem a adubação foliar; T1: uma aplicação de adubação foliar; T2: duas aplicações de adubação foliar; T3: três aplicações de adubação foliar. A adubação foliar foi aplicada utilizando dois fertilizantes foliares YaraVita Thiotrac 300 (N 15,2 % e S 22,8 %) e Zintrac (N 1 % e Zn 40 %) aplicado na fase V7 (7 folhas desenvolvidas) na dose de Thiotrac 300 1,5 litros/há e Zintrac 1 litro/há, utilizando pulverizador costal Toyama modelo TS26B-N com funcionamento à gasolina, com volume de calda de 5 litros por parcela.

O cálculo de evapotranspiração foi feito de acordo com a fórmula proposta por Hargraives e Samani (2000), apresentada na equação 1, utilizando dados de temperatura máxima e mínima mensuradas no local e a radiação solar extraterrestre (Ra) tabelada (IAPAR, 2020).

$$ETo = 0{,}0023\ Qo\ (Tmax - Tmin)^{0,5} .\ (Tmed + 17{,}8)$$

A partir da determinação a ETPc (evapotranspiração potencial da cultura), conforme a equação 2, foi determinada a dose de rega a ser aplicada:

$$ETPc = Eto \times Kc$$

Para o coeficiente de cultivo (Kc) do milho foram utilizados segundo ALLEN et al. (1998) os seguintes valores: 0,5, 1,20 e 1,10 de acordo com o estádio de desenvolvimento da cultura.

A lâmina de irrigação (L) foi calculada diariamente, sendo a irrigação realizada quando o resultado da diferença entre ETPc – P era maior ou igual a 15 mm, conforme apresentado na equação 3:

$$L = EP\ T\ c - P\ ;\ seP \geq 15mm$$

A irrigação foi feita através de uma motobomba de 5 CV, com ramais de aspersores com vazão de 10 mm/hora. A água que foi utilizada para irrigação é proveniente de açude caracterizando-se por apresentar água de boa qualidade.

As variáveis avaliadas em todos os experimentos foram: a produtividade (Kg/ha), número de espigas por planta, número grão por espiga (SCAPIM; CARVALHO; CRUZ, 2020); (OLIVEIRA et al., 2004), peso de mil grãos (MENDONÇA et al., 1999), teor de proteína no grão (TEDESCO et al., 1995) e peso hectolitro (BRASIL, 2009).

No momento da colheita os grãos apresentavam umidade de 19%, a qual foi corrigida para 13 % para as estimativas de produtividade.

Os componentes de produtividade (Kg/ha), número de espigas por planta, número de grãos por espiga e peso de mil grãos foram avaliados a partir de dez plantas escolhidas ao acaso em cada parcela. As variáveis foram quantificas na área útil do experimento e transformada por ha.

O teor de proteína foi avaliado a partir de amostras de dez plantas escolhidas ao acaso, de forma aleatória em cada parcela. A variável foi quantificada em laboratório na Universidade de Caxias do Sul segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995).

O balanço hídrico climático da região foi obtido com os dados da INMET, sendo a partir deste construído o gráfico.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

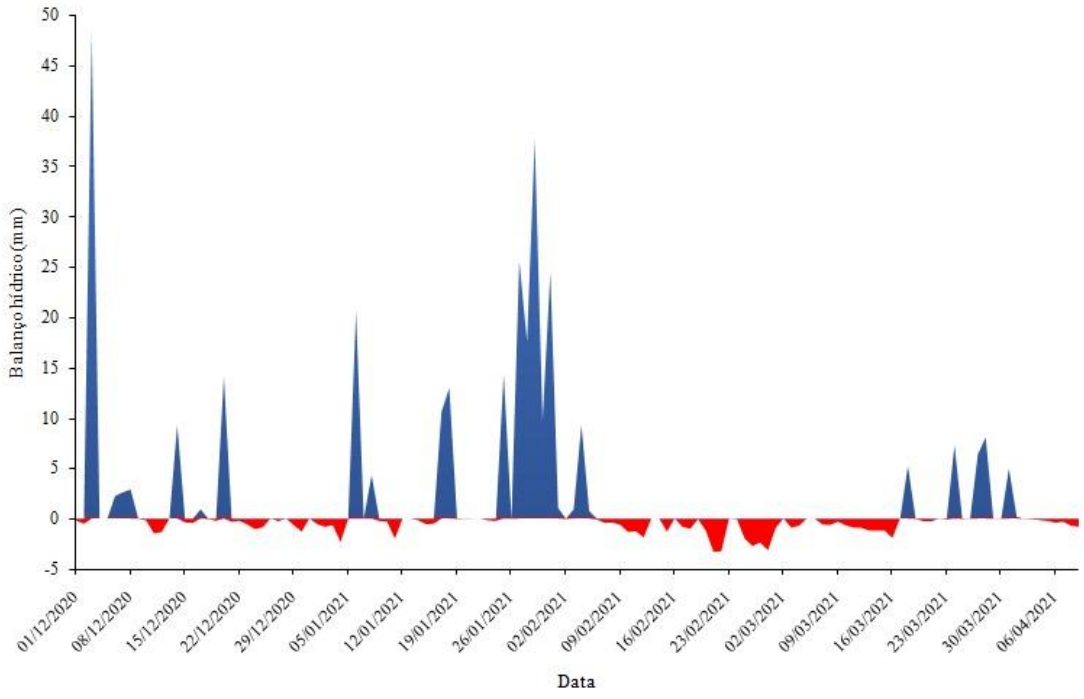
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito da irrigação sobre a cultura do milho

Durante os 144 dias desde que a cultura foi implantada foram monitorados os elementos climáticos temperatura e precipitação para contabilizar a demanda hídrica da cultura.

No gráfico 1 estão apresentados os dados climáticos do local durante o experimento. A precipitação no período foi de 612,9 mm, mas a distribuição destas chuvas foi irregular durante o período conforme constatamos (INMET, 2021). Cabe ressaltar que a maior demanda hídrica da cultura é no período de pré-floração até o enchimento do grão que ocorre entre 70 a 125 dias após o plantio (DAP) (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). A cultura do milho consome, em média, aproximadamente 600 mm de água, bem distribuída durante o ciclo para obter rendimento máximo da produtividade (RADIN et al., 2003). Observa-se na Figura 1 o balanço hídrico climático onde se podem observar períodos de deficiência hídrica.

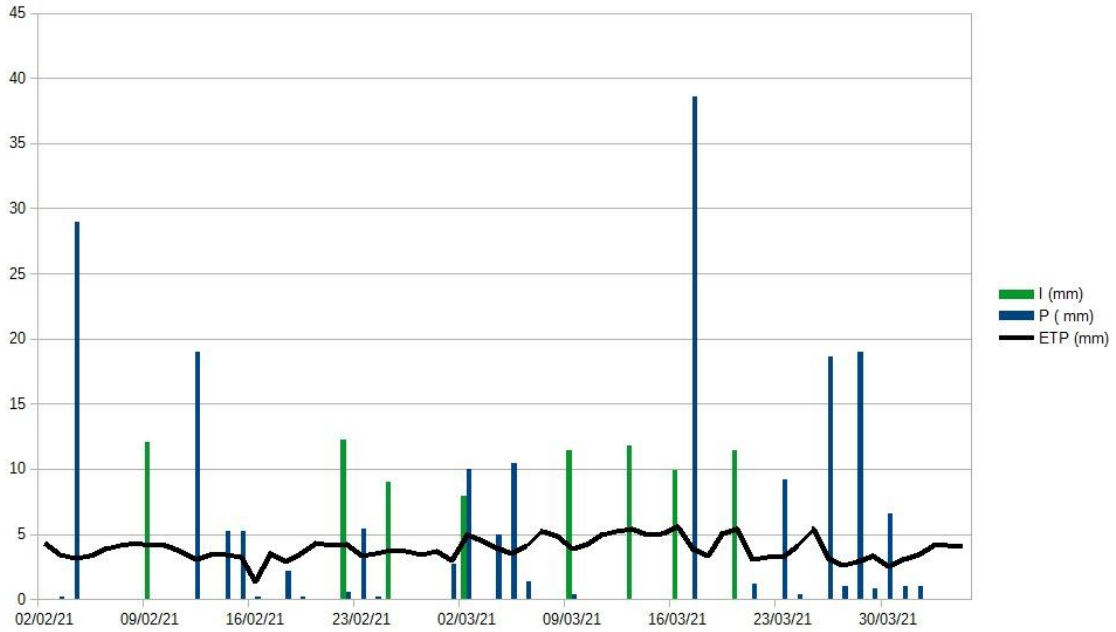
Figura 1: Balanço hídrico climático para a cultura do milho durante o período de dezembro de 2020 a abril de 2021. Caxias do Sul, 2021.



Fonte: autor (2021).

Irrigações foram necessárias para atender a Evapotranspiração da cultura (ETPc) onde estas foram realizadas nos dias 70, 82, 86, 91, 98, 102, 105, 110 e 124 dias após o plantio (DAP), com 12 mm, 12 mm, 10 mm,8 mm, 11 mm, 12 mm, 10 mm, 11 mm e 11 mm, respectivamente. As datas de irrigação, a ETPc e a precipitação ocorrida durante o experimento podem ser observadas na figura 2.

Figura 2: Dados climáticos Precipitação (P- mm) e Evapotranspiração da cultura (ETPc – mm), em verde o momento que foi efetuada as irrigações durante o período do experimento. Caxias do Sul.



Fonte: autor (2021).

O milho possui elevados índices produtivos ao combinar intensa interceptação de radiação e área foliar. Nestas condições, a taxa fotossintética tende a ser elevada, com grande fluxo energético e alto consumo de água. Essa combinação tem um aumento na necessidade de evapotranspiração. Desta maneira, estudos revelam que a necessidade hídrica diária do milho durante seu ciclo corresponde a 7.0 mm. A quantidade hídrica, quando não atingida, pode ser complementada com a irrigação, uma opção positiva para a produtividade dos cultivos (BERGAMASCHI et al., 2004). De acordo com a ETPc da cultura, durante o ciclo, a necessidade hídrica foi de 650 mm com média de 5 mm/dia (Figura 2).

Com relação à produtividade observou-se diferença estatística entre os tratamentos irrigação e sem irrigação, como mostra na tabela 1. Observa-se que o tratamento irrigado proporcionou uma produção de 15,074 ton/ha (251sc/ha), significativamente superior a área não irrigada 9,527 ton/ha (159sc/ha), entre os tratamentos demonstrou aumento no rendimento de 63 %. Como no estudo de MATZENAUER et al, (1995), relacionado ao uso de irrigação, também demostrou aumento de 39,2% no rendimento de grãos híbridos no estado do Rio Grande do Sul. Entre dez anos, a irrigação máxima no estado do Rio Grande do Sul, proporcionou aumento próximo a 70% no rendimento de grãos de milho em relação à cultura que não foi irrigada. A produtividade do grão tem se mostrado melhor pela disponibilidade de água da irrigação.

Tabela 1: Parâmetros produtivos de milho irrigado e não irrigado. Caxias do Sul, 2021.

Tratamento	**Produtividade (Ton/ha)**	**Número de sacos /ha (60 Kg)**
Irrigado	15.074 a	251
Não Irrigado	9.527 b	159
CV (%)	2,6298	
DMS (5%)	0,4311	

CV- coeficiente de variação; DMS- Diferença mínima significativa; Médias seguidas de letras diferentes são distintas a 5% de probabilidade.

Fonte: autor (2021).

Com relação à aplicação foliar de nutrientes, observou-se que duas aplicações ou mais dos fertilizantes ocasionaram uma redução da produção. Com uma aplicação de fertilizantes não se observa diferença da testemunha. MORTATE et al. (2018) observou que a adubação foliar não foi favorável com relação aos parâmetros produtivos do milho. Da mesma forma FELISBERTO et al. (2015) constataram que quanto maior a dose de fertilizante foliar na cultura do milho, ocorreu redução na produção, sugerindo maiores estudos com relação a dose e épocas de aplicação, já que a testemunha foi tão produtiva quanto a aplicação de uma dose de fertilizante foliar. FERREIRA et al. (2001) observaram ausência de resultados significativos na aplicação foliar de zinco em milho, atribuindo ao fato dos níveis deste nutriente estarem elevados no solo, fato semelhante observado neste estudo onde Zinco e Enxofre, dois nutrientes presentes nos fertilizantes foliares utilizados estarem elevados de acordo com a análise de solo.

Tabela 2: Parâmetros produtivos de milho irrigado e irrigado com tratamentos de fertilizante foliar. Caxias do Sul, 2021.

Tratamento	Produtividade (Ton/ha)	Número de sacos /ha (60 Kg)
Irrigado (sem adubação foliar)	15.074 a	251
Irrigação + tratamento com uma aplicação	12.405 a b	207
Irrigação + tratamento com duas aplicações	12.154 b	203
Irrigação + tratamento com três aplicações	11.318 b	189
CV (%)	10,623	
DMS (5%)	3163,3	

CV- coeficiente de variação; DMS- Diferença mínima significativa; Médias seguidas de letras diferentes são distintas a 5% de probabilidade.

Fonte: autor (2021).

Em relação ao teor de proteína do grão irrigado e não irrigado, não apresentou diferença significativa em relação a este parâmetro, como demostrado na tabela 3. Os fertilizantes utilizados, também foram responsáveis pelo aumento de proteína na composição do grão, como no estudo de VASCONCELLOS (1989), que mostrou que o adubo nitrogênio interferiu na qualidade da produção aumentando o teor de proteína dos grãos.

Tabela 3: Teor de proteína em milho irrigado e não irrigado. Caxias do sul, 2021.

Tratamento	Teor de proteína (g/kg)
Irrigado	94,770 a
Não Irrigado	96,240 a
CV (%)	4,9687
DMS (5%)	8,2149

CV- coeficiente de variação; DMS- Diferença mínima significativa; Médias seguidas de letras diferentes são distintas a 5% de probabilidade.

Fonte: autor (2021).

A aplicação de fertilizante (tratamento com duas aplicações) teve um aumento significativo no teor de proteína da cultura (Tabela 4). Este resultado vem de encontro ao estudo de FERREIRA et al. (2001), que também avaliou a melhora na qualidade dos grãos de milho, em consequência do aumento nos teores de proteína com aplicação de nutrientes minerais. ANDRADE et al. (2019) comenta que o elemento enxofre é um componente importante por ser constituinte das proteínas. Este elemento atua no desenvolvimento vegetativo e na frutificação do milho e auxilia na fixação biológica do nitrogênio através da ativação da nitrogenase ajudando no desenvolvimento da planta, sendo assim considerado positivo para aumento de teor de proteína no milho.

Tabela 4: Teor de proteína em milho irrigado e com tratamentos de fertilizante foliar. Caxias do Sul, 2021.

Tratamento	**Teor de proteína (g/kg)**
Irrigado (sem adubação foliar)	93,520 b
Irrigação + tratamento com uma aplicação	95,385 b
Irrigação + tratamento com duas aplicações	112,620 a
Irrigação + tratamento com três aplicações	105,355 a b
CV (%)	7,3214
DMS (5%)	15,6344

CV- coeficiente de variação; DMS- Diferença mínima significativa; Médias seguidas de letras diferentes são distintas a 5% de probabilidade.

Fonte: autor (2021).

O número de grãos por espigas obteve diferença significativa entre o tratamento irrigado e o não irrigado, sem considerar a fertilização foliar, como observado na tabela 5. No estudo de OLIVEIRA (2018) que avaliou o rendimento de grãos no milho irrigado e sem tratamento com fertilizantes, também obteve diferença em maior número de grãos por espiga. A quantidade ideal de água no momento da polinização define o número de grãos por espiga e consequentemente a produtividade (MAGALHÃES; DURÃES, 2006). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística.

Tabela 5: Número de grãos por espiga e número de espigas por planta, peso de mil grãos e peso hectolitro em milho irrigado e não irrigado. Caxias do sul, 2021.

Tratamento	Número de grãos por espiga	Número de espiga por planta	Peso de mil grãos (g)	Peso hectolitro (Kg/100 L)
Irrigado	495,25 a	1,9500 a	436,75 a	71,000 a
Não Irrigado	392,00 b	1,7250 a	411,75 a	70,750 a
CV (%)	6,2887	32,336	6,1618	0,9416
DMS (5%)	3,6928	1,0185	0,6403	0,0966

CV- coeficiente de variação; DMS- Diferença mínima significativa; Médias seguidas de letras diferentes são distintas a 5% de probabilidade.

Fonte: autor (2021).

Já o milho irrigado sem fertilizantes, comparado ao milho irrigado com a maior dose de fertilizantes, observou-se uma diminuição, referente ao número de grãos por espiga, como mostra na tabela 6. Deve-se considerar, para explicar esta redução observada na maior dosagem, a uma possível injúria que pode ocorrer com algumas fontes e doses de fertilizantes foliares, conforme relatado por FELISBERTO et al. (2015). As demais variáveis não apresentaram diferença estatística.

Tabela 6: Número de grãos por espiga e número de espigas por planta, peso de mil grãos e peso hectolitro em milho irrigado e irrigado com tratamentos de fertilizante foliar. Caxias do sul, 2021.

Tratamento	Número de grãos por espiga	Número de espiga por planta	Peso de mil grãos (g)	Peso hectolitro (Kg/100 L)
Irrigado (sem adubação foliar)	495,25 a	1,9500 a	436,75 a	70,750 a
Irrigação + tratamento com uma aplicação	472,00 a b	1,7750 a	414,50 a	71,250 a
Irrigação + tratamento com duas aplicações	452,75 a b	2,1250 a	399,00 a	71,250 a

Irrigação + tratamento com três aplicações	422,75 b	1,8000 a	415,00 a	70,250 a
CV (%)	0,9810	5,2944	2,2463	0,5633
DMS (5%)	0,1262	0,0313	0,2841	0,0504

CV- coeficiente de variação; DMS- Diferença mínima significativa; Médias seguidas de letras diferentes são distintas a 5% de probabilidade.

Fonte: autor (2021).

4. CONCLUSÃO

O tratamento com a irrigação baseada em cálculos da ETPc, que ocorreu em períodos específicos de falta de água, resultou na maior produtividade sem influenciar o teor de proteínas do grão.

5. REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G. et al. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO Irrigation and Drainage, Paper 56, p.297-370, 1998.

ANDRADE, Rafael de Paiva et al. Fontes, modo de aplicação e translocação de enxofre no desenvolvimento inicial do milho. Brazilian Journal Of Development, [S.L.], v. 5, n. 12, p. 32019-32032, 2019. Brazilian Journal of Development. http://dx.doi.org/10.34117/bjdv5n12-282.

BARBOSA, Wemerson Saulo da Silva. Milho cultivado sob diferentes lâminas de irrigação e adubação Nitrogenada / Wemerson Saulo da Silva Barbosa. – 2017.91 f. : il.

BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. **O Milho e o Clima**. 2014. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O_Milho_e_o_Clima.pdf. Acesso em: 18 abr. 2020.

BERGAMASCHI, Homero et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2004000900001&script=sci_arttext. Acesso em: 27 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para Análise de Sementes. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G, E. Seja o doutor do seu milho. Piracicaba: POTAFOS, 1995

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Perspectivas para a agropecuária – v.7. Safra 2019/2020: Brasília, 2019.

FELISBERTO, Patrícia Aparecida de Carvalho et al. Híbridos de milho submetidos à adubação nitrogenada foliar suplementar em segunda safra. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, [*s. l*], p. 103-113, jul. 2015.

FERNANDES, L. A.; VASCONCELLOS, C. A.; FURTINI NETO, A. E.; ROSCOE, R; GUEDES, G. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acumulo de nutrientes pelo milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 34, n. 9, p. 1691-1698, 1998.

FERREIRA, Alexandre Cunha de Barcellos *et al*. Características agronômicas e nutricionais do milho adubado com nitrogênio, molibdênio e zinco. Scientia Agricola, [S.L.], v. 58, n. 1, p. 131-138, mar. 2001.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Tabela de Radiação Solar Global Extraterrestre. 2019. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/radiacao_solar.pdf. Acesso em: 27 mai. 2021.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. Balanço hídrico sequencial. 2021. Disponível em: http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs. Acesso em: 07 jun. 2021.

MAGALHÃES, Paulo César; DURÃES, Frederico O. M.. Fisiologia da Produção de Milho. 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf. Acesso em: 01 jun. 2021.

MATZENAUER, Ronaldo et al. Modelos agro meteorológicos estimativa do rendimento de milho em função da disponibilidade hídrica no estado do rio grande do sul. Pesquisa Agropecuária Gaúcha , Porto Alegre, v. 1, ed. 2, p. 225-241, 1995.

MENDONÇA, Fernando Campos *et al.* ADUBAÇÃO NITROGENADA DO MILHO EM UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSÃO EM LINHA. Scientia Agricola, São Paulo, v. 56, n. 4, p. 1035-1044, 1999. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162001000100020&script=sci_arttext. Acesso em: 28 mai. 2021.

MORTATE, R. K.; NASCIMENTO, E. F.; GONÇALVES, E. G. S.; LIMA, M. W. P. Resposta do milho (Zea mays L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 5, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2018. ISSN 2358-6303.

OLIVEIRA, Z. B. de. Rendimento de grãos de milho irrigado por gotejamento subterrâneo e estimativa da irrigação com dados da previsão do tempo. Brazilian Journal Of Biosystems Engineering. Santa Maria, p. 40-51. mar. 2018.

OLIVEIRA, Jaison Pereira de et al. Teor de proteína no grão em populações de milho de alta qualidade proteica e seus cruzamentos. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiana, p. 45-51, 2004.

RADIN, Bernadete et al. Evapotranspiração da Cultura do Milho em Função da Demanda Evaporativa Atmosférica e do Crescimento das Plantas. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282152004_EVAPOTRANSPIRACAO_DA_CULTURA_DO_MILHO_EM_FUNCAO_DA_DEMANDA_EVAPORATIVA_ATMOSFERICA_E_DO_CRESCIMENTO_DAS_PLANTAS. Acesso em: 01 jun. 2021.

SAMANI, Z. Estimating solar radiation and evapotranspiração using minimum climatological data. Journal of Irrigation and Drainage Engineering, Reston, v.126, n.4, p. 265-267,2000.

SILVA, D. J. et al. R. Translocação e redistribuição de enxofre em plantas de milho e de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 6, p. 715- 721, 2003.

SILVA, L. da S. et al. Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016.

SCAPIM, Carlos Alberto; CARVALHO, Claudio Guilherme de; CRUZ, Cosme Damião. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. Agropec, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1995. 118 p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).

VASCONCELLOS, C.A. Importância da adubação na qualidade do milho e do sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE ADUBAÇÃO E QUALIDADE DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS, 1., Ilha Solteira, 1989. Anais Ilha Solteira: FEIS, 1989. p.1-20