

## NÍVEIS DE NITROGÊNIO NO CULTIVO DE MILHO SEGUNDA SAFRA COM ELEVADAS DENSIDADES DE PLANTAS

Vanderson Vieira Batista\*

Paulo Fernando Adami\*\*

Karine Fuschter Oligini\*\*\*

Barbara Elis Santos Ruthes\*\*\*\*

Lucas Link\*\*\*\*\*

Roniel Giaretta\*\*\*\*\*

**RESUMO:** O cultivo de soja em safrinha no Paraná foi restringido e o milho tende a ser cultivado em maior escala no Estado. O objetivo do estudo foi avaliar os componentes de rendimento do milho safrinha, manejado com diferentes níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg ha<sup>-1</sup>) e com densidades de semeadura elevadas (65.000 e 75.000 sementes ha<sup>-1</sup>). O experimento foi conduzido em Dois Vizinhos (PR), durante a safrinha 2015, em sistema de plantio direto e foram avaliados os componentes de rendimento da cultura. Foram observados maiores valores de número de espigas por planta, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, produtividade por planta e por espiga na menor densidade. O número de grãos por espiga aumentou de forma linear com o acréscimo dos níveis de nitrogênio, porém as demais variáveis não foram influenciadas pelos níveis do nutriente. A massa de mil grãos e a produtividade do milho safrinha não sofreram influência dos fatores avaliados, porém com produtividade média de 10.113 kg ha<sup>-1</sup>, o cultivo de milho safrinha em Dois Vizinhos (PR) apresentou-se como satisfatório, mesmo sem aplicação de nitrogênio, sendo uma alternativa para os produtores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arranjo de plantas; Produtividade; Safrinha; *Zea mays*.

---

\* Mestrando em Agroecossistemas - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Brasil.  
E-mail: vandersonvbatista@hotmail.com

\*\* Dr. Prof em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Brasil.

\*\*\* Mestranda em Agronomia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Brasil.

\*\*\*\* Mestranda em Agroecossistemas - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Brasil.

\*\*\*\*\* Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Brasil.

\*\*\*\*\* Engenheiro Agrônomo

---

## NITROGEN LEVELS IN CORN PLANTATIONS IN WINTER HARVEST WITH HIGH PLANT DENSITY

**ABSTRACT:** Second harvest of soybeans has been restricted and the production of corn has been upgraded in the state of Paraná, Brazil. Current study evaluates yield components of the winter corn harvest, managed at different nitrogen fertilization levels (0, 50, 100, 150 kg ha<sup>-1</sup>) and with high seed densities (65,000 and 75,000 seeds ha<sup>-1</sup>). Assay was conducted in Dois Vizinhos PR Brazil, during the 2015 winter harvest, on tillage system. Yield components of the cultivation were assessed. Higher rates of spikes per plant, number of grains per row, number of grains per spike, productivity per plant and spike in lower density were reported. The number of grains per spike increased linearly due to increase of nitrogen levels. However, the other variables were not affected by nutrient levels. The mass of one thousand grains and the productivity of winter corn were not affected by the factors evaluated. Mean productivity at 10,113 kg ha<sup>-1</sup> for winter corn in Dois Vizinhos was satisfactory, even without the application of nitrogen. It is actually an alternative for producers.

**KEY WORDS:** Arrangement of plants; Productivity; Winter harvest; *Zea mays*.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado há muitos séculos e está entre os cereais de maior importância mundial, sendo o Brasil um dos principais produtores e exportadores deste cereal. A produção de milho no Brasil é dividida em duas safras, safra de verão e safrinha (segunda safra). Segundo dados da Conab (2019), o Brasil produziu 80.709,5 mil toneladas de milho na safra e safrinha 2017/2018 e com expectativa de produção de mais de 91.652,3 mil toneladas para a safra 2018/2019. Mudanças no sistema de cultivo do milho foram fundamentais para que a produtividade brasileira aumentasse e o país atingisse hoje a posição de terceiro maior produtor e exportador de milho do mundo (GALVÃO *et al.*, 2014).

Entre as práticas de manejo que se destacam no cultivo de milho, tanto no período de safra quanto no período de safrinha, estão a utilização do sistema de plantio direto (SPD) e níveis de investimentos, com densidade de plantas adequadas e realização de adubação nitrogenada em cobertura.

Segundo Simione *et al.* (2017), variações de manejo em SPD apresentam

efeitos significativos sobre o custo operacional total de produção e a resposta à fertilização. Quanto maior o nível tecnológico empregado, maior o rendimento de grãos da cultura do milho (LUJAN *et al.*, 2015), e Souza *et al.* (2015) destacam que a adubação nitrogenada em cobertura na forma de ureia proporciona maior lucratividade no cultivo do milho segunda safra em SPD.

Estudos relatam diversos efeitos positivos da aplicação de nitrogênio no cultivo de milho (TORRES *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2015; LUJAN *et al.*, 2015). Outros estudos também avaliam diferentes densidades populacionais (FOLONI *et al.*, 2014; TAKASU *et al.*, 2014; LANA *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014) e apontam que o aumento da densidade de plantas proporciona incremento na produtividade de grãos de 12,5 e 13,6% (SILVA *et al.*, 2014). Porém, em outros estudos é observado que alguns híbridos não toleram aumento populacional, necessitando manter a recomendação tradicional de plantas por hectare (FOLONI *et al.*, 2014). Estas variações demonstram a importância de estudos sobre estes fatores em uma escala regional.

Quanto ao cultivo de milho safrinha, existe viabilidade em determinadas regiões do Paraná, tais como no Norte e no Oeste do Estado (FOLONI *et al.*, 2014), no entanto, em outras regiões como no Sudoeste paranaense, o cultivo de milho em segunda safra não é uma prática comum entre os produtores, que em sua maioria cultivavam soja no período de safrinha.

Porém, a ADAPAR (Agência de Defesa Agropecuária do Paraná) juntamente com a SEAB-PR (Secretaria da Agricultura e Abastecimento), com objetivo de aumentar o período de vazio sanitário e diminuir a pressão de seleção de pragas e doenças na cultura da soja, aprovaram a portaria nº 193, de 06 de outubro de 2015, a qual limita a semeadura da soja safrinha até a data máxima de 31 de dezembro, impossibilitando a realização de soja no período safrinha após o cultivo de milho safrinha no Estado do Paraná. Com a aprovação desta portaria, ocorreu aumento da área cultivada com soja no período safrinha, sendo o cultivo de milho em safrinha uma alternativa para estes produtores.

Com a adoção recente do cultivo de milho safrinha e falta de experiência dos produtores, há uma amplitude de custos e produtividades, custos que variam de R\$ 1.500,00 a R\$ 2.500,00 por hectare, e produtividades que variam de 3.500 a 8.500 kg ha<sup>-1</sup>. Com o incremento de tecnologia genética, de fertilização e de tratos

culturais (SILVA *et al.*, 2014; LUJAN *et al.*, 2015), e com estudos aprofundados de aplicabilidade na nossa região, o milho safrinha tem perspectivas de sucesso como em outras regiões do Estado (FOLONI *et al.*, 2014).

Diante deste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar os componentes de rendimento do milho safrinha, cultivado em sistema de plantio direto no município de Dois Vizinhos (PR), manejado com níveis de adubação nitrogenada diferentes e com densidades de semeadura elevadas, sugerindo alto investimento, em solo com níveis de nutrientes adequados.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Dois Vizinhos, Sudoeste do Estado Paraná (latitude de 25°48'09" Sul, longitude 53°06'28" Oeste). A área apresenta altitude de 530 metros, com topografia levemente ondulada, e o solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (BHERING; SANTOS, 2008).

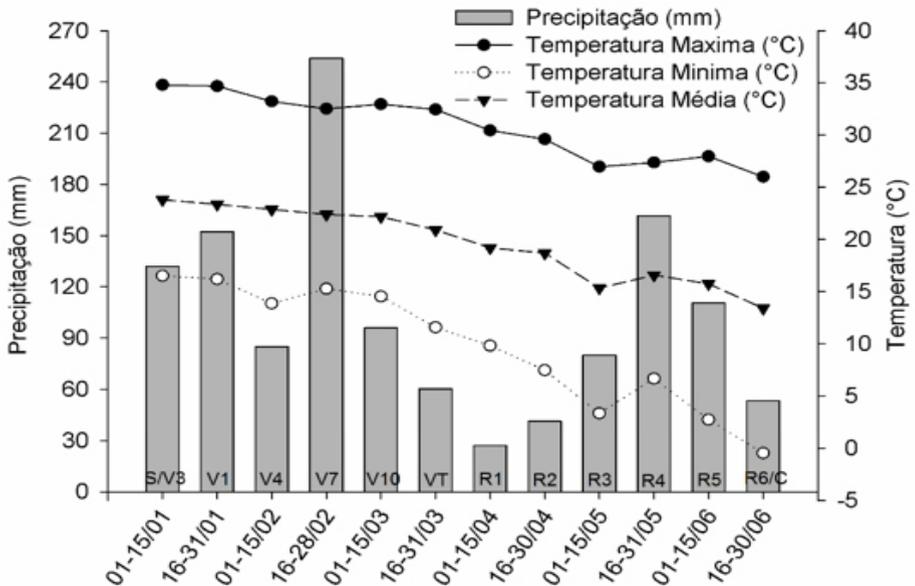
A área vem sendo cultivada a aproximadamente dez anos em sistema de plantio direto com cultivo de milho, soja, feijão, trigo e aveia. Anualmente ocorre aplicação de mais de 4 t ha<sup>-1</sup> de cama-de-aviário na área experimental, além de fertilizantes químicos para suprir a demanda das culturas implantadas. Desta forma, a área possui um histórico de boa fertilidade do solo, sendo antes da semeadura da implantação do estudo realizada uma amostragem de solo na profundidade de 0 a 15 cm, a qual foi enviada ao laboratório para avaliações de composição química do solo e o resumo do resultado é representado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Análise química do solo (0 - 15 cm) da área de desenvolvimento do estudo. Dois Vizinhos (PR) (2015)

MO	K	Ca	Mg	Al <sup>3+</sup>	P	Cu	Fe	Zn	pH	V
g dm <sup>3</sup>		----- Cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup> -----				----- mg dm <sup>3</sup> -----			CaCl <sub>2</sub>	(%)
53,2	0,86	11	3,31	0	39,6	9,19	23,7	14,5	5,2	72,5

O clima da região é classificado como Cfa - clima subtropical úmido sem estação seca definida com temperatura média do mês mais quente de 22 °C e geadas

pouco frequentes (ALVARES *et al.*, 2013) e a precipitação média anual situa-se entre 1.800 a 2.200 mm, os quais são distribuídos ao longo do ano (IAPAR, 2017). A temperatura máxima, mínima e média, assim como a precipitação registradas durante condução de estudo, são apresentados na Figura 1 (GEBIOMET, 2017).



**Figura 1.** Precipitação (mm), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), temperatura média (°C) registradas no município de Dois Vizinhos (PR), durante o período de cultivo do milho safrinha no (2015).

Fonte: Gelbiomet (2017)

O estudo foi conduzido em delineamento fatorial ( $2 \times 4$ ) em blocos, com parcelas subdivididas, com quatro repetições, sendo avaliados dois fatores: densidade de semeadura (65.000 e 75.000 sementes  $ha^{-1}$ ) e níveis de adubação nitrogenada (0, 50, 100 e 150 kg N  $ha^{-1}$ ) aplicados em cobertura. Nas parcelas principais foram implantadas as diferentes densidades de semeadura, sendo estas divididas em quatro subparcelas para implantação dos níveis de nitrogênio, totalizando 24 unidades experimentais (UE).

Cada UE era composta de quatro linhas de plantio por doze metros de comprimento. Porém, para as avaliações, foram utilizadas somente as plantas das duas linhas centrais, sendo descartadas as plantas das linhas centrais que se encontravam no primeiro e último metro de cada linha, gerando uma área útil de 9 m<sup>2</sup> por UE.

A semeadura da soja ocorreu em 17 de setembro de 2014, sendo utilizada NS 4823. Já a semeadura do milho híbrido 2B587Hx foi realizada em 15 de janeiro de 2015, logo após a colheita da soja. A semeadura de ambas as culturas foi realizada com o auxílio de uma semeadora-adubadora de arraste hidráulica acoplada a um trator, o qual circulou a velocidade constante de quatro quilômetros por hora. O híbrido de milho 2B587Hx é um híbrido simples, superprecoce, cor do grão amarelo/alaranjado e do tipo dentado (DOW SEMENTES, 2013). É tolerante a lagartas desfolhadoras devido a proteína Bt Cry1F e também resistente ao herbicida glufosinato de amônio (NAIS *et al.*, 2013).

A adubação de base para a cultura do milho foi realizada na linha de semeadura, com adição de 246 kg ha<sup>-1</sup> de adubo químico, com composição 2-28-20 (N-P-K), sendo de acordo com o Manual de Adubação e Calagem (CQFS 2004).

As plantas daninhas e a soja voluntária que surgiram na lavoura foram controladas com a aplicação de Primoleo (Atrazina, 1.600 g ha<sup>-1</sup>), quando as plantas de milho encontravam-se em estágio de desenvolvimento V3. Posteriormente, não foram realizados controles de pragas, plantas invasoras ou doenças, visto que não houve a constatação da presença das mesmas.

A fonte de nitrogênio (N) utilizada foi ureia com 46% N. A aplicação dos níveis de adubação nitrogenada ocorreu dezesseis dias após semeadura, quando as plantas de milho estavam com quatro folhas completamente desenvolvidas (V4), em cobertura e de forma manual, a lanço e em dose única.

As avaliações foram realizadas quando os grãos atingiram umidade média de aproximadamente 25%, ponto em que o produtor colhe o milho safrinha na região de desenvolvimento do estudo.

Foi avaliado o estande final de plantas (EFP) (plantas ha<sup>-1</sup>) verificando o número de plantas presente em cada UE e extrapolado o valor para hectare. O número de espigas (NE) (espigas ha<sup>-1</sup>) foi obtido pela contagem do número de

espigas presente em cada área útil das UE, sendo o resultado extrapolado para hectare. O número de espigas por planta (NEP) foi obtido pela divisão da variável EFP pela variável NE.

Os valores de número de fileiras por espiga (NFE) e o número de grãos por fileira (NGF) foram determinados pela média aritmética, das respectivas variáveis observadas em dez espigas por UE. Multiplicou-se os valores encontrados nas variáveis NFE e NGF, gerando os dados referentes ao número de grãos por espiga (NGE).

Na sequência, realizou-se a colheita das espigas contidas na área útil de cada UE, sendo os grãos debulhados e determinados a sua umidade em um determinador universal de umidade. A produtividade (PROD) ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) foi determinada pela pesagem da amostra de grãos obtida em cada UE após a debulha, realizada a correção da umidade para 13% e então o valor extrapolado para hectare. Determinou-se a produção por planta (PROD/PL) (g) dividindo o PROD pelo EFP e a produção por espiga (PROD/Esp) (g) obtida pela divisão da variável PROD pela variável NE.

A massa de mil grãos (MMG) (g) foi obtida pela amostragem de cem grãos do milho colhido em cada UE, por oito vezes, realizada a média entre os valores, então multiplicado o valor médio pelo fator de correção dez (BRASIL, 2009).

A análise dos dados foi realizada utilizando o *software Assstat 7.7beta*. Os dados foram submetidos aos testes de Bartlett e Lilliefors, para serem verificados os pressupostos de homogeneidade das variâncias e de normalidade dos dados, respectivamente. Atendendo os pressupostos, aplicou-se análise de variância (teste F) e quando constada significância, aplicou-se Teste de comparação de médias (Tukey, 5% de probabilidade) para as densidades. Para os níveis de nitrogênio, quando significativos, aplicou-se análise de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que não ocorreu interação entre as densidades de semeaduras e os níveis de nitrogênios estudados para as variáveis estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE), número de espigas por planta (NEP), número de fileiras por espiga (NFE) e número de grãos por espiga (NGE) (Tabela 2).

Para as variáveis estande final de plantas e número de espigas, percebe-se aumento crescente em relação ao aumento da densidade, porém foi constatado redução do número de espigas por planta e do número de grãos por fileira com o aumento da densidade de semeadura. Os níveis de nitrogênio não influenciaram estatisticamente estas variáveis (EFP, NE, NEP, NFE e NGF) (Tabela 2).

**Tabela 2.** Estande final de plantas (EFP), número de espigas (NE), número de espigas por planta (NEP), número de fileiras por espiga (NFE) e número de grãos por fileira (NGF) de milho safrinha (2015) cultivado em diferentes densidades e níveis de nitrogênio. Dois Vizinhos (PR) (2019)

Variáveis	EFP (plantas ha <sup>-1</sup> )	NE (espigas ha <sup>-1</sup> )	NEP	NFE	NGF
Densidades (DS)					
65.000	63.240 b	61.018 b	0,964 a	16,6	31,38 a
75.000	72.962 a	67.037 a	0,919 b	16,7	28,70 b
dms	2.555	4.827	0,055	0,6	2,91
Valor de F	85,27**	15,96**	7,03*	0,11 <sup>NS</sup>	11,23**
Níveis de Nitrogênio (NN)					
0	67.962	63.333	0,935	16,2	28,5
50	66.296	63.518	0,959	16,8	29,36
100	69.259	65.555	0,947	16,8	30,63
150	68.888	63.703	0,925	16,7	30,93
F Reg. Linear	1,48 <sup>NS</sup>	0,21 <sup>NS</sup>	0,29 <sup>NS</sup>	1,56 <sup>NS</sup>	4,43 <sup>NS</sup>
F Reg. Quadra	0,37 <sup>NS</sup>	0,45 <sup>NS</sup>	1,70 <sup>NS</sup>	1,51 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
F DS X NN	0,25 <sup>NS</sup>	1,07 <sup>NS</sup>	0,87 <sup>NS</sup>	1,21 <sup>NS</sup>	0,09 <sup>NS</sup>
Média	68.101	64.027	0,942	16,6	29,85
CV (%)	3,79	5,76	4,47	4,39	7,46

\*, \*\* e <sup>NS</sup> correspondem respectivamente significativo a 5%, 1% e não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A diferença estatística encontrada entre os dados para a variável estande final de plantas (EFP) já era esperada, pois o experimento foi implantado com diferentes densidades de semeadura. Considerando que a densidade de semeadura era de 65.000 e 75.000 sementes ha<sup>-1</sup>, e que o EFP foi de 63.240 e 72.962 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 2), percebe-se uma redução de apenas 2,7% entre os valores de densidade de semeadura e EFP em ambos os tratamentos. Estes

valores demonstram que a semente utilizada no estudo era de qualidade, com boa germinação e/ou que a lavoura experimental foi bem manejada, mantendo um estado de plantas adequado, com pouca perda.

Este resultado, associado ao baixo coeficiente de variação (CV %) observado para o EFP (3,79) (Tabela 2), e a não diferenciação estatística para os níveis de adubação nitrogenadas respaldam ainda mais o estudo, proporcionando maior confiabilidade nos demais resultados.

Considerando que cada planta de milho apresenta tendência de produzir somente uma espiga por planta, já era esperado encontrar maior número de espigas no tratamento conduzido com a maior densidade de semeadura. Já ao analisarmos o número de espigas por plantas (NEP), percebemos diferenças estatísticas entre as densidades de semeadura, sendo observado que a maior densidade (75.000 sementes  $ha^{-1}$ ) resultou em menor NEP (0,964) em relação a densidade de semeadura de 65.000 sementes  $ha^{-1}$  (0,919) (Tabela 2). Estes resultados colaboram com Foloni *et al.* (2014), que avaliaram dois híbridos de milho com quatro populações iniciais (39.000, 52.000, 79.000 e 105.000 plantas  $ha^{-1}$ ) na safrinha 2007 em Atalaia (PR), os quais constataram redução linear no NEP. Também colaboram com Takasu *et al.* (2014), que avaliaram a prolificidade do híbrido DKB390 PRO nas populações de 40.000, 55.000, 70.000, 85.000 e 100.000 plantas  $ha^{-1}$ , e observaram que a variável reduz linearmente em razão da população de plantas.

Segundo Kappes *et al.* (2011) em densidades populacionais baixas, a competição entre plantas por água, luminosidade e nutrientes é reduzida, disponibilizando a cultura do milho recursos necessários para a existência de mais de uma espiga por planta. Neste sentido, e pelo fato das densidades avaliadas não terem atingido uma espiga por planta, sugere-se que o híbrido de milho avaliado não deve ser cultivado em altas densidades em safrinha, mesmo em solos com boa fertilidade, devendo ser mantida a recomendação técnica da Dow Sementes (2013), a qual recomenda o cultivo do híbrido de milho 2B587Hx com densidades de 55 a 60 mil sementes por hectare em safrinha, na região de Dois Vizinhos (PR).

Apesar das populações avaliadas estarem um pouco acima da recomendação técnica do híbrido, pode-se sugerir que não houve competição entre as plantas por nitrogênio (N), pois não foi observada interferência do nutriente para o NEP

(Tabela 2), concluindo que o solo apresentava quantidade de nutrientes satisfatória para desenvolvimento da cultura do milho, mesmo em tratamentos com pouca ou nenhuma aplicação de N. Renan Morta *et al.* (2015) avaliaram quatro doses de nitrogênio (N) (0, 100, 200 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) no cultivo de milho nas safras 2011/2012 e 2012/2013, e também não observaram diferenciação estatística para a safra 2011/2012, porém perceberam aumento linear do número de espigas por planta de milho em função da aplicação dos níveis de N em cobertura para a safra 2012/2013.

O número de grãos por fileira (NGF) e o número de fileira por espiga (NFE) também não foram influenciados pelos níveis de N aplicados em cobertura, porém foi observado menor NGF na densidade 75.000 sementes ha<sup>-1</sup> (28,7) em relação a densidade 65.000 sementes ha<sup>-1</sup> (31,38) (Tabela 2). Resultados divergentes foram observados por Andrade *et al.* (2014), os quais constataram que o NFE apresenta comportamento quadrático no cultivo de milho safrinha, com maior valor quando se utilizou a dose de 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Já os resultados verificados por Silva *et al.* (2014) colaboram com os encontrados neste estudo, sendo que os pesquisadores avaliaram três densidades de semeadura, 40, 60 e 80 mil plantas hectare, e não verificaram efeito significativo para o NFE, porém constataram menor NGF na maior densidade de plantas.

Observou-se valor médio entre os tratamentos de 16,6 fileiras por espiga e apesar de não diferir estatisticamente os valores de NGF para os níveis de nitrogênio, percebe-se tendência numérica de aumento do NGF à medida que se eleva os níveis de nitrogênio, colaborando com os resultados encontrados por Gazola *et al.* (2014). Quanto maior o nível tecnológico empregado na cultura do milho, maior será o rendimento de grãos (LUJAN *et al.*, 2015), neste sentido o aumento numérico do NGF nos maiores níveis de nitrogênio contribuiu para o maior número de grãos por espiga (NGE) nos maiores níveis de aplicação de nitrogênio, resultando em diferenças estatísticas entre os tratamentos para este fator (Tabela 3).

O número de grãos por espiga (NGE) aumentou com elevação dos níveis de nitrogênio, ajustando-se ao modelo linear de regressão (Tabela 3) (Figura 2), colaborando com resultados encontrados por outros pesquisadores (GAZOLA *et al.*, 2014; MOTA *et al.*, 2015; SOUZA *et al.*, 2015). Também é observado na Tabela 3 que o NGE foi de 512,54 no tratamento com densidade de semeadura de 65.000

sementes ha<sup>-1</sup>, diferindo estatisticamente da densidade de 75.000 sementes ha<sup>-1</sup>, a qual apresentou na média 473,84 grãos por espiga. Resultados semelhantes foram encontrados por Lana *et al.* (2014), na avaliação com densidades de 60.000 e 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e por Takasu *et al.* (2014), que verificaram redução linear do NGE em razão da elevação da população de plantas.

**Tabela 3.** Número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG), produtividade (PROD), produtividade por planta (PROD/PL) e produtividade por espiga (PROD/Esp) de milho safrinha (2015) cultivado em diferentes densidades e níveis de nitrogênio. Dois Vizinhos (PR) (2019)

Variáveis	NGE	MMG (g)	PROD (kg ha <sup>-1</sup> )	PROD/PL (g)	PROD/Esp (g)
Densidades (DS)					
65.000	521,54 a	346,85	10.023	158,66 a	164,36 a
75.000	473,84 b	337,57	10.203	139,97 b	152,31 b
Dms	40,80	9,39	730	10,83	9,19
F	6,27*	4,47 <sup>NS</sup>	0,27 <sup>NS</sup>	13,66**	7,88*
Níveis de Nitrogênio (NN)					
0	463,48	342,98	10.084	149,36	159,19
50	493,53	342,73	10.081	153,18	159,67
100	517,22	345,92	10.175	147,49	155,58
150	516,52	338,20	10.111	147,23	158,92
F Reg. Linear	4,60*	0,17 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,28 <sup>NS</sup>	0,06 <sup>NS</sup>
F Reg. Quadra	0,65 <sup>NS</sup>	0,93 <sup>NS</sup>	0,01 <sup>NS</sup>	0,16 <sup>NS</sup>	0,39 <sup>NS</sup>
F DS X NN	0,58 <sup>NS</sup>	1,11 <sup>NS</sup>	0,37 <sup>NS</sup>	0,25 <sup>NS</sup>	0,19 <sup>NS</sup>
Média	497,69	342,21	10.113	149,32	158,34
CV (%)	9,37	3,14	8,26	8,29	6,64

\*, \*\* e <sup>NS</sup> correspondem respectivamente significativo a 5%, 1% e não significativo. Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

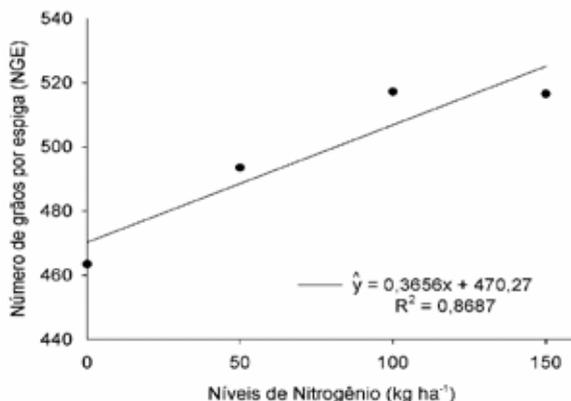


Figura 2. Número de grãos por espiga em função dos níveis de nitrogênio no cultivo de milho safrinha (2015) em Dois Vizinhos - PR (2017).

Além do número de grãos por espiga, outro importante componente de rendimento da cultura do milho é a massa de mil grãos (MMG), sendo que neste estudo a variável não apresentou interação entre os fatores e foi similar também entre os tratamentos analisados, isolando cada fator (Tabela 3).

Os resultados observados diferem dos encontrados por Santos *et al.* (2011), Andrade *et al.* (2014) e Mota *et al.* (2015), que observaram aumento linear da massa de grãos com o aumento dos níveis de nitrogênio. Já Gazola *et al.* (2014) observaram relação quadrática com máxima eficiência técnica com a utilização de 157 kg ha<sup>-1</sup>. Lana *et al.* (2014), analisando híbridos de milho em função do espaçamento e população de plantas em Toledo (PR), constataram que a utilização de 40.000 plantas ha<sup>-1</sup> proporciona massa de 100 grãos maior em relação a utilização de 80.000 plantas ha<sup>-1</sup>, e Foloni *et al.* (2014) relataram que as cultivares de milho AG 9010 e DKB 979, cultivadas com densidades de 39.000, 52.000, 79.000 e 105.000 plantas ha<sup>-1</sup>, apresentam redução linear na massa de grãos.

Assim como a MMG, as variáveis produtividade (PROD), produtividade por planta (PROD/PL) e produtividade por espiga (PPRO/Esp) também não apresentaram interação entre os fatores e não foram influenciadas pelos níveis de adubação nitrogenados e/ou pelas densidades de semeadura (Tabela 3). Porém observa-se que a produtividade por planta (PROD/PL) e produtividade por espiga (PROD/Esp) é

maior na menor densidade avaliada, 158,66 g na densidade 65.000 sementes ha<sup>-1</sup> e 139,97 g na densidade com 75.000 sementes ha<sup>-1</sup> para a PROD/PL e 164,36 g na densidade 65.000 sementes ha<sup>-1</sup> e 159,31 g na densidade com 75.000 sementes ha<sup>-1</sup> para os valores de PROD/Esp (Tabela 3).

O aumento das densidades de plantas proporciona aumento na produtividade (TAKASU *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014). No entanto, Andrade *et al.* (2014) obtiveram regressão quadrática para a produtividade por espiga no cultivo de milho safrinha com densidade de 60 mil sementes por hectare em níveis de 0, 50, 100, 150 e 200 kg N ha<sup>-1</sup> e Mota *et al.* (2015) concluíram que o rendimento de grãos do milho aumenta linearmente em função da aplicação de quatro doses (0, 100, 200, 300 kg ha<sup>-1</sup>).

Segundo Torres *et al.* (2014) o incremento das doses de nitrogênio favorece a grande maioria dos componentes de produção da cultura do milho e para Souza *et al.* (2015) a utilização de adubação nitrogenada em cobertura na dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de ureia proporcionou as maiores lucratividades no cultivo do milho segunda safra em sistema de plantio direto.

Silva *et al.* (2015) relatam que os ganhos de rendimento de grãos em função da adubação de cobertura com nitrogênio demonstram a importância dessa prática para o cultivo de milho safrinha. Porém neste estudo não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de nitrogênio para as variáveis analisadas (EFP, NE, NEP, NFE, NGE (Tabela 2), MMG, PROD, PROD/PL e PROD/Esp (Tabela 3)).

A não diferenciação estatística entre os fatores analisados possivelmente está associada a ótima fertilidade do solo da área experimental (Tabela 1) e também as boas condições edafoclimáticas para o milho em segunda safra (Figura 1). Com 53,2 g dm<sup>3</sup> de matéria orgânica, 39,6 mg dm<sup>3</sup> de fósforo e 0,86 Cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de potássio (Tabela 1), e ainda com a adição de 246 kg ha<sup>-1</sup> de adubo químico junto a semeadura, conclui-se que o solo encontrava-se com condições ótimas para o cultivo do milho safrinha, e a demanda de nitrogênio do milho foi suprida apenas pela adubação de base e a mineralização da matéria orgânica (LISBOA *et al.*, 2018). Estes fatores, associados às condições climáticas (Figura 1) favoráveis registradas durante o desenvolvimento da lavoura experimental do milho safrinha em 2015 na região de Dois Vizinhos (PR), contribuíram para minimizar a competição entre as plantas,

mesmo em maiores densidades de semeadura, mascarando os possíveis efeitos dos diferentes níveis de nitrogênios aplicados em cobertura, sob estas variáveis. Essas condições foram pela pluviosidade adequada durante o enchimento de grãos e também pela temperatura média estar acima de 20 °C até VT e acima de 15 °C até R5 (Figura 1) (SANTOS *et al.*, 2018).

Quando comparamos a produtividade média da lavoura experimental (10.113 kg ha<sup>-1</sup>) com a produtividade paranaense (5.091 kg ha<sup>-1</sup>) e brasileira (3.859 kg ha<sup>-1</sup>) registradas pela Conab (2017) no mesmo período (safrinha 2015), conclui-se que a produção da área experimental foi satisfatória, ficando acima da média estadual (98,6%) e nacional (162,1%).

Neste contexto, conclui-se que o milho em safrinha é alternativa viável para produtores de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná, pois apresenta alta produtividade quando cultivado em sistema de plantio direto, desde que a lavoura seja bem manejada, com utilização de semente de qualidade e com fertilidade do solo adequada, podendo ser uma alternativa na substituição ao cultivo de soja em safrinha, que é restringida no Estado, proporcionando também um novo arranjo produtivo para os produtores. Em relação ao manejo nutricional com nitrogênio, seria importante a realização de mais trabalhos em áreas com fertilidade média/baixa, a fim de aferir o comportamento fenológico e produtivo do milho safrinha.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores estudados não apresentam interação entre si, porém a densidade de semeadura de 65.000 sementes ha<sup>-1</sup> proporciona maiores valores de número de espigas por planta, número de grãos por fileira, número de grãos por espiga, produtividade por planta e produtividade por espiga, sendo que os níveis de nitrogênio influenciaram apenas o número de grãos por espiga de forma linear.

A massa de mil grãos e a produtividade não são influenciados pelos fatores avaliados, sendo observada produtividade média de 10.113 kg ha<sup>-1</sup>.

O cultivo de milho safrinha apresentou produtividade satisfatória em Dois Vizinhos (PR), mesmo sem aplicação de nitrogênio, apresentando potencial positivo para ser cultivado em substituição ao cultivo da soja que encontra-se

restringido no Estado. Para os agricultores significa rotação de culturas (leguminosa-gramínea) e retorno econômico, com retorno de renda em uma época do ano que tradicionalmente não há renda.

## 5 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais à família Giaretta por ter cedido a área experimental e máquinas agrícolas para a realização do estudo.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, F. R.; PETTER, F. A.; NÓBREGA, J. C. A.; PACHECO, L. P.; ZUFFO, A. M. Desempenho agrônômico do milho a doses e épocas de aplicação de nitrogênio no Cerrado piauiense. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 57, n. 4, p. 358-366, 2014.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G.; MANZATTO, C. V.; BOGNOLA, I.; FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P.; POTTER, O.; AGILO, M. L. D.; SILVA, J. S.; CHAFFIN, C. E.; CARVALHO JÚNIOR, W. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Embrapa Solos-Docmentos (INFOTECA-E), 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 395 p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra de Brasileira de grãos**. Quinto levantamento. Safra 2018/2019. v. 6, n. 5, fevereiro 2019.

CQFS. **Comissão de química e fertilidade do solo**. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre, 2004. 394p.

DOW SEMENTES. **Guia de sementes 2013**. Dow AgroSciences. 2013.

FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; CATUCHI, T. A.; BELLEGGIA, N. A.; TIRITAN, C. S.; BARBOSA, A. M. Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 3, p. 312-325, 2014.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E.; FRITSCHÉ-NETO, R. Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho. **Ceres**, v. 61, n. 7, p. 819-828, 2014.

GAZOLA, D.; ZUCARELI, C.; SILVA, R. R.; FONSECA, I. C. B. Aplicação foliar de aminoácidos e adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental - Agriambi**, v. 18, n. 7, p. 700-707, 2014.

GEBIOMET. Grupo de estudos em biometeorologia. Disponível em: [www.gebiomet.com.br/downloads.php](http://www.gebiomet.com.br/downloads.php). Acesso em: 13 set. 2017.

IAPAR. Instituto Agrônômico do Paraná. **Médias históricas em estações do IAPAR**. Disponível em: [http://www.iapar.br/arquivos/Imagens/monitoramento/Medias\\_Historicas/Francisco\\_Bltrao.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Imagens/monitoramento/Medias_Historicas/Francisco_Bltrao.htm). Acesso em: 27 out. 2017.

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

LANA, M. C.; RAMPIM, L.; OHLAND, T.; FÁVERO, F. Spacing, population density and nitrogen fertilization in corn grown in an Oxisoil. **Revista Ceres**, v. 61, n. 3, p. 424-433, 2014.

LISBOA, C. C.; LIMA, F. R. D.; REIS, R. H. C. L.; SILVA, C. A.; MARQUES, J. J. Taxa de mineralização do nitrogênio de resíduos orgânicos. **Cultura Agrônômica, Ilha Solteira**, v. 27, n. 2, p. 341-355, 2018.

LUJAN, D. W.; MULLER, A. L.; SIBALDELLI, R. N. R.; AMARAL, H. F.; FERREIRA, R. C. Influência de níveis tecnológicos no rendimento de grãos de diferentes híbridos

comerciais de milho em um latossolo vermelho distroférrico. **Global Science and Technology**, v. 8, n. 1, p. 79-86, 2015.

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, 2015.

NAIS, J.; BUSOLI, A. C.; MICHELOTTO, M. D. Comportamento de híbridos de milho transgênicos e respectivos híbridos isogênicos convencionais em relação à infestação de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith, 1727) (Lepidoptera: Noctuidae) em duas localidades e épocas de semeadura. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 80, n. 2, p. 159-167, abr./jun., 2013.

SANTOS, A. L. F.; MECCHI, I. A.; RIBEIRO, L. M.; CECCON, G. Eficiência fotossintética e produtiva de milho safrinha em função da época de semeadura e populações de plantas. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 4, p. 52-60, out./dez. 2018.

SANTOS, R.; PAZINI, C. J.; OLIVEIRA, R. C. Produtividade de milho sob diferentes densidades populacionais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 4, n. 3, 2011.

SILVA, A. F.; SCHONINGER, E. L.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M. A. C. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014.

SILVA, A. G.; DUARTE, A. P.; PIEDADE, R. C.; COSTA, H. P.; MEIRELES, K. G. C.; BORGES, L. P. Inoculação de sementes de milho safrinha com *Azospirillum* e aplicação de nitrogênio em cobertura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 3, p. 358-370, 2015.

SIMIONI, F. J.; BARTZ, M. L. C.; WILDNER, L. P.; SPAGNOLLO, E.; VEIGA, M.; BARRETTA, D. Indicadores de eficiência técnica e econômica do milho cultivado em sistema plantio direto no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Ceres**, v. 63, n. 6, 2017.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; MOREIRA, A. Viabilidade econômica de fontes e doses de nitrogênio no cultivo do milho segunda safra em sistema de plantio direto. **Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 3, p. 308-313, 2015.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; HAGA, K. I.; ARF, O.; GITTI, D. C. Características agronômicas da cultura do milho em função do preparo de solo e arranjo espacial de plantas. **Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 485-495, 2014.

TORRES, F. E.; SOUZA, L. C. F.; ANDRADE, L. H. L.; PEDROSO, F. F.; MATOSO, A. O.; TORRES, L. D.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Influência da cobertura do solo e doses de nitrogênio na cultura do milho safrinha. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 36-41, 2014.

*Recebido em: 06/02/2018*

*Aceito em: 27/02/2019*