

Manejo de irrigação via solo e clima na cultura do milho (*Zea mays* L.) na região de Alegrete/RS

Irrigation management via soil and weather in the corn crop (*Zea mays* L.) in the region of Alegrete/RS

Gideon Ujacov da Silva¹,
Ana Rita Costenaro Parizi²,
Ana Carla dos Santos Gomes³,
Otávio Gomes Pivoto⁴,
Marcelo Duarte Peccin⁵

RESUMO

Na agricultura, o manejo do sistema de irrigação é uma parcela que contribui significativamente para o sucesso do empreendimento. Muitos sistemas são bem dimensionados e apresentam déficit econômico em função da aplicação inadequada da água, sem consideração dos critérios de solo, planta e atmosfera que indicam o momento e a quantidade ideal da lâmina de irrigação a ser aplicada. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do manejo da irrigação via solo e clima na cultura do milho conduzida na região de Alegrete, RS. O experimento foi desenvolvido em área experimental do Instituto Federal Farroupilha (IF Farroupilha) – *Campus* de Alegrete/RS e foi constituído de blocos ao acaso com três tratamentos (manejos de irrigação): Sem irrigação suplementar (T0), Irrigação suplementar Via Clima (T1) e Irrigação suplementar Via Solo (T2), com três repetições constituídas de 54 linhas de 24 metros. A semeadura da cultura foi realizada no mês de outubro de 2015 sob sistema de plantio direto. Foi utilizado um sistema de irrigação do tipo aspersão convencional. Durante o ciclo da cultura, foram realizadas determinações de área foliar, altura de plantas e diâmetro de caule. Ao final do ciclo da cultura, determinaram-se variáveis de componentes de cultura, produção de grãos e matéria seca. Para interpretação dos resultados, foi utilizado o programa estatístico Assisat 7.0 beta. Os resultados obtidos demonstraram que ocorreu diferença estatística na variável produção de matéria seca para os tratamentos irrigados. A produção de grãos e os componentes de produção não diferiram estatisticamente, porém apresentaram um aumento expressivo nas variáveis analisadas. O tratamento T1 apresentou produção de grãos de 13,5% superior ao tratamento T2 e 28,2% superior ao T0. Para as condições de clima e solo em que o experimento foi conduzido, o tratamento T1 apresentou melhor desempenho.

Palavras-chave: Produtividade, Lâmina de água, Tanque classe “A”, Tensiômetro.

1 gideonujacov@yahoo.com.br | Instituto Federal Farroupilha *Campus* Alegrete
2 ana.parizi@iffarroupilha.edu.br | Instituto Federal Farroupilha *Campus* Alegrete
3 ana.gomes@iffarroupilha.edu.br | Instituto Federal Farroupilha *Campus* Alegrete
4 otaviogomespivoto@gmail.com | Instituto Federal Farroupilha *Campus* Alegrete
5 Marceloduartepeccin@gmail.com | Instituto Federal Farroupilha *Campus* Alegrete

Manejo de irrigação via solo e clima na cultura do milho (*Zea mayz L.*) na região de Alegrete/RS

Irrigation management via soil and weather in the corn crop (*Zea mayz L.*) in the region of Alegrete/RS

ABSTRACT

In irrigated agriculture, the system management is a parcel that contributes significantly to the enterprise success. Many systems are wheel-sized and show an economic deficit because of the inadequate water adhibition, without considering the soil criteria, plant and the atmosphere that indicate the moment and the ideal amount of the water blend. The objective of this job was to evaluate the irrigation management effect via soil, and via weather in the corn crop in the region of Alegrete, a city from the Rio Grande do Sul. The experiment was developed in the experimental area of Instituto Federal Farroupilha – *Campus Alegrete/RS*. It was constituted in random blocks with three treatments (irrigation managements): Without additional irrigation (T0), additional irrigation via weather, (T1) and additional irrigation via soil (T2), with three repetitions constituted of 54 lines and 24 meters each line. The No-till system accomplished the crop seeding in October 2015. It was used a conventional sprinkler irrigation system. During the harvest cycle, it was accomplished the leaf area determination, the plant height, and the stem diameter. At the end of the crop cycle, it was determined the crop components parameters, grain, and dry matter. To interpret the results, it was used a statistical program Assistat 7.0 beta. The obtained results showed that happened a statistical difference in the dry matter to the irrigated treatments. The grain production and the production components didn't differ statistically. However, they showed a significant increase in the analyzed parameters. The T1 treatment showed the grain production of 13,5% upper than T2 and 28,2% upper than T0. To the weather and soil conditions where the experiment was conducted, the treatment T1 showed a better performance.

Keywords: Productivity, Water Blade, Class A Tank, Tensiometer.

1 Introdução

Na agricultura, o manejo do sistema de irrigação é um parâmetro que contribui significativamente para o sucesso do empreendimento. Muitos sistemas são bem dimensionados e apresentam déficit econômico em função da aplicação inadequada da água, sem consideração dos critérios de solo, planta e atmosfera que indicam o momento e a quantidade ideal da lâmina de irrigação. Lâminas excessivas, além de ser motivo de perda de água e energia, também influenciam no processo erosivo da área através do escoamento superficial. Em contrapartida, lâminas deficitárias podem submeter as plantas a um processo de estresse que conduz a uma redução da produção final.

De acordo com Shock e Wang (2011), o manejo da irrigação consiste no emprego racional da água, atendendo às necessidades hídricas das plantas e aumentando a produção, podendo ser manejado de acordo com clima, solo e atmosfera. Para Aleman (2015), quando a disponibilidade de água assumir um valor baixo, que prejudique o desenvolvimento da planta, a técnica de irrigação deve repor ao solo a quantidade adequada de água para a planta continuar o seu desenvolvimento normal.

O conhecimento do comportamento dos atributos físico-hídricos do solo torna-se uma premissa básica quando se pretende estabelecer práticas de manejo adequadas de solo e de culturas, pois a não observância desses conceitos ocasionará em erros na amostragem e no manejo do solo. Isso decorre da ampla variação espacial dos atributos do solo e sentido e direção dos fluxos da água (MARQUES, 2013).

Para realizar o manejo da irrigação, podem ser adotados parâmetros de solo, clima e planta. No que se refere aos parâmetros de solo, como instrumento de uso crescente, destaca-se o tensiômetro, o qual é uma medida direta para determinar a tensão de água no solo e uma indireta para determinar sua percentagem de água.

Em experimento realizado por Schlichting (2012), em caso de vegetação com a cultura do milho irrigado submetido a diferentes tensões de água no solo e doses de nitrogênio em Rondonópolis/MT, os autores encontraram melhores resultados nas variáveis analisadas com as tensões baixas, pois com as tensões maiores a cultura já apresentava sintomas visíveis de déficit hídrico. Em relação à altura de planta, o autor obteve um altura máxima de 230,45 cm, com a tensão de 16,16 kPa. Quando comparou-se com a tensão máxima (55 kPa), houve uma redução de 19,5% em relação à altura máxima. Em relação à massa de 100 grãos, o mesmo autor encontrou um peso máximo de 100 grãos com a tensão de 15 kPa. Por outro lado, quando avaliou o peso de 100 grãos na tensão máxima (55 kPa), houve um decréscimo de 76,46%. As tensões no solo foram determinadas por um tensiômetro digital com sensibilidade de 0,1 Kpa, sendo os mesmos instalados somente nos vasos com dose de nitrogênio de 100 mg dm⁻³.

No que se refere aos parâmetros climáticos, Klar (1991) ressalta que o clima é o fator que mais afeta a perda de água de uma cultura. As oscilações climáticas ocorridas nos últimos anos, no estado do Rio Grande do Sul, são as responsáveis por perdas significativas no rendimento das culturas. Quando se faz o monitoramento das medidas climáticas, em áreas irrigadas, o controle da evapotranspiração da cultura (ETc) é de suma importância. Sua reposição via lâmina de irrigação possibilita aplicar a lâmina de água necessária para a cultura.

Para a determinação da ETc, faz-se necessário o conhecimento da evapotranspiração de referência (ETo). De acordo com Pereira et al. (2009), os métodos de ETo podem ser classificados em diretos e indiretos. Como métodos indiretos, destaca-se o uso do tanque classe "A". Para Doorenbos e Pruitt (1977), obtém-se a ETo multiplicando-se a evaporação do tanque por um coeficiente de correção (coeficiente do tanque, "Kp") a ser determinado para as condições locais.

Soares et al. (2012), trabalhando com a variabilidade hídrica na cultura do milho irrigado sob pivô central no município de Jaguari/RS, encontrou uma produtividade de 15.161,44 kg ha⁻¹ para

o híbrido BM 1120. O pivô utilizado do experimento foi um pivô setorial com 135,9 m de raio e um ângulo de 270°, e o manejo da irrigação foi realizado pelo balanço hídrico climatológico simplificado, considerando apenas o balanço em 24 horas entre a evapotranspiração da cultura (ETc), estimada pelo método do tanque Classe “A”.

Ainda Soares et al. (2010), trabalhando com híbridos de milho cultivados em diferentes estratégias de irrigação no município de Santiago/RS, obteve uma produtividade de grãos de 8370,6 kg há⁻¹, para o híbrido BRS 3150 com a estratégia de irrigação b. O experimento foi composto por dois híbridos de milho (BM 1201 e BRS 3150) e por três diferentes estratégias de irrigação: (a) sensores dielétricos de umidade de solo, (b) 100% de reposição da evaporação do tanque classe A e (c) 80% de reposição da evaporação do tanque classe “A”.

Já Parizi et al. (2016), trabalhando com a cultura do milho submetido a diferentes lâminas de irrigação através de estudo simulado no municípios de Santiago/RS, encontrou uma produtividade de grãos de 12307,1 kg/ha⁻¹. Esse trabalho propôs uma simulação da produtividade da cultura do milho, considerando as características de um experimento à campo e as características climáticas do ano agrícola em que o experimento foi conduzido.

Com base no exposto, o presente trabalho teve por objetivo comparar o efeito do manejo da irrigação via solo e clima sob a cultura do milho, para a região de Alegrete, RS.

2 Materiais e Métodos

O presente trabalho foi desenvolvido em área experimental do Instituto Federal Farroupilha (IF Farroupilha) – *Campus* de Alegrete/RS.

A área experimental possui solo classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (EMBRAPA, 2005). Antecedente à sementeira, realizou-se análise de solo para determinação das condições químicas e físicas do solo. A adubação foi realizada de acordo com a interpretação do laudo de análise química do solo, seguindo as recomendações técnicas para a cultura (ROLAS, 2004).

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, disposto em três tratamentos: Sem irrigação suplementar (T0), Irrigação suplementar Via Clima (T1) e Irrigação suplementar Via Solo (T2). Cada unidade experimental foi constituída de 54 linhas de sementeira de 24 metros. A cultivar utilizada no experimento foi o Pionner 30B39HR.

O experimento compreendeu o período de 23 de novembro de 2015 a 10 de março de 2016. A sementeira ocorreu sob sistema de plantio direto, em palhada de aveia, com densidade de 60.000 sementes/ha e com profundidade de sementeira de 5 cm.

Foi utilizado um sistema de irrigação do tipo aspersão convencional constituído por uma linha principal medindo 60 m e seis linhas secundárias fixas medindo 12 m cada uma, ambos de PVC e diâmetro de 50 mm, tendo uma abrangência de 1440 m². Ao lado do sistema de irrigação, foram demarcados 20 m e realizada a sementeira para analisar o tratamento testemunha.

Após a instalação do sistema de irrigação, realizou-se o teste de uniformidade de Christiansen (CUC), com a finalidade de avaliar a uniformidade do sistema e a lâmina média, a qual foi utilizada como base na aplicação dos tratamentos irrigados.

Na aplicação do T1, as irrigações foram aplicadas com base nas leituras diárias de evaporação do Tanque Classe A, situado na estação meteorológica do IF Farroupilha – *Campus* Alegrete. Para a obtenção das lâminas de irrigação, foram aplicadas a seguintes equações:

$$ET_o = EV \cdot K_p \dots\dots\dots(1)$$

$$ET_c = ET_o \cdot K_c \dots\dots\dots(2)$$

Onde, ETo: evapotranspiração (mm); ETc: evapotranspiração de referência; Kp: coeficiente do tanque; EV: evaporação do Tanque Classe A; e Kc: coeficiente de cultura. Os valores de Kp e Kc foram obtidos de acordo com Büchele & Silva (1992). A lâmina de irrigação foi aplicada com turno de rega fixo a cada cinco dias, onde foi realizado o somatório da ETc do período e subtraído em caso de precipitação pluviométrica.

Para determinação do tratamento T2, foi utilizada a equação:

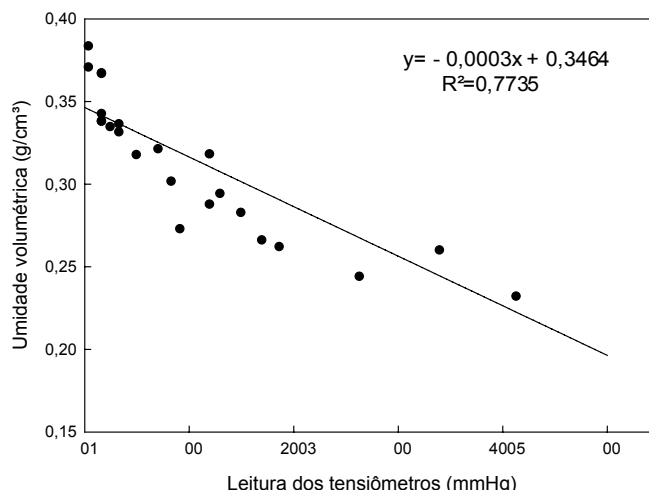
$$Li = \frac{(Ucc - Mi) \times p}{Ea} \dots\dots\dots(3)$$

Onde, Li: lâmina de irrigação (mm); Ucc: umidade correspondente à capacidade de campo (determinada no início da calibração dos tensiômetros); Mi: umidade correspondente à tensão crítica (cm³/cm³) (determinada com a aplicação da equação gerada pelo gráfico); p: profundidade efetiva do sistema radicular (mm); e Ea: eficiência de aplicação do sistema.

No tratamento T2 foram instaladas três repetições de tensiômetros a profundidades de 10, 20, 30, 40 e 50 cm, e a cada 15 dias era medida a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura para determinar qual dos tensiômetros seria usado para realizar as irrigações. O tensiômetro que estivesse na profundidade mais próxima da profundidade efetiva das raízes seria o utilizado para a aplicação das lâminas. Os tensiômetros utilizados no experimento foram calibrados em laboratório, dessa maneira confeccionou-se um gráfico de acordo com a tensão x umidade do solo (Figura 1), e gerou-se uma equação para calcular o MI, onde o 'x' era a média das tensões dos tensiômetros na determinada profundidade.

O turno de rega era variável, todos os dias eram realizadas as leituras dos tensiômetros, e quando os mesmos apresentavam “400 mmHg” (GUERRA et al., 1994, apud MEDEIROS et al., 2013) eram realizados os cálculos e aplicada a lâmina necessária.

Figura 1 - Calibração dos tensiômetros



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Durante o ciclo da cultura foram determinados parâmetros de crescimento e desenvolvimento, tais como: índice de área foliar, número de folhas, altura de plantas e diâmetro do caule. As determinações foram realizadas em três plantas de cada repetição em períodos quinzenais.

As determinações de área foliar tiveram início aos 20 dias após a emergência (DAE) e formam

realizadas em três plantas de cada repetição, até o final do ciclo da cultura. “A área foliar das plantas foi calculada através do produto das medidas de comprimento e maior largura de cada folha, multiplicada pelo coeficiente de 0,75” (STICKLER et al., 1961). A estimativa do índice de área foliar foi determinada através da média do comprimento das folhas (comp. médio), média da largura das folhas (lar. média), fator de correção de 0.75, número de folhas (nº. folhas) e número de plantas.m² (nº. plantas/m²), sendo:

$$IAF = \frac{n^{\circ} \text{ plantas}}{m^2} \cdot \frac{n^{\circ} \text{ folhas}}{\text{planta}} \cdot \frac{\text{Área foliar média}}{10000} \dots\dots\dots(4)$$

Ao final do ciclo da cultura determinaram-se os parâmetros de componentes de rendimento da cultura, como: produtividade de grãos, matéria seca, peso de mil grãos, número de espigas por planta e número de grãos por espiga. Para as determinações dessas variáveis foram coletadas 10 plantas por repetição.

Para interpretação dos resultados foi realizada a análise da variância usando-se o teste F ao nível de 5% de probabilidade de erro para interpretação do nível de significância. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Utilizou-se o programa computacional estatístico Assistat 7.0 beta para encontrar o modelo de melhor ajuste entre os dados de índice de área foliar x DAE, altura de plantas x DAE, número de folhas x DAE e diâmetro de caule x DAE.

3 Resultados e Discussão

De acordo com o teste do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC), realizado após a instalação do equipamento de irrigação, obteve-se uma uniformidade aceitável de 77%, sendo que o recomendado seja uma uniformidade acima de 70% a 88% (BERNARDO, et al., 2008) . A lâmina média encontrada foi de 8,02 mm/h, a mesma foi utilizada para aplicações das lâminas.

A Tabela 1 apresenta os dados que caracterizam os tratamentos em cada bloco, indicando a quantidade total de lâmina aplicada durante o ciclo da cultura do milho.

Tabela 1 - Valores de número de irrigações, lâmina média aplicada, irrigação⁻¹ (mm), irrigação total (mm), precipitação pluvial (mm) e total de água aplicado (irrigação e precipitação) (mm) ao longo do ciclo da cultura do milho.

Tratamento	Nº de irrigações	Irrigação total (mm)	Lâmina média aplicada.irrigação-1 (mm)	Precipitação Pluvial (mm)	Total de água aplicado (mm)
T0	0	0	0	952,60	952,60
T1 (via clima)	7	97,52	13,93	952,60	1050,12
T2 (via solo)	2	54,62	27,30	952,60	1007,22

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

De acordo com a Tabela 1 pode se observar que o tratamento T1 teve o maior volume de água aplicada, com 1050,12 mm, tendo também o maior número de irrigações realizadas (7 irrigações). Com relação ao tratamento T2, foram realizadas duas irrigações, sendo aplicado um volume total de 1007,22mm durante todo seu ciclo. No T0, todo o volume de água (952,60) foi aplicado através de precipitações naturais (chuvas).

Para Fancelli (2001), as precipitações totais foram superiores às necessidades da cultura,

sendo que a necessidade mínima fica em torno de 400 a 600mm de água por ciclo.

A Tabela 2 apresenta os valores médios de índice de área foliar (IAF) em cada tratamento até os 74 dias após a emergência (DAE).

Tabela 2 - Valores médios do IAF (m².m²) durante o ciclo da cultura do milho.

Tratamento	DAE				
	20	34	45	59	74
T0	0,62a	1,26b	3,13 a	5,03b	3,03b
T1 (via clima)	0,80a	2,53a	4,77 a	7,18a	4,15a
T2 (via solo)	0,63a	2,27ab	4,49 a	6,83ab	4,84a
Média	0,68	2,02	4,13	6,35	4,00
Desvio padrão	0,44	1,23	2,6	2,09	0,81
CV (%)	25,86	24,41	25,20	13,15	8,14

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.
DAE=Dias após a emergência.

De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que ocorreu diferença estatisticamente significativa nos períodos analisados, com exceção dos 45 DAE e dos 20 DAE. O tratamento T1 apresentou maiores valores de IAF, coincidindo com o estágio VT (pendoamento). O máximo valor foi de 7,18 m²/m² aos 59 DAE. Os menores valores foram obtidos no tratamento T0.

Resultados similares foram obtidos por Parizi (2007) que trabalhou com diferentes estratégias de irrigação na cultura do milho e obteve IAF máximo de 6,99 m²/m² aos 74 DAE.

A Tabela 3 apresenta os valores médios de altura de plantas em cada tratamento até os 74 dias após a emergência (DAE).

Tabela 3 - Valores médios da altura de plantas (cm) durante o ciclo da cultura do milho.

Tratamento	DAE				
	20	34	45	59	74
T0	35,22b	80,77a	97,00a	187,22b	221,99b
T1 (via clima)	54,88a	89,55a	118,00a	218,66ab	256,11a
T2 (via solo)	41,66ab	97,88a	125,10a	231,67a	262,77a
Média	43,92	89,40	112,36	212,51	246,96
Desvio padrão	16,42	32,84	36,02	36,40	23,09
CV (%)	14,93	14,66	12,80	6,84	3,73

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.
DAE=Dias após a emergência.

De acordo com a Tabela 3, ocorreram diferenças estatisticamente significativas no período de 20, 59 e 74 DAE entre os três tratamentos, sendo que o tratamento T2 apresentou maior altura de plantas (262,77 cm) com exceção do período 20 DAE.

Resultados semelhantes foram encontrados por Bernardon (2005), que obteve uma altura máxima de 266,50 cm para a cultivar P 32R21 sob condições de irrigação.

A Tabela 4 apresenta os valores médios de número de folhas em cada tratamento até os 74 dias após a emergência (DAE).

Tabela 4 - Valores médios do número de folhas por plantas durante o ciclo da cultura.

Tratamento	DAE				
	20	34	45	59	74
T0	4,33a	5,11a	7,00a	10,66b	7,22b
T1 (via clima)	4,77a	5,44a	7,66a	12,11a	8,44a
T2 (via solo)	4,77a	6,00a	8,44a	11,66ab	7,99a
Média	4,62	5,51	7,70	11,48	7,88
Desvio padrão	1,50	1,32	1,47	1,00	1,14
CV (%)	12,94	9,61	7,65	3,49	5,78

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferenciam pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. DAE=Dias após a emergência.

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar que ocorreu diferença estatisticamente significativa aos 59 e 74 DAE, sendo que o maior número de folhas foi de 12,11 folhas no T1 e o tratamento que apresentou menor número foi o tratamento T0 aos 20 DAE com valor de 4,33 folhas (Tabela 4).

Carvalho (2008) obteve resultados semelhantes aos nossos valores médios, encontrando sete folhas por planta aos 30 DAE, trabalhando com o cultivar de milho BR 3060 com um sistema de irrigação por aspersão convencional.

A Tabela 5 apresenta os valores relativos aos componentes de rendimento obtidos ao final do ciclo da cultura do milho.

Tabela 5 - Valores médios de número de espigas.planta⁻¹ (NEP), número de grãos.espiga⁻¹ (NGE) e peso médio do grão (PMG) da cultura do Milho aos 103 DAE.

Tratamento	Componentes de rendimento da cultura		
	NEP	NGE	PMG (g)
T0	1,00 a	472,914 a	0,3052 a
T1 (via clima)	1,00 a	528,000 a	0,3186 a
T2 (via solo)	1,00 a	500,190 a	0,3091 a
Média	1	500,370	0,3109
CV (%)	0	29,32	8,65

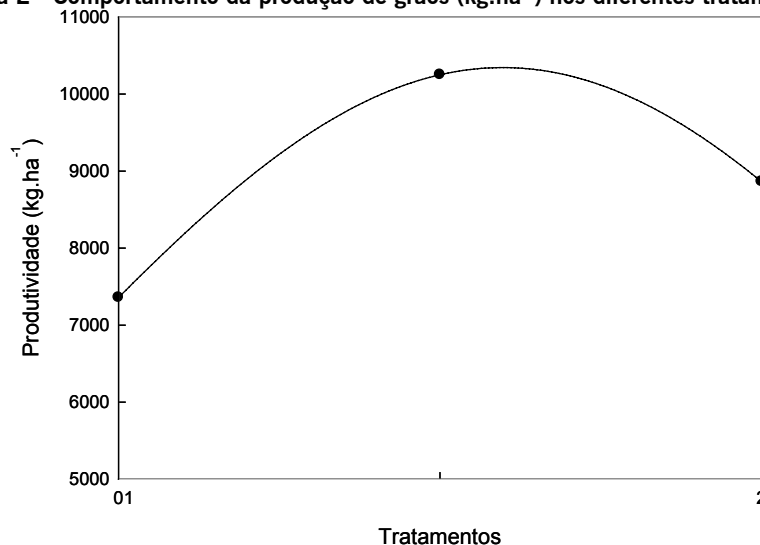
Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Através da Tabela 5, pode-se observar que não ocorreram diferenças estatísticas nas variáveis que foram analisadas, sendo que, de modo geral, o T2 apresentou os maiores PMG com 0,3186g e maior NGE com 528 grãos/espiga.

Parizi (2007), avaliando efeito de diferentes estratégias de irrigação na cultura do milho, verificou que o maior número de grãos.espiga⁻¹ foi obtido no tratamento com suplementação de 100% da ETc (64,0 mm), com uma média de 411,52 grãos.espiga⁻¹ e o menor número foi no tratamento sem irrigação com média de 340,60 grãos.espiga⁻¹. Já Soares (2010), trabalhando com a viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho com o cultivar BM 1120, encontrou resultados semelhantes, sendo que o NEP foi exatamente igual, já no NGE a autora obteve um valor médio de 415,80 grãos. espiga⁻¹, e no PMG o valor encontrado foi de 0,31g.

A Figura 2 apresenta o comportamento da produção de grãos nos diferentes tratamentos de irrigação na cultura do milho.

Figura 2 - Comportamento da produção de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nos diferentes tratamentos.

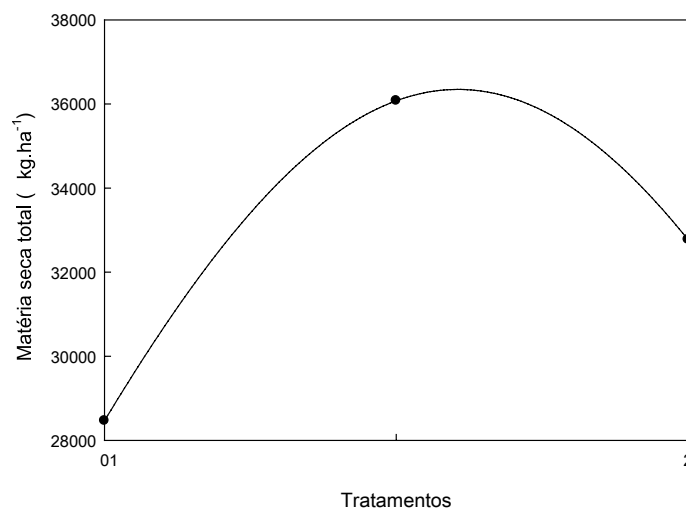


Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Através da Figura 2, pode-se observar que a produção de grãos foi maior no T1 (valor próximo a $10000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e menor no T0 (valor próximo a $7000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), com valores de $1050,12 \text{ mm}$ e $952,60 \text{ mm}$, respectivamente, de água proveniente da precipitação mais a irrigação suplementar.

A Figura 3 apresenta o comportamento da matéria seca total nos diferentes tratamentos de irrigação na cultura do milho.

Figura 3 - Comportamento da Matéria seca total ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nos diferentes tratamentos.



Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

Através da Figura 3, pode-se observar que o comportamento da produção de matéria seca foi similar à produção de grãos, com valores próximos a $36000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T1) e $32000 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (T2).

Soares et al. (2012), em seu trabalho com milho irrigado em pivô central no município de Jaguari/RS, encontrou uma produtividade média de $11509,58 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de grãos e uma produção média de matéria seca de $29988,37 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo que em algumas seções do pivô central os resultados foram bem semelhantes ao presente trabalho.

A Tabela 6 apresenta o índice de colheita (IC) e eficiência de uso da água (EUA) em cada tratamento de irrigação para a cultura do milho.

Tabela 6 - Índice de colheita (IC) e eficiência do uso da água (EUA) em cada tratamento para a cultura do milho.

Tratamento	IC	EUA
T0	0,26 a	2,99 a
T1 (via clima)	0,28 a	3,44 a
T2 (via solo)	0,27 a	3,25 a
Média	0,27	3,22

Fonte: Elaborado pelos próprios autores.

IC = Relação entre a Massa Seca dos Grãos e a Massa Seca Total da Planta.

EUA = Relação entre matéria seca e o total de água aplicado.

A variável eficiência de uso da água (EUA) apresentou resultado superior no tratamento T1, sendo o tratamento que apresentou a maior produção de grãos e de MS. Para Paz et al. (2000), quanto maior a EUA, menores são os custos com bombeamento, condução e distribuição da água. Segundo Medeiros et al. (2003), a eficiência do uso da água (EUA) permite avaliar os efeitos do manejo da água, do solo e da planta sobre o consumo de água e produção da cultura. De acordo com Doorenbos & Kassan (1979), a EUA pelas culturas agrícolas depende, sobretudo, das condições físicas do solo, das condições atmosféricas, do estado nutricional das plantas, de fatores fisiológicos, da natureza genética e do seu estágio de desenvolvimento.

Na Tabela 6 verifica-se também que o IC máximo foi de 0,28 para o T1, o que teve a maior produção de MS. Para Fancelli (2000), o IC máximo para a cultura do milho encontra-se próximo de 0,52, em regiões de clima temperado e/ou elevada latitude.

4 Conclusões

De acordo com a metodologia utilizada para a realização deste trabalho e nas condições em que o experimento foi conduzido pode-se concluir que:

- 1) O índice de área foliar obteve diferença estatisticamente significativa nos períodos analisados, com exceção dos 45 DAE e dos 20 DAE. O tratamento T1 apresentou maiores valores de IAF;
- 2) Os parâmetros de crescimento e desenvolvimento como altura de planta e número de folhas apresentaram diferença estatística significativa entre os tratamentos e entre o período avaliado;
- 3) Os parâmetros de número de espiga.planta⁻¹, número de grãos.espiga⁻¹ e peso médio dos grãos não apresentaram diferença estatísticas entre os tratamentos;
- 4) A produção de matéria seca total foi maior no T1 (via clima);
- 5) A produção de grãos obteve o melhor resultado no T1, apresentando média produzida de 10250,20 kg.ha⁻¹, porém não se diferiu dos demais tratamentos; e
- 6) A eficiência do uso da água expressou que o T1 produziu 0,45 kg de grão para cada milímetro de água aplicado a mais que o tratamento sem irrigação (T0).

Referências

- ALEMAN, C. C. **Manejo de irrigação em diferentes fases de desenvolvimento da *Calendula officinalis* L.** 2015. 71f. Tese (Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Universidade de São Paulo – Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.
- BERNARDON, T. **Componentes de produtividade de grãos de milho (*Zea mayz* L.), visando obter parâmetros para a agricultura de precisão.** 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação.** 8 ed. Viçosa: Imprensa Universitária, 2008.
- BUCHELE, F.A.; SILVA, J.A. **Manual prático de irrigação por aspersão em sistemas convencionais.** Florianópolis : EPAGRI, 1992. 81p. (Boletim Técnico, 58).
- CARVALHO, M. A. P. et al. **Avaliação do crescimento da parte aérea de plantas de milho (*zea mays* L.) submetidas a aplicação de uréia e aminoácidos como fontes de nitrogênio.** Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CA_00432.rtf>. Acesso em: 15 dez. 2016.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. **Efeito de água no rendimento das culturas.** Roma: FAO, 1979. 193 p. (Nota Técnica, 33).
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements.** Roma: FAO, 1977. 179p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa solos, 2005. 412p.
- FANCELLI, A.L. **Ecofisiologia de plantas de lavouras.** In: CARLESSO, R. (Ed.). Irrigação por aspersão no Rio Grande do Sul. Santa Maria: Reimar Carlesso, 2001. p. 59-73.
- FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba; Porto Alegre: Agropecuária, 2000. 360 p.
- KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação de água.** São Paulo: Nobel, 1991.
- MARQUES, M. A. D. **Lâminas e frequências de irrigação para a cultura do tomateiro tipo grape, em Casa Nova, BA. 2013. 91 f.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do vale de são Francisco, *Campus Juazeiro*, BA, 2013.
- MEDEIROS, G. A., ARRUDA, F. B., SAKAI, E. “Eficiência do uso da água do feijoeiro irrigado: influência da densidade de plantio”. **Ecossistema**, v. 28, p. 83 – 90, 2003.
- MEDEIROS, S. S. et al. **Manejo de irrigação utilizando o tensiômetro.** Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2013.
- PARIZI, A. R. C. et al. Funções de produção da cultura do milho submetido a diferentes lâminas de

irrigação através de estudo simulado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Jaboticabal, v. 36, n.3, p. 503-514, maio./jun. 2016.

PARIZI, A. R. C. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob as culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) na região de Santiago, RS**. 2007. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PAZ, V. P. S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F. C. **Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 4, n.3, p. 465-473, 2000.

PEREIRA, D.R. et al. Desempenho de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para a região da Serra da Mantiqueira, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p. 2488-2493, 2009.

SCHLICHTING, A. F. **Cultura do milho submetida a tensões de Água no solo e doses de nitrogênio**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Rondonópolis, 2012.

SHOCK, C. C.; WANG, F.X. Soil water tension, a powerful measurement for productivity and stewardship. **Hortscience**, Alexandria, v. 46, n.2, p.178-185, 2011.

STICKLER, F.C.; WERDEN, S.; PAULI, A.W. Leaf area determination in grain sorghum. **Agronomy Journal**, v.53, p.197-188, 1961.

SOARES, F. C. **Análise da viabilidade da irrigação de precisão na cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

SOARES, F. C. et al. **Resposta da produtividade de híbrido de milho cultivado em diferentes estratégias de irrigação**. **Revista Irriga**, Botucatu. v.15, n.1, p. 36-50, 2010.

SOARES, F. C. et al. **Resposta da cultura do milho à variabilidade hídrica em solo Sob pivô central**. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 2, p. 220 - 233, 2012.