

# Adaptabilidade e época de sementeira de milho pipoca para a região Sul do Brasil

## Adaptability and popcorn sowing time for the southern region of Brazil

Mateus Junior Rodrigues Sangiovo<sup>1,\*</sup>, Claudir José Basso<sup>1</sup>, Fernanda Marcolan De Souza<sup>2</sup>, Janine Diele Feltes<sup>1</sup>, Álex Theodoro Noll Drews<sup>1</sup>, Marcelo Silveira de Farias<sup>1</sup>, Gabriel Alencar Pasinato<sup>1</sup>, Eduarda Vargas De Souza Leandro<sup>1</sup>, Denise Maria Vicente<sup>1</sup> e Taylene Borges da Silva Marinho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Agronômicas e Ambientais da Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen, Frederico Westphalen, RS, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Agricultura, Faculdade de Ciências Agrárias de Botucatu, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, SP, Brasil

(\*E-mail: mateus.sangiovo03@gmail.com)

<https://doi.org/10.19084/rca.25415>

Recebido/received: 2021.09.06

Aceite/accepted: 2021.10.21

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a época de sementeira de híbridos de milho pipoca e seu impacto sobre os componentes de rendimento e produtividade de grãos. O estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, durante o ano agrícola 2019/2020. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema bifatorial, sendo quatro épocas de sementeira (21.08, 11.09, 30.09 e 19.10.2019) e seis híbridos de milho pipoca (H1, H2, H3, H4, H5 e H6), com quatro repetições. A época de sementeira influenciou significativamente sobre os principais componentes de produtividade, onde a sementeira realizada mais precocemente, até 11.09.2019 proporcionou melhores condições e resultou em maior número de grãos por espiga e peso de mil grãos. No comparativo entre os híbridos avaliados, estes resultaram em elevada produtividade de grãos, com média de 7.235 kg ha<sup>-1</sup>. Os híbridos de milho pipoca utilizados devem ser semeados até 11.09.2019 na região Sul do Brasil, pois produzem 60% a mais, em relação às sementeiras tardias, para as condições em que o experimento foi realizado.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L. *everta*, Componentes de rendimento, Produtividade.

### ABSTRACT

This work aimed to evaluate the sowing time of popcorn hybrids and its impact on yield components and grain yield. The study was conducted in the experimental area of the Federal University of Santa Maria, Frederico Westphalen *Campus*, during the 2019/2020 agricultural year. The experimental design was of randomized blocks, in a bifactorial scheme, with four sowing times (08.21, 09.30, 09.30 and 10.19.2019) and six popcorn corn hybrids (H1, H2, H3, H4, H5 and H6), with four repetitions. The sowing time significantly influenced the main yield components, where sowing carried out earlier, until 09.11.2019 provided better conditions and resulted in a greater number of grains per ear and weight of a thousand grains. In the comparison between the hybrids evaluated, they resulted in high grain yield, with an average of 7,235 kg ha<sup>-1</sup>. The popcorn corn hybrids used must be sown by 09.11.2019 in the southern region of Brazil, as they produce 60% more, compared to late sowing, for the conditions in which the experiment was carried out.

**Keywords:** *Zea mays* L. *everta*, Yield components, Productivity.

## INTRODUÇÃO

Devido ao grão ser duro, possuir coloração clara e capacidade de expandir, quando submetido a temperatura de 180 °C, torna o milho pipoca (*Zea mays L. everta*) um tipo de grão especial (da Cruz *et al.*, 2019). No cenário mundial, o Brasil se destaca como segundo maior produtor de milho pipoca, onde o estado do Mato Grosso teve incremento de 11,6% na área cultivada na safra 2018/2019, estimada em 66.986 hectares, segundo dados do Anuário Brasileiro de Milho (Kist *et al.*, 2019). Existe, para os próximos anos, a estimativa de constante crescimento do mercado mundial de milho pipoca, projetado para US\$ 15.098 bilhões, até 2023 (Dawande, 2018).

Embora seja o segundo maior produtor, o Brasil importa grande volume de outros países, como os Estados Unidos e Argentina, para suprir a demanda interna (Voroniak, 2017). A região Sul do Brasil tem contribuído cada vez mais para a produção de milho pipoca, devido às condições favoráveis de clima e solo para o desenvolvimento da cultura. Além disso, o valor comercial pago ao produtor rural é até três vezes maior em relação ao milho comum (COTAPEL, 2020; Freire *et al.*, 2020); contribuindo para o maior interesse dos agricultores. Porém, ainda há carência de informações técnicas e recomendações Agrônômicas específicas (Oliveira *et al.*, 2019), sobre o posicionamento para híbridos de milho pipoca visando altas produtividades, visto que a maioria dos híbridos cultivados são importados dos Estados Unidos e Argentina.

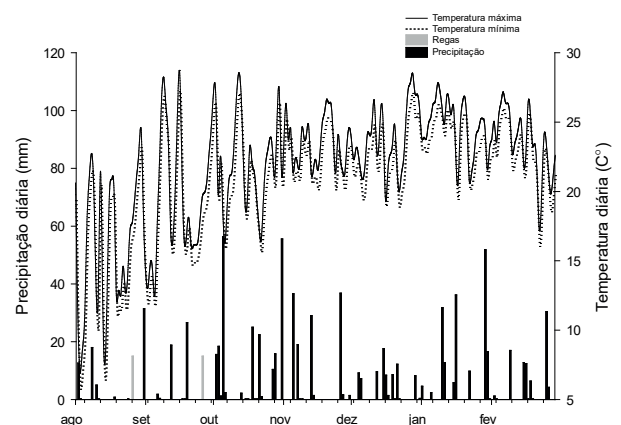
A época de sementeira é a principal recomendação de manejo para obtenção de lavouras com alto potencial produtivo. A informação da época ideal de sementeira está relacionada ao estágio fenológico em que as plantas se encontrarão nos momentos cruciais de desenvolvimento, principalmente para o aproveitamento das melhores condições climáticas como: distribuição de chuvas, radiação solar e temperatura do ar; determinantes para a produtividade e qualidade do milho pipoca (Voroniak, 2017). Ainda, em função da época de sementeira, os híbridos de milho pipoca podem ficar mais expostos às doenças foliares; cultura mais suscetível em comparação ao milho comum (Faria Junior *et al.*, 2018).

A hipótese que fundamenta este estudo é que existe diferença de adaptabilidade e respostas a época de sementeira de híbridos de milho pipoca, importados dos Estados Unidos, para as condições da região Sul do Brasil. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a época de sementeira de híbridos de milho pipoca e seu impacto sobre os componentes de rendimento e produtividade de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no ano agrícola 2019/2020, na área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, RS (27° 23' 51" S e 53° 35' 19" W, 490 metros de altitude), precipitação média anual de 1.881 mm e temperatura média de 19,1 °C e clima subtropical úmido "Cfa", segundo a classificação de Köppen.

Na Figura 1, apresentam-se os dados médios diários de temperaturas máxima e mínima e precipitação, oriundos de estação meteorológica Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no *campus* da UFSM em Frederico Westphalen / RS, além das regas realizadas. Devido aos baixos volumes de precipitação, 68 e 48 mm, ocorridos durante os meses de Agosto e Setembro, respectivamente, realizou-se duas regas por aspersão, com aplicação de 15 mm de lâmina de água cada, a fim de garantir que não houvesse interferência nos resultados por déficit hídrico.



**Figura 1** - Distribuição da precipitação pluviométrica, regas, temperaturas máxima e mínima diárias, durante a condução do trabalho. INMET, Frederico Westphalen, RS, 2019/2020.

A área experimental é manejada sob Sistema de Plantio Direto consolidado, sendo a aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) cultivada como cobertura de solo, antecedendo a semeadura do milho pipoca. Fez-se a análise química de solo, na camada de 0 a 0,10 m: teor de argila: 640 mg kg<sup>-1</sup>; pH (H<sub>2</sub>O): 5,9; P: 3,2 mg dm<sup>-3</sup> (Mehlich<sup>-1</sup>); K: 214,5 mg dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup>: 6,2 cmole dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup>: 3,4 cmole dm<sup>-3</sup>; e matéria orgânica: 31 g kg<sup>-1</sup> (Tedesco *et al.*, 1995). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, profundo e bem drenado (Santos *et al.*, 2018).

Antecedendo a sementeira do experimento, foi realizada a dessecação da cultura de cobertura de solo, com o uso de 4,5 L ha<sup>-1</sup> de Glyphosate e de 1,5 L ha<sup>-1</sup> de óleo mineral Assist. Para a marcação das linhas de sementeira e distribuição de 260 kg ha<sup>-1</sup> de Super Fosfato Triplo (46% de P) no sulco, utilizou-se o conjunto mecanizado trator + semeadora, composta por seis linhas, espaçadas em 0,45 m cada.

Para a análise estatística, foi considerado um experimento bifatorial, em que os fatores foram: quatro épocas de sementeira (21.08, 11.09, 30.09 e 19.10.2019) e seis híbridos de milho pipoca, importados dos Estados Unidos (H1, H2, H3, H4, H5 e H6), em delineamento experimental blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 96 unidades experimentais (UEs). Cada UE tinha cinco metros de comprimento por 2,25 metros de largura, totalizando 11,25 m<sup>2</sup>.

Para cada época, fez-se a sementeira manualmente, com duas sementes por cova. Após o estabelecimento das plantas, fez-se o raleio, mantendo a população de 70 mil plantas ha<sup>-1</sup>, para todas as épocas e híbridos estudados. Logo, após cada sementeira, aplicou-se 250 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (60% de K), a lanço e 67 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45% de N), sobre o sulco. Nos estádios fenológicos V4 e V6 aplicou-se 188 kg ha<sup>-1</sup> de ureia (45% de N), a lanço, em cada. Quanto ao manejo de plantas daninhas, pragas e doenças, seguiu-se com as recomendações para a cultura do milho, para o estado do Rio Grande do Sul (EMBRAPA, 2017).

Foram determinados os seguintes componentes secundários de produtividade da cultura: o comprimento de espiga, diâmetro de espiga, diâmetro

de sabugo, altura de planta (medição da base do colmo até a inserção da última folha) e altura de inserção da espiga principal (da base do colmo até a espiga principal). No momento da colheita, determinou-se: número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga e massa de mil grãos. A colheita das unidades experimentais foi realizada manualmente. Os valores de produtividade de grãos foram corrigidos para a umidade de 13%. Ainda, calculou-se a prolificidade, dividindo-se o número de espigas da área útil de cada UE pelo número de plantas desta mesma área.

Com exceção da produtividade e prolificidade que se utilizou a área total útil da UE, as demais variáveis foram determinadas coletando-se 10 plantas ou 10 espigas. Ainda, cabe salientar que, para avaliação da produtividade, desconsiderou-se as duas linhas laterais e um metro de cada extremidade da UE, definidas como bordadura.

Após, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste Scott-knott de comparação de médias, em nível de 5% de significância e realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar, versão 5.3 (Ferreira, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável comprimento de espiga e, na média, para as diferentes épocas de sementeira observa-se que, os híbridos H2, H3 e H6 não diferiram entre si e foram superiores aos demais (Quadro 1). Para os híbridos e, na média, para as diferentes épocas de sementeira, observa-se maior comprimento da espiga para a sementeira dos dias 21.08 e 11.09, diferindo das demais épocas. O menor comprimento de espiga (0,161 m) foi observado para a sementeira do dia 19.10.2019.

Sementeiras tardias, 30.09 e 19.10, indicam redução do comprimento da espiga. Este resultado corrobora com os obtidos por Beiragi *et al.* (2011) e Liaqat *et al.* (2018) onde, ao trabalharem com épocas de sementeira e diferentes híbridos de milho comum afirmam que, o comprimento máximo de espiga é obtido em datas de sementeira precoces. Ainda, segundo os autores, sementeiras tardias coincidem com menor fotoperíodo, alta umidade relativa do

**Quadro 1** - Comprimento de espiga (m) de híbridos de milho pipoca em função das épocas de sementeira, na região Sul do Brasil

Épocas de sementeira	Híbridos de milho pipoca						Média
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
21.08.2019	0,193 <sup>Ba*</sup>	0,196 <sup>Ba</sup>	0,204 <sup>Aa</sup>	0,192 <sup>Ba</sup>	0,191 <sup>Ba</sup>	0,204 <sup>Aa</sup>	0,197 <sup>a</sup>
11.09.2019	0,190 <sup>Aa</sup>	0,194 <sup>Aa</sup>	0,196 <sup>Aa</sup>	0,196 <sup>Aa</sup>	0,188 <sup>Aa</sup>	0,191 <sup>Ab</sup>	0,193 <sup>a</sup>
30.09.2019	0,170 <sup>Bb</sup>	0,173 <sup>Bb</sup>	0,182 <sup>Ab</sup>	0,169 <sup>Bb</sup>	0,164 <sup>Bb</sup>	0,178 <sup>Ac</sup>	0,173 <sup>b</sup>
19.10.2019	0,159 <sup>Ac</sup>	0,170 <sup>Ab</sup>	0,165 <sup>Ac</sup>	0,159 <sup>Ab</sup>	0,157 <sup>Ab</sup>	0,161 <sup>Ad</sup>	0,162 <sup>c*</sup>
Média	0,178 <sup>B</sup>	0,183 <sup>A</sup>	0,187 <sup>A</sup>	0,179 <sup>B</sup>	0,175 <sup>B</sup>	0,184 <sup>A*</sup>	
CV (%)				3,75			

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

ar e temperaturas elevadas, na fase reprodutiva das plantas.

Entre os híbridos de milho, para a primeira época de sementeira, pode-se observar na Quadro 1 que, os híbridos H3 (0,204 m) e H6 (0,204 m) foram os que apresentaram o maior comprimento de espiga, sendo significativamente superior aos demais. Ainda, observa-se que, à medida que a sementeira é realizada mais tardiamente, todos os híbridos apresentaram redução no comprimento de espiga, para as duas últimas épocas de sementeira. Isto pode ser explicado pela ocorrência de temperaturas noturnas mais elevadas, necessitando maior gasto energético, encurtando o ciclo fenológico da cultura, com reflexo na aceleração da fase de formação das espigas (Marques *et al.*, 2015).

Quanto ao diâmetro de espiga, e para a média dos híbridos nas diferentes épocas de sementeira, o H3 foi significativamente superior aos demais, enquanto que o H6 teve o menor diâmetro de espiga (Quadro 2). Já, os resultados para a variável diâmetro de sabugo, vão ao encontro ao que foi observado para o diâmetro da espiga, onde os híbridos com menores diâmetros de espiga também possuem menores diâmetros do sabugo.

Em média, para as quatro épocas de sementeira, há superioridade do diâmetro de sabugo do H3, em relação aos demais, enquanto que os menores diâmetros de sabugo foram observados para os híbridos H6 e H2. As características genéticas de cada híbrido e a época de sementeira influenciam sobre as variáveis comprimento e diâmetro de espiga,

**Quadro 2** - Diâmetro de espiga e diâmetro de sabugo em função de diferentes híbridos de milho pipoca e épocas de sementeira, na região Sul do Brasil

Épocas de sementeira	Híbridos de milho pipoca						Média
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
Diâmetro da espiga – cm							
21.08.2019	3,79 <sup>Aa*</sup>	3,50 <sup>Ca</sup>	3,82 <sup>Aa</sup>	3,62 <sup>Ba</sup>	3,66 <sup>Ba</sup>	3,49 <sup>Ca</sup>	3,65 <sup>a</sup>
11.09.2019	3,74 <sup>Aa</sup>	3,50 <sup>Ba</sup>	3,78 <sup>Aa</sup>	3,67 <sup>Aa</sup>	3,70 <sup>Aa</sup>	3,39 <sup>Ba</sup>	3,63 <sup>a</sup>
30.09.2019	3,42 <sup>Bb</sup>	3,24 <sup>Cb</sup>	3,67 <sup>Ab</sup>	3,35 <sup>Bb</sup>	3,42 <sup>Bb</sup>	3,12 <sup>Cb</sup>	3,37 <sup>b</sup>
19.10.2019	3,76 <sup>Aa</sup>	3,57 <sup>Ca</sup>	3,84 <sup>Aa</sup>	3,67 <sup>Ba</sup>	3,65 <sup>Ba</sup>	3,40 <sup>Da</sup>	3,65 <sup>a*</sup>
Média	3,68 <sup>B</sup>	3,45 <sup>D</sup>	3,77 <sup>A</sup>	3,58 <sup>C</sup>	3,61 <sup>C</sup>	3,35 <sup>E*</sup>	
CV (%)				2,45			
Diâmetro de sabugo – cm							
21.08.2019	2,24 <sup>Aa</sup>	2,06 <sup>Ba</sup>	2,25 <sup>Aa</sup>	2,13 <sup>Ba</sup>	2,18 <sup>Aa</sup>	2,12 <sup>Ba</sup>	2,16 <sup>a</sup>
11.09.2019	2,17 <sup>Aa</sup>	2,05 <sup>Ba</sup>	2,21 <sup>Aa</sup>	2,18 <sup>Aa</sup>	2,24 <sup>Aa</sup>	2,00 <sup>Ba</sup>	2,14 <sup>a</sup>
30.09.2019	2,04 <sup>Ab</sup>	1,89 <sup>Bb</sup>	2,07 <sup>Ab</sup>	1,94 <sup>Bb</sup>	1,97 <sup>Bc</sup>	1,89 <sup>Bb</sup>	1,97 <sup>c</sup>
19.10.2019	2,08 <sup>Bb</sup>	2,06 <sup>Ba</sup>	2,28 <sup>Aa</sup>	2,09 <sup>Ba</sup>	2,08 <sup>Bb</sup>	2,04 <sup>Ba</sup>	2,11 <sup>b*</sup>
Média	2,13 <sup>B</sup>	2,01 <sup>C</sup>	2,20 <sup>A</sup>	2,09 <sup>B</sup>	2,12 <sup>B</sup>	2,01 <sup>C*</sup>	
CV (%)				3,48			

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

**Quadro 3** - Altura de planta e altura de inserção da espiga principal em função de diferentes híbridos de milho pipoca e épocas de sementeira, na região Sul do Brasil

Épocas de sementeira	Híbridos de milho pipoca						Média
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
	Altura de planta – cm						
21.08.2019	192 <sup>Bb*</sup>	202 <sup>Bb</sup>	180 <sup>Cb</sup>	216 <sup>Ab</sup>	223 <sup>Ab</sup>	198 <sup>Ba</sup>	202 <sup>b</sup>
11.09.2019	209 <sup>Ba</sup>	231 <sup>Aa</sup>	185 <sup>Cb</sup>	236 <sup>Aa</sup>	243 <sup>Aa</sup>	188 <sup>Ca</sup>	215 <sup>a</sup>
30.09.2019	201 <sup>Cb</sup>	223 <sup>Ba</sup>	194 <sup>Ca</sup>	231 <sup>Ba</sup>	242 <sup>Aa</sup>	191 <sup>Ca</sup>	214 <sup>a</sup>
19.10.2019	209 <sup>Ba</sup>	225 <sup>Aa</sup>	203 <sup>Ba</sup>	221 <sup>Ab</sup>	233 <sup>Ab</sup>	197 <sup>Ba</sup>	215 <sup>a*</sup>
Média	203 <sup>C</sup>	220 <sup>B</sup>	190 <sup>D</sup>	226 <sup>B</sup>	235 <sup>A</sup>	193 <sup>D*</sup>	
CV (%)				3,98			
	Altura de inserção da espiga principal – cm						
21.08.2019	98 <sup>Bb</sup>	121 <sup>Ab</sup>	101 <sup>Bb</sup>	125 <sup>Ab</sup>	129 <sup>Ab</sup>	106 <sup>Bb</sup>	113 <sup>d</sup>
11.09.2019	103 <sup>Cb</sup>	131 <sup>Ba</sup>	92 <sup>Cc</sup>	139 <sup>Aa</sup>	143 <sup>Aa</sup>	99 <sup>Cc</sup>	118 <sup>c</sup>
30.09.2019	111 <sup>Ca</sup>	135 <sup>Ba</sup>	106 <sup>Cb</sup>	138 <sup>Ba</sup>	150 <sup>Aa</sup>	109 <sup>Cb</sup>	125 <sup>b</sup>
19.10.2019	119 <sup>Ca</sup>	138 <sup>Ba</sup>	117 <sup>Ca</sup>	134 <sup>Ba</sup>	148 <sup>Aa</sup>	119 <sup>Ca</sup>	129 <sup>a*</sup>
Média	108 <sup>C</sup>	131 <sup>B</sup>	104 <sup>C</sup>	134 <sup>B</sup>	142 <sup>A</sup>	108 <sup>C*</sup>	
CV (%)				5,17			

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

que impactam diretamente nos componentes primários da produtividade de grãos, como: número de grãos por fileira e número de fileira de grãos por espiga (Silva, 2018).

Para a variável altura de planta, e na média das diferentes épocas de sementeira, os híbridos H3 e H6 foram significativamente os que apresentaram as alturas mais baixas, sendo a maior altura observada para o híbrido H5 (Quadro 3). Com relação às épocas de sementeira e na média para os diferentes híbridos observa-se que, a menor altura de planta diferiu apenas para a sementeira do dia 21.08, sendo as demais superiores e não diferindo entre si. A menor altura de planta para a primeira época de sementeira, coincide com menores índices de temperatura e radiação solar, retardando o desenvolvimento inicial, prolongando o ciclo e fazendo com que as plantas tenham menor desenvolvimento, durante a fase vegetativa (Voroniak, 2017).

Para a altura de inserção da espiga principal, pode-se observar no Quadro 3 que, os híbridos tiveram comportamento semelhante ao observado para a variável altura de planta, com destaque para o híbrido H5 que, na média, para as épocas de sementeira foi significativamente superior em relação aos demais. Resultados semelhantes foram observados para diferentes variedades de milho comum, em estudo realizado por Liaqat *et al.* (2018) mostrando

que, existe diferença entre materiais genéticos para estas características fenológicas.

Plantas com menor altura de inserção de espiga e, consequentemente, altura final de plantas, apresentam menor risco de acamamento ao final do ciclo (Hussain *et al.*, 2010). À medida que se atrasa a sementeira ocorre aumento na altura de inserção da espiga principal e na altura de planta, corroborando com os resultados apresentados por Vieira *et al.* (2009) e Cabral *et al.* (2016). Na média, para os diferentes híbridos, a altura de inserção da espiga principal foi de 113, 118, 125 e 129 cm, respectivamente, para a época de sementeira de 21.08, 11.09, 30.09 e 19.10 confirmando que, com o atraso na sementeira ocorre aumento na altura de inserção da espiga principal. Esta informação é importante do ponto de vista da qualidade final dos grãos da pipoca pelo fato de que, as plantas com menor altura de inserção da espiga principal, terão menor probabilidade de acamamento ou tombamento no final do ciclo (Campos, 2020).

Para os componentes de rendimento, e na média para as diferentes épocas de sementeira, pode-se observar no Quadro 4, para a variável número de fileira por espiga que, os híbridos diferem entre si, sendo o maior número de fileiras observado para o híbrido H3, enquanto que o H6 apresentou significativamente o menor número de fileiras. Isto

**Quadro 4** - Número de fileiras com grãos, Número de grãos por fileira e Número de grãos por espiga em função de diferentes híbridos de milho pipoca e épocas de sementeira, na região Sul do Brasil

Épocas de sementeira	Híbridos de milho pipoca						Média
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
Número de fileiras por espiga							
21.08.2019	16,60 <sup>Ba*</sup>	15,00 <sup>Cb</sup>	17,55 <sup>Ab</sup>	15,20 <sup>Cb</sup>	15,40 <sup>Ca</sup>	15,50 <sup>Ca</sup>	15,87 <sup>b</sup>
11.09.2019	16,62 <sup>Aa</sup>	15,35 <sup>Cb</sup>	17,05 <sup>Ab</sup>	15,90 <sup>Ba</sup>	16,00 <sup>Ba</sup>	14,75 <sup>Cb</sup>	15,94 <sup>b</sup>
30.09.2019	16,52 <sup>Ba</sup>	15,15 <sup>Cb</sup>	17,40 <sup>Ab</sup>	14,75 <sup>Da</sup>	15,45 <sup>Ca</sup>	14,45 <sup>Db</sup>	15,62 <sup>b</sup>
19.10.2019	17,15 <sup>Ba</sup>	16,25 <sup>Ca</sup>	18,45 <sup>Aa</sup>	16,40 <sup>Ca</sup>	15,27 <sup>Da</sup>	15,70 <sup>Da</sup>	16,53 <sup>a*</sup>
Média	16,72 <sup>B</sup>	15,43 <sup>C</sup>	17,61 <sup>A</sup>	15,56 <sup>C</sup>	15,53 <sup>C</sup>	15,10 <sup>D*</sup>	
CV (%)	3,27						
Número de grãos por fileira							
21.08.2019	38,67 <sup>Ba</sup>	39,85 <sup>Ba</sup>	42,67 <sup>Aa</sup>	38,75 <sup>Ba</sup>	38,65 <sup>Ba</sup>	40,22 <sup>Ba</sup>	39,80 <sup>a</sup>
11.09.2019	37,40 <sup>Ba</sup>	38,87 <sup>Ba</sup>	40,80 <sup>Ab</sup>	38,67 <sup>Ba</sup>	37,95 <sup>Ba</sup>	39,60 <sup>Aa</sup>	38,88 <sup>b</sup>
30.09.2019	35,15 <sup>Bb</sup>	36,75 <sup>Ab</sup>	37,77 <sup>Ac</sup>	34,82 <sup>Bb</sup>	35,77 <sup>Bb</sup>	36,62 <sup>Ab</sup>	36,15 <sup>c</sup>
19.10.2019	30,22 <sup>Bc</sup>	32,42 <sup>Ac</sup>	33,85 <sup>Ad</sup>	30,65 <sup>Bc</sup>	30,12 <sup>Bc</sup>	31,65 <sup>Bc</sup>	31,48 <sup>d*</sup>
Média	35,36 <sup>C</sup>	36,97 <sup>B</sup>	38,77 <sup>A</sup>	35,72 <sup>C</sup>	35,62 <sup>C</sup>	37,02 <sup>B*</sup>	
CV (%)	3,37						
Número de grãos por espiga							
21.08.2019	641,72 <sup>Ba</sup>	597,79 <sup>Ca</sup>	748,50 <sup>Aa</sup>	588,96 <sup>Ca</sup>	595,19 <sup>Ca</sup>	623,55 <sup>Ba</sup>	632,62 <sup>a</sup>
11.09.2019	621,21 <sup>Ba</sup>	596,72 <sup>Ba</sup>	696,55 <sup>Ab</sup>	614,94 <sup>Ba</sup>	607,09 <sup>Ba</sup>	584,05 <sup>Bb</sup>	620,09 <sup>a</sup>
30.09.2019	580,87 <sup>Bb</sup>	556,74 <sup>Bb</sup>	657,22 <sup>Ac</sup>	513,69 <sup>Cb</sup>	553,09 <sup>Bb</sup>	528,99 <sup>Cc</sup>	565,10 <sup>b</sup>
19.10.2019	518,52 <sup>Bc</sup>	526,05 <sup>Bb</sup>	624,31 <sup>Ac</sup>	502,27 <sup>Bb</sup>	460,24 <sup>Cc</sup>	496,69 <sup>Bc</sup>	521,34 <sup>c*</sup>
Média	590,58 <sup>B</sup>	569,32 <sup>C</sup>	681,64 <sup>A</sup>	554,96 <sup>C</sup>	553,90 <sup>C</sup>	558,32 <sup>C*</sup>	
CV (%)	4,41						

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

justifica os resultados apresentados na Quadro 2, que apresenta o mesmo comportamento para estes híbridos, relacionando o diâmetro de espiga com o número de fileiras da espiga. Na sementeira realizada tardiamente (19.10), formou-se maior número de fileira por espiga, porém não se refletiu em aumento de produtividade.

O número de grãos por fileira, e na média entre os híbridos, também diferiu, onde o híbrido H3 demonstra significativamente ser superior aos demais (Quadro 4). Ao analisar novamente o Quadro 1 observa-se que, a variável número de grãos por fileira tem relação direta com comprimento da espiga, ou seja, quanto maior o comprimento da espiga, maior será o número de grãos por fileira.

Na média, para os diferentes híbridos, observa-se redução significativa do número de grãos por fileira, à medida que a sementeira é realizada tardiamente, mesmo comportamento observado para a variável comprimento de espiga (Quadro 1). Já, para o número de grãos por espiga, a maior quantidade foi observada para o híbrido H3. Este híbrido

também foi superior aos demais para as variáveis número de fileiras por espiga e número de grãos por fileiras, responsáveis pelo total de grãos produzidos pela espiga.

Embora não haja diferença, o número de grãos por espiga foi maior para as duas primeiras épocas de sementeira. À medida que ocorre atraso na sementeira, observa-se nitidamente redução significativa no número de grãos por espiga (Quadro 4). Sementeiras precoces aumentam o número de grãos por espiga, reduzindo este índice à medida que ocorre atraso da sementeira (Liaqat *et al.*, 2018). Sementeiras precoces ocorrem em ambientes com temperaturas amenas, onde as plantas apresentam menor taxa de crescimento e acúmulo de matéria seca até o espigamento, em comparação com sementeiras tardias (Didonet *et al.*, 2002). Ainda, segundo os autores, as temperaturas amenas na fase inicial, em sementeiras precoces, levam ao prolongamento da fase de pendoamento e floração, sendo as plantas mais eficientes em acumular e transportar foto assimilados até a espiga, resultando em maior número de grãos.

**Quadro 5** - Massa de mil grãos e produtividade de grãos em função de diferentes híbridos de milho pipoca e épocas de sementeiras, na região Sul do Brasil

Épocas de sementeira	Híbridos de milho pipoca						Média
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	
Massa de mil grãos – gramas							
21.08.2019	214,11 <sup>Aa*</sup>	185,98 <sup>Ca</sup>	199,04 <sup>Ba</sup>	205,03 <sup>Ba</sup>	191,84 <sup>Ca</sup>	179,93 <sup>Ca</sup>	195,99 <sup>a</sup>
11.09.2019	205,85 <sup>Aa</sup>	175,22 <sup>Ba</sup>	176,70 <sup>Bb</sup>	185,72 <sup>Bb</sup>	173,80 <sup>Bb</sup>	177,76 <sup>Ba</sup>	182,51 <sup>b</sup>
30.09.2019	178,52 <sup>Ac</sup>	157,33 <sup>Bb</sup>	173,48 <sup>Ab</sup>	184,61 <sup>Ab</sup>	171,73 <sup>Ab</sup>	176,05 <sup>Aa</sup>	173,62 <sup>c</sup>
19.10.2019	193,18 <sup>Ab</sup>	168,89 <sup>Bb</sup>	173,06 <sup>Bb</sup>	187,72 <sup>Ab</sup>	180,79 <sup>Ab</sup>	161,75 <sup>Bb</sup>	177,56 <sup>c*</sup>
Média	197,91 <sup>A</sup>	171,86 <sup>D</sup>	180,57 <sup>C</sup>	190,77 <sup>B</sup>	179,54 <sup>C</sup>	173,87 <sup>D*</sup>	
CV (%)	4,46						
Produtividade de grãos – kg ha <sup>-1</sup>							
21.08.2019	9938,40 <sup>Aa</sup>	10266,00 <sup>Aa</sup>	8990,40 <sup>Ba</sup>	9900,60 <sup>Aa</sup>	10483,20 <sup>Aa</sup>	8234,40 <sup>Ba</sup>	9635,40 <sup>a</sup>
11.09.2019	8645,40 <sup>Ab</sup>	7777,20 <sup>Ab</sup>	8623,80 <sup>Aa</sup>	8014,20 <sup>Ab</sup>	7753,80 <sup>Ab</sup>	7443,60 <sup>Aa</sup>	8043,00 <sup>b</sup>
30.09.2019	6378,60 <sup>Ac</sup>	5707,80 <sup>Ac</sup>	6942,60 <sup>Ab</sup>	5781,00 <sup>Ac</sup>	6123,00 <sup>Ac</sup>	6486,60 <sup>Ab</sup>	6236,40 <sup>c</sup>
19.10.2019	5399,40 <sup>Ac</sup>	5533,80 <sup>Ac</sup>	5403,60 <sup>Ac</sup>	4611,60 <sup>Ac</sup>	4386,60 <sup>Ad</sup>	4848,60 <sup>Ac</sup>	5031,00 <sup>d*</sup>
Média	7590,60	7312,20	7490,40	7077,00	7186,80	6753,00 <sup>ns</sup>	
CV (%)	12,29						

\*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Para a massa de mil grãos, e na média das diferentes épocas de sementeiras, os híbridos diferiram significativamente entre si (Quadro 5). Ainda, pode-se observar que, na média, para os diferentes híbridos, a maior massa de mil grãos ocorreu para a sementeira de 21.08. Ao comparar a primeira época de sementeira com as demais, observa-se redução de 7, 11 e 9% sobre a massa de mil grãos para as sementeiras realizadas em 11.09, 30.09 e 19.10, respectivamente.

De maneira geral, todos os híbridos estudados reduziram de forma significativa a massa de mil grãos com o atraso da sementeira. Nestas épocas, a ocorrência de temperaturas diurnas superiores a 25 °C acarreta na redução do período de enchimento de grãos, que reduzem a eficiência das plantas na translocação de água e nutrientes, para o enchimento dos grãos (Teixeira *et al.*, 2020).

Para a produtividade de grãos não houve diferença entre os híbridos, na média das diferentes épocas de sementeira (Quadro 5). Isso demonstra a estabilidade produtiva e a adaptabilidade destes híbridos ao ambiente. Em estudo com a cultura do milho, identificaram variações significativas para a produtividade de grãos, onde a variedade EV-5098 apresentou 1,7 vezes maior rendimento de grãos, em comparação com a variedade AZC-3 (Hussain *et al.*, 2010). Ainda, segundo os autores, esta

informação é importante para o posicionamento correto de híbridos para determinado ambiente de produção, com reflexos positivos no incremento da produtividade de grãos.

Na média, para as diferentes épocas de sementeira, observa-se maior produtividade de grãos para a primeira época de sementeira. No comparativo desta primeira época de sementeira com as demais, houve redução de 16, 35 e 48% na produtividade de grãos para as sementeiras de 11.09, 30.09 e 19.10, respectivamente. Com base nisso, pode-se afirmar que, os híbridos apresentam melhor adaptabilidade às condições climáticas na primeira época de sementeira (21.08), com resposta positiva para a produtividade de grãos.

A maior produtividade de grãos ocorrida para a sementeira realizada precocemente, pode estar associada a ocorrência de baixas temperaturas noturnas durante os estádios reprodutivos e a máxima área foliar exposta à luz, em períodos de maior exposição de radiação solar (Galon *et al.*, 2010). Ainda, segundo os autores, o oposto ocorre com sementeiras tardias, que coincidem com temperaturas noturnas elevadas durante os estádios reprodutivos, aumentando a respiração das plantas com redução na taxa fotossintética líquida, que afeta drasticamente o potencial produtivo da cultura.

## CONCLUSÃO

Todos os híbridos de milho pipoca se mostraram adaptados e produtivos para as condições de ambiente, onde o experimento foi conduzido.

Para a sementeira realizada em 21.08.2019 que proporcionou significativamente a maior produtividade de grãos 9635,40 kg ha<sup>-1</sup>, deve-se utilizar os híbridos H1, H2, H4 e H5 que foram estatisticamente superiores aos demais.

Os híbridos de milho pipoca utilizados devem ser semeados até 11.09.2019 na região Sul do Brasil, pois produzem 60% mais, em relação às sementeiras tardias.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Santa Maria, ao Grupo de Pesquisa em Plantas de Lavoura da UFSM/ FW e a Empresa General Mills Brasil: Yoki.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beiragi, M.A.; Khorasani, S.K.; Shojaei, S.H.; Dadresan, M.; Mostafavi, K. & Golbashy, M. (2011) – A study on effects of planting dates on growth and yield of 18 corn hybrids (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Agriculture International*, vol. 1, n. 3, p. 110-120. <https://doi.org/10.9734/AJEA/2011/339>
- Cabral, P.D.S.; Amaral Júnior, A.T.; Freitas, I.L.J.; Ribeiro, R.M. & Silva, T.R.C. (2016) – Relação de causa e efeito de caracteres quantitativos sobre a capacidade de expansão do grão em milho-pipoca. *Revista Ciência Agronômica*, vol. 47, n. 1, p. 108-117. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160013>
- Campos, T.S. (2020) – *Desempenho de cultivares de milho pipoca no estado de Goiás*. Universidade Estadual de Goiás.
- COTAPEL (2020) – *Cotações Milho Pipoca: 29/05/2020, valor: R\$ 60,00*. Cooperativa Agrícola Tapejara Ltda. Tapejara, RS.
- da Cruz, R.M.S.; Jesus, R.A.; Souza, M.P.F.; Cagnini, C.; Sabec, G.Z.; Savoldi, T.L. & Souza, S.G.H. (2019) – Crescimento inicial e resposta estomática de milho pipoca sob estresse salino. *Colloquium Agrariae*, vol. 15, n. 1, p. 15-26. <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n1.a266>
- Dawande, R. (2018) – *Popcorn Market by Type (Microwave Popcorn and Ready-to-eat Popcorn) and End User (Household and Commercial) – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2023*. Allied Market Research.
- Didonet, A.D.; Rodrigues, O.; Mario, J.L. & Ide, F. (2002) – Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 37, n. 7, p. 933-938. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2002000700006>
- EMBRAPA (2017) – *Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul safras 2017/2018 e 2018/2019*. 1 ed. Brasília: EMBRAPA-SPI. 209 p.
- Faria Junior, C.A.; Freitas, P.S.L.; Dallacort, R.; Voroniak, J.M.; Souza, A.C.S.; Miotto, L.S. & Barbieri, J.D. (2018) – Calibração dos coeficientes genéticos e simulação da produtividade do milho pipoca de segunda safra para Tangará da Serra, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 41, n. 2, p. 201-210. <https://doi.org/10.19084/RCA17234>
- Ferreira, D.F. (2014) – Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 38, n. 2, p. 109-112. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>
- Freire, A.I.; Castro, E.M.; Pereira, A.M.; Cruz, R.R.P.; Souza, F.B.M.; Chagas, W.F.T.; Souza, J.C. (2020) – Teores de amilose e micromorfologia de progênies de milho-pipoca com diferentes volumes de expansão. *Ciência Rural*, vol. 50, n. 2, art. e20180962. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20180962>
- Galon, L.; Tironi, S.P.; Rocha, A.A.; Soares, E.R.; Concenço, G. & Alberto, C.M. (2010) – Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. *Revista Tropical: Ciências Agrárias e Biológicas*, vol. 4, n. 3, p. 18-38. <http://dx.doi.org/10.0000/rtcab.v4i3.307>
- Hussain, N.Q.; Qamar-uz-Zaman; Nadeem, M.A. & Aziz, A. (2010) – Response of maize varieties under agroecological conditions of Dera Ismail Khan. *Journal of Agricultural Research*, vol. 48, n. 1, p. 59-63.



- Kist, B.B.; Carvalho, C. & Beling, R.R. (2019) – *Anuário brasileiro do milho 2019*. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz.
- Liaquat, W.; Akal, M. & Ali, J. (2018) – Sowing Dates Effect on Production of High Yielding Maize Varieties. *Sarhad Journal of Agriculture*, vol. 34, n. 1, p. 102-113. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.sja/2018/34.1.102.113>
- Marques, O.J.; Vidigal Filho, P.S.; Scapim, C.A.; Bonato, C.A.; Okumura, R.S.; Silva, L.V. & Souza, R.S. (2015) – Sowing time of popcorn during the summer harvest under supplemental irrigation in Ferralic Nitisol and subtropical climate. *Australian Journal of Crop Science*, vol. 9, n. 5, p. 413-423.
- Oliveira, G.H.F.; Amaral, C.B.; Revolti, L.T.M. Buzinaro, R. & Moro, G.V. (2019) – Genetic variability in popcorn synthetic population. *Acta Scientiarum. Agronomy*, vol. 41, art. e39497. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v41i1.39497>
- Santos, H.G.; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C.; Oliveira, V.A.; Lumbreras, J.F.Coelho, M.R.; Almeida, J.A.Araújo Filho, J.C.; Oliveira, J.B. & Cunha, T.J.F. (2018) – *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 5.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018. 353p.
- Silva, P.C. (2018) – *Divergência genética entre linhagens parcialmente endogâmicas de milho pipoca por métodos multivariados e redes neurais artificiais*. Universidade Federal da Grande Dourados.
- Tedesco, M.J.; Gianello, C.; Bissani, C.A.; Bohnen, H. & Volkweiss, S.J. (1995) – *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRGS.
- Teixeira, L.A.R.; Jadoski, S.O.; Faggian, R. & Sposito, V. (2020) – Efeito de alterações climáticas na aptidão agrícola para cultivo de milho na microrregião de Guarapuava, Paraná. *Research, Society and Development*, vol. 9, n. 4, art. e76942461. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2461>
- Vieira, R.A.; Rodovalho, M.A.; Scapim, C.A.; Tessmann, D.J.; Amaral Júnior, A.T. & Bignotto, L.C. (2009) – Desempenho agrônômico de novos híbridos de milho-pipoca no Noroeste do Estado do Paraná, Brasil. *Acta Scientiarum. Agronomy*, vol. 31, n. 1, p. 29-36. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.4142>
- Voroniak, J.M. (2017) – *Simulação da produtividade do milho pipoca em diferentes épocas de semeadura na região noroeste do Paraná*. Universidade Estadual de Maringá.