

Expressão fenotípica de híbridos de milho na safra de verão em função da geometria espacial

Murilo Cazaril Bitencourt^{1*}; Celso Gonçalves de Aguiar¹

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Colegiado de Agronomia, Cascavel, Paraná.

^{1*}mcasaril@me.com

Resumo: Este trabalho teve por objetivo avaliar as características fenotípicas expressas por dois híbridos, em fase pré comercial, quando expostos a diversas taxas populacionais. O delineamento experimental foi fatorial 2X5 em blocos ao acaso, composto por 10 tratamentos onde o fator A corresponde a dois híbridos (H1 e H2) e o fator B corresponde a densidade populacional (50, 60, 70, 80 e 90 mil plantas por hectare) com quatro repetições. O experimento foi realizado na área experimental na Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, iniciando com a semeadura em 02 de novembro de 2018 e encerrando-se após a debulha e avaliação da altura de planta, comprimento de espiga, diâmetro de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, peso de mil grãos e produtividade por hectare, em 09 de março de 2019. Os dados quantitativos foram submetidos a análise de regressão e o estande final de plantas ao teste Tukey com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT. Nas condições em que o experimento foi conduzido, o híbrido H1 teve sua maior média de produtividade em 80 mil plantas por hectare atingindo 10246,75 Kg ha⁻¹ e o híbrido H2 teve sua maior média de produtividade em 80 mil plantas por hectare atingindo 8693,75 Kg ha⁻¹ concluindo que a população onde ambos os híbridos obtiveram o melhor desempenho agrônomo foi a população de 80 mil plantas por hectare.

Palavras-chave: população; híbridos; fileira; espiga; grãos.

Phenotypic expression of corn hybrids in the summer crop as a function of spatial geometry

Abstract: The objective of this work was to evaluate the phenotypic characteristics expressed by two hybrids, in pre commercial phase, when exposed to several population rates. The experimental design was a 2X5 randomized block design consisting of 10 treatments where factor A corresponds to two hybrids (H1 and H2) and factor B corresponds to population density (50, 60, 70, 80 and 90 thousand plants per hectare) with four replicates. The experiment was carried out in the experimental area at the Assis Gurgacz University Center School Farm, beginning with sowing on November 2, 2018 and waxing after threshing and evaluation of plant height, ear length, ear diameter, number of ears rows per ear, number of grains per row, weight of a thousand grains, moisture and yield per hectare, on March 9, 2019. The quantitative data were submitted to regression analysis and the final plant stand to the Tukey test with the aid of statistical program ASSISTAT. Under the conditions under which the experiment was conducted, the H1 hybrid had its highest average productivity at 80,000 plants per hectare, reaching 10246.75 kg ha⁻¹ and the H2 hybrid had its highest average productivity at 80,000 plants per hectare, reaching 8693, 75 kg ha⁻¹ concluding that the population where both hybrids had the best agronomic performance was the population of 80 thousand plants per hectare.

Keywords: population; hybrids; row; spike; grains.

Introdução

O milho é uma das principais culturas de grãos brasileira e mundial, sendo uma cultura de suma importância para a economia e desenvolvimento nacional, caracterizando-se como base para cadeia produtiva de diversos outros alimentos como as carnes e o leite. Devido a essa importância econômica e alimentícia, o milho requer constante ampliação tecnológica, a fim de reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade.

A produção de milho mundial, estimada, para o ano de 2019 é de 1,1 bilhões de toneladas (USDA, 2019). Nesse cenário como principais produtores encontram-se EUA, China, União Europeia e Brasil. No Brasil o cultivo ocupou, na safra 2017/2018, 16,65 milhões de hectares, dos quais, 5,07 milhões foram na primeira safra e pouco mais de 11 milhões de hectares foram na segunda safra. A produtividade média do país para primeira e segunda safra foram respectivamente, 5,2 e 4,7 mil quilogramas por hectare (CONAB, 2018).

Devido a sua genética, híbridos de milho apresentam várias alterações fenotípicas em função de inúmeros fatores, inclusive do arranjo espacial, sendo que, quanto melhor a disposição das plantas de milho sobre a área cultivada, melhores são os ganhos em produtividade, devido ao fato de reduzir a competição entre plantas por luz, otimizando a captação da radiação solar (ARGENTA *et al.*, 2001).

A característica genética de precocidade em híbridos de milho, geralmente vem atreladas a outras, que ao ser submetidas ao ambiente, expressam fenótipos onde as folhas são ligeiramente mais eretas e em menor número, além de darem origem a plantas de menor porte e tolerantes a maiores densidades de plantio. Essas são as características que possibilitam o plantio adensado como forma de aumentar a produtividade, reduzir o acamamento e antecipar o fechamento das entre linhas. (MARCHÃO *et al.*, 2005)

As várias alterações edafoclimáticas assim como a mutação dos agentes entomopatogênicos juntamente com a necessidade de maiores produtividades, geram a demanda por novos híbridos, que ao expressarem sua genética possam suprir as demandas dos produtores como produtividade, sanidade e resistência ao acamamento (FILHO e BORGHI, 2016).

O comportamento dos híbridos de milho com mesma genética, podem apresentar-se de forma distinta, em função da interação do seu genótipo com diversos fatores de cada ambiente, resultando na sua expressão fenotípica (RAMALHO *et al.*, 2012).

Existem distintos níveis tecnológicos empregados pelos produtores rurais na produção de milho, sobre esse aspecto, Rosinha (2000) cita que as empresas do mercado de insumos

agrícolas, classificam os produtores em quatro segmentos, de acordo com os níveis tecnológicos empregados no sistema produtivo, sendo eles: altíssimo, alto, médio e baixo, compondo respectivamente, 20%, 32%, 48% e 0% do mercado agrícola. Dentro dos dois primeiros segmentos estão os produtores que utilizam híbridos simples, triplos ou duplos e pacotes com altas tecnologias (insumos e máquinas); o terceiro grupo é representado por agricultores que utilizam sistemas de produção precários e defasados juntamente com o emprego de híbridos duplos; por último os produtores que compõem o quarto segmento, e utilizam em seu sistema produtivo variedades obtidas de polinização aberta ou então as sementes de fabricação caseira, o que acaba por reduzir as médias de produtividade no país, estes produtores representam 0% em virtude de não adquirirem sementes no mercado agrícola (ROSINHA, 2000).

Tendo em vista a necessidade de conhecer novos híbridos assim como o seu comportamento no ambiente, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as características fenotípicas expressas por dois híbridos, em fase pré comercial, quando expostos a diversas densidade de população de plantas por hectare, para avaliar se os híbridos respondem positivamente ou negativamente ao aumento da população de plantas.

Material e métodos

O experimento foi realizado na área experimental na Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, na cidade de Cascavel – PR, com data de semeadura em dois de novembro de 2018. A área experimental está localizada no terceiro planalto, na região oeste do estado do Paraná, na latitude 24° 57' 21" sul e longitude 53° 27' 19" oeste, e altitude de 781 metros. Com clima classificado como CFA subtropical úmido de verão quente, e médias de temperatura superior a 22°C e precipitação mínima de 30mm (APARECIDO *et al.*, 2016).

Foi utilizado delineamento experimental fatorial 2x5, sendo fator A os híbridos H1 e H2, e o fator B cinco populações diferentes, foram realizadas quatro repetições, totalizando 40 parcelas. As populações utilizadas foram 50, 60, 70, 80 e 90 mil plantas por hectare, empregando os híbridos H1 e H2, perfazendo dez tratamentos.

As parcelas avaliadas foram compostas por quatro linhas de cinco metros, semeadas entre si com distância de oitenta centímetros variando apenas o número de sementes por metro para obter a população desejada. Das quatro linhas de cada parcela, foram avaliadas apenas as duas linhas centrais, pois as duas linhas externas fazem apenas o efeito bordadura, assim com um metro no início e no final de cada linha (CARGNELUTTI FILHO *et al.*, 2003).

A semeadura foi realizada no dia 02 de novembro de 2018 após vencida a carência, para a semeadura da cultura do milho, do herbicida aplicado sobre a área experimental pelo corpo

técnico da Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz, utilizando semeadora manual em linhas pré riscadas por semeadora convencional com espaçamento entre linhas de oitenta centímetros, utilizando adubo formulado NPK 10-15-15 na quantidade de 410 Kg ha⁻¹ seguindo recomendações do corpo técnico da Fazenda Escola do Centro Universitário Assis Gurgacz.

Ao ser atingido o estágio V2 foi realizado o desbaste para que as parcelas atingissem o stand das populações especificadas pelo sorteio, para evitar o efeito negativo das plantas sobressalentes por competição conforme citam (DUARTE, SILVA e SOUZA, 2002).

Ao longo do ciclo foi realizada aplicação de nitrogênio na quantidade de 200 kg ha⁻¹, parceladas em duas aplicações, uma ao atingir o estágio fenológico V3 e o restante ao atingir o estágio fenológico V6, para melhor aproveitamento pela cultura conforme sugere Coelho (2007).

Quanto aos tratamentos fitossanitários, as aplicações de inseticida foram feitas de acordo com a necessidade para o controle de percevejos e lagartas nos estágios fenológicos iniciais, e três aplicações de herbicida seletivo, mantendo as entre linhas sem infestação de plantas daninhas.

Antes da colheita foi realizada a contagem das plantas para estabelecer o estande final do experimento. Após completo o ciclo dos materiais, houve a avaliação da expressão fenotípica das plantas quanto à altura de planta, medindo dez plantas aleatórias por parcela, em seguida os materiais foram colhidos manualmente em espigas e levados para a avaliação, sendo avaliados os demais parâmetros: comprimento de espiga medindo dez espigas utilizando régua, diâmetro de espiga medindo dez espigas utilizando um paquímetro, número de fileiras por espiga contadas de dez espigas, número de grãos por fileira contato de dez espigas, peso de mil grãos realizando a média de pesagem de mil grãos obtidas em quatro repetições, umidade que foi aferida utilizando medidor de capacitância digital (G600) e produtividade por hectare que foi calculada com base na produtividade por metro obtida nas parcelas pesadas com balança digital, descontado o valor calculado em função da umidade.

Os dados quantitativos que apresentaram significância foram submetidos a análise de regressão e o estande final de plantas ao teste normalidade e Tukey com 5% de probabilidade com o auxílio do programa estatístico ASSISTAT.

Resultados e discussões

Os resultados obtidos na análise estatística estão compilados na tabela 1. Observando os coeficientes de variação dos diferentes parâmetros avaliados, classificam-se os mesmos

como baixo, conforme classificação sugerida por Gomes (1990), conferindo, portanto, alta precisão experimental.

Tabela 1 - Expressão fenotípica dos híbridos em função da população de plantas.

Híbridos	Parâmetros								
	PP	EF	AP (cm)	CE (cm)	DE (cm)	NFE	NGF	PMG (g)	PROD (Kg ha ⁻¹)
H1	50	51562,50	237,75g	18,52abc	60,75a	20,10a	36,70cde	393,75a	8981,50cd
	60	59531,25	254,25f	17,80bcd	59,25a	18,50b	36,50cde	391,25a	9592,75abc
	70	69687,50	266,75d	16,85def	57,50a	18,40b	35,50de	388,00a	10062,50ab
	80	79218,75	274,25c	14,38g	52,50b	17,90bc	34,80e	382,75b	10246,75a
	90	90781,25	281,75a	13,95g	51,75b	17,10cd	32,80f	374,55b	9299,50bc
H2	50	52187,50	239,50g	19,30a	51,00b	16,80cd	41,00a	372,62b	6535,25g
	60	61718,75	261,25e	18,70ab	51,00b	16,70cd	40,40a	372,75b	7377,75f
	70	71093,75	268,75d	17,48cde	49,25bc	16,30de	39,10ab	371,58b	7956,75ef
	80	81875,00	278b	16,28ef	47,50c	15,40ef	38,20bc	367,91b	8693,75cde
	90	92343,75	284,25a	15,98f	46,50c	14,90f	37,00bcd	357,52bc	8368,75de
Média			264,68	16,92	52,70	17,21	37,20	377,26	8701,53
CV%		2,03	0,44	2,95	2,62	2,76	2,34	1,46	4,41
R ²			0,7239						0,8659

PP: população estimada de plantas por ha (mil plantas/ha); EF: estande final com a população efetiva de plantas por ha; AP: altura de planta (cm); CE: comprimento da espiga (cm); DE: diâmetro da espiga (mm); NFE: número de fileiras por espiga; NGF: número de grãos por fileira; PMG: peso de mil grãos; PROD: produtividade em kg/ha; CV%: coeficiente de variação.

O estande final de plantas para as populações 50, 60, 70, 80 e 90 mil plantas por hectare foi, para o híbrido H1, de respectivamente 51562,50, 59531,25, 69687,50, 79218,75 e 90781,25 plantas por hectare, e para o híbrido H2 foi respectivamente 52187,50, 61718,75, 71093,75, 81875,00 e 92343,75.

Analisando os resultados expressos pela figura 1, observamos que a medida em que se aumenta a população de plantas, cresce também a altura das mesmas, os tratamentos apresentaram diferença significativa para ambos os híbridos sendo que os dois híbridos diferem entre si em função de sua genética

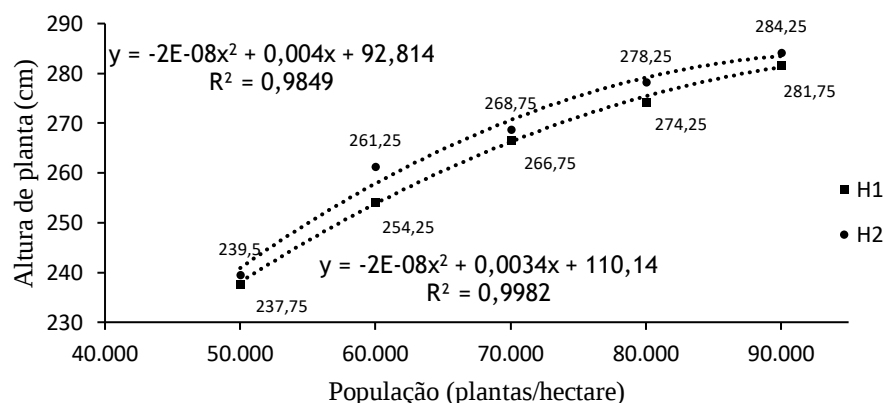


Figura 1 - Altura de planta (cm) em função da população de plantas por hectare.

** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$). CV% = 0.85

Confirmando o mesmo comportamento, Neto *et al.* (2003) identificaram que a medida em que a densidade populacional cresce, aumenta também a altura das plantas e segundo os autores o fato é ocasionado pela maior competição entre plantas por luz.

Quando os parâmetros são comprimento e diâmetro de espiga, nota-se a redução do comprimento e diâmetro das mesmas a medida em que a população se aproxima de 90 mil plantas por hectare, sendo que o comportamento ocorre para os dois híbridos conforme observado na figura 2 e 3.

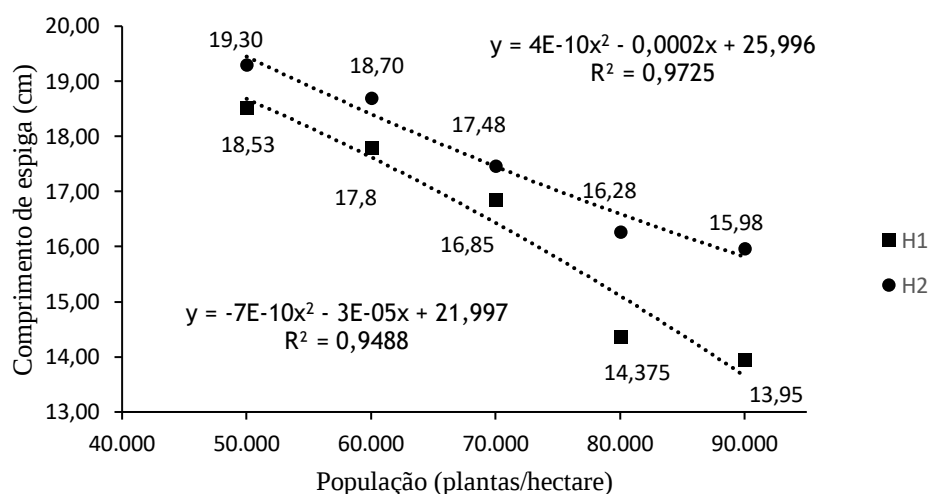


Figura 2 – Comprimento de espiga (cm) em função da população (plantas/hectare). ** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$) CV% = 2.87.

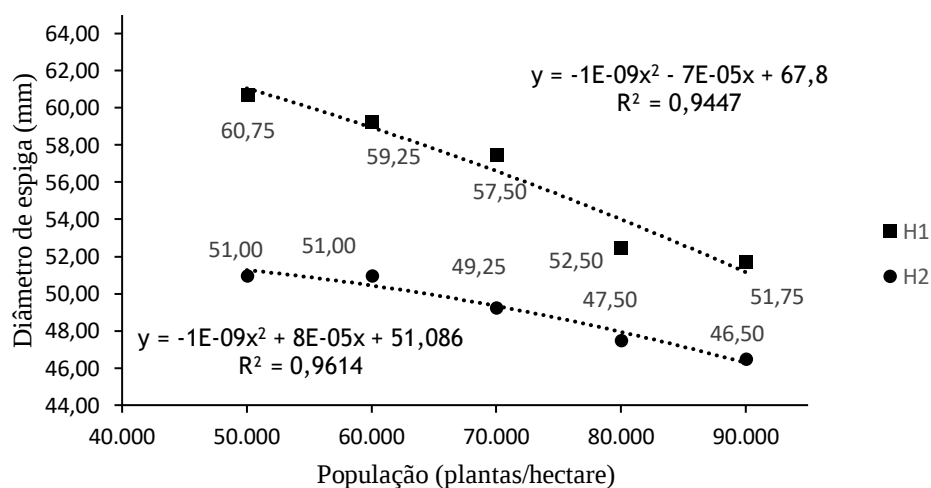


Figura 3 – Diâmetro de espiga (mm) em função da população (plantas/hectare). ** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$) CV% = 2.57.

A diferença de comprimento e diâmetro de espiga, entre os dois híbridos era esperada em função da constituição genética que os difere, corroborando com os estudos de Rocha, Filho e Barbosa (2011), que encontraram resultados em suas pesquisas onde o adensamento do plantio provocou redução no comprimento e diâmetro das espigas.

Em consonância com o comprimento e diâmetro de espiga, o número de fileiras por espiga e o número de grãos por fileira segue a mesma tendência expressando redução a medida em que aumenta a densidade populacional conforme dados da tabela 1 e figuras 4 e 5.

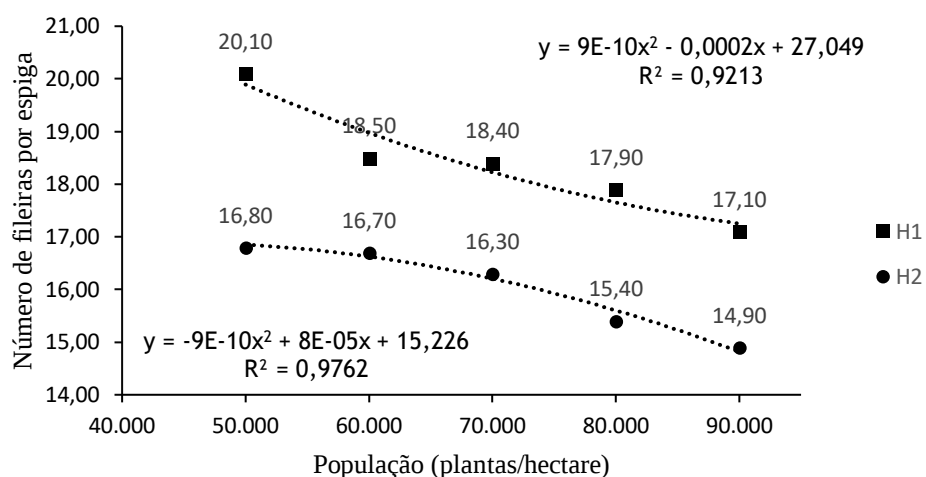


Figura 4 – Número de fileiras por espiga em função da população (plantas/hectare). ** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$) CV% = 2.74.

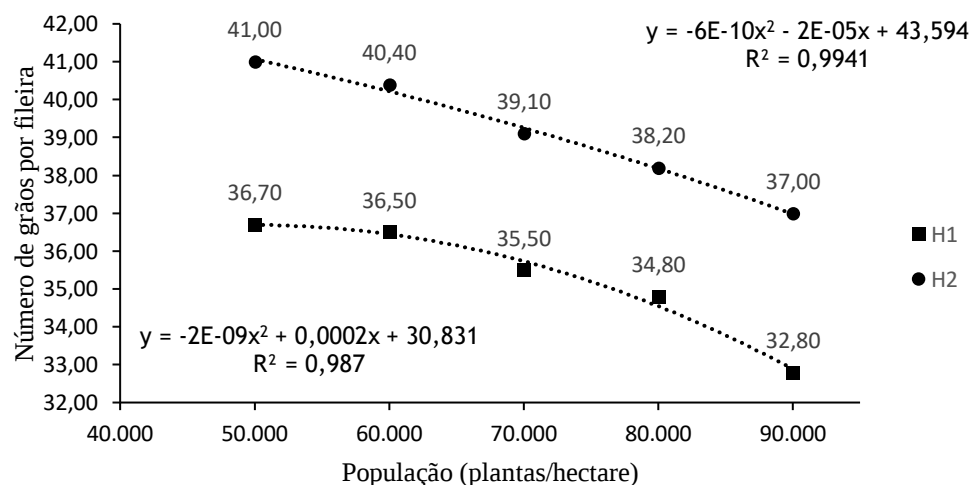


Figura 5 – Número de grãos por fileira em função da população (plantas/hectare). ** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$) CV% = 2.39.

Em trabalho avaliando híbridos distintos, Vieira *et al.* (2010) mostram existir relação entre os parâmetros de comprimento e diâmetro de espiga com número de grãos por fileira e número de fileira por espiga, sendo que a medida em que aumenta o comprimento da espiga, cresce o número de grãos por fileira e a medida em que aumenta o diâmetro da espiga, cresce também o número de fileiras por espiga.

Apesar de existir discreta variação decrescente conforme o aumento da população, o peso de mil grãos apresentou resultados com diferença significativa para os tratamentos para ambos os híbridos testados conforme observa-se na figura 6.

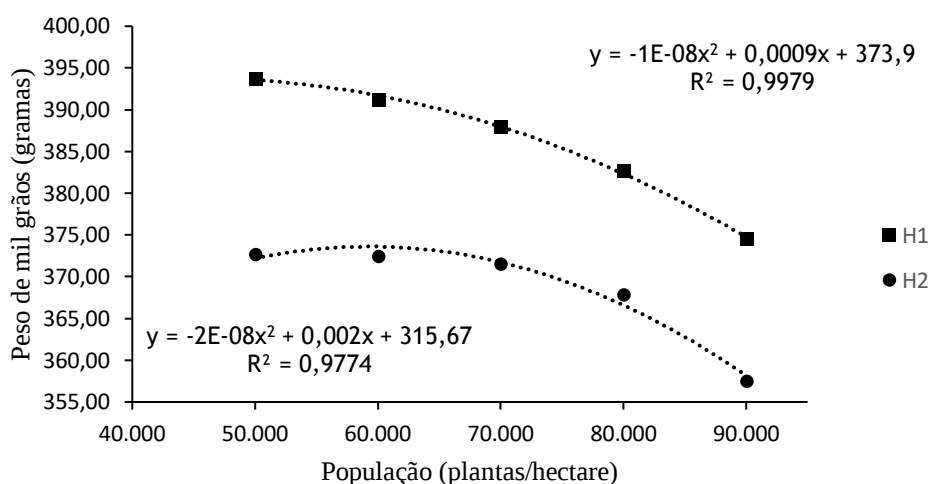


Figura 6 – Massa de mil grãos (gramas) em função da população (plantas/hectare). ** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$) CV% = 1,45.

Os dados obtidos por Ferreira *et al.* (2015), vem de encontro com os dados obtidos nesta pesquisa, sendo que em seu trabalho o autor encontrou valores maiores para o peso de mil grãos quando os híbridos foram submetidos a menores populações partindo de 40 mil plantas por hectare, onde o valor foi decaindo em função do aumento da população.

Podemos observar na figura 7 que apesar de expressar produtividades com grande diferença entre os híbridos, os mesmos apresentaram comportamento muito semelhante em relação ao aumento da população, expressando ganhos de produção a medida em que a população aumenta, encontrando seu limite em 80 mil plantas por hectare, pois quando submetidos a população de 90 mil plantas por hectare ambos apresentaram queda na produção.

Trabalho em mesma área com resultado semelhante foi desenvolvido por Kappes *et al.* (2011), onde o incremento da produção cresce à medida em que se aumenta a população até encontrar o seu limite 7225 kg ha⁻¹, coincidente com a mesma população de 80 mil plantas por hectare encontrada neste trabalho.

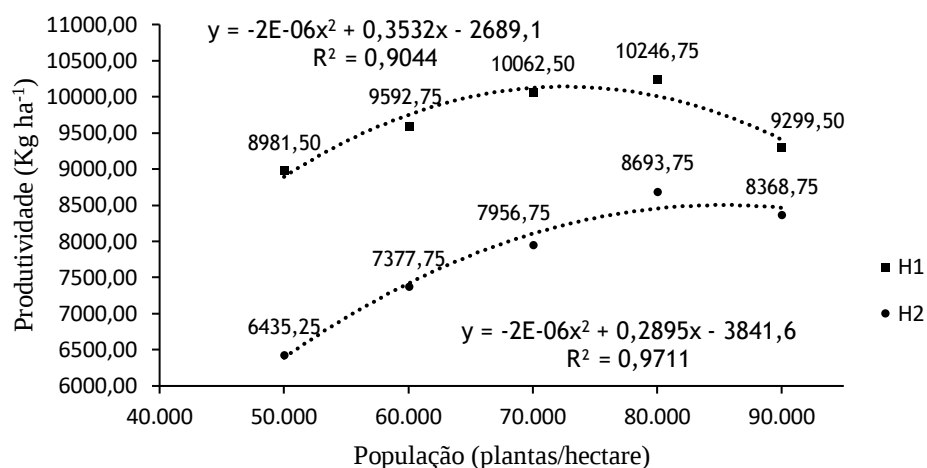


Figura 7 - Produtividade (kg ha⁻¹) em função da população (plantas/hectare).

** significativo a 1% de probabilidade ($p < .01$) CV% = 4,41.

Conclusão

Nas condições em que o experimento foi conduzido, o híbrido H1 teve sua maior média de produtividade em 80 mil plantas por hectare atingindo 10246,75 Kg ha⁻¹. Para o híbrido H2 a melhor expressão da produtividade ocorreu na população de 80 mil plantas por hectare atingindo 8693,75 Kg ha⁻¹.

Referências

APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S.; JOHANN, J.A. Köppen Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; NETO, V. B. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, JANEIRO 2001. 71-78.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; DAL'COL, L. A.; CARVALHO, M. P.; SANTOS, P. M. A precisão experimental relacionada ao uso de bordaduras nas extremidades das fileiras em ensaios de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 607-614, julho 2003. ISSN 0103-8478.

COELHO, A. M. **Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho**. Circular Técnica Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas - MG, p. 11, 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **CONAB**, agosto 2018. ISSN 2317-7535. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/precos/revista-indicadores-da-agropecuaria>>. Acesso em: 02 de setembro de 2018.

DUARTE, N. D. F.; SILVA, J. B. D.; SOUZA, I. F. D. Competição de plantas daninhas com a cultura do milho no município de Ijaci, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 983-992, setembro/outubro 2002.

FERREIRA, J. P.; RODRIGUES, R. A. F.; KANEKO, F. H.; KAPPES, C.; ARF, M. V.; GOÉS, R. J. Características agronômicas do milho sob arranjos espaciais e densidades de plantas em região de cerrado. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v. 24, p. 27-44, 2015. ISSN 1.

FILHO, I. A. P.; BORGHI, E. Mercado de sementes de milho no Brasil Safra 2016/2017. **Jornal Eletronico da Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, Dezembro 2016.

GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

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

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, Julho 2005. p. 93-101.

NETO, D. D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; 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**, Sete Lagoas, v. 2, p. 63-77, 2003. ISSN 3.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B.; SOUZA, E. A. DE.; SOUZA, J. C. **Genética na agropecuária**. 5. ed. Lavras: UFLA, 2012. 203-249 p.

ROCHA, D. R. D.; FILHO, D. F.; BARBOSA, J. C. Efeitos da densidade de plantas no rendimento comercial de espigas verdes de cultivares de milho. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 392-397, jul-set 2011. ISSN 3.

ROSINHA, R.O. Estratégias competitivas e reestruturação da indústria de sementes no Brasil: a análise do segmento do milho. 2000. 143p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

USDA. **World Agricultural Supply and Demand Estimates**. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 10 março de 2019. ISSN 1554-9089. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/latest.pdf>>. Acesso em: 02 de maio de 2019.

VIEIRA, M. de A.; CAMARGO, M. K.; DAROS, E.; ZAGONEL, J.; KOEHLER, H. S. Cultivares de milho e população de plantas que afetam a produtividade de espigas verdes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, p. 81-86, 2010. ISSN 1.