

SEÇÃO 6 FITOTECNIA

DESEMPENHO DE DIFERENTES POPULAÇÕES DE MILHO DE SEGUNDA SAFRA EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Leandro Rampim¹; Jean Sérgio Rosset¹; Martios Ecco¹; Maria do Carmo Lana¹; Adriano Mitio Inagaki¹; Paulo Vitor Dal Molin¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, campus Marechal Cândido Rondon. Rua Pernambuco, 1777, Caixa Postal 1008, Centro, 85960-000, Marechal Cândido Rondon-PR. E-mail: rampimleandro@yahoo.com.br.

RESUMO: O objetivo com este trabalho foi avaliar os componentes da produção e a produtividade da cultura de milho em função de diferentes populações de milho segunda safra em sistema de semeadura direta no oeste do Paraná ao considerar o alto custo das sementes. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com o híbrido de milho P3340HX em espaçamento de 0,90 m. Foram utilizadas cinco populações de plantas no momento da colheita (36, 43, 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹) com quatro repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. No momento da colheita foi determinado o número de espigas por hectare (NE), a altura de inserção da primeira espiga (ALT), o comprimento de espiga (CE), massa de grãos por espiga (MGE), a massa de 1000 grãos (MG) e a produtividade (PG). De forma que, as diferentes populações de milho híbrido P3340HX não interferem em número de espigas por planta, massa de grãos por espiga e o comprimento de espigas, contudo interfere na altura de inserção da primeira espiga, massa de mil grãos e produtividade. A densidade populacional de 43, 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹ teve produtividade de grãos superior e correlaciona-se positivamente com a população de plantas, número de espigas e massa de grãos por espiga.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L.. Arranjo de plantas. Híbridos. Densidade.

PERFORMANCE OF DIFFERENT POPULATIONS OF SECOND HARVEST CORN IN NO TILAGE SYSTEM

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the components of the production and productivity of corn for different populations of second crop corn in no-till system in western Paraná when considering the high cost of seeds. The experiment was conducted in a randomized block design with hybrid corn P3340HX at spacing of 0.90 m. We used five populations of plants at harvest (36, 43, 47, 50 and 52 000 plants.ha⁻¹) with four replications, totaling 20 plots. At harvest was determined the number of cobs per hectare (NE), the height of first ear (ALT), the length of the cob (CE), grain weight per ear (MGE), the mass of 1000 grains (MG) and yield (PG). So that the different populations of hybrid corn P3340HX not interfere in number of ears per plant, grain weight per ear and ear length, however interfere in height, first ear, thousand grain weight and yield. Population densities of 43, 47, 50 and 52 000 plants.ha⁻¹ has higher grain yield and correlates positively with plant population, ear number and grain weight per ear.

KEYWORDS: *Zea mays* L.. Arrangement of plants. Hybrids. Urea. Density.

INTRODUÇÃO

Utilizado principalmente para a ração animal e alimentação humana, o milho (*Zea mays* L.) representa um dos principais cereais cultivados no Brasil. Atualmente o Brasil tem produção de 68 milhões de toneladas de grãos deste cereal considerando a primeira e segunda safra (CONAB, 2012). A produtividade média de 4.400 kg.ha⁻¹ obtida com a cultura do milho no Brasil (CONAB, 2012) é baixa ao comparar com 9.240 kg.ha⁻¹ obtidos nos Estados Unidos (USDA, 2012), fato que pode ser solucionado com o aumento da utilização de fertilizantes nitrogenados para elevar o rendimento da cultura (CANCELLIER et al., 2011) independente da aplicação antes da semeadura ou em cobertura e da fonte sulfonitrato de amônia com inibidor, sulfato de amônio ou uréia (SOUZA et al., 2011). Contudo, a baixa produtividade brasileira também tem estreita relação com a densidade populacional (ALVAREZ et al., 2006; KANEKO et al., 2010).

A produção individual por planta de milho é máxima em baixas densidades, mas a produtividade por área é baixa (FORNASIERI FILHO, 1992). Por outro lado, é possível atingir a máxima produtividade com a elevação do número de plantas por área (LANA et al., 2009). Plantas espaçadas equidistantemente reduzem a competição entre as plantas (ARGENTA, 2001), ao passo que aumenta a eficiência no aproveitamento de água, nutrientes do solo e intercepção da radiação solar (LAÜER, 1994), que resulta em aumento da produtividade (PENARIOL, 2002).

Para Fancelli e Dourado-Neto (2000) é possível obter altas produtividades com a utilização de 55 mil a 72 mil plantas.ha⁻¹ de milho. No entanto, maiores produtividades têm sido alcançadas com 67 mil plantas.ha⁻¹ (BRACHTVOGEL et al., 2009), 70 mil plantas.ha⁻¹ (DEMÉTRIO et al., 2008) e 85 mil plantas.ha⁻¹ (VON PINHO et al., 2008). Estes resultados são determinados pelo genótipo, boas condições de fertilidade do solo, temperatura, radiação e principalmente disponibilidade hídrica, que favorecem a elevação da população de plantas (CARVALHO et al., 2007).

A preocupação com o número de plantas a campo é expressiva, fato que direciona a estudos com a finalidade de verificar a precisão do número de plantas emergidas a campo após a semeadura, de forma que há estudos com mecanismos dosadores de sementes (WEIRICH NETO et al., 2012), relação da fertilidade com a população ideal de plantas para atingir a produtividade máxima (AMADO et al., 2012). A densidade de plantas tem elevada interferência na produção de milho, visto que o milho não possui um mecanismo de compensação de espaços tão eficiente quanto o mecanismo de outras espécies da família

Poaceae, pois raramente perfilha efetivamente, além de apresentar capacidade limitada de expansão foliar e prolificidade (ANDRADE et al., 1999). Assim, sendo a densidade populacional ótima, para um determinado híbrido, corresponde ao menor número de plantas por unidade de área, o que induz à maior produtividade (DEMÉTRIO et al., 2008).

A determinação da melhor densidade de plantas é feita após a obtenção dos híbridos, que, por motivos de praticidade, ainda não foram submetidos a avaliações mais detalhadas, neste aspecto. Em contrapartida, informações para quantificar o efeito do aumento da população de plantas sobre a cultura são essenciais e, ao mesmo tempo, escassas, no Brasil (KAPPES et al., 2011). Então, será que um determinado híbrido de milho de elevado potencial produtivo apresenta resposta com a redução da população de plantas ao ser implantado em região de baixa altitude com Latossolo Vermelho eutroférico submetidos às condições edafoclimáticas regionais em cultivos de segunda safra. Pois a utilização de menor população permite ao produtor reduzir o custo com a semente certificada além de reduzir o número de plantas na área de cultivo, fato que permite minimizar a exigência por água em anos com deficiência hídrica.

Desta maneira, o objetivo com este trabalho foi avaliar os componentes da produção e a produtividade da cultura de milho em função de diferentes populações de milho segunda safra em sistema de semeadura direta no oeste do Paraná ao considerar o alto custo das sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado no município de Guaíra, oeste do Paraná com as seguintes coordenadas 24°21'S e 54°13'W, com altitude de 264 metros. A propriedade rural utiliza sistema de semeadura direta há 25 anos em sucessão de culturas, utilizando soja no verão e trigo/milho no inverno, em solo classificado como Latossolo Vermelho eutroférico de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006).

As características granulométricas do solo da propriedade são: 630 g.kg⁻¹ de argila, 190 g.kg⁻¹ de areia e 180 g.kg⁻¹ de silte e o resultado da análise química apresenta os seguintes valores: pH em CaCl₂ = 5,50; C = 19,09 g.dm⁻³; P = 11,50 g.dm⁻³; K = 0,82 cmol_c.dm⁻³; Ca = 8,14 cmol_c.dm⁻³; Mg = 1,58 cmol_c.dm⁻³; H + Al = 4,28 cmol_c.dm⁻³; Al³⁺ = 0 cmol_c.dm⁻³; SB = 10,54 cmol_c.dm⁻³; CTC = 14,82 cmol_c.dm⁻³ e V% = 71,12. Neste local, a precipitação pluvial registrada durante a condução do experimento, no período compreendido entre a semeadura à colheita, foi de 962 mm (Figura 1) e segundo Koppen, o clima da região é

do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes (OMETTO, 1981).

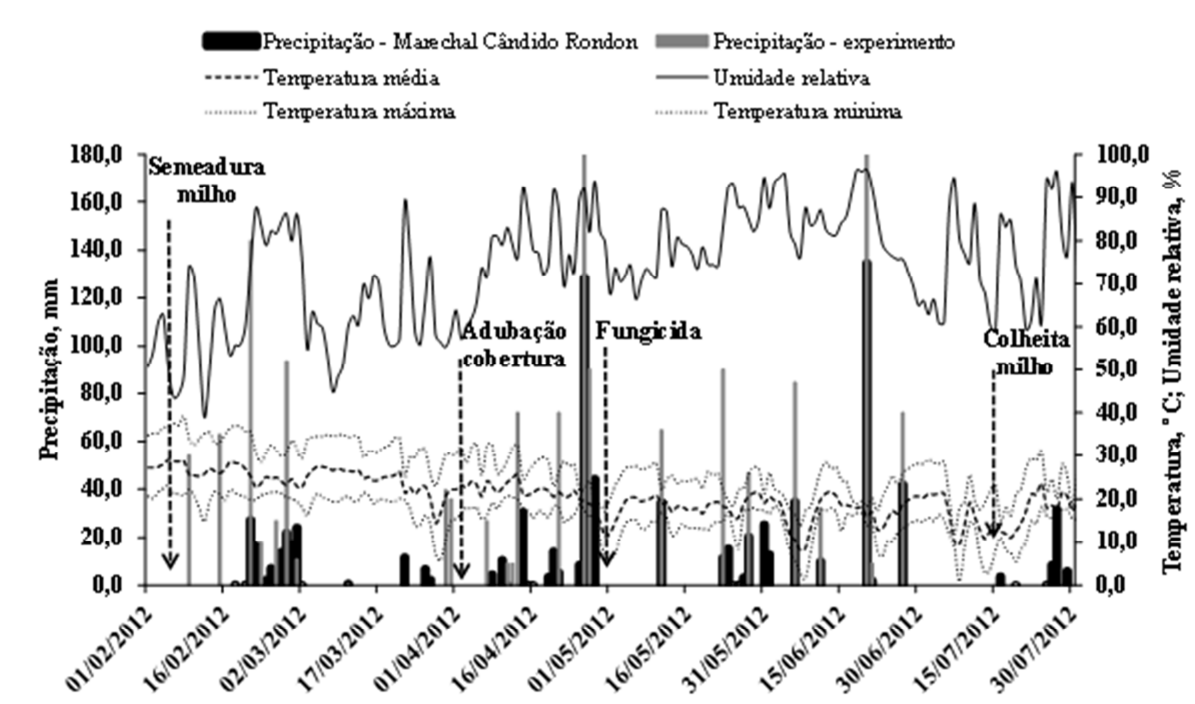


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm) na área experimental no período de 13/02/2012 a 15/07/2012 e precipitação pluviométrica (mm), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C), temperatura máxima (°C) e umidade relativa (%) durante o período de 01/02/2012 a 30/07/2012 medidas na estação meteorológica da cidade de Marechal Cândido Rondon/PR (UNIOESTE, 2012).

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram utilizadas cinco populações de plantas com o híbrido de milho P3340HX, o qual é recomendado para a região conforme o zoneamento agroclimático do Paraná (MAPA, 2011), totalizando 20 parcelas experimentais. O híbrido P3340HX é um híbrido simples, com ciclo superprecoce e moderadamente resistente a podridão de colmo (PIONEER, 2012). A densidade populacional utilizada no trabalho foi de 36, 43, 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹ determinada precisamente no momento da colheita, oriunda do raleio executado após emergência das plântulas. As parcelas avaliadas haviam seis linhas com seis metros de comprimento e espaçadas por 0,90 m, perfazendo área total de 32,40 m² sendo consideradas as quatro linhas centrais com quatro metros de comprimento, totalizando área útil de 14,40 m² para a cultura de milho, ao passo que foram excluídas uma linha de cada lado e um metro nas extremidades.

O experimento foi conduzido em sistema de semeadura direta, sendo que a área foi ocupada anteriormente pela cultura da soja, durante o verão. A semeadura do milho foi realizada em 13 de fevereiro de 2012, utilizando-se semeadora de precisão Marchesan Ultra

Flex com 6 linhas de milho acoplada ao trator. A profundidade de semeadura foi em torno de 4 a 5 cm. Durante a semeadura foram semeadas 4,9 sementes por metro linear, perfazendo 54,5 mil plantas.ha⁻¹. As sementes foram previamente tratadas com 0,30 l.ha⁻¹ do inseticida imidacloprido (15 g.l⁻¹) + tiodicarbe (450 g.l⁻¹).

A adubação de base utilizada foi de 200 kg.ha⁻¹ do fertilizante formulado 08-16-16, sendo realizada no sulco de semeadura à aproximadamente 10 cm de profundidade. A adubação nitrogenada em cobertura consistiu na aplicação de 80 kg.ha⁻¹ de Super N (45% de N, com inibidor de urease), sendo efetuada quando as plantas encontravam-se no estágio com seis folhas completamente expandidas (V6).

Foi realizado a aplicação de 4,0 l.ha⁻¹ do herbicida pós-emergente atrazine (250 g.l⁻¹) para o controle de plantas daninhas. Também foi realizado uma aplicação de 1,0 l.ha⁻¹ de inseticida beta-ciflutrina (12,5 g.l⁻¹) + imidacloprido (100 g.l⁻¹) para o controle de percevejo no estágio V4 e uma aplicação de 1,0 l.ha⁻¹ de inseticida metomil (215 g.l⁻¹) para o controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera* sp.) no estágio V5, ambas com pulverizador de arrasto. No pendoamento, foi realizado a aplicação por meio de aeronave Ipanema modelo EMB-201-A de 0,8 l.ha⁻¹ do fungicida piraclostrobina (133 g.l⁻¹) + epoxiconazol (50 g.l⁻¹) para o controle preventivo de doenças foliares.

No período de colheita foi realizada a avaliação da altura de inserção da primeira espiga (ALT), que é a distância média, em metros, compreendida entre o nível do solo e o ponto de inserção da primeira espiga. De maneira que a colheita das espigas de milho foi realizada manualmente no dia 15 de julho de 2012, para verificar o número de espigas por planta (NE) e comprimento de espiga (CE). Estas variáveis foram obtidas pela média de todas as plantas na área útil das parcelas. Em seguida os grãos foram processados em trilhadora estacionária, não obstante foi determinada a massa de grãos por espiga (MGE), obtida pela relação entre massa obtida em cada parcela e o número de espigas e massa de 1000 grãos (MMG), determinada por meio de quatro subamostras de 100 grãos, em gramas, tomadas ao acaso dos grãos após trilhar as espigas, corrigidos para 14% de umidade. De modo que a produtividade (PG) foi avaliada com o rendimento de grãos da área útil das parcelas através da determinação da massa de grãos em balança semi-analítica, corrigindo-se para umidade de 14% e, posteriormente, extrapolando para kg.ha⁻¹.

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada com o auxílio do programa gratuito GENES (CRUZ, 2006), de modo que os dados foram submetidos à análise de variância e, no caso de efeito significativo, utilizou-se o teste de Scott-Knott a 5% de

probabilidade para diferenciação das médias, também realizada por Amaral Filho et al. (2005). Realizou-se ainda a correlação de Pearson entre os parâmetros agrônômicos avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados ao avaliar o desempenho das diferentes populações de plantas com o híbrido de milho P3340HX na segunda safra sob sistema de semeadura direta no oeste do Paraná demonstram diferenças para as variáveis, número de espigas por planta (NE), altura de inserção de espiga (ALT), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PG), por outro lado não houve diferença para as variáveis comprimento de espiga (CE) e massa de grãos por espiga (MGE) (Tabela 1 e 2).

No caso do número de espigas por planta (NE), mesmo detectando diferença estatística entre os tratamentos pelo teste F, o teste de Scott-Knott mostrou que o NE foi semelhante entre as populações de plantas de milho avaliadas (Tabela 1). Em trabalho realizado por Flesch e Vieira (2004) observaram redução do número de espigas por planta com o aumento da densidade populacional da cultura do milho de 30 para 90 mil plantas.ha⁻¹.

Tabela 1 - Valores médios do número de espigas por planta (NE), número da altura de inserção da espiga (ALT) e do comprimento de espiga (CE) do híbrido de milho P3340HX cultivado em diferentes populações de plantas na segunda safra de milho 2012 no município de Guaíra/PR

População	NE	ALT	CE
----- cm -----			
36.000	45.555 a	90,55 b	14,45
43.000	50.555 a	87,40 b	15,54
47.000	51.111 a	106,08 a	17,81
50.000	51.111 a	100,93 a	15,85
52.000	57.777 a	102,28 a	14,85
CV (%)	8,45 *	6,88 *	9,49 ^{ns}

⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.*significativo a 5% pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5% pelo teste F.

A altura de inserção da primeira espiga (ALT) foi estatisticamente significativa pelo teste F para as populações de plantas do híbrido P3340HX. Os tratamentos com 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹ apresentaram medidas de 106,08, 100,93 e 102,28 cm, respectivamente, apresentando ALT superior ao grupo formado pelos tratamentos com 36 e 43 mil plantas.ha⁻¹ com 90,55 e 87,40 cm, respectivamente. Silva (2000), Argenta (2001), Penariol et al. (2002), Demétrio et al. (2008) obtiveram maior altura da planta e da inserção da espiga com o aumento populacional na cultura do milho, que pode reduzir as perdas de espigas durante a colheita mecanizada, impedindo perdas na colheita. A redução da densidade populacional provocam alterações nas características das plantas, devido ao maior grau de competição entre as mesmas (ARGENTA et al., 2001). Além disso, Kappes et al. (2011) enfatizam que o incremento na densidade de plantas proporciona maior produtividade das culturas.

Contudo não houve diferença estatística entre as populações de plantas de milho avaliadas para a variável comprimento de espiga (CE), todavia, o valor médio para o CE foi de 15,70 cm entre as populações testadas (Tabela 1). De acordo com os resultados obtidos por Kappes et al. (2011), a implantação de menor população de plantas, em torno de 60 mil plantas ha⁻¹, quando comparada a 85 mil plantas ha⁻¹, pode incrementar o comprimento das espigas tanto para espaçamentos de 0,45 m quanto para 0,90 m.. De forma semelhante, Argenta (2001) verificou que a densidade de 50 mil plantas ha⁻¹ também proporcionou incremento no comprimento da espiga.

Na determinação da massa de grãos por espiga (MGE) não foi observado diferença estatística entre os tratamentos testados, mesmo com valor médio de 113 g para o P3340HX com 36 mil plantas.ha⁻¹ e 147 g para 47 mil plantas.ha⁻¹, fato relacionado a variação existente entre as repetições. Por outro lado, ao avaliar a massa de mil grãos (MMG), foi identificado o grupo superior formado pelos tratamentos 43, 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹, com MMG de 315,38, 312,54, 299,07 e 295,41 g, respectivamente e a população de 36 mil plantas.ha⁻¹ no grupo inferior para esta variável, com 271,38 g (Tabela 2). Amaral Filho et al. (2002), Flesch e Vieira (2004), Alvarez et al. (2006), Demétrio (2008), Lana et al. (2009), Modolo et al. (2010) e Mello et al. (2011) constataram redução na massa de 1000 grãos com o aumento populacional. Segundo Dalastra (2009), a maior massa de 1000 grãos está associada à redução na concorrência entre plantas, fato que também proporciona maior comprimento de espiga.

Tabela 2 - Valores médios de massa de grãos por espiga (MGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) do híbrido de milho P3340HX cultivado em diferentes populações de plantas na segunda safra de milho 2012 no município de Guaíra/PR

População	MGE	MMG	PG
	----- g -----		----- kg.ha ⁻¹ -----
36.000	113	271,38 b	5.152 b
43.000	140	315,38 a	7.118 a
47.000	147	312,54 a	7.527 a
50.000	143	299,07 a	7.299 a
52.000	138	295,41 a	7.951 a
CV (%)	11,77 ^{ns}	5,18*	11,67*

⁽¹⁾ Médias seguidas por mesma letra na coluna, dentro de cada parâmetro, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade; CV – coeficiente de variação.*significativo a 5% pelo teste F, ^{ns}não significativo a 5% pelo teste F.

A densidade populacional tem efeito no rendimento de grãos de milho, já que pequenas alterações na população implicam modificações relativamente grandes no rendimento final (Silva et al., 2006). Semelhantemente à variável MMG, na produtividade de grãos (PG) houve diferença entre as populações estudadas, sendo que houve destaque para o grupo superior formado pelos tratamentos com 43, 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹, com PG de 7.118, 7.527, 7.299 e 7.951 kg.ha⁻¹, respectivamente e a população de 36 mil plantas.ha⁻¹ no grupo inferior para esta variável, com 5.152 kg.ha⁻¹ (Tabela 2). Flesch e Vieira (2004) verificaram maiores produtividades de milho com populações maiores que 30 mil plantas.ha⁻¹, incrementando a produtividade de grãos a partir de 30 até 70 mil plantas.ha⁻¹ e diminuindo com 90 mil plantas.ha⁻¹.

Para Fancelli e Dourado-Neto (2000), sistemas agrícolas bem gerenciados podem obter altas produtividades com a utilização de 55 mil a 72 mil plantas de milho por hectare, adotando-se espaçamentos entre 0,55 m e 0,80 m entre linhas. De forma que, o aumento populacional interfere nas características morfológicas da planta, proporcionando colmos finos aumentando a probabilidade de acamamento, como observado por Fornasieri Filho (1992) e Kappes et al. (2011), diferentemente de Sangoi et al. (2002) ao avaliar populações entre 25 e 100 mil plantas.ha⁻¹, variando pela suscetibilidade do híbrido (KUNZ, 2005). Tal situação pode ser agravada em condições de milho segunda safra, na qual a possibilidade de ocorrência de ventos fortes é elevada, principalmente nos meses de inverno, relacionado às

frentes frias e em agosto, devido ao tempo seco (FORNASIERI FILHO, 1992; KAPPES et al., 2011).

Neste trabalho, a utilização de população de plantas entre 43 a 52 mil plantas.ha⁻¹ proporcionou produtividade semelhante (Tabela 2), mesmo em condições satisfatórias quanto ao fornecimento de água (Figura 1). Tal fato está associado ao aproveitamento de água, nutrientes do solo e interceptação da radiação solar, que são determinantes na produtividade (SANGOI, 2001; ARGENTA, 2001), principalmente em situações de deficiência hídrica. Em lavouras com baixas populações de plantas, o limite genético no número e tamanho de espiga pode reduzir a produtividade de grãos, devido à cultura não produzir grãos suficientes ao potencial do ambiente (STAGGENBORG et al., 1999).

Aumento no número de plantas por área provoca um maior sombreamento do solo, diminuindo a evaporação. Por outro lado, esse aumento da população provoca aumento no índice de área foliar, causando maior transpiração e, portanto, maior consumo de água. Em situação de altíssima população de plantas, pode-se haver um sombreamento prematuro das folhas e redução do índice de área foliar, reduzindo o potencial de produção da planta (FANCELLI, 2002). De forma que, em condições de deficiência hídrica, esse aumento populacional pode causar prejuízos à produção, principalmente se ocorrer no período de florescimento (ARGENTA, 2000). Segundo Amaral Filho et al. (2005) e Demetrio et al. (2008), densidades superiores a 70 mil plantas por hectare podem causar competição entre plantas por água, luz e nutrientes (JUNIOR et. al., 1997), diminuir a atividade fotossintética e a eficiência da conversão de fotoassimilados (Demétrio et al., 2008) e reduzir a produtividade.

Brachtvogel et al. (2009) verificaram incremento na produtividade de grãos a partir de 30 mil até 70 mil plantas ha⁻¹ no espaçamento de 0,80 m e com posterior decréscimo com a elevação da população. Contudo, segundo Fancelli (2002), população elevada de plantas pode provocar um sombreamento prematuro das folhas e redução do índice de área foliar, reduzindo o potencial de produção da planta. Além disso, Dourado Neto et al. (2003) relatam que a quantidade relativa de raiz, em relação à massa de matéria seca total, no período de florescimento, diminuiu de 26% para 19%, com o aumento de 30 para 90 mil plantas.ha⁻¹.

Existem casos em que o arranjo espacial com menor espaçamento na entre linha e maior na linha, em comparação aos cultivos tradicionais (0,90 m entre linhas e 0,20 m na linha), permite melhor distribuição das plantas na área e menor competição por nutrientes, água, luz e outros fatores (AMARAL FILHO et al., 2005), podendo proporcionar maiores rendimentos de grãos (MODOLO et al., 2010), sendo assim existe tendência de estreitamento

entre as linhas e o aumento populacional de plantas (Kappes et al., 2011). O espaçamento reduzido, segundo Nunes et al. (2010), também propicia o controle de plantas daninhas, especialmente devido à presença de folhas mais planas e híbridos com arquitetura mais ereta (TREZZI et al., 2008).

Outro ponto de destaque na cultura do milho, assim como nas demais culturas, esta relacionado com a mecanização da semeadura, que atinge a qualidade no estabelecimento da população de plantas. Garcia et al. (2011) observaram decréscimo no número de sementes distribuídas por metro e elevação das sementes expostas com o aumento da velocidade da semeadura. E ainda, com o aumento da velocidade de deslocamento, há aumento na deposição de duas sementes juntas, decréscimo de sementes distribuídas por metro e aparecimento de sementes expostas (ALVAREZ et al., 2009), consequentemente diminuindo a produção. Sobretudo, segundo estes autores, o aumento da velocidade de semeadura implica em maior profundidade de semeadura, sendo mais eficiente próximo a 5 km.h^{-1} , fato diretamente relacionado ao fato de obter a população de plantas requerida. A elevação da velocidade de trabalho de 3,5 para $7,0 \text{ km.h}^{-1}$ reduz o percentual de espaçamentos aceitáveis entre sementes para a cultura do milho, independentemente da densidade de plantas; e o aumento na densidade de semeadura de três para sete sementes. m^{-1} reduz os espaçamentos entre sementes (DIAS et al., 2009).

Brachtvogel et al. (2012) não encontraram aumento da produtividade de milho com o híbrido DOW 2B587 ao utilizarem distância equidistantes entre as plantas, contudo a população de 65 mil plantas. ha^{-1} atingiu a produtividade máxima de grãos. Visto que, conforme Vieira et al. (2010), o aumento da população de 3,5 para $9,5 \text{ plantas.m}^{-2}$ influencia negativamente o comprimento da espiga, o diâmetro da espiga e a profundidade de grãos. Weirich Neto et al. (2012) verificaram que não houve diferença quanto ao número de plantas emergidas, número de espaços vazios e espaços duplos ao comparar diferentes sistemas dosadores de sementes de milho, de forma que a qualidade de semeadura pode ser obtida tanto com os mecanismos dosadores de sementes pneumáticos quanto com disco perfurado horizontal com e sem rampa.

Amado et al. (2012) avaliaram um sistema de agricultura de precisão cultivada com milho no qual verificaram relação entre elevada fertilidade do solo e a população de plantas de milho na produtividade dos talhões, de forma que recomendaram população de plantas de milho específica para cada talhão, reduzindo a população de plantas em áreas de baixa fertilidade do solo. Para diversas características agronômicas Kappes et al. (2011) observaram

diferenças entre número de plantas para os mais diferentes híbridos testados, enfatizando a importância de mais estudos específicos para cada híbrido, forma de manejo e condições edafoclimáticas. Isso se torna mais evidente com o surgimento de novos híbridos a cada ano no mercado brasileiro (CARDOSO et al., 2003). Isso é mais evidente em virtude das modificações introduzidas nos genótipos cultivados, como menor estatura de planta, altura de inserção de espiga, menor período de pendramento e espigamento e plantas com folhas de eretas (ARGENTA et al. 2001).

A análise dos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas NE, ALT, CE, MGE, MMG e PG demonstraram correlação significativa para algumas relações (Tabela 3). De forma que, as correlações entre população de plantas (POP) e número de espigas (NE) e POP e produtividade de grãos (PG) foram 0,88 e 0,92, respectivamente, evidenciando que perante os tratamentos testados o incremento de população de plantas elevou o número de espigas. ocorrendo incremento da produtividade de grãos. A massa de grãos por espiga (MGE) mostrou-se significativa para massa de mil grãos (MMG) com coeficiente de correlação de 0,90 e para MGE e produtividade (PG) com 0,91. Cancellier et al. (2011), verificaram correlação direta ($r=0,52$, $p<0,05$) entre a massa de 1000 grãos e a produtividade, com acréscimo da produtividade através da aplicação de nitrogênio. De maneira que , os componentes de rendimento do milho são afetados negativamente com o aumento da população de plantas (FLESCHE e VIEIRA, 2004; KAPPES et al., 2011).

Tabela 3 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis avaliadas no desempenho do híbrido de milho P3340HX cultivado em diferentes populações de plantas na segunda safra de milho 2012 no município de Guaíra/PR

	POP	NE	ALT	CE	MGE	MMG
NE	0,88*					
AI	0,74 ^{ns}	0,54 ^{ns}				
CE	0,32 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,59 ^{ns}			
MGE	0,79 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,73 ^{ns}		
MG	0,49 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,90*	
PG	0,92*	0,88*	0,62 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,91*	0,75 ^{ns}

POP: população de plantas.ha⁻¹; NE: número de espigas por planta; ALT: altura de inserção da primeira espiga; CE: comprimento da espiga; MGE: massa de grãos por espiga; MMG: massa de mil grãos; PG: produtividade de grãos; ^{ns}: não significativa a 5% pelo teste t.

De forma geral, através dos resultados apresentados, verifica-se a possibilidade de utilizar população de plantas para o híbrido de milho P3340HX entre 43, 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹ cultivado na segunda safra, sendo possível obter produtividade de grãos (PG) semelhante. E mais, desta forma, pode-se selecionar menor população que permita manter a produtividade de grãos, reduzindo a necessidade de sementes para efetuar a semeadura, facilidade no controle de pragas, ampliação da área de cobertura na aplicação de fungicidas foliar, além de ampliar o aproveitamento da água por haver possibilidade de reduzir o número de plantas. Tal situação pode ter destaque na segunda safra de milho, quando ocorre baixo volume de precipitação pluviométrica.

CONCLUSÕES

Diferentes populações de milho híbrido P3340HX não interferem em número de espigas por planta, massa de grãos por espiga e o comprimento de espigas e interfere na altura de inserção da primeira espiga, massa de mil grãos e produtividade.

Densidade populacional de 43, 47, 50 e 52 mil plantas.ha⁻¹ apresentaram produtividade de grãos de milho superior a 36 mil plantas.ha⁻¹ para o híbrido P3340HX de segunda safra em Latossolo Vermelho eutrófico.

A produtividade final de grãos do híbrido P3340HX correlaciona-se positivamente com a população, número de espigas e massa de grãos por espiga.

AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA), pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, C.G.D.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D. Avaliação de características agrônomicas e de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.402-408, 2006.

ALVAREZ, C.G.D.; VON PINHO, R.G.; BORGES, I.D.; DIAS, V.O.; ALONÇO, A.S.; BAUMHARDT, U.B.; BONOTTO, G.J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1721-1728, 2009.

AMADO, T.; SANTI, A.; HORBE, T. População de plantas de milho e oferta ambiental. **A Granja**, Editora Centaurus, maio, p. 31-43, 2012.

AMARAL FILHO, J. P. R.; FORNASIERI FILHO, D.; BARBOSA, J. C. Influência do espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada nas características produtivas em cultura do milho sob alta tecnologia. In: **Congressos Nacionais de Milho e Sorgo**. Florianópolis 24. 2002.

AMARAL FILHO, J. P.; FORNASIERI FILHO, D.; FARINELLI, R.; BARBOSA, J. C. Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p.467-473, 2005.

ANDRADE, F.H.; VEGA, C.; UHART, S.; CIRILO, A.; CANTARERO, M.; VALENTINUZ, S. Kernel number determination in maize. *Crop Science*, Madison, v.39, n.2, p.453-459, 1999.

ARGENTA, G. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

ARGENTA, G. Efeito do espaçamento entre linhas sobre a resposta de dois híbridos simples de milho à densidade de plantas. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., 2000, Uberlândia. **Congresso...**Uberlândia: ABMS, 2000. (CD - ROM).

BRACHTVEGEL, E. L.; PEREIRA, F.R.; CRUZ, S.C.S; & BICUDO, S.J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n.8 p. 2334-2339, 2009.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. S.; CRUZ, S. C. S.; ABREU, M.; BICUDO, S. População, arranjo de plantas uniforme e a competição intraespecífica em milho. **Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 6, n.1, p. 75-83, 2012.

CANCELLIER, L.L.; AFFÉRI, F.S.; CARVALHO, E.V.; DOTTO, M.A.; LEÃO, F.F. Eficiência no uso de nitrogênio e correlação fenotípica em populações tropicais de milho no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.139-148, 2011.

CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L.; SANTOS, M.X.; LEAL, M.L.S.; OLIVEIRA, A.C. Desempenho de híbridos de milho na região meio-norte do Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.1, p.43-52, 2003.

CARVALHO, I.Q. **Espaçamento entre fileiras e população de plantas de milho**. 2007, 118p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2007.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra Brasileira: grãos, oitavo levantamento junho 2012/** Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília:

Conab, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_0_05_09_50_17_boletim_safras_-_junho-2012.pdf>. Acesso em 05 de junho de 2012.

CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Análise Multivariada e Simulação. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006.

DALLASTRA, A.; FAGUNDES, R.S.; SCHEK, G.; FACCHI, L. PEREIRA, F.L.R. Produtividade de variedades de milho sobre influência do espaçamento entre linhas e densidade populacional. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.2, n.2, p.128-136, 2009

DEMÉTRIO, A. S.; FILHO, D. F.; CAZETTA, J. O.; CAZETTA, D. A. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1691-1697, 2008.

DIAS, V.O.; FERRI, D.J.; ALONÇO, A.D.; SOUZA, R.S. Análise de investimento em plataformas colhedoras de milho em espaçamento reduzido: efeito de oscilações da produtividade, do preço do milho e da semente. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.2, p.249-256, 2009.

DOURADO NETO, 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, n.3, p.63-77, 2003.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.

FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Agropecuária, 2000.360 p.

FLESCHE, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 25-31, 2004.

FORNASIERI FILHO, D. **A cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1992. 273 p.

GARCIA, R.F.; VALE, W.G.; OLIVEIRA, M.T.R.; PEREIRA, E.M.; AMIN, R.T.; BRAGA, T.C. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.33, n.3, p.417-422, 2011.

JUNIOR, A.M.; ALMEIDA, M.L.; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, n. 4, p. 549-554, 1997.

KANEKO, F.H.; ARF, O.; GITTI, D.C.; ARF, M.V.; CHIODEROLI, C.A.; KAPPES, C. Manejo do solo e do nitrogênio e milho cultivado em espaçamentos reduzidos e tradicional. **Bragantia**, Campinas, v.69, n.3, p.677-686, 2010.

KAPPES, C.; ANDRADE, J.A.C.; ARF, O.; OLIVEIRA, Â.C.; ARF, M.V.; FERREIRA, J.P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 348-359, 2011.

KUNZ, R. P. **Influência do arranjo de plantas e da população em características agrônomicas e produtividade do milho**. Dissertações agrônomicas e produção vegetal, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2005. 115p.

LANA, M.C.; JUNIOR, P.P.W.; BRACICINI, A.L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, L. P. Arranjo espacial e adubação nitrogenada em cobertura na cultura do milho. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v.31, n.3, p.433-438, 2009.

LAÜER, J. Should I be planting corn at a 30-inch row spacing? **Wisconsin Crop Manager**, Madison, v.1, n.6, p.6-8, 1994.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Coordenação-geral de Zoneamento Agropecuário 2011. **Zoneamento Agrícola para a cultura de milho safrinha 2012 para o estado do Paraná**. Portaria Nº 512, de 16 de julho de 2011. 2011.

MODOLO, A.J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E.M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v.41, n.3, p.435-441, 2010.

NUNES, A.L.; TREZZI, M.M.; DEBASTIANI, C. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho. *Bragantia*, Campinas, v.69, n.2, p.299-304, 2010.

OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres Ltda., 1981. 440p.

PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FARINELLI, R.; FORNASIERI FO, D. Comportamento de genótipos de milho em função do espaçamento e da densidade de populacional nos períodos de safrinha e safra. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. *Anais...* Florianópolis: [s.n.], 2002.

PIONEER. **Guia de Produtos Pioneer 2012**. 2012. 82p. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/upload/download/files/DownloadFile_257.pdf>. Acesso em 02 de novembro de 2012.

SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 159-168, 2001.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 1, n. 2, p. 60-66, 2002.

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

SOUZA, J.A.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; ANDREOTTI, M.; SÁ, M.E.; ARF, O. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha irrigado em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.2, p.447-454, 2011.

STAGGENBORG, S. A.; FJELL, D. L.; DEVLIN, D. L.; GORDON, W. B.; MADDUX, L. D.; MARSH, B. H. Selecting optimum planting dates and plant populations for dryland corn in Kansas. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.12, n.1, p.85-90, 1999.

TREZZI, M.M., VIDAL, R.A., KRUSE, N.D., PRATES, M.V.B., GUSTMAN, M.S., NUNES, A.L.; ARGENTA, G. Manejo químico de plantas daninhas na cultura do milho em função de características morfofisiológicas e redução de espaçamento da cultura. **PlantaDaninha**, Viçosa, v.26, n.4, p.845-853, 2008.

UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. **Dados da estação meteorológica presente na Fazenda Antônio Carlos Pessoa**. Marechal Cândido Rondon/PR, 2012.

USDA – States Department of Agriculture, by the National Agricultural Statistics Service (NASS), Agricultural Statistics Board, **Crop production**, publicado em 10 de maio de 2012. Disponível em: <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/CropProd/CropProd-05-10-2012.pdf>>. Acesso em 05 de junho de 2012.

VIEIRA, M. A.; CAMARGO, M. K.; EDAROS, 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, n. 1, p. 81-86, 2010.

VON PINHO, R. G.; GROSS, M. R.; STEOLA, A. G.; MENDES, M. C. Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema plantio direto na região sudeste do Tocantins. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 733-739, 2008.

WEIRICH NETO, P. H.; JUSTINO, A.; NAMUR, R. T.; DOMINGUES, J.; GARCIA, L. C. Comparison of metering mechanisms of corn seed. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.32, n.5, p.981-988, 2012.

Recebido para publicação em: 31/01/2013
Aceito para publicação em: 30/03/2013