

Espaçamento entrelinhas de semeadura e produtividade da cultura do milho irrigado por aspersão

Alex Becker Monteiro^{1*}, Cristiane Mariliz Stöcker²

¹Doutor em Ciências, Universidade Federal de Pelotas, Brasil. (*Autor correspondente: alexbeckermonteiro@gmail.com)

²Doutora em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 02/06/2020 – Revisado em: 09/07/2020 – Aceito em: 12/08/2020

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da redução do espaçamento de semeadura de 0,90 para 0,45 m entrelinhas sobre o desenvolvimento e os componentes de rendimento da cultura do milho irrigado por aspersão convencional. O estudo foi conduzido em uma área experimental do Instituto Federal Farroupilha - Campus São Vicente do Sul, Rio Grande do Sul. Foram utilizados quatro híbridos de milho (AS1572PRO, 30F53H, 32R22 e 30A77HR) em dois espaçamentos entrelinhas (0,45 e 0,90 m) sob sistema plantio direto com densidade de 72.000 e 60.000 mil sementes ha⁻¹. Adotou-se o delineamento experimental em faixas. A irrigação foi manejada baseada na reposição da evapotranspiração potencial da cultura, com o auxílio do tanque classe A. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura média das plantas, índice de área foliar, produtividade, peso de 1000 grãos, tamanho médio de espigas, número de fileiras por espiga e população final de plantas. A redução do espaçamento entrelinhas e o aumento da população de plantas aumenta a altura de plantas e o índice de área foliar de três dos quatro híbridos avaliados. O híbrido AS1572PRO apresentou redução no número de fileiras por espigas e aumento do peso de 1000 grãos quando o espaçamento entrelinhas foi reduzido de 0,90 m para 0,45 m, enquanto os híbridos 30F53H, 32R22 e 30A77HR não sofreram influência significativa. O tamanho de espigas e a produtividade não foram afetados pela redução do espaçamento entrelinhas e pelo incremento da população de plantas nos quatro híbridos avaliados.

Palavras-Chaves: *Zea mays* (L.), irrigação, arranjo de plantas.

Space between row sowing and crop production of corn of sprinkle irrigation

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of reducing sowing spacing from 0.90 to 0.45 m between rows on the development and yield components of conventional sprinkler irrigated corn. The study was developed in an experimental area of the Instituto Federal Farroupilha - Campus São Vicente do Sul, Rio Grande do Sul state. Four hybrids the corn (AS1572PRO, 30F53H, 32R22 and 30A77HR) were used in two row spacings (0.45 and 0.90 m) under no-tillage system with density of 72,000 and 60,000 seeds ha⁻¹. It was adopted the experimental design in bands. Irrigation was managed based on replacement of potential crop evapotranspiration with the aid of the class A tank. The following variables were evaluated: average plant height, leaf area index, yield, 1000 grain weight, average ear size, number of rows per ear and final plant population. Reducing the row spacing and increasing plant population increases plant height and leaf area index of three of the four hybrids evaluated. Hybrid AS1572PRO showed reduction in row number per ear and weight increase of 1000 grains when row spacing was reduced from 0.90 m to 0.45 m, while hybrids 30F53H, 32R22 and 30A77HR were not significantly influenced. Ear size and yield were not affected by reduced row spacing and increased plant population in the four hybrids evaluated.

Keywords: *Zea mays* (L.), irrigation, plant arrangement.

1. Introdução

O milho (*Zea mays L.*) em função de seu potencial produtivo, composição química e valor nutritivo, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos mundialmente. Atualmente, é o cereal mais produzido no mundo, sendo utilizado em diversas áreas produtivas, desde a produção animal, *in natura* ou em rações, até a indústria alimentícia, de cosméticos, entre outras. Contudo, o maior destino deste cereal é para a cadeia produtiva de suínos e aves, onde são consumidos aproximadamente 70% do grão produzido no mundo e entre 70% e 80% do grão produzido no Brasil (Duarte, Mattoso & Garcia, 2010).

Na última década (2009/10 – 2019/20), pode-se observar um aumento da área cultivada e da produtividade de milho no Brasil, passando de uma área de 12.994 para 17.544 mil hectares, e de uma produtividade de 4.158 para 5.609 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Também é possível verificar um decréscimo na área cultivada com milho no período da primeira safra, devido à concorrência com a soja, que tem sido compensada pelo aumento dos plantios de milho safrinha (Sologuren, 2015).

A região Sul do Brasil é a principal produtora de milho do país. Sendo o estado do Rio Grande do Sul (RS) o segundo estado com a maior área cultivada e segunda maior produtividade deste cereal no cenário nacional (CONAB, 2019). Seguindo a mesma tendência Brasileira, também é possível observar que no estado do RS, houve diminuição da área cultivada na última década, que passou de 1.151 milhões para 791.4 mil hectares (CONAB, 2019). Contudo, a produtividade apresentou um aumento nesse período passando de 4.860 para 7.553 kg ha⁻¹, aumentando em 55% sua produtividade (CONAB, 2019).

Este incremento observado na produtividade do milho no RS e em todo o país está relacionado a diversos fatores como: melhoramento genético, manejo de pragas e doenças, manejo de nutrientes, fertilidade do solo, práticas culturais e investimentos em irrigação e consequentemente, em seu manejo (Fancelli; Dourado Neto, 2000).

A distribuição e disponibilidade hídrica ao longo do ciclo fenológico da cultura do milho pode afetar na sua produtividade final. No estado do RS a probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica entre dezembro e janeiro é alta e recorrente.

Segundo Pereira et al. (2012), o milho caracteriza-se por ter rendimento variável em função de *déficits* hídricos decorrentes das oscilações climáticas durante seu crescimento e desenvolvimento. Suas 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.

Do ponto de vista de otimização da radiação solar, a época de semeadura mais adequada para a cultura do milho no sul do Brasil está compreendida entre meados de setembro e o final de outubro (Sangoi et al., 2007). Além da escolha correta da época de semeadura, a adoção de um arranjo de plantas adequado é outro fator essencial para obtenção de elevados rendimentos de grãos de milho. A densidade de semeadura é a maneira mais importante de manipulação do arranjo de plantas, devida à baixa capacidade de perfilhamento (Silva et al., 2006).

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da redução do espaçamento de semeadura de 0,90 para 0,45 m entrelinhas sobre o desenvolvimento e os componentes de rendimento da cultura do milho irrigado por aspersão convencional.

2. Material e Métodos

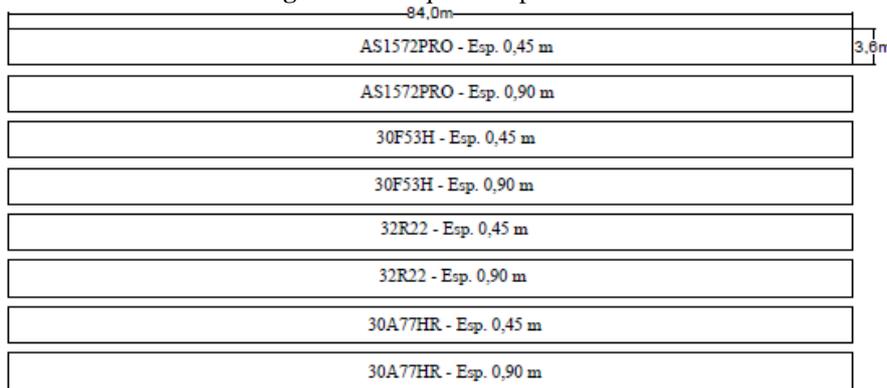
O experimento foi conduzido em uma área experimental do Instituto Federal Farroupilha - Campus São Vicente do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, com coordenadas geográficas de 29°41'30" S e 54°40'46" W e uma altitude média de 129 metros em relação ao nível do mar, em um relevo suave ondulado. O clima da região é do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen, ou seja, subtropical úmido com as quatro estações bem definidas e com uma precipitação média anual de 1445 mm.

O solo é classificado como um Latossolo, de classe textural Argilo Arenosa até a profundidade de 0,20

m, com as seguintes características químicas: pH água= 6,0; Ca= 5,6 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Mg= 2,0 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; H+Al= 2,5 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$; $\text{CTC}_{\text{Efet.}}= 8,1 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$; Índice SMP= 6,5; Saturação de Bases=76,8%; MO= 2,7%; argila= 15,0%; P= 95,9 mg dm^{-3} ; K= 212 mg dm^{-3} ; $\text{CTC}_{\text{pH } 7,0}= 10,6 \text{ cmol}_c \text{dm}^{-3}$.

O delineamento experimental utilizado foi em faixas, sendo que estas foram constituídas de dois espaçamentos entrelinhas (0,45 e 0,90 m) com densidade de 72.000 e 60.000 mil sementes ha^{-1} , respectivamente. Estas densidades estão de acordo com as especificações dos híbridos utilizados. Foram utilizados quatro híbridos com alto potencial produtivo e possibilidade de grande resposta à irrigação (AS1572PRO, 30F53H, 32R22 e 30A77HR). O experimento foi constituído de oito faixas de semeadura ocupando uma área de 0,35 ha^{-1} . Cada faixa experimental apresentou 84 metros de comprimento e 3,6 metros de largura, com sete linhas no espaçamento de 0,45 m entrelinhas e quatro linhas no espaçamento de 0,90 m entrelinhas (Figura 1).

Figura 1 - Croqui do experimento.



Fonte: Autores (2020).

A semeadura foi realizada de forma mecanizada, em sistema plantio direto sob palhada de azevém consorciado com aveia preta e ervilhaca. A adubação utilizada no sulco de semeadura foi de 550 kg ha^{-1} do formulado 10-30-20 (estimativa para 12 Mg ha^{-1}) baseada na interpretação da análise de fertilidade do solo através do Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004). Utilizou-se também 250 kg ha^{-1} de uréia em duas aplicações de 125 kg ha^{-1} , sendo a primeira aplicada no estádio V3-V4 e a segunda no estádio V7. As plantas espontâneas foram controladas sempre que necessário.

O sistema de irrigação utilizado foi o de aspersão convencional composto por duas linhas de aspersores, cada linha com cinco aspersores Plona PA 150 (pressão de serviço 30 mca). O manejo da irrigação foi baseado no Tanque Classe A. Sempre que a evaporação do tanque multiplicada pelo coeficiente de tanque e pelo coeficiente de cultura (K_c) atingisse 10 mm evapotranspirados, essa lâmina foi reposta pelo sistema. Esse valor foi fixado para que a cultura não sofresse nenhum déficit hídrico e não afetasse o potencial produtivo dos híbridos, também visando à máxima infiltração e retenção de água no solo, obtendo-se assim um melhor aproveitamento da lâmina aplicada. Na fase inicial, o K_c utilizado foi de 0,4; na fase de maior demanda hídrica da cultura, o K_c utilizado foi de 1,0 e no final do ciclo utilizou-se um K_c de 0,7.

Os parâmetros de crescimento avaliados foram a altura média das plantas e índice de área foliar (IAF). A altura média das plantas foi determinada através da distância vertical entre a superfície do solo e a inserção da última folha completamente expandida; enquanto o IAF foi determinado pelo somatório da área de cada folha dividido pela área de solo ocupada pela planta, sendo que a área de cada folha foi determinada pela

multiplicação do comprimento pela maior largura da folha e por 0,75 (fator de correção). A área foliar total da planta foi obtida através do somatório da área de todas as folhas da planta. A altura média das plantas e o IAF foram determinados duas vezes por semana em oito plantas por faixa.

Após a colheita determinou-se a produtividade, peso de 1000 grãos, tamanho médio de espigas, número de fileiras por espiga e a população final de plantas. Para a determinação da produtividade (kg ha^{-1}) cada faixa foi dividida em 12 subamostras onde se realizou a colheita das espigas das quatro linhas centrais no espaçamento de 0,45 m e das duas linhas centrais no espaçamento de 0,90 m, em cinco metros de cada subamostra, resultando em uma área útil de 9 m^2 . A colheita foi realizada após a cultura atingir o ponto de maturação de campo, com uma umidade dos grãos de aproximadamente 18%. As espigas foram trilhadas e determinou-se a massa dos grãos, corrigida para uma umidade de 13%. A produção foi obtida através da extrapolação da produção coletada nas subamostras das faixas para um hectare (Serpa et al., 2012).

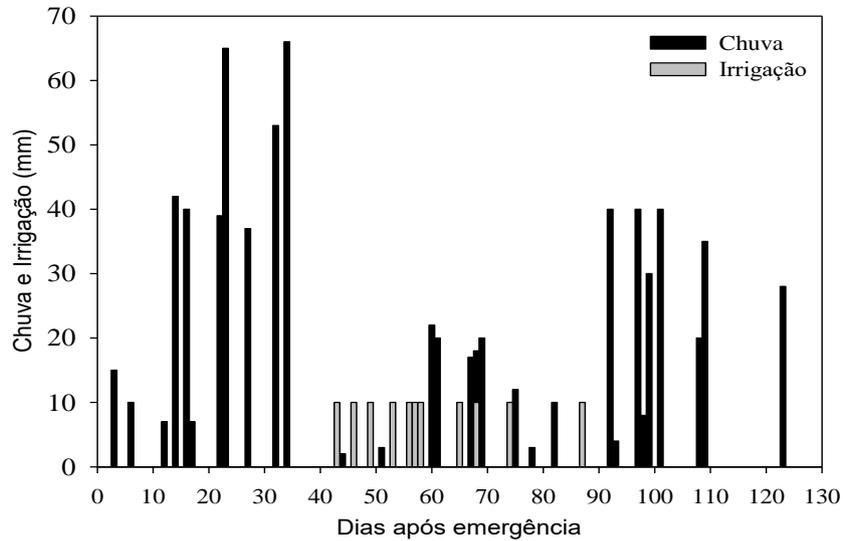
O peso de 1000 grãos (g) também foi determinado em 12 subamostras de cada faixa através de contagem e pesagem em balança analítica de precisão. Para a determinação do tamanho médio de espigas (cm) e número de fileiras por espigas, foram coletadas aleatoriamente dez espigas em cada subamostra, resultando assim em 120 espigas avaliadas por faixa. Desta forma, o tamanho médio de espigas foi determinado através da medição de cada espiga com o auxílio de uma fita métrica. E o número de fileiras por espiga foi determinado através da contagem das fileiras de cada espiga amostrada. A população final de plantas (plantas ha^{-1}) foi determinada através da contagem das plantas em uma das linhas avaliadas de cada subamostras (12 subamostras), e posteriormente extrapolada para um hectare.

Os dados referentes aos parâmetros observados (produtividade, peso de 1000 grãos, tamanho médio de espigas, número de fileiras por espigas e população final de plantas) foram submetidos ao teste t-Student para amostras independentes através do software Bio stat 5.0. Os híbridos foram submetidos a duas comparações sendo que, na primeira comparação os mesmos foram comparados individualmente dentro dos dois espaçamentos utilizados; na segunda comparação os híbridos foram analisados de forma competitiva comparando-os uns com os outros dentro de cada espaçamento. Foram considerados resultados estatisticamente significativos a nível de 5% de probabilidade de erro ($p \leq 0,05$).

3. Resultados e Discussão

O ano agrícola de 2012/2013 sofreu influência do fenômeno *El Niño*, com altos índices pluviométricos, superiores à média histórica do estado, podendo ter promovido assim estresse hídrico por excesso de água no solo às plantas, mesmo que este não tenha sido observado na cultura. Durante o ciclo da cultura do milho as precipitações atingiram 753 mm, sendo que foi necessário a reposição de 110 mm via irrigação, durante o período que compreendeu os 45 e 90 dias após a emergência da cultura (Figura 2). Totalizando assim, um volume hídrico de 863 mm durante o ciclo da cultura, volume este um pouco superior às necessidades hídricas da cultura que é de 500 a 800 mm (Pereira et al., 2012).

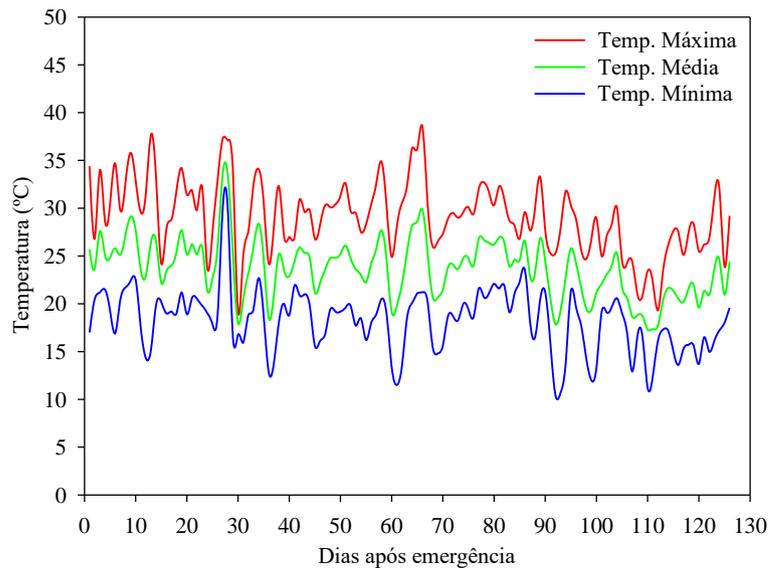
Figura 2 - Volume de chuvas e irrigações durante o ciclo de desenvolvimento dos híbridos de milho.



Fonte: Autores (2020).

As temperaturas do ar durante o ciclo dos quatro híbridos testados se mantiveram em condições ideais para o desenvolvimento dos mesmos. Sendo que as temperaturas máximas ficaram em torno de 30°C e as mínimas em 15°C, apresentando assim, temperaturas médias na faixa de 25°C, ideais para um bom desenvolvimento dos híbridos (Figura 3).

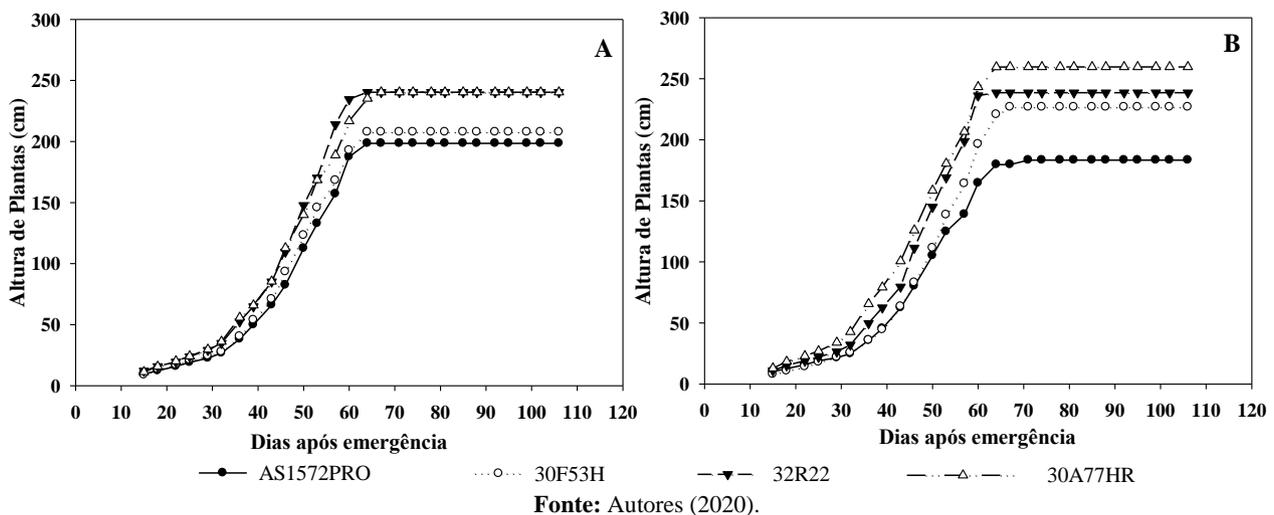
Figura 3 - Temperatura máxima, média e mínima do ar durante o ciclo de desenvolvimento dos híbridos.



Fonte: Autores (2020).

A redução no espaçamento entrelinhas e o incremento na população proporcionou diferentes respostas dos quatro híbridos estudados (Figura 4). Sendo que os híbridos 30F53H, 32R22 e o 30A77HR tiveram suas alturas de plantas incrementadas, com a redução do espaçamento entrelinhas e maior adensamento populacional. Em contrapartida, o híbrido AS1572PRO teve a altura de plantas reduzida conforme o espaçamento entrelinhas passou de 0,90 para 0,45 m. Esse comportamento pode estar ligado ao melhoramento genético dos híbridos com características de arquitetura moderna, que possibilita seu uso em lavouras de alta tecnologia, sem comprometer a produtividade de grãos (Farinelli, Penariol & Fornasieri Filho, 2012)

Figura 4 - Altura de plantas de quatro híbridos de milho irrigados em dois espaçamentos entrelinhas (espaçamento de 0,90 m (A) e espaçamento de 0,45 m (B)).



Contudo, pode-se observar que este híbrido (AS1572PRO) também apresentou menor altura de plantas no espaçamento entrelinhas de 0,90 m, quando comparado com os demais híbridos neste mesmo espaçamento, podendo esta característica estar relacionada ao material genético deste híbrido.

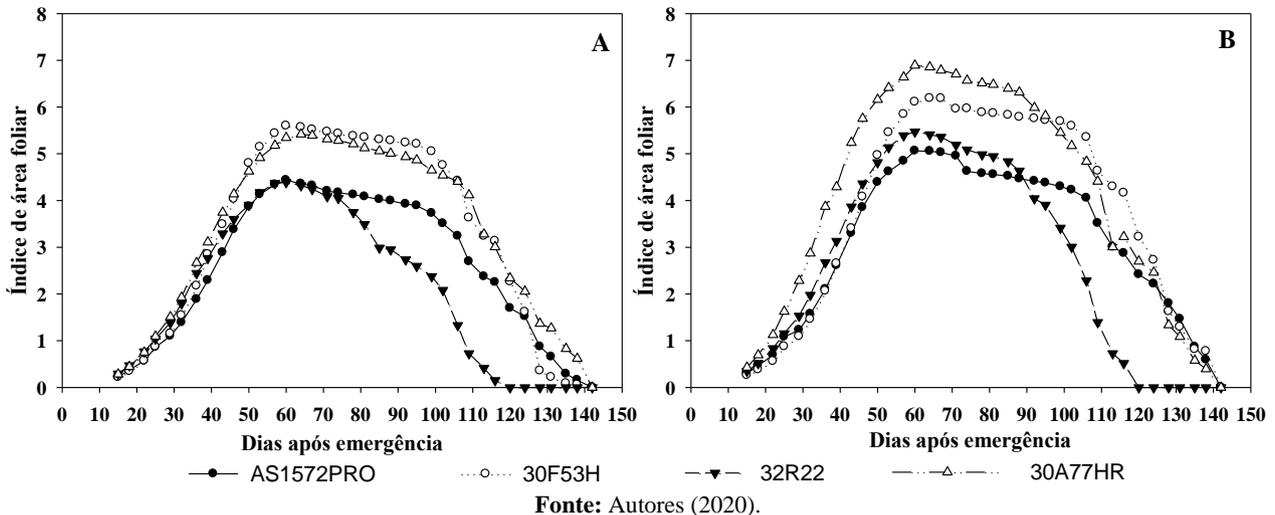
A altura de planta é uma característica influenciada pela população de plantas (Brachtvogel et al., 2012), pela genética e pelo ambiente (Souza, Andrade & Muniz, 2003) e pela disponibilidade nutricional no solo (Repke et al., 2013).

Este aumento na altura de planta com a redução no espaçamento entrelinhas obtido nos híbridos 30F53H, 32R22 e 30A77HR corroboram com os resultados obtidos por Calonego et al. (2011) que observaram que o espaçamento reduzido entrelinhas influenciou positivamente à altura de plantas. Outro fator determinante para o aumento da altura é o adensamento populacional conforme o espaçamento entrelinhas é reduzido. Desta forma, os resultados obtidos nesse estudo vão de encontro aos obtidos por Pricinotto et al. (2019) onde os autores estudando dois híbridos (2B710 HX e Status TL) e cinco populações de plantas (40, 60, 80, 100 e 120 mil plantas ha⁻¹) observaram um incremento na altura de plantas conforme a população foi aumentada. No entanto, Barros et al. (2012) não observaram influência na altura de plantas com a redução do espaçamento entrelinhas.

O índice de área foliar (IAF) aumentou com a redução do espaçamento entrelinhas e com o aumento

populacional para os quatro híbridos estudados (Figura 5), corroborando com Pricinotto et al. (2019) onde os autores também observaram um aumento no IAF com o aumento populacional. Contudo, o híbrido AS1572PRO não atingiu um IAF superior a 5 no espaçamento de 0,45 m (Figura 5B), considerado ideal por Fancelli e Dourado Neto (2000) para lavouras com alto desempenho agrônômico.

Figura 5 - Índice de área foliar de quatro híbridos de milho irrigado, com a utilização de dois espaçamentos entrelinhas (espaçamento de 0,90 m (A) e espaçamento de 0,45 m (B)).



Uma das maneiras de maximizar a interceptação da radiação solar e, conseqüentemente, o rendimento de grãos é aumentando o IAF (Sangoi et al., 2013). Sendo que, a máxima eficiência de interceptação (aproximadamente 0,98) é alcançada com IAF entre 5 e 6 (Bergamaschi & Matzenauer, 2014), valores estes alcançados e superados pelos híbridos 30F53H, 32R22 e 30A77HR no espaçamento de 0,45 m (Figura 5B) e pelos híbridos 30F53H e 30A77HR no espaçamento de 0,90 m (Figura 5A).

Os híbridos AS1572PRO e 32R22, no espaçamento de 0,90 m, não atingiram o IAF considerado ideal por Fancelli e Dourado Neto (2000) que é de 5 (Figura 5A). Esta característica possivelmente esteja relacionada a genética dos híbridos (Farinelli, Penariol & Fornasieri Filho, 2012), pois durante o período não houve deficiência hídrica (Figura 2) o que poderia diminuir a área foliar (Bergamaschi & Matzenauer, 2014) e conseqüentemente, o IAF.

A população final de plantas foi menor do que à estipulada no início do experimento (72.000 mil sementes ha⁻¹ para o espaçamento de 0,45 m e 60.000 mil sementes ha⁻¹ para o espaçamento de 0,90 m) para ambos os espaçamentos (Tabela 1). Desta forma, a população final foi 20,78, 11,52, 8,44 e 11,53% menor para os híbridos AS1572PRO, 30F53H, 32R22 e 30A77HR, respectivamente, no espaçamento de 0,45 m. Já, para o espaçamento de 0,90 m a população final foi 19,75, 12,04, 11,73 e 11,73% menor para os híbridos AS1572PRO, 30F53H, 32R22 e 30A77HR, respectivamente.

A população de plantas é um dos principais fatores que influenciam na capacidade da lavoura em captar recursos do ambiente (água, luz e nutrientes) (Foloni et al., 2015). Além de que, os híbridos lançados atualmente são dependentes da sua população ideal para elevar seu rendimento (Sangoi et al., 2010). Sendo utilizado como correto aumentar a densidade de semeadura, buscando compensar futuras perdas ocorridas

durante o cultivo, buscando, uma exploração mais eficaz do genótipo e do ambiente, e conseqüentemente, visando uma maior produtividade (Dourado Neto et al., 2003).

A redução do espaçamento entrelinhas afetou o número de fileiras apenas para o híbrido AS1572PRO, onde o espaçamento de 0,90 m apresentou um número de fileiras superior ao espaçamento de 0,45 m, diferindo estatisticamente (Tabela 1). Sendo que, para os demais híbridos a diminuição do espaçamento não afetou o número de fileiras, e os espaçamentos não diferiram entre si.

Tabela 1 - População final de plantas, número de fileiras por espiga, tamanho de espiga, peso de 1000 grãos e produtividade de quatro híbridos de milho avaliados em dois espaçamentos entrelinhas.

Espaçamento	n	AS 1572PRO	30F53H	32R22	30A77HR
-----População final de plantas -----					
0,45 m	12 amostras	57037,03Ab ⁽¹⁾	63703,70 Aab	65925,92 Aa	63703,70 Aab
0,90 m	12 amostras	48148,14 Ba	52777,77 Ba	52962,95 Ba	52962,95 Ba
----- Número de fileiras por espiga -----					
0,45 m	120 espigas	16,30 Bc	16,54 Ac	16,98 Ab	17,84 Aa
0,90 m	120 espigas	16,80 Ab	16,30 Ac	17,15 Ab	17,63 Aa
----- Tamanho de espiga (cm) -----					
0,45 m	120 espigas	14,55 Ac	15,3 Ab	16,94 Aa	16,83 Ba
0,90 m	120 espigas	14,39 Ac	15,85 Ab	17,37 Aa	17,61 Aa
----- Peso de 1000 grãos (g) -----					
0,45 m	12 amostras	0,40 Aa	0,38 Aa	0,32 Ab	0,39 Aa
0,90 m	12 amostras	0,37 Bb	0,39 Aa	0,31 Ac	0,40 Aa
----- Produtividade (Kg ha ⁻¹) -----					
0,45 m	12 amostras	8715,3 Ab	8977,79 Ab	9769,71 Ab	11466,33 Aa
0,90 m	12 amostras	8470,69 Ab	9172,69 Ab	8885,66 Ab	11344,18 Aa

⁽¹⁾ As médias dos caracteres não seguidas pela mesma letra minúscula na linha ou maiúscula na coluna, diferem pelo teste t bilateral, para amostras independentes a 5% de probabilidade de erro. **Fonte:** Autores (2020).

Quando comparamos os quatro híbridos entre si, dentro de cada espaçamento, observa-se que o híbrido 30A77HR apresentou o maior número de fileiras, diferindo estatisticamente dos demais, em ambos os espaçamentos estudados (Tabela 1). Sendo que os híbridos AS1572PRO e 30F53H apresentaram o menor número de fileiras por espigas no espaçamento de 0,45 m. Já, no espaçamento de 0,90 m o híbrido 30F53H apresentou o menor número de fileiras por espigas (Tabela 1).

Cabe salientar que o número de fileiras por espiga pode ser influenciado por fatores ambientais e genéticos bem como, da interação destes (Valderrama et al., 2011; Alburquerque et al., 2013).

O aumento da população de plantas com a redução do espaçamento entrelinhas não afetou o tamanho de espigas dos híbridos (Tabela 1). Os maiores tamanhos de espigas foram obtidos nos híbridos 32R22 e 30A77HR, sendo que estes diferiram estatisticamente dos demais, em ambos os espaçamentos. O menor tamanho de espigas foi obtido no híbrido AS1572PRO, em ambos os espaçamentos avaliados (Tabela 1).

Calonego et al. (2011) avaliando três densidades de semeadura (45, 60 e 75 mil plantas ha⁻¹) e dois espaçamentos entrelinhas (0,45 e 0,90 m), não obtiveram diferenças significativas no tamanho de espigas devido a influência das densidades populacionais, como observado nesse estudo. Contudo, estes autores observaram que o espaçamento entrelinhas influenciou nessa variável, fato que não foi observado nesse estudo. Entretanto, Testa, Reyneri e Blandino (2016) e Xu et al. (2017) observaram redução no tamanho de espigas em função do aumento da densidade de semeadura.

A redução no espaçamento proporcionou um incremento significativo no peso de 1000 grãos no híbrido AS1572PRO, quando comparados os dois espaçamentos. Nos demais híbridos não foi observada diferença significativa entre os espaçamentos estudados (Tabela 1). Quando comparados os híbridos entre si, dentro de cada espaçamento, o híbrido 32R22 apresentou o menor peso de 1000 grãos, diferindo estatisticamente dos demais. Os demais híbridos apresentaram desempenhos similares no espaçamento de 0,45 m, e no espaçamento de 0,90 m o híbrido AS1572PRO apresentou desempenho intermediário quando comparado aos demais, nesta variável resposta (Tabela 1).

De maneira geral, diversos estudos observaram uma redução no peso de 1000 grãos com a redução no espaçamento entrelinhas e aumento populacional (Foloni et al., 2015; Testa, Reyneri & Blandino, 2016; Xu et al., 2017). Fato que não foi observado nesse estudo, onde houve até um aumento no peso de 1000 grãos para o híbrido AS1572PRO com a redução no espaçamento e maior adensamento populacional.

A produtividade de grãos não apresentou resposta significativa com relação ao adensamento populacional e diminuição no espaçamento entrelinhas, em nenhum dos quatro híbridos estudados (Tabela 1). Quando se observa os híbridos dentro de cada espaçamento, o híbrido 30A77HR apresentou uma maior produtividade que os demais, em ambos os espaçamentos, diferindo estatisticamente. Os demais híbridos não diferiram entre si, nos espaçamentos avaliados (Tabela 1).

Mesmo não havendo diferença significativa na produtividade com a redução do espaçamento entrelinhas, os híbridos testados no presente estudo (AS1572PRO, 30F53H, 32R22 e 30A77HR) apresentaram produtividades médias superiores à média nacional da última década (5.609 kg ha⁻¹) e da média estadual, para este mesmo período (7.553 kg ha⁻¹) (CONAB, 2019), em ambos os espaçamentos avaliados.

Cabe salientar, que a região onde foi realizado o presente estudo não é uma região caracterizada pela produção deste cereal, sendo as culturas da soja e do arroz irrigado as principais culturas cultivadas. Desta forma, os resultados obtidos nesse estudo evidenciam que o cultivo do milho pode ser promissor para ser utilizado em rotação/sucessão com estas culturas características da região. Contudo, a irrigação é uma técnica importante para a obtenção de altas produtividades, principalmente, no estado do RS, onde ocorrem períodos de estiagens frequentes durante o período de cultivo do milho.

4. Conclusão

A redução do espaçamento entrelinhas e o aumento da população de plantas aumenta a altura de plantas e o índice de área foliar de três dos quatro híbridos avaliados.

O híbrido AS1572PRO apresentou redução no número de fileiras por espigas e aumento do peso de 1000 grãos quando o espaçamento entrelinhas foi reduzido de 0,90 m para 0,45 m, enquanto os híbridos 30F53H, 32R22 e 30A77HR não sofreram influência significativa.

O tamanho de espigas e a produtividade não foram afetados pela redução do espaçamento entrelinhas e

pelo incremento da população de plantas nos quatro híbridos avaliados.

5. Referências

Albuquerque, A. W., Santos, J. R., Filho, G. M., & Reis, L. S. (2013). Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 17(7), 721-726.

Barros, A. C. M., Silveira, J. C. M., Figueiredo, G. Á., Ferreira, F. B. (2012). Efeito de Diferentes Espaçamentos e Densidades de Semeadura na Produtividade da Cultura do Milho. **I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus do Rio Verde do IFGoiano**. Goiás, GO, 3.

Bergamaschi, H., Matzenauer, R. (2014). **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater-Ascar, 84 p.

Brachtvogel, E. L. B., Pereira, F. R. S., Cruz, S. C. S., Abreu, M. L. A., Bicudo, S. J. (2012). População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, 6(1), 75-83.

Calonego, J. C., Poletto, L. C., Domingues, F. N., Tiritan, C. S. (2011). Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, 4(12), 84-90.

CQFS-RS/SC - Comissão de Química e Fertilidade do Solo. (2004). **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. (10ª. ed.). Porto Alegre, UFRGS, 400p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica das safras**. Dez 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20> Acesso em: 06/01/2020.

Dourado Neto, D., Vieira, P. A., Manfron, P. A., Palhares, M., Medeiros, S. L. P., Romano, M. R. (2003). Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 2(3), 63-77.

Duarte, J. O., Mattoso, M. J., Garcia, J. C. **Economia da produção**. 2010. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html. Acesso em: 13/01/2020.

Fancelli, A. L., Dourado Neto, D. (2000). **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 360 p.

Farinelli, R., Penariol, F. G., Fornasieri Filho, D. (2012). Características Agronômicas e Produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, 40(1), 21-27.

Foloni, J. S. S., Calonego, J. C., Catuchi, T. A., Belleggia, N. A., Tiritan, C. S., Barbosa, A. M. (2015). Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 13(3), 312-325.

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.

Pricinotto, L. F., Zucareli, C., Ferreira, A. S., Spolaor, L. T., Fonseca, I. C. B. (2019). Produtividade e características biométricas do milho submetido a populações de plantas e doses de Trinexapac-ETHYL. **Revista Caatinga**, 32(3), 667-678.

Repke, R. A., Cruz, S. J. S., Silva, C. J., Figueiredo, P. G., Bicudo, S. J. (2013). Eficiência da Azospirillum brasileira combinada com doses de nitrogênio no desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 12(3), 214-226.

Sangoi, L., Silva, P. R. F., Argenta, G., Rambo, L. (2007) **Desenvolvimento e exigências climáticas da planta de milho para altos rendimentos**. Lages: Graphel, 95 p.

Sangoi, L., Schweitzer, C., Schmitt, A., Pícoli Júnior., G. J., Vargas, V. P., Vieira, J., Siega, E., Carniel, G. (2010). Perfilhamento e prolificidade como características estabilizadoras do rendimento de grãos do milho em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 9(3), 254-265.

Sangoi, L., Zanin, C. G., Schmitt, A., Vieira, J. (2013). Senescência foliar e resposta de híbridos de milho liberados comercialmente para cultivo em diferentes épocas ao adensamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 12(1), 21-32.

Serpa, M. da S., Silva, P. R. F. da.; Sangoi, L., Vieira, V. M., Marchesi, D. R. (2012). Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes arrigados e de sequeiro. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 47(4), 541-549.

Silva, P. R. F. da., SANGOI, L., ARGENTA, G., STRIEDER, M. L. Arranjo de plantas e sua importância na definição da produtividade em milho. **Porto Alegre: Evangraf**. 2006. 63 p.

Sologuren, L. (2015). Demanda mundial cresce e brasil tem espaço para expandir produção. **Revista Visão Agrícola**, 13(1), 8-13.

Souza, A. B., Andrade, M. J. B., Muniz, J. A. (2003). Altura de planta e componentes de rendimento do feijoeiro em função da população de plantas, adubação e calagem. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, 27(6), 1205-1213.

Testa, G., Reyneri, A., Blandino, M. (2016). Maize grain yield enhancement through high plant density cultivation with different inter-row and intra-row spacings. **European Journal of Agronomy**, 72(1), 28-37.

Valderrama, M., Buzetti, S., Benett, C. G. S., Filho, M. C. M. T. (2011). Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 41(2), 254-263.

Xu, W., Liu, C., Wang, K., Xie, R., Ming, B., Wang, Y., Zhang, G., Liu, G., Zhao, R., Fan, P., Li, S., Hou, P. (2017). Adjusting maize plant density to different climatic conditions across a large longitudinal distance in China. **Field Crops Research**, 212(1), 126-134.