



UNIVERSIDADE DE CRUZ ALTA - UNICRUZ

Cristian José Daltrozo Brondani

**IMPACTO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO  
SUBSUPERFICIAL NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO  
MILHOE NA QUALIDADE DA SILAGEM**

Dissertação de Mestrado

CRUZ ALTA- RS, 2022

Cristian José Daltrozo Brondani

**IMPACTO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA  
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO E NA QUALIDADE DA SILAGEM**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ como requisito para obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto  
Coorientador: Prof. Dr. João Fernando Zamberlan

Cruz Alta –RS, Agosto de 2022.

B869i Brondani, Cristian José Daltrozo  
Impacto da irrigação por gotejamento subsuperficial na produtividade da cultura do milho e na qualidade da silagem / Cristian José Daltrozo Brondani. – 2022.  
43 f.: PDF.

Dissertação (mestrado) – Universidade de Cruz Alta / Unicruz, Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, Cruz Alta, 2022.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto.  
Coorientador: Prof. Dr. João Fernando Zamberlan.

1. Cultura do milho. 2. Irrigação por gotejamento. 3. Produção de grãos - Qualidade de silagem do milho (Zeamays L.). I. Bortolotto, Rafael Pivotto. II. Zamberlan, João Fernando. III. Título.  
CDU 633.15:636.085.52

Catálogo Bibliotecária Eliane Catarina Reck da Rosa CRB-10/2404

Universidade de Cruz Alta - UNICRUZ  
Pró-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão.  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* - Mestrado Profissional em  
Desenvolvimento Rural

**IMPACTO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA  
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO E NA QUALIDADE DA SILAGEM.**

Elaborado por  
Cristian José Daltrozo Brondani

Como requisito parcial para obtenção do título de  
Mestre de Desenvolvimento Rural

**Banca Examinadora**



---

Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto  
Universidade de Cruz Alta – Unicruz



---

Prof. Dr. João Fernando Zamberlan  
Universidade de Cruz Alta – Unicruz



---

Dr. Tiago de Andrade Neves Hörbe  
Cooperativa Central Gaúcha LTDA – CCGL

Cruz Alta - RS, 05 de agosto de 2022.

Dedico o presente trabalho a minha Mãe, Padrasto, Avó e meu Pai (In memoriam). Que acompanharam a mesma trajetória e desde a tenra idade deram o seu apoio moral à concretização deste acontecimento.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me abençoado todos os dias, por iluminar meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

A minha mãe, Rosenei, meu padrasto, Elui, pelo apoio incondicional, incentivo, paciência e ajuda na superação dos obstáculos que surgiram ao longo desta caminhada.

A minha avó, Leonir, que me acompanha desde os primeiros passos.

Ao meu Pai, Sauro Brondani (In Memoriam).

A Casa Trevo Comercial Agrícola LTDA, empresa qual faço parte com muito orgulho, agradeço a diretoria, pela confiança na minha capacidade e conceder autorização para a realização do curso de mestrado e a todos os colegas que fazem parte do dia a dia contribuindo para o conhecimento.

Ao meu orientador Dr. Rafael Pivotto Bortolotto e coorientador Dr. João Fernando Zamberlan que acreditou no meu potencial e se dispuseram a me ensinar e orientar, repartindo seus conhecimentos.

Ao colega Eduardo Engel pelo suporte e toda a orientação durante o projeto.

A todos os docentes e funcionários do programa de Pós-graduação do Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural da Universidade Cruz Alta - Unicruz que, de alguma forma, colaboraram para que esta pesquisa fosse realizada.

Aos membros da banca examinadora, pelas contribuições e sugestões pertinentes para a finalização da dissertação.

À Universidade de Cruz Alta - Unicruz, pela oportunidade.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa, meus sinceros agradecimentos.

“A gratidão é o único tesouro dos humildes.”  
(William Shakespeare).

## RESUMO

### IMPACTO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO E NA QUALIDADE DA SILAGEM

Autor: Cristian José Daltrozo Brondani  
Orientador: Prof. Dr. Rafael Pivotto Bortolotto  
Coorientador: Prof. Dr. João Fernando Zamberlan

A cultura do milho requer um investimento considerado alto comparado com grande parte das culturas implementadas nas propriedades rurais. Portanto toda a ação relacionada a manejo e sistemas de produção deve ser muito bem analisada. Diferentes populações de plantas por hectare tanto em produtividade de grãos, quanto na qualidade de silagem podem obter diferentes resultados, seja em ambiente irrigado ou sequeiro. Sendo assim, o objetivo do estudo foi avaliar a produção de grãos e qualidade de silagem do milho (*Zeamays L.*) com diferentes populações finais de plantas: 52, 67, 82, 96, 118 mil plantas por hectare, e em diferentes ambientes de produção: Irrigado e sequeiro, com cinco repetições no experimento. A pesquisa experimental quantitativa foi realizada na área experimental da Universidade de Cruz Alta – RS foi utilizado o híbrido AG8780PRO3. Após a emergência foi realizada a contagem de plantas finais por hectare. O corte das plantas para a análise da silagem foi realizado no estágio 1/3 do grão leitoso, também conhecido como “Ponto de Corte”, após as amostras foram trituradas e separadamente por repetição, pesadas e colocadas em tubos de vidro para a fermentação. Após 40 dias foram encaminhadas para o laboratório e realizado a análise bromatológica (%). A análise de produtividade foi realizada após a maturação da espiga (umidade 13%). Os componentes de produtividade analisados foram: Fileiras por espiga e grãos por fileira e grãos por espiga. Após foi realizado a debulha manual e pesado as amostras. Os dados experimentais foram submetidos à análise da variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ). No artigo I verificou-se que a produtividade de milho em função do aumento da população de plantas  $ha^{-1}$  é modulada pela condição hídrica. Os dados foram submetidos aos modelos lineares para investigar o efeito da população de plantas  $ha^{-1}$  sobre as variáveis bromatológica da cultura do milho, à saber: NDT (Kg de ndt. $ha^{-1}$ ), Kg de amido. $ha^{-1}$ , matéria seca (MS ton. $ha^{-1}$ ), Kg de leite. $ha^{-1}$ , todas consideradas como variáveis dependentes. Concluiu-se no artigo II que a correlação entre os parâmetros bromatológicos foi influenciada pela condição hídrica, principalmente para as correlações envolvendo o parâmetro NDT (Nutrientes digestíveis totais).

**Palavras-Chave:** Disponibilidade hídrica. *Zeamays L.* População de plantas.

## ABSTRACT

### IMPACT OF SUBSURFACE DRIP IRRIGATION ON CORN PRODUCTIVITY AND SILAGE QUALITY

Author: Cristian José DaltrozoBrondani  
Advisor: Prof. Dr. Rafael PivottoBortolotto  
Co-advisor: Prof. Dr. João Fernando Zamberlan

Maize cultivation requires an investment considered high compared to most cultures implemented on rural properties. Therefore, all action related to management and production systems must be very well analyzed. Different plant populations per hectare both in grain yield and silage quality can produce different results, whether in irrigated or rainfed environments. Therefore, the objective of the study was to evaluate the grain yield and silage quality of corn (*Zea mays* L.) with different final plant populations: 52, 67, 82, 96, 118 thousand plants per hectare, and in different environments. of production: Irrigated and rainfed, with five replications in the experiment. The experimental quantitative research was carried out in the experimental area of the University of Cruz Alta - RS, the hybrid AG8780PRO3 was used. After emergence, the final plants per hectare were counted. The cutting of the plants for the analysis of the silage was carried out at the 1/3 stage of the milky grain, also known as "Cutting Point", after the samples were crushed and separately by repetition, weighed and placed in glass tubes for fermentation, after 40 days they were sent to the laboratory and a chemical analysis was performed. The data were submitted to linear models to investigate the effect of the plant population.ha-1 on the bromatological variables of the corn crop, namely: TDN (Kg of ndt.ha<sup>-1</sup>), Kg of starch.ha<sup>-1</sup>, dry matter (DM ton.ha<sup>-1</sup>), Kg of milk.ha<sup>-1</sup>, all considered as dependent variables. It was concluded in article II that the correlation between the bromatological parameters was influenced by the water condition, mainly for the correlations involving the TDN parameter (Total Digestible Nutrients). Yield analysis was performed after ear maturation (13% moisture). The yield components analyzed were: Ear length, rows per ear and grains per row. Afterwards, manual threshing was performed and the samples were weighed. The experimental data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% probability (p<0.05). In article I, it was verified that corn productivity as a function of the increase in the population of plants ha-1 is modulated by the water condition.

**Keywords:** Water availability. *Zea mays* L. Plant population.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### ARTIGO I

Figura 1 Precipitação (mm) durante o todo o ciclo da cultura, desde a semeadura até a colheita.....17

Figura 2 Precipitação e Irrigação durante o todo o ciclo da cultura, desde a semeadura até a colheita.....18

Figura 3 Comprimento da espiga (cm) (a); número de fileiras.espiga<sup>-1</sup> (b); número de grãos.fileira<sup>-1</sup>(c); e número de grãos.espiga<sup>-1</sup>(d) em função da população de plantas.ha<sup>-1</sup> e condição hídrica (irrigado e sequeiro).....21

Figura 4 Produtividade de milho (Kg.ha<sup>-1</sup>) em função da população de plantas ha<sup>-1</sup>sob diferentes condições hídricas (irrigado e sequeiro).....22

### ARTIGO II

Figura 1 Precipitação acumulada no período da semeadura até a colheita.....30

Figura 2 Precipitação e Irrigação durante o todo o ciclo da cultura, desde a semeadura até o corte.....31

Figura 3 Nutrientes digestíveis totais (% de NDT) (a); Kg de amido.hectare<sup>-1</sup>(b); Kg de matéria seca.hectare<sup>-1</sup> (c); e Kg de leite.hectare<sup>-1</sup> (d)em função da população de plantas.hectare<sup>-1</sup> e condição hídrica (irrigado e sequeiro).....34

Figura 4 Rede de correlação de Pearson entre os parâmetros avaliados nas condições sequeiro (a) e irrigado (b).....35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Justificativa .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2 Objetivo.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3 Metodologia.....</b>	<b>11</b>
<b>2 EFEITO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS.....</b>	<b>13</b>
<b>3 QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO PRODUZIDA COM USO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS .....</b>	<b>26</b>
<b>DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>39</b>
<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>41</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura nos dias de hoje abrange uma considerável área territorial em nosso país, gerando oportunidades de emprego e promovendo pesquisas que visam o aumento de produção e rentabilidade para a atividade agrícola. No Rio Grande do Sul, temos inúmeras propriedades divididas entre grande, médias e pequenas, geralmente a atividade leiteira está situada nas pequenas propriedades e o agricultor tem certa maior pressão em produzir mais por unidade de área. Dessa forma busca ser mais assertivo em seus investimentos para que com um bom planejamento, de acordo com as características e objetivos de sua propriedade, ele consiga ter lucratividade. Com a alta demanda por alimentos pela população mundial, devemos buscar alternativas para supri-las, para tal devemos gerar altos rendimentos tanto produtivos quanto econômicos, e ao mesmo tempo de uma forma sustentável e correta ambientalmente (CARVALHO et al., 2014).

Devido às intempéries climáticas, utilizar a irrigação é uma forma de segurança ao desenvolvimento das culturas quando ocorrer estiagens. A irrigação por gotejamento subsuperficial (SDI) deriva do gotejamento superficial, sendo constituída por emissores instalados na subsuperfície do solo, com aplicação da água na zona radicular da cultura. A primeira instalação de SDI ocorreu na década de 60, em Israel (MARQUES et al., 2006) e tem sido utilizada nos Estados Unidos nos últimos 40 anos, por ser adequada para a maioria das culturas, em particular para frutas e vegetais de alto valor, tal como para paisagismo (SUAREZ-REY et al., 2006).

A densidade de plantas é uma das práticas culturais que mais interfere no rendimento de grãos de milho devido à sua baixa capacidade de emissão de afixos férteis, à sua organização floral monóica e ao curto período de florescimento (SILVA et al., 2006). Desta forma, analisar o sistema de produção com diferentes populações de plantas principalmente no ambiente de sequeiro, pode evitar a competição por água, diminuindo a população e o stress hídrico e, apesar de uma condição de baixa disponibilidade de água atender a demanda da planta.

O milho, seja na produção de grãos ou na silagem de planta inteira, é uma matéria prima essencial para a alimentação dos rebanhos leiteiros da região do Alto Jacuí –RS. Contudo, o milho tem impacto produtivo negativo quando o ambiente de produção tem uma disponibilidade hídrica baixa comparada à demanda da cultura, com a estiagem por exemplo. É o momento de entender o quanto a irrigação pode melhorar o desempenho da planta,

resultando em produtividade e, qualidade final do alimento no caso a silagem. O manejo da cultura também é de grande importância nesse contexto de produção, sendo assim, observar a interferência de diferentes populações de plantas  $ha^{-1}$  na produtividade final de grãos e qualidade de silagem.

### **1.1 Justificativa**

Mediante a realidade de aumento nos custos de produção dos insumos, sementes e mão de obra, por exemplo, toda a propriedade rural deve estar ciente em aprimorar cada vez mais a gestão, interpretação dos ambientes de produção e projetar os manejos a serem adotados. O trabalho permite observar resultados relacionados à cultura do milho em ambiente irrigado e sequeiro, e nestes ambientes, diferentes populações de plantas finais por hectare. Essas informações trarão subsídios informacionais e novas tecnologias para serem adotadas pelos produtores do Alto Jacuí podendo trazer melhorias em seus índices produtivos e melhora na qualidade de vida.

### **1.2 Objetivo**

Conhecer os impactos oriundos da irrigação por gotejamento subsuperficial e de diferentes populações finais de plantas por  $ha^{-1}$  na produtividade de grãos e na qualidade da silagem para o consumo de vacas leiteiras em propriedades rurais da Região do Alto Jacuí - RS. Um dos grandes desafios dos produtores rurais é aumentar sua produtividade aliando à redução dos custos, para obter maiores rentabilidade e lucratividade. Diante disso, manejar a irrigação torna-se um diferencial competitivo para obter maior produtividade em locais menos chuvosos (Vescove, 2010).

### **1.3 Metodologia**

Tendo em vista o potencial da cultura do milho (*Zeamays L.*) na Região do Alto Jacuí, realizou-se um trabalho quantitativo de campo na área experimental da Universidade de Cruz Alta – RS.

O experimento foi implantado em dois ambientes de produção: Sequeiro e irrigação subsuperficial. Foram realizados 5 tratamentos em que foi alterado a regulagem de grãos por metro da semeadora tanto no ambiente sequeiro, quanto no ambiente irrigado, após a

emergência da cultura, foram realizadas a contagem de plantas por  $\text{há}^{-1}$  para cada tratamento: T1: 52.000 plantas- $\text{ha}^{-1}$ ; T2: 67.000 plantas- $\text{ha}^{-1}$ , T3:82.000 plantas- $\text{ha}^{-1}$ ; T4:96.000 plantas- $\text{ha}^{-1}$ ; T5: 118.000 plantas- $\text{ha}^{-1}$ , em ambos os ambientes de produção com cinco repetições cada.

Quando a cultura entrou no estágio de colheita com umidade de grãos a 13%, foram coletadas espigas em 1,0  $\text{m}^2$  por repetição de cada tratamento. Então, foram realizadas as seguintes contagens: 1) Comprimento de espiga (cm); 2) Fileiras por espiga e 3) Grãos por fileira, para estabelecer os componentes de produtividade, em seguida a debulha manual e por fim a pesagem das amostras. Os principais resultados obtidos foram estruturados na forma de artigo com o título de “Efeito da irrigação por gotejamento subsuperficial na produtividade da cultura do milho em diferentes populações de plantas”.

O segundo artigo denominado com o seguinte título: “Qualidade da silagem de milho produzida com uso da irrigação por gotejamento subsuperficial em diferentes populações de plantas”. O qual foi realizado o corte e coleta de planta inteira em 1,0  $\text{m}^2$  por repetição quando a cultura do milho estava no estágio que a espiga se encontrava 1/3 do grão leitoso, também conhecido como ponto de corte. Essas plantas foram submetidas à trituração e pesagem das amostras, a ensilagem de cada repetição foi depositada em tubos de vidro bem fechados para a fermentação e 40 dias depois, encaminhadas ao laboratório para análise bromatológica.

Ambos os artigos seguem nas seções subsequentes.

## 2 EFEITO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS<sup>1</sup>

### *EFFECT OF SUBSURFACE DRIP IRRIGATION ON CORN PRODUCTIVITY IN DIFFERENT PLANT POPULATIONS*

Cristian José Daltrozo Brondani<sup>2</sup>;  
Rafael Pivotto Bortolotto<sup>3</sup>

**RESUMO:** O milho é matéria prima para diversos complexos industriais, tendo relevância ímpar na alimentação humana e animal. A busca por maiores produtividades é constante e um dos fatores limitantes para a produção é a disponibilidade hídrica. Portanto, objetivou-se neste trabalho analisar o efeito da irrigação por gotejamento subsuperficial na produtividade da cultura do milho em diferentes populações de plantas. Analisou-se os dados coletados na safra de 2020/2021 em um trabalho de pesquisa a campo onde a cultura foi estabelecida em ambiente sequeiro e irrigado. A precipitação acumulada do dia da semeadura (04/10/2020) até a colheita (10/03/2021) foi de 485, 0 milímetros, a suplementação hídrica total foi de 245, 0 milímetros durante o ciclo, no ambiente irrigado. Os dados foram submetidos à modelos lineares e quadráticos para investigar o efeito da população de plantas.ha<sup>-1</sup>, disponibilidade hídrica e sua interação (variáveis independentes), sobre diferentes aspectos fitotécnicos quantitativos: comprimento da espiga, número de fileiras.espiga<sup>-1</sup>, grãos.fileira<sup>-1</sup>, grãos.espiga<sup>-1</sup> e produtividade (Kg.ha<sup>-1</sup>), todas consideradas como variáveis dependentes. Concluiu-se que a produtividade de milho em função do aumento da população de plantas ha<sup>-1</sup> é modulada pela condição hídrica.

**Palavras-chave:** Componentes de produtividade. *Zeamays*. Suplementação hídrica.

---

<sup>1</sup> Artigo desenvolvido durante a pesquisa para obtenção parcial do título de Mestre em Desenvolvimento Rural.

<sup>2</sup>Universidade de Cruz Alta, Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil.[cristianbrondani@hotmail.com](mailto:cristianbrondani@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade de Cruz Alta, Centro de Ciências da Saúde e Agrárias, Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil.[rafaelpbortolotto@gmail.com](mailto:rafaelpbortolotto@gmail.com)

**ABSTRACT:** Corn is a raw material for several industrial complexes, having unique relevance in human and animal nutrition. The search for higher yields is constant and one of the limiting factors for production is water availability. Therefore, the objective of this work was to analyze the effect of subsurface drip irrigation on corn productivity in different plant populations. The data collected in the 2020/2021 crop was analyzed in a field research work where the culture was established in a dry and irrigated environment. The accumulated rainfall from the day of sowing (04/10/2020) to harvest (10/03/2021) was 485.0 millimeters, the total water supplementation was 245.0 millimeters during the cycle, in the irrigated environment. The data were submitted to linear and quadratic models to investigate the effect of the plant population.ha-1, water availability and its interaction (independent variables), on different quantitative phytotechnical aspects: ear length, number of rows.ear-1, grains.row-1, grains.cob-1 and yield (Kg.ha-1), all considered as dependent variables. It was concluded that corn productivity as a function of the increase in plant population ha-1 is modulated by the water condition.

**Keywords:** Productivity components. *Zea mays*. Water supplementation.

## 1 Introdução

A cultura do milho(*Zeamays* L.) é mundialmente conhecida por sua adaptabilidade em diversos ambientes de produção, assumindo importante papel socioeconômico entre as culturas de interesse econômico no Brasil, por se constituir em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais. De acordo com Monteiro & Stöcker (2020) o milho é o cereal mais produzido no mundo em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo.

Além do potencial genético do híbrido e da sua capacidade de adaptação a condições edafoclimáticas, o resultado de produção de uma lavoura também depende do sistema de semeadura (Cruz et al., 2012).De acordo com Silva et al. (2021) o potencial produtivo de forrageiras como o milho e sorgo pode ser explorado pelo implemento criterioso de aspectos técnicos, como a escolha da cultivar, que se adapte às condições de cultivo, uso de espaçamento e manejo correto.Atualmente, o grande desafio está em se alcançar maior produtividade, diminuindo os custos de produção por meio da incorporação de novas tecnologias no manejo, como a irrigação (PEGORARE et al., 2009).

No estado do Rio Grande do Sul, a cultura do milho vem crescendo em produtividade, principalmente sobre áreas irrigadas. Dentro do sistema de produção, esta cultura tem grande importância por trazer diversos benefícios, tais como a rotação de cultura por exemplo.

Atualmente, o Brasil possui 7,3 milhões de hectares irrigados (ANA, 2019) com perspectiva de 11,5 milhões em 2024 (FAO, 2017). Neste sentido, o uso eficiente da água na agricultura é indispensável para a garantia do recurso hídrico para os demais setores, ao mesmo tempo em que aporta água para a produção de alimentos, sendo controle da disponibilidade de água, fator limitante ao desenvolvimento da cultura do milho (AMADO et al. 2009). O milho é uma cultura muito estudada e melhorada em todo o mundo, alcançando produtividades próximas ao seu potencial máximo. Assim, uma das formas de aumentar a produção é aumentar o número de plantas por área, ou alterar o arranjo dos indivíduos no campo, além do uso de técnicas com a irrigação da lavoura (Calonego et al., 2011).

A cultura do milho é mais sensível ao déficit hídrico nos estádios de pendoamento (VT) do que no período de enchimento de grãos (R2) (Pias et al., 2017) o que pode limitar a obtenção de elevadas produtividades (Vian et al., 2016). Segundo BERGAMASCHI et al. (2006) déficit entre o pendoamento (VT) e o enchimento de grãos (R2), impacta diretamente na produtividade de grãos, sendo seus danos irreversíveis.

Para Peixoto (2014), com o desafio que teremos, de alimentar o mundo no futuro com uma população mundial de 7 bilhões de pessoas e, que em 2050 superará a 9 bilhões, o milho será ainda mais importante dentro desta estratégia. A demanda por alimentos crescerá 20% nos próximos 10 anos, e o Brasil será responsável por atender 40% desta demanda. Esta estratégia considerará, além do aumento populacional, a escassez de terras, os riscos inerentes a atividade, como as variações climáticas e, conseqüentemente, o uso de tecnologia e de práticas de manejo que permitam colher mais por área, ou seja, aumentar a produtividade.

No Rio Grande do Sul a maior parte de nossas áreas de milho é semeada na primeira safra, entre os meses de agosto e setembro, normalmente com condições climáticas consideradas adequadas para manejo fitossanitário, semeadura e aplicações de fertilizantes. Períodos de estiagem durante a fase de desenvolvimento vegetativo são prejudiciais, mas não tanto quanto a falta de água no período reprodutivo, também conhecido como período crítico, momento qual a planta tem a maior demanda hídrica. “Porém, uma curta estiagem acompanhada de alta demanda evaporativa atmosférica pode causar grandes prejuízos às lavouras.” (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014, p. 82).No estado do RS a

probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica entre dezembro e janeiro é alta e recorrente (Monteiro & Stöcker, 2020)

Devemos considerar algumas alternativas para diminuir o risco de perder produtividade ou então somar maiores produções por unidade de área, como a densidade de semeadura. Segundo Dourado Neto (1999), a maximização da produção das culturas vai depender da população utilizada, que pode variar de acordo com a capacidade de suporte do meio, sistema produtivo empregado, índice de duração da área foliar, época da semeadura e da correta distribuição espacial de plantas na área, que deverá ficar em harmonia com as características dos genótipos. Para Silva (2021): A capacidade de adaptação do milho e do sorgo às distintas condições edafoclimáticas, dependem do potencial genético da semente e do sistema de plantio empregado, bem como, da competência do genótipo utilizado em suportar até certo ponto altas densidades populacionais.

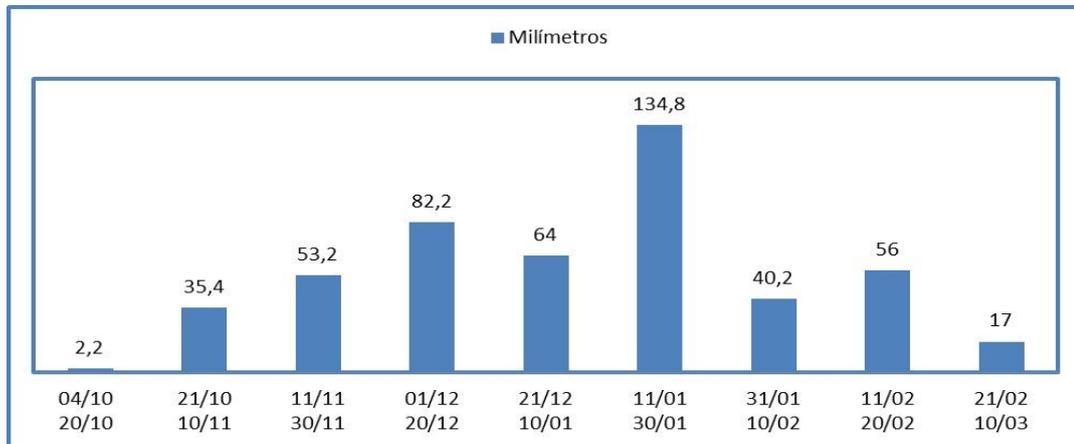
Aumentar a densidade de semeadura buscando maior quantidade de plantas por hectare aumenta a competição intraespecífica por nutrientes, radiação solar e água, principalmente. Portanto, altas populações podem incrementar na produção final desde que sejam supridas as necessidades da cultura. Todavia populações menores podem sofrer menos em uma condição de escassez hídrica, comparado a populações maiores. (Kappeset al., 2011). O arranjo espacial utilizado depende do poder de competição da cultura, ou seja, da sua capacidade de suportar até certo ponto altas densidades populacionais (Garcia et al., 2020; Silva et al., 2021). Em todos os genótipos, a maior altura de planta e o maior comprimento de espiga ocorreram sob a maior população, relação esta que inverteu-se à medida em que a população diminuiu. (DOURADO NETO et al., 2003). O adensamento populacional pode mudar as características morfológicas das plantas de milho (ZUCARELI et al. et al., 2019).

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da população de plantas por hectare sobre produtividade da cultura do milho em condições de irrigação subsuperficial e sequeiro.

## **2 Material e métodos**

O trabalho foi conduzido na Área Experimental da Universidade de Cruz Alta – RS. A região tem perfil de solo predominante argiloarenoso, altitude de 452 metros (IBGE, 2022). De acordo com Koppen e Geier (PEEL et al., 2007), o clima da região é do tipo Cfa. A precipitação acumulada do dia da semeadura (04/10/2020) até a colheita (10/03/2021) foi de 485,0 milímetros (Figura 1).

Figura 1- Precipitação (mm) durante o todo o ciclo da cultura, desde a semeadura até a colheita.



Fonte: Dados elaborados pelo autor.

O milho (*Zeamays* L.) foi semeado em 04/10/2021, em sistema de plantio direto, em sucessão à aveia-preta (*Avena strigosa*), a qual foi dessecada com  $960 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  do princípio ativo Glifosato +  $120 \text{ g}\cdot\text{ha}^{-1}$  do princípio ativo cletodim.

Na semeadura do híbrido AG 8780 PRO 3, de ciclo precoce, utilizou-se espaçamento entre linhas de 45 cm, profundidade de semeadura de 4 cm, alterando a regulagem de distribuição de sementes da semeadura por tratamento para que após a emergência realizasse a contagem de plantas finais por  $\text{m}^2$  e, via cálculo, convertidas em mil plantas por  $\text{ha}^{-1}$ , cada tratamento foi subdividido em 5 repetições.

A adubação de base foi constituída de  $260 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  da formulação 10-30-20 (N- $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ ), conforme as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004). Utilizou-se uma área total de  $1575 \text{ m}^2$  (31,5 m x 50 m). Em cobertura, 42 dias após o plantio no estágio de desenvolvimento da cultura V4, realizou-se a adubação de cobertura na dosagem de  $250 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  da formulação 45-00-00 (N- $\text{P}_2\text{O}_5$ - $\text{K}_2\text{O}$ ) para todos os tratamentos.

As plantas foram mantidas em condições ideais de sanidade, fazendo-se o controle de insetos-praga, doenças foliares e de plantas invasoras.

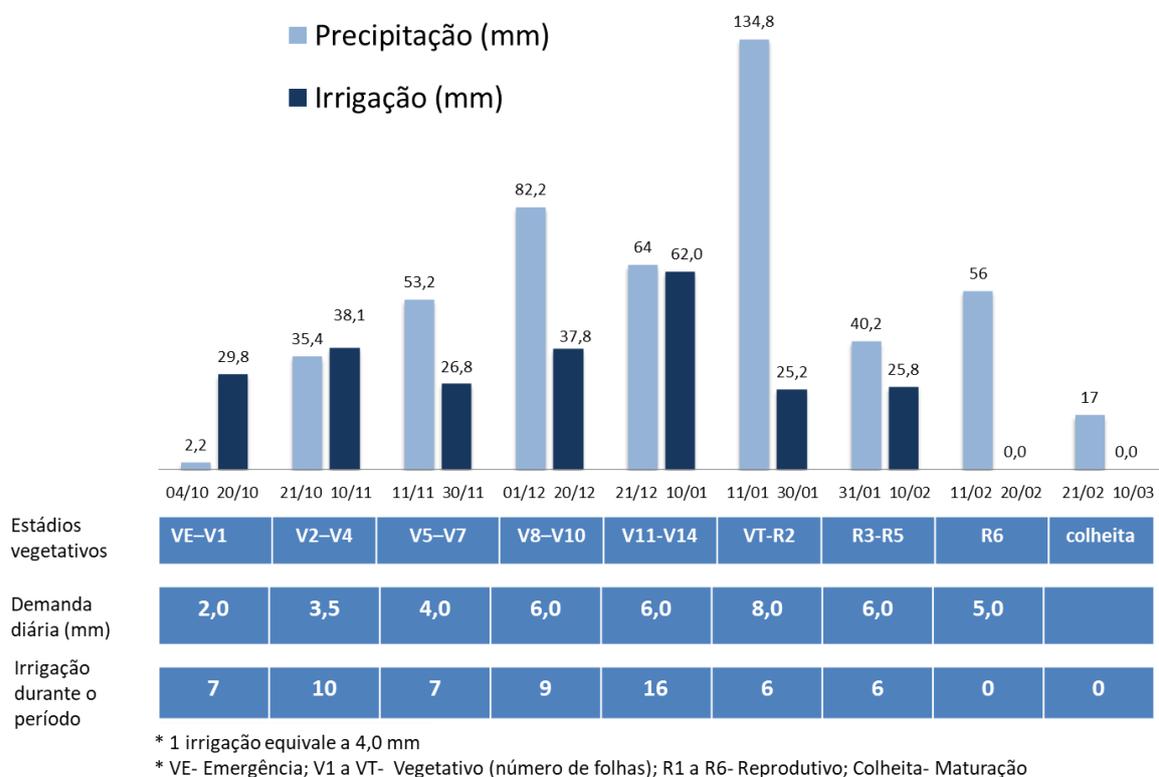
Durante o ciclo produtivo a cultura do milho recebeu uma lâmina de água total (P+I) correspondente a 730,0 mm, destes, 485,0 mm de precipitação e 245,0 mm via irrigação subsuperficial (Figura 2).

Segundo Pereira et al. (2012), as necessidades hídricas encontram-se na faixa de 500 a 800 mm, sendo que, este volume deve ser bem distribuído em todo o ciclo. O consumo médio

diário da cultura encontra-se entre 2,5 mm até atingir 30 cm de altura, posteriormente varia de 5 a 7,5 mm no período compreendido do espigamento até a maturação fisiológica.

O sistema de irrigação subsuperficial possui espaçamento entre emissores de 0,5m e 0,9m entre linhas. A lâmina média nominal utilizada foi fixada em 4,13 mm/dia, considerando um aproveitamento de 98%, sendo que o sistema funcionava durante a noite.

Figura 2 – Precipitação e Irrigação durante o todo o ciclo da cultura, desde a semeadura até a colheita



Fonte: Dados elaborados pelo autor.

Os tratamentos foram constituídos de diferentes populações de plantas: (T1: 52.000 plantas-ha<sup>-1</sup>; T2: 67.000 plantas-ha<sup>-1</sup>, T3:82.000 plantas-ha<sup>-1</sup>; T4:96.000 plantas-ha<sup>-1</sup>; T5: 118.000 plantas-ha<sup>-1</sup>);

A colheita e debulha, foram realizadas manualmente em uma área de 1,0m<sup>2</sup> por repetição, com as espigas 13% de umidade. Foram realizadas as seguintes avaliações: comprimento de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira; e peso de grãos.

Os dados foram submetidos à modelos lineares e quadráticos para investigar o efeito da população de plantas.ha<sup>-1</sup>, disponibilidade hídrica e sua interação (variáveis independentes), sobre diferentes aspectos fitotécnicos quantitativos: comprimento da espiga, número de fileiras.espiga<sup>-1</sup>, grãos.fileira<sup>-1</sup>, grãos.espiga<sup>-1</sup> e produtividade (Kg.ha<sup>-1</sup>), todas consideradas como variáveis dependentes. Uma análise de variância (Anova) foi utilizada para avaliar a significância dos modelos. Para avaliar a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Todas as análises foram realizadas por meio do software R v. 4.1.1 (cran.r-project.org) ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### 3 Resultado e discussão

Avaliando o comprimento da espiga, houve um efeito significativo da população de plantas.ha<sup>-1</sup> (F = 12,90; gl = 2, 114; p < 0,001), porém não ocorreram efeitos significativos para a condição hídrica (F = 2,01; gl = 1, 114; p = 0,16), bem como a interação entre a população de plantas e condição de irrigação (F = 1,99; gl = 2, 114; p = 0,14). O aumento da população de plantas influenciou negativamente o comprimento da espiga, principalmente para populações acima das 82.000 plantas-ha<sup>-1</sup> (Figura 3a). Em trabalho conduzido por Monteiro & Stöcker (2020) com população de 72.000 e 60.000 plantas por hectare em condição irrigado o tamanho da espiga não foi afetado. Segundo Pias et al. (2017) o comprimento de espigas é afetado de forma negativa com déficit hídrico no pendoamento.

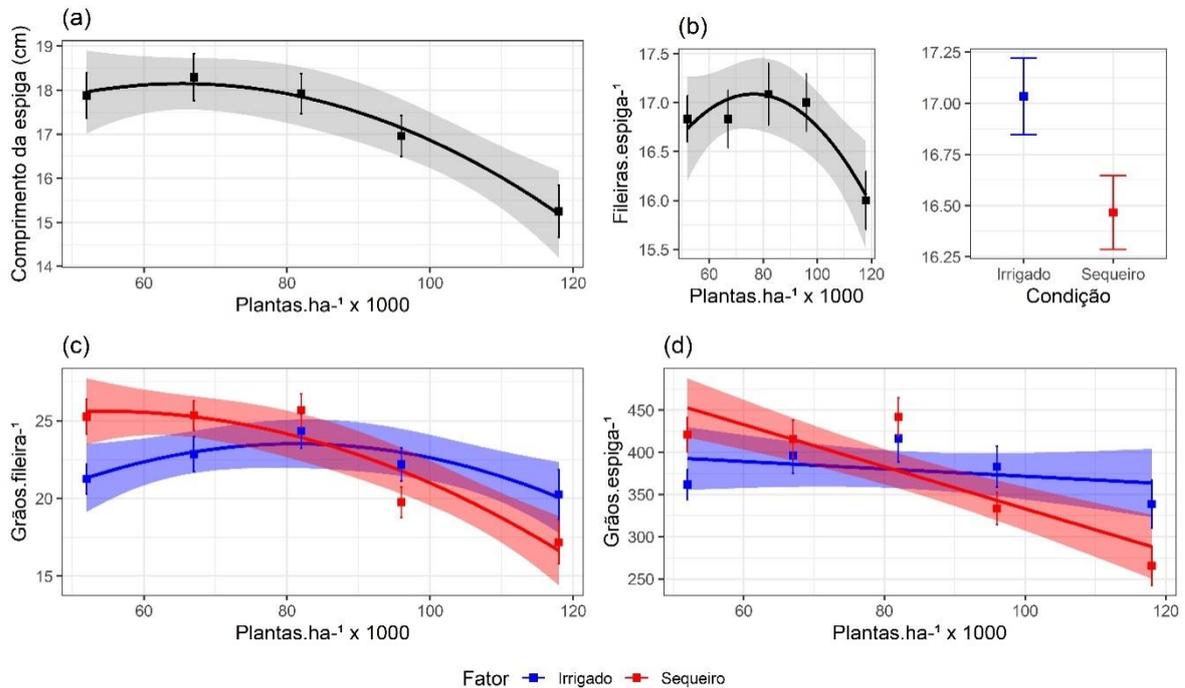
Para o número de fileiras.espiga<sup>-1</sup> houve efeito significativo da população de plantas (F = 4,26; gl = 2, 114; p < 0,05) e da condição hídrica (F = 4,89; gl = 1, 114; p < 0,05), no entanto, a interação destas variáveis não foi significativa (F = 1,22; gl = 2, 114; p = 0,29). De forma geral, verificou-se um aumento no número de fileiras por espiga<sup>-1</sup> até 82.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, tanto para irrigado quanto para sequeiro, decrescendo em populações acima de 82.000 plantas<sup>-1</sup> (Figura 3b). Maior competição por água período de formação de óvulos e espigas estresse por água ou nutrientes reduzem seriamente o número de grãos e o tamanho das espigas na colheita (RITCHIE; HANWAY; BENSON, 1993). Considerando todas as populações avaliadas, verificou-se maior número médio de fileiras.espiga<sup>-1</sup> para condição irrigada em relação a sequeiro (Figura 3b).

O número de grãos.fileira<sup>-1</sup> foi significativamente influenciado pela população de plantas (F = 18,48; gl = 2, 114; p < 0,001), não havendo variação entre condições hídricas isoladas (F = 0,11; gl = 1, 114; p = 0,73). Entretanto, a interação entre a populações de plantas

e condições hídricas foi significativa ( $F = 6,10$ ;  $gl = 2, 114$ ;  $p < 0,01$ ). Desta forma, os dados foram analisados considerando a interação. Neste cenário, verificou-se que o milho de sequeiro apresentou queda significativa do número de grãos.fileira<sup>-1</sup> em função do aumento da população de plantas.ha<sup>-1</sup> (Figura 3c). Porém, esta tendência não se repetiu para condição irrigada, indicando que o número de grãos.fileira<sup>-1</sup> manteve-se relativamente estável entre as diferentes populações avaliadas (Figura 3c). Neste caso o número de grãos.fileira<sup>-1</sup> foi reduzido de acordo com o aumento populacional no ambiente sequeiro, porém manteve-se estável na condição irrigada. Não houve aumento do número de fileiras por espiga em função do aumento do número de grãos por fileira, embora este tenha sido maior nas menores populações.(DOURADO NETO et al., 2003)

O número de grãos.espiga<sup>-1</sup> foi significativamente influenciado pela população de plantas.ha<sup>-1</sup> ( $F = 19,14$ ;  $gl = 1, 116$ ;  $p < 0,001$ ), não sendo influenciado pela condição hídrica de forma isolada ( $F = 1,95$ ;  $gl = 1, 116$ ;  $p = 0,16$ ). Apesar disso, houve efeito significativo da interação entre estes fatores ( $F = 3,89$ ;  $gl = 1,116$ ;  $p < 0,05$ ). Com o aumento da população, a competição dessas plantas por luz também aumenta. A competição por luz torna-se mais importante após o florescimento (MUNDSTOCK, 1978) quando o enchimento de grãos demanda maior transferência de fotoassimilados (TAIZ et al., 2017). Considerando a interação entre os fatores, verifica-se que para milho sequeiro, o número de grãos.espiga<sup>-1</sup> tende a decrescer conforme o aumento da população de planta.ha<sup>-1</sup> (Figura 3d), ao passo que milho irrigado apresenta maior estabilidade (Figura 3d).

Figura 3. Comprimento da espiga (cm) (a); número de fileiras.espiga<sup>-1</sup> (b); número de grãos.fileira<sup>-1</sup>(c); e número de grãos.espiga<sup>-1</sup>(d) em função da população de plantas.ha<sup>-1</sup> e condição hídrica (irrigado e sequeiro).



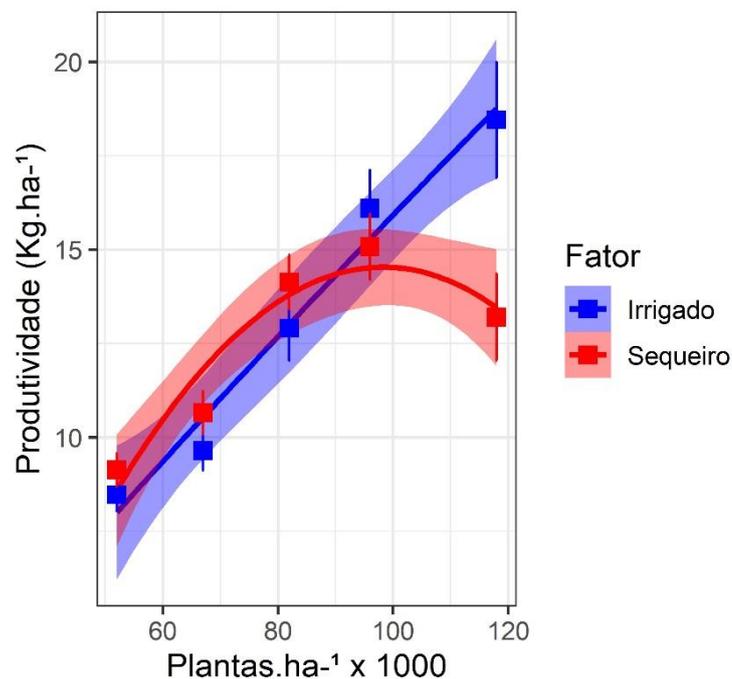
Por fim, verificou-se que a produtividade (Kg.ha<sup>-1</sup>) (Figura 4) foi significativamente influenciada pela população de plantas.ha<sup>-1</sup> ( $F = 49,54$ ;  $gl = 2, 114$ ;  $p < 0,001$ ), não diferindo entre condições hídricas de forma isolada ( $F = 1,47$ ;  $gl = 1, 114$ ;  $p = 0,22$ ). Apesar disso, houve interação significativa entre estes fatores ( $F = 9,29$ ;  $gl = 2, 114$ ;  $p < 0,001$ ). Diante disso, foi observada que a condição hídrica pode modular a resposta do híbrido avaliado em função do aumento da população de plantas.ha<sup>-1</sup>. Em maiores detalhes, verificamos uma tendência similar entre as condições irrigado e sequeiro, até uma população de 96.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. A população e o arranjo de plantas afetam a produtividade de milho por interferirem na radiação fotossintética ativa e na disponibilidade de água e nutrientes (Calonego et al., 2011). Devido ao aumento da população e a disponibilidade de água do ambiente de sequeiro reduzida perante o irrigado, à produtividade passou a reduzir.

Delimitar uma população final em ambiente sequeiro de até 96.000 plantas.ha<sup>-1</sup> pode ser considerada. De acordo com Calonego et al. (2011), houve aumento da produtividade de grãos como aumento da população de plantas de 45 mil para 75 mil plantas.ha<sup>-1</sup>, mesmo havendo sintomas de competição intra-específica apontados pelo maior crescimento das plantas em altura e pelo menor diâmetro de colmo. Acima disso, a produtividade de milho na

condição de sequeiro passa a decrescer, enquanto para condição irrigada, a produtividade segue aumentando (Figura 2). É fundamental adequar práticas de manejo às condições ambientais visando obtenção de elevadas produtividades de grãos (Serpa et al., 2012).

Com o uso de irrigação obtém-se elevada produtividade de grãos de milho cultivado em sucessão, independentemente da cobertura do solo no inverno (Silva et al., 2008). Quando o déficit hídrico ocorre em estágio crítico para a cultura do milho (VT) este limita severamente a produtividade de grãos, e conseqüentemente, a maior disponibilidade de nutrientes não é capaz de mitigar tal efeito (PIAS ET AL., 2017). Segundo Vian et al.(2016) a produtividade de grãos apresenta elevada variabilidade espacial e temporal, condicionada por aspectos relacionados ao estabelecimento e desenvolvimento da cultura. De acordo com o mesmo autor o componente que melhor se correlaciona com a produtividade da cultura do milho em área irrigada, com adequada uniformidade espacial de plantas, e o número de espigas por área.

Figura 4 - Produtividade de milho ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ) em função da população de plantas  $\text{ha}^{-1}$  sob diferentes condições hídricas (irrigado e sequeiro).



Fonte: Dados elaborados pelo autor

## Conclusões

A produtividade de milho em função do aumento da população de plantas  $\text{ha}^{-1}$  é modulada pela condição hídrica. O aumento da população de plantas influenciou negativamente o comprimento da espiga, principalmente para populações acima das 82.000 plantas- $\text{ha}^{-1}$ .

O número de fileiras por espiga $^{-1}$  até 82.000 plantas. $\text{ha}^{-1}$ , tanto para irrigado quanto para sequeiro, decresceu em populações acima de 82.000 plantas $^{-1}$ . Verificou-se maior número médio de fileiras. espiga $^{-1}$  para condição irrigada em relação a sequeiro.

## Referências

AMADO, T.J.C.; SCHENATO, B.S.; LEMAINSKI, C.L.; PES, L.Z. **Atributos químicos e físicos de Latossolose sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, n.4, p.831-843, 2009.

ANA (Agência Nacional de Águas (Brasil)). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA. 2019. 100p. : il.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; COMIRAM, F.; BERGONCI, J.I.; MULLER, A.G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A.O.; RADIN, B.; BIANCHI, C.A.M.; PEREIRA, P.G. (2006) **Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41: 243-249.

CALONEGO, J.C.; POLETO, L.C.; DOMINGUES, F.N.; TIRITAN, C.S.(2011) **Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas**. Revista Agrarian. v.4, n.12, p.84-90, 2011.

CRUZ, J. C.; MAGALHAES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J. A. A. (Ed.). **Milho: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011b. 338p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas)

DOURADO NETO, D.; VIERA, P. A .; MANIFRON, P. A.; PALHARES, M.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M. R. **Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo. v.2, n.3, p.63-77, 2003.

DOURADO NETO, D. **Modelos fitotécnicos referentes à cultura do milho**. Tese (Livro-Docência em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 229 p. 1999.

GARCIA, P. H. D. M. **Valor nutricional da silagem de genótipos de milho e sorgo cultivados em duas densidades de semeadura**. In: Nutrição e Produção Animal, (1a ed.), Org. Carlos Alexandre Oelke. Guarujá, SP: Científica Digital. p. 335- 359. ISBN: 978-65-87196-42-8, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Portal cidade**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cruz-alta/panorama>. Acesso em: 07 jan. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A853#>. Acesso em: 07. jan. 2022

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas**. Bragantia, Campinas, v. 70, n. 2, 2011, p. 334-343.

MONTEIRO, A.B.; STÖCKER, C.M. Espaçamento entrelinhas de semeadura e produtividade da cultura do milho irrigado por aspersão. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.4. 2020, p.111-121.

PEIXOTO, Claudio de Miranda. O milho no Brasil, sua importância e evolução. **Seed News: A revista internacional de sementes**. Fev/2014.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, p. 1633–1644, 2007.

PIAS, O.H.C.; LOWE, M. A.; DAMIAN, J. M.; SANTI, A. L.; TREVISAN, R.. Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho em função de doses de NPK e de déficit hídrico em estádios fenológicos críticos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.4, 2017, p.422-432.

RGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RSAscar, 2014. 82p.

SERPA, M. S.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; VIEIRA, V. M.; MARCHESI, D. R. Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 4, 2012, p.541-549.

SILVA, D. F.; GRACIA, P. H. M.; SANTOS, G. C. L.; FARIAS, I. M. S. C.; PÁDUA, G. V. G.; PEREIRA, P. H. B.; SILVA, F. E.; BATISTA, R. F.; NETO, S. G.; CABRAL, A. M. D. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, 2021. p. 1-9.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; PIANA, A. T.; STRIEDER, M. L.; JANDREY, D. B.; ENDRIGO, P. C. Produtividade do milho irrigado em sucessão a espécies inverniais para produção de palha e grãos. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.8, ago. 2008, p.987-993.

SOUZA, J.L.M. **Modelo para a análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba/SP, 2001.

PEREIRA, A. C., SANTOS, P. R. dos F., UJACOV, G., TOMAZETTI, M., PARIZI, A. R. C. (2012). **Avaliação da produtividade da cultura do milho conduzido sob irrigação por aspersão**. Capa. 4(2), 1-8.

VIAN, A. L.; SANTI, A. L.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R.; SIMON, D. H.; DAMIAN, J. M.; BREDEMEIER, C. **Variabilidade espacial da produtividade de milho irrigado e sua correlação com variáveis explicativas de planta** *Ciência Rural*. Santa Maria, v.46, n.3, mar. 2016, p.464-471.

ZUCARELI, C.; PIAZZOLI, D.; SAPUCAY, M. J. L. C.; PRANDO, A. M.; OLIVEIRA JUNIOR, J. A. Densidade de plantas e adubação nitrogenada em cobertura no desenvolvimento e desempenho produtivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.18, n.2, 2019, p. 178-191.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. How a corn plant develops. **Ames**: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26 p. (Special Report, 48).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas de populações de plantas em milho (Zeamays) de tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 13-18, 1978.

### 3 QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO PRODUZIDA COM USO DA IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO SUBSUPERFICIAL EM DIFERENTES POPULAÇÕES DE PLANTAS<sup>3</sup>

#### *QUALITY OF CORN SILAGE PRODUCED USING SUBSURFACE DRIP IRRIGATION IN DIFFERENT PLANT POPULATIONS*

Cristian José Daltrozo Brondani<sup>4</sup>;  
Rafael Pivotto Bortolotto<sup>5</sup>

**RESUMO:** A utilização de silagem de milho para a alimentação do gado leiteiro é muito comum no Brasil. A busca por melhor qualidade neste volumoso é constante e um dos fatores limitantes para a produção é a disponibilidade hídrica. Portanto, objetivou-se neste trabalho analisar o efeito da irrigação por gotejamento sub superficial na qualidade da silagem de milho em diferentes populações de plantas. Para tal, foram avaliados cinco tratamentos, correspondendo as populações de: 52.000, 67.000, 82.000, 96.000 e 118.000 plantas-ha<sup>-1</sup>. As plantas de cada tratamento foram cortadas em 1/3 do grão leitoso, pesadas, trituradas, 40 dias em fermentação e logo após encaminhadas para a análise bromatológica. Os dados foram submetidos aos modelos lineares para investigar o efeito da população de plantas.ha<sup>-1</sup> sobre as variáveis bromatológica da cultura do milho, à saber: NDT (Kg de ndt.ha<sup>-1</sup>), amido (Kg de amido.ha<sup>-1</sup>), matéria seca (MS ton.ha<sup>-1</sup>), leite (Kg de leite.ha<sup>-1</sup>) em condição de irrigado e sequeiro. Dentre s parâmetros bromatológicos avaliados, apenas NDT e MS (Matéria seca) foram modulados pela população de plantas. A correlação entre os parâmetros bromatológicos foi influenciada pela condição hídrica, principalmente para as correlações envolvendo o parâmetro NDT (Nutrientes digestíveis totais).

**Palavras chave:** Bromatologia. Suplementação hídrica.

---

<sup>3</sup> Artigo desenvolvido durante a pesquisa para obtenção parcial do título de Mestre em Desenvolvimento Rural..

<sup>4</sup> Universidade de Cruz Alta, Mestrado Profissional em Desenvolvimento Rural, Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil. [cristianbrondani@hotmail.com](mailto:cristianbrondani@hotmail.com)

<sup>5</sup> Universidade de Cruz Alta, Centro de Ciências da Saúde e Agrárias, Cruz Alta, Rio Grande do Sul, Brasil. [rafaelpbortolotto@gmail.com](mailto:rafaelpbortolotto@gmail.com)

**ABSTRACT:** The use of corn silage for dairy cattle is very common in Brazil. The search for better quality in this forage is constant and one of the limiting factors for production is water availability. Therefore, the objective of this work was to analyze the effect of subsurface drip irrigation on corn silage quality in different plant populations. For this, five treatments were evaluated, corresponding to populations of: 52,000, 67,000, 82,000, 96,000 and 118,000 plants-ha<sup>-1</sup>. The plants of each treatment were cut when the milk line was 1/3 of the grain, weighed, crushed, 40 days in fermentation and soon after sent for bromatological analysis. The data were submitted to linear models to investigate the effect of the plant population.ha<sup>-1</sup> on the bromatological variables of the maize crop, namely: TDN (Kg of ndt.ha<sup>-1</sup>), starch (Kg of starch.ha<sup>-1</sup>), dry matter (DM ton.ha<sup>-1</sup>), milk (Kg of milk.ha<sup>-1</sup>) under irrigated and rainfed conditions. Among the bromatological parameters evaluated, only NDT and MS (Dry matter) were modulated by the plant population. The correlation between the bromatological parameters was influenced by the water condition, mainly for the correlations involving the TDN parameter (Total Digestible Nutrients).

**Keywords:** Bromatology. *Zea mays*. Water supplementation.

## 1 Introdução

A cultura do milho (*Zeamays* L.) é mundialmente conhecida por sua adaptabilidade em diversos ambientes de produção, assumindo importante papel socioeconômico entre as culturas de interesse econômico no Brasil, por se constituir em matéria-prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais. Atualmente, o grande desafio está em se alcançar maior produtividade, diminuindo os custos de produção por meio da incorporação de novas tecnologias no manejo, como a irrigação (PEGORARE et al., 2009).

A utilização de silagem de milho (planta integral - incluindo espigas - triturada e fermentada) na alimentação do gado leiteiro é uma prática comum no Brasil. Constitui de 50 a 75% da dieta desses animais, principalmente nos períodos de entre safra das pastagens onde há redução do volumoso disponível (DRIEHUIS et al., 2008). Como o milho é a principal cultura ensilada para utilização em sistemas de produção animal, é imprescindível que esta proporcione silagens de alta qualidade, visto que, principalmente em sistemas intensivos de criação de bovinos, tanto para produção de carne quanto de leite, os animais são melhorados geneticamente e precisam de alimentos de alta qualidade para expressar todo seu potencial

produtivo (GOMES et al., 2004a). De acordo com a EMATER- RS (2022), a estimativa área de milho silagem no estado do Rio grande do Sul vai ser de 326,9 mil hectares na safra verão 21/22, correspondente a mais de 40% do total da área destinada ao milho grão.

A conservação da forragem por meio da ensilagem é uma alternativa cada vez mais empregada como estratégia alimentar para o período de escassez, maximização do uso da terra e/ou melhoria na rentabilidade do sistema produtivo por incremento do desempenho animal. O milho é, provavelmente, uma das espécies cultivadas com maior diversidade genética, tanto em produtividade como em qualidade nutricional, sendo que a sua silagem é considerada um volumoso de elevado valor nutricional e de grande importância na alimentação de ruminantes (MELLO et al., 2005).

Atualmente, o Brasil possui 7,3 milhões de hectares irrigados (ANA, 2019) com perspectiva de 11,5 milhões em 2024 (FAO, 2017). Neste sentido, o uso eficiente da água na agricultura é indispensável para a garantia do recurso hídrico para os demais setores, ao mesmo tempo em que aporta água para a produção de alimentos.

No Rio Grande do Sul a maior parte de nossas áreas de milho são semeadas na primeira safra, entre os meses de agosto e setembro, normalmente com condições climáticas consideradas adequadas para manejo fitossanitário, semeadura e aplicações de fertilizantes. Períodos de estiagem durante a fase de desenvolvimento vegetativo são prejudiciais, mas não tanto quanto a falta de água no período reprodutivo, também conhecido como período crítico, momento qual a planta tem a maior demanda hídrica. “Porém, uma curta estiagem acompanhada de alta demanda evaporativa atmosférica pode causar grandes prejuízos às lavouras.” (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014, p. 82).

Os híbridos de milho possuem características distintas, por isso conhecer o material a ser utilizado é de grande importância para que concilie suas características com o ambiente de produção, se esse material tem maior susceptibilidade ao stress hídrico, a irrigação pode ser necessária. Dentre os principais objetivos dos programas de melhoramento de milho para a silagem deve estar à procura por híbridos adaptados a diferentes tipos de solo e clima, com maior resistência a pragas e doenças regionais, melhor resposta à adubação, estabilidade de produção, que possuam alta produtividade total de matéria seca, elevada participação de grãos na matéria seca total, acentuado staygreen (característica da planta de permanecer verde mesmo quando a espiga já se encontra em adiantado estágio de maturação) e menor drydown (taxa de secagem (MELLO, 2004).

Devemos considerar algumas alternativas para diminuir o risco de perder produtividade ou então somar maiores produções por unidade de área, como a densidade de

semeadura. Segundo Dourado Neto (1999), a maximização da produção das culturas vai depender da população utilizada, que pode variar de acordo com a capacidade de suporte do meio, sistema produtivo empregado, índice de duração da área foliar, época da semeadura e da correta distribuição espacial de plantas na área, que deverá ficar em harmonia com as características dos genótipos. O termo adaptabilidade refere-se à capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, enquanto estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente (NUNES et al., 2002).

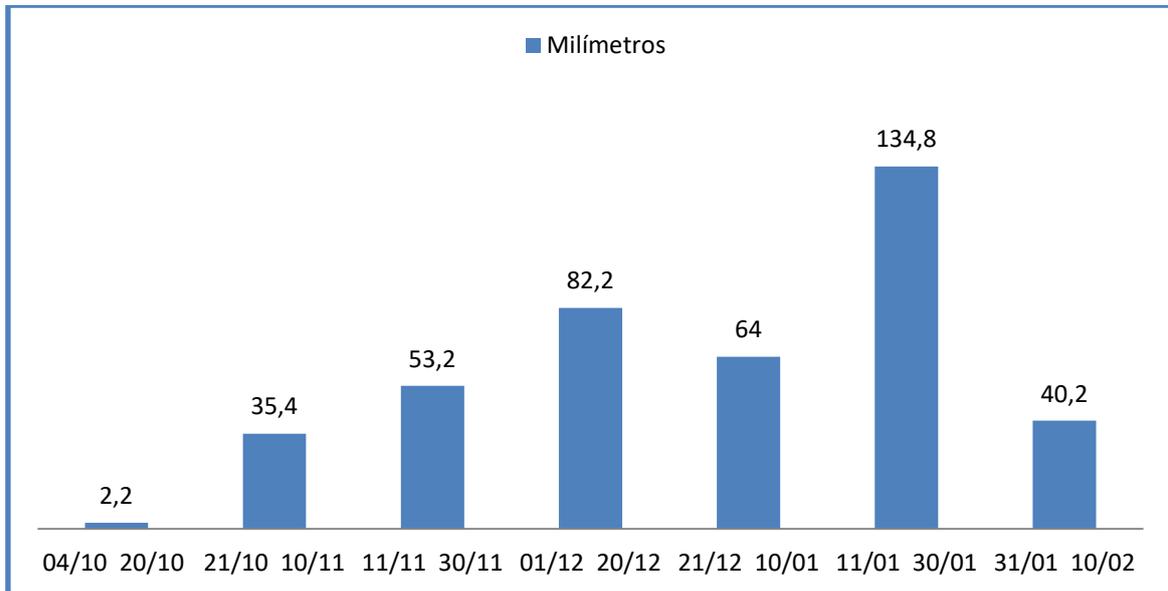
O incremento na densidade de semeadura aumenta a quantidade de plantas por área e, conseqüentemente, a competição. Ao associar este incremento à redução no espaçamento entre linhas, tem-se a maximização do uso da água, da radiação solar e dos nutrientes pelas plantas em uma determinada área, o que pode promover maiores produtividades em razão da distribuição mais equidistante das plantas e menor competição inter e intraespecífica pelos fatores de produção (Kappes et al., 2011). Se relacionarmos a qualidade de silagem, a população final de plantas talvez possa interferir em alguns aspectos, como: Percentual de grãos, biomassa e digestibilidade. Para Zopollatto: A composição das frações da planta de milho tem influência direta na sua qualidade. A variação dessas frações, em virtude de fatores genotípicos e fenotípicos, tem conseqüências diretas na produção e composição da planta. Assim sendo, na produção de silagem de milho de boa qualidade, deve-se considerar além do percentual de grãos na massa ensilada e da alta produtividade de biomassa por unidade de área, a participação das demais frações da planta, com ênfase na digestibilidade da fibra em detergente neutro das mesmas (2007).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da população de plantas por hectare sobre a qualidade da silagem da cultura do milho em condições de irrigação subsuperficial e sequeiro.

## **2 Material e métodos**

O trabalho foi realizado na área experimental pertencente ao Polo de Inovação tecnológica Alto Jacuí da Universidade de Cruz Alta – RS. A região tem perfil de solo predominante argiloarenoso, altitude de 452 metros (IBGE, 2022). De acordo com Koppen e Geier (PEEL et al; 2007), o clima da região é do tipo Cfa. A precipitação acumulada do dia da semeadura (04/10/2020) até a colheita (10/02/2021) foi de 412, 0 milímetros (Figura 1).

Figura 1- Precipitação acumulada no período da semeadura até a colheita.



Fonte: Dados elaborados pelo autor.

O milho (*Zeamays L.*) foi semeado em 04/10/2021, em sistema de plantio direto, em sucessão à aveia-preta (*Avena strigosa*), a qual foi dessecada com 960 g.ha<sup>-1</sup> do princípio ativo Glifosato + 120 g.ha<sup>-1</sup> do princípio ativo cletodim.

Na semeadura do híbrido AG 8780 PRO 3, de ciclo precoce, utilizou-se espaçamento entre linhas de 45 cm, profundidade de semeadura de 4 cm, alterando a regulagem de distribuição de sementes da semeadoura por tratamento para que após a emergência realizasse a contagem de plantas finais por m<sup>2</sup> e, via cálculo, convertidas em mil plantas por ha<sup>-1</sup>, cada tratamento foi subdividido em 5 repetições.

A adubação de base foi constituída de 260 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 10-30-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), conforme as Recomendações de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004). Utilizou-se uma área total de 1575 m<sup>2</sup> (31,5 m x 50 m). Em cobertura, 42 dias após o plantio no estágio de desenvolvimento da cultura V4, realizou-se a adubação de cobertura na dosagem de 250 kg.ha<sup>-1</sup> da formulação 45-00-00 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) para todos os tratamentos.

As plantas foram mantidas em condições ideais de sanidade, fazendo-se o controle de insetos-praga, doenças foliares e de plantas invasoras.

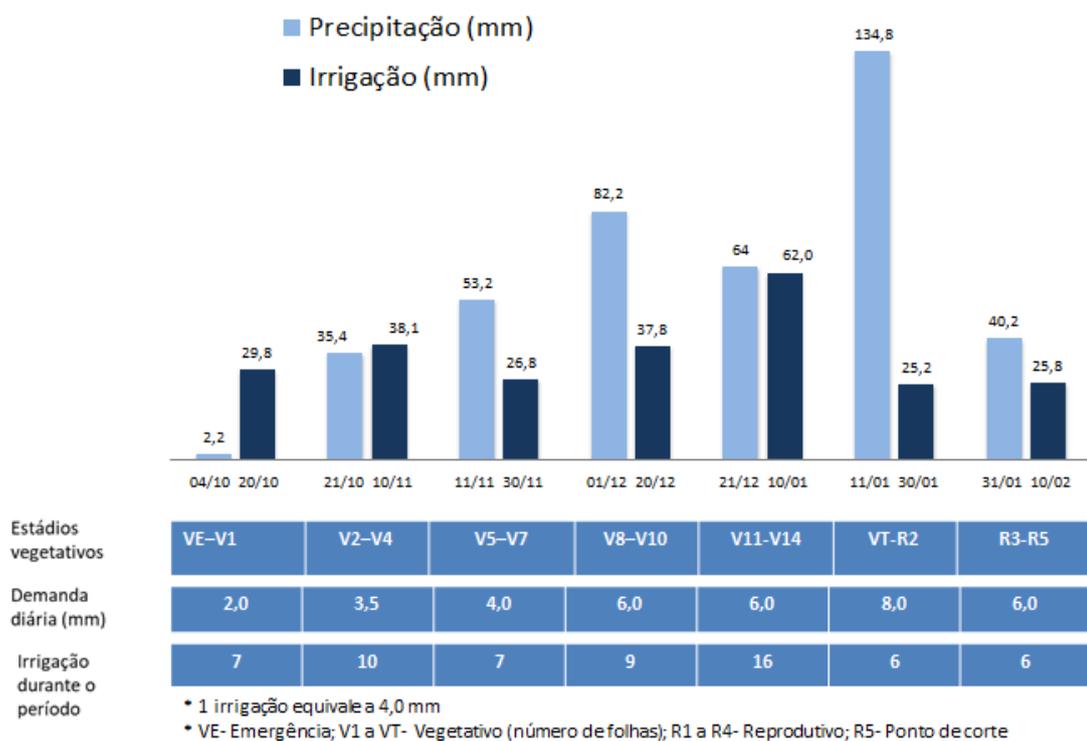
Segundo Pereira et al. (2012), as necessidades hídricas encontram-se na faixa de 500 a 800 mm, sendo que, este volume deve ser bem distribuído em todo o ciclo. O consumo

médio diário da cultura encontra-se entre 2,5 mm até atingir 30 cm de altura, posteriormente varia de 5 a 7,5 mm no período compreendido do espigamento até a maturação fisiológica.

O sistema de irrigação subsuperficial possui espaçamento entre emissores de 0,5m e 0,9m entre linhas. A lâmina média nominal utilizada foi fixada em 4,13 mm/dia, considerando um aproveitamento de 98%, sendo que o sistema funcionava durante a noite.

Durante o ciclo produtivo a cultura do milho recebeu uma lâmina de água total (P+I) correspondente a 657,0 mm, destes, 412,0 mm de precipitação e 245,0 mm via irrigação subsuperficial (Figura 2). Os tratamentos foram constituídos de diferentes populações de plantas: (T1: 52.000 plantas-ha<sup>-1</sup>; T2: 67.000 plantas-ha<sup>-1</sup>, T3:82.000 plantas-ha<sup>-1</sup>; T4:96.000 plantas-ha<sup>-1</sup>; T5: 118.000 plantas-ha<sup>-1</sup>);

Figura 2 - Precipitação e Irrigação durante o todo o ciclo da cultura, desde a semeadura até o corte.



Fonte: Dados elaborados pelo autor.

O corte das plantas foi realizado no dia 10/02/2021, a 20 cm de altura, quando a linha do leite era 1/3 do grão, de acordo com a Embrapa (2011) “Pelo estágio dos grãos, imprescindível para quem visa qualidade, selecionam-se também 5 a 10 plantas ao acaso no interior da gleba, e quebra-se a espiga no meio, momento em que podemos verificar que o ponto ideal de início é quando a linha de leite está a 1/3 do grão e indo até a fase de 3/4 do

grão. Na ausência da linha de leite, a planta já deverá estar com porcentagem de matéria seca superior a 40%. Pesquisas mostram diferenças de até 2 kg de leite/ cabeça/dia, ministrando silagem em diferentes períodos de maturação”. Para se conseguir silagens com teores adequados de MS, as plantas devem ser cortadas quando os grãos se encontram entre as texturas pastosa e farinácea dura. No entanto, dependendo das condições edafoclimáticas, as plantas do milho podem apresentar diferentes gradientes de maturação (OLIVEIRA et al., 2002).

Após as plantas foram separadas e identificadas, trituradas e pesadas para obter os resultados de matéria verde. Após a pesagem foram colocadas as amostras em vidros de compotas e feito a identificação, a fermentação durou 40 dias e então as amostras foram para o laboratório para análise bromatológica.

Os dados foram submetidos aos modelos lineares para investigar o efeito da população de plantas.ha<sup>-1</sup> sobre as variáveis bromatológica da cultura do milho, à saber: NDT (Kg de NDT.ha<sup>-1</sup>), amido (Kg de amido.ha<sup>-1</sup>), matéria seca (Kg de MS.ha<sup>-1</sup>), leite (Kg de leite.ha<sup>-1</sup>) nas condições de milho irrigado e sequeiro. Uma análise de variância (Anova) foi utilizada para avaliar a significância dos modelos. Para avaliar a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Bartlett, respectivamente. Posteriormente, uma análise de correlação de Pearson foi realizada para avaliar a correlação entre os parâmetros avaliados em cada condição hídrica. Todas as análises foram realizadas por meio do software R v. 4.1.1 (cran.r-project.org) ao nível de 5% de probabilidade de erro.

### 3 Resultado e discussão

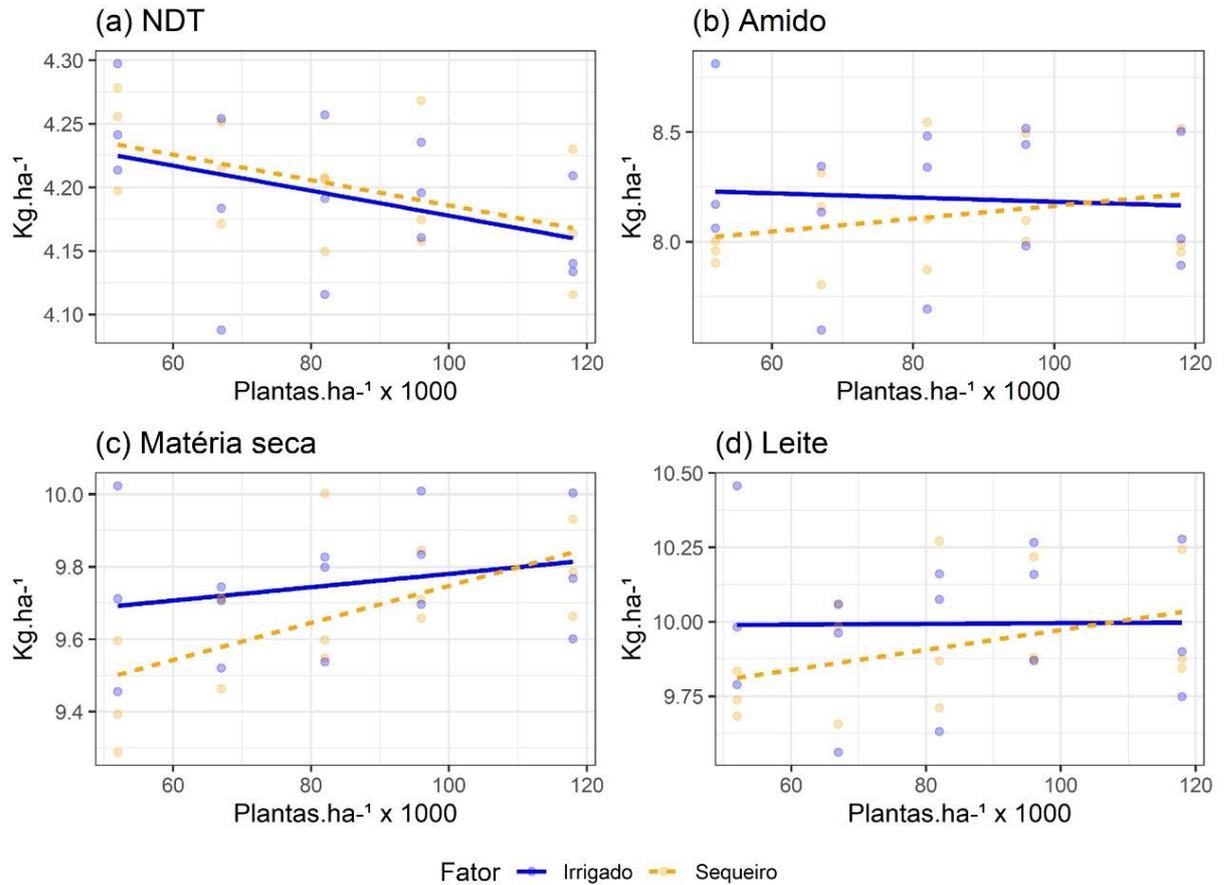
Considerando os resultados obtidos para kg de ndt.ha<sup>-1</sup> (Figura 3a), verificou-se efeito significativo da população de plantas para condição de sequeiro ( $F = 4.19$ ;  $gl = 1, 13$ ;  $p < 0.05$ ), indicando uma tendência de queda ( $-9.962e-07 \pm 4.863e-07$ ,  $R^2 = 0.24$ ;  $p < 0.05$ ) em função do aumento no número de plantas.ha<sup>-1</sup>. No entanto, para condição irrigada, apesar da tendência observada ( $-9.831e-07 \pm 6.307e-07$ ;  $R^2 = 0.15$ ), não houve efeito significativo ( $F = 2.43$ ;  $gl = 1, 13$ ;  $p = 0.14$ ). Os valores estimados de NDT dos tratamentos estudados apresentaram valores semelhantes aos citados por Rosa et al. (2000) e superiores aos citados por Flaresso et al. (2000) e Pimentel et al. (1998). Segundo Flaresso et al. (2000), uma silagem, para ser considerada de boa qualidade, deve apresentar de 64% a 70% de NDT.

Para quantidade de amido. $\text{ha}^{-1}$  (Figura 3b) na condição de sequeiro, não houve efeito significativo da população de plantas ( $F = 1.15$ ;  $gl = 1,13$ ;  $p = 0.30$ ). Mesmo resultado foi verificado na condição irrigada ( $F = 0.06$ ,  $gl = 1,13$ ;  $p = 0.81$ ), indicando não haver efeito da população de plantas sobre este parâmetro em nenhum dos cenários avaliados. O amido é uma importante fonte de energia na silagem de milho, podendo contribuir de 50 a 70% da matéria orgânica digestível (Martin et al., 2008).

Para o parâmetro matéria seca (Figura 3c), verificou-se efeito significativo da população de plantas na condição de sequeiro ( $F = 8.53$ ;  $gl = 1, 13$ ;  $p < 0.05$ ), indicando haver um aumento na produção de matéria seca ( $4.949\text{e-}06 \pm 1.694\text{e-}06$ ;  $R^2 = 0.40$ ) em função do aumento na população de plantas. Na condição irrigada, apesar da leve tendência de aumento observada, não foi observado efeito significativo para este parâmetro ( $F = 0.84$ ;  $gl = 1, 13$ ;  $p = 0.37$ ), o que pode estar relacionado com a alta variabilidade dos dados, impedindo um ajuste satisfatório do modelo regressivo ( $1.784\text{e-}06 \pm 1.945\text{e-}06$ ;  $R^2 = 0.06$ ). A produção de matéria seca variou de 12504 a 18109 kg haentre os tratamentos tendo uma maior diferença em função dos ambientes: Irrigado e sequeiro. Estes resultados são maiores que os encontrados por ROSA et al. (2004) e ALMEIDA FILHO et al. (1999), que encontraram valores entre 8150 a 12720 kg de MS  $\text{ha}^{-1}$  para os cultivares avaliados. Porém, são semelhantes aos encontrados por FLARESSO et al. (2000) que observaram produções de matéria seca entre 18.092 e 23.869 kg  $\text{ha}^{-1}$ .

Por fim, para produção de leite ( $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$ ), na condição de sequeiro, apesar da tendência de aumento ( $3.361\text{e-}06 \pm 2.162\text{e-}06$ ;  $R^2 = 0.16$ ), não foi encontrado efeito significativo do aumento da população de plantas sobre este parâmetro ( $F = 2.41$ ;  $gl = 1, 13$ ;  $p = 0.14$ ). Mesmo padrão foi observado na condição irrigada ( $F = 0.001$ ;  $gl = 1, 13$ ;  $p = 0.96$ ), sem nenhuma tendência aparente.

Figura 3. Nutrientes digestíveis totais ( $\text{kg} \cdot \text{hectare}^{-1}$ ), (a); Kg de amido. $\text{hectare}^{-1}$ (b); Kg de matéria seca. $\text{hectare}^{-1}$  (c); e Kg de leite. $\text{hectare}^{-1}$  (d)em função da população de plantas. $\text{hectare}^{-1}$  e condição hídrica (irrigado e sequeiro).

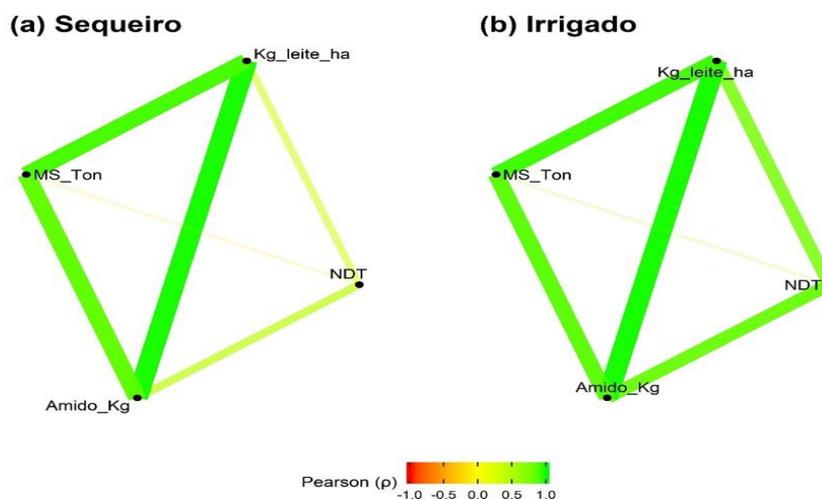


Fonte: Dados elaborados pelo autor.

Observando o padrão de correlação entre os parâmetros avaliados (Figura 4), de forma geral, em cada condição (irrigado x sequeiro), foi observada uma fraca correlação entre os parâmetros NDT e matéria seca (MS) em ambas condições avaliadas. Lauer (1996) apresentou resultados de pesquisa que mostram aumento da produção de MS de silagem e de leite por área à medida que se avança o estágio de desenvolvimento das plantas de milho, o que também determina a elevação dos teores de MS da planta inteira. Assim, a produção de MS de silagem por área é um fator importante a ser considerado, devido estar relacionado com a produtividade animal nos diferentes sistemas de produção. As variáveis Kg de leite.ha<sup>-1</sup>, amido e matéria seca foram fortemente correlacionadas em ambos os cenários. Já para as correlações de NDT com amido e Kg de leite.ha<sup>-1</sup> foram consideradas fracas para o cenário de sequeiro, ao passo que para a condição irrigada, estas correlações passaram a ser fortes.. Segundo a classificação de Neumann et al. (2014), bons híbridos de milho para silagem devem estar contidos dentro de certos parâmetros nutricionais, em relação a MS, tais como:

60 a 90 g kg<sup>-1</sup> de proteína bruta, mais que 650 g kg<sup>-1</sup> de NDT, menos que 520 g kg<sup>-1</sup> de FDN, menos que 320 g kg<sup>-1</sup> de FDA e valores menores que 50 g kg<sup>-1</sup> de matéria mineral. Considerando os resultados obtidos, de forma geral, nota-se que a disponibilidade hídrica pode alterar o padrão de correlação entre as variáveis bromatológicas avaliadas. Isso ocorre devido a mudanças na quantidade dos parâmetros bromatológicos avaliados em função da disponibilidade hídrica (CARVALHO et al., 2016).

Figura 4. Rede de correlação de Pearson entre os parâmetros avaliados nas condições sequeiro (a) e irrigado (b).



Fonte: Dados elaborados pelo autor.

## Conclusões

A correlação entre os parâmetros bromatológicos foi influenciada pela condição hídrica, principalmente para as correlações envolvendo o parâmetro NDT (Nutrientes digestíveis totais).

Os parâmetros bromatológicos NDT e MS (Matéria seca) foram modulados pela população de plantas.

## Referências

ALMEIDA FILHO, S.L., FONSECA, D.M., GARCIA, R. et al. Características agronômicas de cultivares de milho (*ZeamaysL.*) e qualidade dos componentes e da silagem. *Rev. Bras. Zoot.*. Viçosa, v.28, n.1, 1999, p. 7-13.

ANA (Agência Nacional de Águas (Brasil)). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA. 2019. 100p

CARVALHO, I, R; DE SOUZA, V, Q; FOLLMANN, D, N; NARDINO, M; PELEGRIN, A, J; FERRARI, M; KONFLANZ, V,A; LAZZARI, R; UCZAY,J. **Efeitos na produção e constituição bromatológica de silagem de híbridos de milho em diferentes ambientes.**

DOURADO NETO, D. **Modelos fitotécnicos referentes à cultura do milho.** Tese (Livro-Docência em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999, 229p

DRIEHUIS, F.; SPANJER, M.C.; SCHOLTEN, J.M.; GIFFEL, M.C.T. Occurrence of mycotoxins in feedstuffs of dairy cows and estimation of total dietary intakes. **J. DairySci.**, v.91, 2008 p. 4261- 4271.

EMATER; **Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural.** Disponível em: [http://www.emater.tche.br/site/arquivos\\_pdf/safra/safraTabela\\_08032022.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos_pdf/safra/safraTabela_08032022.pdf) pag 16. Acesso em 17 abr. 2022.

EMBRAPA. **Milho**: o produtor pergunta, a Embrapa responde / CRUZ, J.C.; MAGALHÃES, P.C.;PEREIRA FILHO, I. A.; MOREIRA, J.A.A. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 338 p. : il. ; 16 cm x 22 cm. – (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

FLARESSO J.A.,GROSS, C.D., ALMEIDA, E.X. **Cultivares de milho** (Zeamays L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no alto vale do Itajaí, Santa Catarina. *Rev. Bras. Zoot.*,Viçosa, v.29, n.6, 2000 p. 1608- 1615.

GOMES, M.S.; VON PINHO, R.G.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.V.; BRITO, A.H. **Variabilidade genética em linhagens de milho nas características relacionadas com a produtividade de silagem.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.9, 2004, p.879-885.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Portal cidade.** Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/cruz-alta/panorama>>Acesso em: 07 jan. 2022.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Disponível em <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A853#>. Acesso em: 07 jan. 2022

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas.** *Bragantia*, Campinas, v. 70, n. 2, 2011. p. 334-343.

LAUER, J. Calculating silage of immature corn. **Wisconsin Crop Manager**, v.3, n.25, p.146-147, 1996. Disponível em: Acesso em: 05 dez. 2000.

Martin, N.P., Mertens, D.R., Hall, M.B., Lauer, J.G. Fiber digestibility and starch content of corn silage, in: **Idaho Alfalfa and Forage Conferences**. 2008.

MELLO, R.; NORBERG, J.L.; ROCHA, M.G.; DAVID, D.B. Características produtivas e qualitativas de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.4, n.1, 2005, p.79-94.

MELLO, R. Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.48-58, jul/ago de 2004. Disponível em: [http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/007V1N1P48\\_58\\_JUL2004.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/007V1N1P48_58_JUL2004.pdf). Acesso em: 03 abr. 2022.

NEUMANN, M.; FIGUEIRA JR, D. N.; BUMBIERIS JR, V. H.; UENO, R. K.; LEÃO, G. F. M. Ensilagem: Estratégias visando maior produção de leite. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RUMINANTES LEITEIROS (UDILEITE). **Anais**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2014, p. 130-166.

NUNES, H.V.; MIRANDA, G.V.; GALVÃO, J.C.C.; SOUZA, L.V.; GUIMARÃES, L.J.M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca por meio de dois métodos de classificação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, 2002, p.78-88.

OLIVEIRA, M.D.S., SOUZA, B.A.C., TORRES, R. Composição químico-bromatológica de onze cultivares de milho. **ARS Vet.**, Jaboticabal, v.18, n.2, 2002, p.158-166.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11,2007, p. 1633–1644.

PEIXOTO, Claudio de Miranda. O milho no Brasil, sua importância e evolução. **Seed News: A revista internacional de sementes**. Fev/2014.

PEREIRA, A. C., SANTOS, P. R. dos F., UJACOV, G., TOMAZETTI, M., PARIZI, A. R. C. (2012). **Avaliação da produtividade da cultura do milho conduzido sob irrigação por aspersão**. Capa. 4(2), 1-8.

RGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RSAscar, 2014. 82p.

ROSA, J.R.P., ALVES FILHO, D.C., RESTLE, F. et al. Avaliação do comportamento agrônômico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (Zeamays, L.). **Rev. Bras. Zoot.** Viçosa, v.33, n.2, 2004, p. 302-312.

SOUZA, J.L.M. **Modelo para a análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro.** Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba/SP, 2001.

ZOPOLLATTO, M. **Produtividade, composição morfológica e valor nutritivo de cultivares de milho (Zeamays L.) para produção de silagem sob os efeitos da maturidade.** Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros, USP, Piracicaba, 2007. 228f

## DISCUSSÃO GERAL

No artigo I foram apresentados os resultados dos estudos realizados a campo. Descrevendo o experimento, implantação, manejo, condução, coleta de dados, interpretação e o resultado da avaliação da interferência da irrigação subsuperficial em diferentes populações de plantas onde a produtividade de milho em função do aumento da população de plantas.ha<sup>-1</sup> é modulada pela condição hídrica. Deste pressuposto surge a irrigação, que é uma técnica usada desde a antiguidade, para aumentar a produtividade das culturas de um modo geral. A ideia da irrigação das culturas agrícolas consiste no suprimento de água às plantas na quantidade adequada e no momento certo, para se obter, economicamente, a produção ótima e a melhor qualidade do produto (SOUZA, 2001). De acordo com a Figura 1 (Artigo 1) tivemos uma precipitação acumulada bastante significativa nos primeiros dias do mês de janeiro quando a cultura estava no período crítico, o que possibilitou o ambiente de sequeiro manter produtividade. Mesmo assim, nota-se que a produtividade foi limitada pela população de plantas para condição de sequeiro, ao passo que para condição irrigada, a produtividade seguiu tendência de aumento (Figura 4, Artigo I).

O artigo II apresentou o estudo relacionado ao efeito da irrigação por gotejamento subsuperficial na qualidade da silagem de milho em diferentes populações de plantas. De acordo com os aspectos bromatológicos avaliados, o NDT (Nutrientes digestíveis totais) no ambiente de sequeiro reduziu significativamente quando houve aumento na população de plantas em ambas as condições de disponibilidade hídrica avaliadas. Ao contrário do que observamos para matéria seca, a qual aumentou junto com o aumento de população em ambas as condições avaliadas (irrigado e sequeiro). Desta forma, nota-se que a população de plantas é um fator importante para quantidade de NDT e matéria seca produzido em ambas as condições de irrigação. Quanto a matéria seca, silagens muito úmidas favorecem a fermentação clostrídica e a produção de efluentes, reduzindo o valor nutricional da silagem. Por outro lado, silagens muito secas diminui a qualidade da fibra, além de causando complicação na colheita e na compactação do silo (D' OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2014). Além disso, destaca-se que a correlação entre os parâmetros bromatológicos variou entre as condições irrigado e sequeiro, indicando que a disponibilidade hídrica pode modular relações de interdependência entre os fatores avaliados. Referente ao amido não houve impacto significativo entre as diferentes populações correlacionadas aos ambientes de sequeiro e irrigado, Segundo Henrique et al.(2007), o amido é o principal constituinte do milho,

sendo responsável pela maior parte da energia presente na silagem com digestibilidade na maioria das vezes superior a 90%.

De modo geral, de acordo com os manuscritos apresentados anteriormente podemos obter maior estabilidade na produção de grãos e na qualidade de silagem da cultura do milho com o uso da irrigação. A população em ambiente de sequeiro apresentou maior produção de grãos com 82 mil plantas por hectare, acima dessa quantidade apresentou decréscimo em produtividade. Já para condição irrigada, nota-se maior estabilidade dos parâmetros avaliados, permitindo o aumento da população de plantas e conseqüentemente da produtividade.

## CONSIDERAÇÕES GERAIS

A cultura do milho tem uma grande importância tanto na agricultura como na pecuária, atualmente esta com elevado custo de produção pelo motivo do custo dos insumos. Por se tratar de uma planta com alta demanda hídrica, normalmente surge dúvidas com relação ao manejo, e um deles é a densidade de semeadura. Sempre será importante conhecer o híbrido a ser utilizado, sua recomendação e conhecer o ambiente de produção que será implantado.

A suplementação hídrica contribuiu como uma forma de aumentar garantia sobre o produto desejado, quando se tem essa possibilidade, o produtor fica com maior segurança sobre o investimento sobre a cultura. Podemos observar no resultado da produtividade de grãos em ambiente irrigado que a maior população de plantas teve maior produtividade, deixando uma curiosidade de que se aumentar ainda mais essa população, que resultado poderemos obter?

Definir população de plantas é o estudo sobre o ambiente, híbrido, clima, fertilidade e entre outros, mas no caso do presente trabalho observamos que na qualidade da silagem sobre o ambiente irrigado tivemos efeitos não significativos entre as populações, significa que o aumento na quantidade de sementes por hectare, gera maior custo, porém não incrementa na produção de leite, por exemplo.

Com base nessas considerações de natureza prática, o estudo da irrigação sobre a cultura do milho apresenta muito interesse do ponto de vista da pesquisa básica, sinalizando que podemos cada vez mais incrementar produtividade com manejos adequados e investimentos que trarão maior retorno financeiro na atividade agropecuária.

## REFERÊNCIAS

CARVALHO, T. S.; DOMINGUES, E. P.; **Impactos econômicos e de uso do solo de uma política de controle de desmatamento na Amazônia Legal brasileira.** 42º Encontro nacional de economia- ANPEC. Natal (RN), 9-12 dez, 2014.

D' OLIVEIRA, P. S.; OLIVEIRA, J. S. **Produção de silagem de milho para suplementação do rebanho leiteiro.** Juiz de Fora, MG: EMBRAPA, 2014. (Comunicado Técnico)

HENRIQUE, W; BELTRAME FILHO, J. A.; LEME, P. R.; LANNA, D. P. D.; ALLEONI, G. F.; COUTINHO FILHO, J. L. V.; SAMPAIO, A. A. M. Avaliação da silagem de grãos de milho úmido com diferentes volumosos para tourinhos em terminação: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online]. 2007, v. 36, n. 1 [Acessado 7 Julho 2022] , pp. 183-190. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000100022>>. Epub 17 Set 2010. ISSN 1806-9290. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000100022>.

MARQUES, P. A. A.; FRIZZONE, J. A.; TEIXEIRA, M. B. **O estado da arte da SDI.** Colloquium Agrarian, v.2, p.17-31, 2006.

SILVA, P.R.F. da et al. **Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho.** Porto Alegre: Evangraf, 2006. 64p.

SOUZA, J.L.M. **Modelo para a análise de risco econômico aplicado ao planejamento de projetos de irrigação para cultura do cafeeiro.** Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba/SP, 2001.

SUAREZ-REY, E. M.; CHOI, C. Y.; MCCLOSKEY, W. B.; KOPEC, D. M. Effects of chemicals on root intrusion into subsurface drip emitters. **Irrigation and Drainage**, v.55, p.501-509, 2006.

VESCOVE, H. V. **Consumo e custo de energia elétrica na cultura de citros irrigada por gotejamento e microaspersão, com três lâminas de água.** Irriga, 2010, p. 75-89.