



Densidades de plantas e níveis de nitrogênio no desempenho de híbridos de milho em safrinha

Vanderson Vieira BATISTA^{1*}, Roniel GIARETTA², Lucas LINK¹, Cleverson Luiz GIACOMEL²,
Paulo Fernando ADAMI¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil.

² Graduação em Agronomia, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Dois Vizinhos, PR, Brasil.

*E-mail: vandersonvbatista@hotmail.com

Recebido em maio/2018; Aceito em dezembro/2018.

RESUMO: O cultivo com milho safrinha no sul do Brasil tem aumentado nos últimos anos. Neste contexto, o objetivo do estudo é avaliar o rendimento de grãos de híbridos de milho, cultivados em diferentes densidades e com distintos níveis de nitrogênio. O estudo foi conduzido no município de Dois Vizinhos – PR e utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, em esquema fatorial (2x4x4), no qual o fator A, refere-se a híbridos de milho (2B587 e AG9030), o fator B: densidades de semeadura (45.000, 55.000, 65.000, 75.000 plantas ha⁻¹), e o fator C: níveis de nitrogênio (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹). O híbrido 2B587 apresentou maiores valores de população final, número de espigas por área, número de grãos por fileira e produtividade, porém menor quantidade de fileiras por espiga e massa de mil grãos em relação ao híbrido AG9030. Observou-se resposta linear dos níveis de nitrogênio sobre a produtividade (9158 + 3,265x) porém sem viabilidade econômica devido às boas condições de fertilidade do solo. O aumento da densidade de semeadura reduziu a prolificidade do milho. Os dois híbridos avaliados apresentam melhor resposta de produtividade nas densidades de 55.000 e 65.000 plantas por hectare.

Palavras-chave: *Zea mays*, componentes de rendimento, produtividade.

Densities of plants and nitrogen levels in maize hybrid performance in the second summer crop

ABSTRACT: Maize grown as a second summer crop areas in southern Brazil has increased in recent years. In this context, the objective of the study was to evaluate the grain yield of maize hybrids grown at different plant densities and levels of nitrogen. The study was carried out at Dois Vizinhos (PR) in a randomized complete block design with a factorial scheme (2x4x4), being factor A referent to maize hybrids (2B587 and AG9030), factor B (45,000, 55,000, 65,000, 75,000 plants ha⁻¹), and factor C: nitrogen levels (0, 50, 100, 150 kg ha⁻¹). The hybrid 2B587 showed higher values of final plant population, number of spikes per area, number of grains per row and final yield, but smaller number of rows per spike and thousand grain weights in relation to the Hybrid AG9030. There was a linear response of nitrogen levels over maize yield (9,158 + 3.265x) was observed but without economic viability due to good soil fertility conditions. The increase of the sowing density reduced corn prolificacy. Both evaluated hybrids showed a better yield response at plant densities from 55,000 to 65,000 plants per hectare.

Keywords: *Zea mays*, yield components, productivity.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é o cereal mais produzido e consumido mundialmente, classificado como a segunda *commoditie* mais negociada no mercado, perdendo apenas para a soja (Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB, 2018). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho, estando atrás apenas dos Estados Unidos e China, com uma produção de 107,00 milhões de toneladas, o que representa 9,07% do total de milho produzido mundialmente na safra 2016/17 (United States Department of Agriculture – USDA, 2017).

No Brasil, a cultura do milho é semeada em duas épocas/safras distintas: milho safra ou safra de verão (cultivada durante o período de primavera/verão), e a safra de inverno ou “safrinha”, cultivada no período de outono/inverno. No estado do Paraná, a semeadura do milho safrinha tem por característica ser em sucessão a safra de soja e/ou de feijão

colhidos nos meses de janeiro e fevereiro. Já a região sudoeste do Estado, tem o maior cultivo de milho em segunda safra realizado após a colheita de feijão (Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná. Departamento de Economia Rural - SEAB/DERAL, 2017). No entanto, existe aumento do cultivo de milho em sucessão a soja, devido a inserção de cultivares precoces, as quais necessitam de um menor período para atingir a maturação fisiológica, possibilitando assim a colheita antecipada e a semeadura do milho safrinha dentro do zoneamento para a região (SORATTO et al., 2010).

Segundo dados da CONAB (2018), na safra 2017/18 foram semeados aproximadamente 16,6 milhões de hectares de milho no Brasil, entre milho safra e safrinha, sendo a safra de inverno composta por 11,5 milhões de hectares. O cultivo safrinha foi responsável por 69,4% da produção nacional de milho,

enquanto o cultivo safra por apenas 30,6%, mostrando que a safrinha apresenta maior representatividade na produtividade nacional de milho (CONAB, 2018).

O crescimento da produtividade do milho segunda safra não está relacionado ao aumento de novas áreas e sim ao aumento de produtividade por hectare, resultado este proveniente de investimento em tecnologias e desenvolvimento de cultivares com melhor desempenho para o cultivo em safrinha. Neste sentido, estudos sobre a interação genótipo x ambiente destes novos materiais carecem de avaliações regionais.

Além da escolha do material genético, a densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada desempenham papel fundamental na expressão do rendimento dos híbridos de milho. Entre os ganhos genéticos obtidos nos híbridos modernos, destaca-se um menor ângulo de inserção foliar, o que possibilita um adensamento entre as plantas, fator este decisivo nos ganhos de produtividade obtidos ao longo dos últimos anos. Isto se dá ao fato de os materiais apresentarem menor competição entre plantas, decorrente da menor área foliar e menor quantidade de folhas por planta, juntamente com a arquitetura composta por folhas mais eretas (SANGOI et al., 2002).

Além da densidade de sementeira (número de plantas por hectare), o nitrogênio é um dos principais suprimentos o qual deve ser observado na cultura do milho, para evitar redução de produtividade. O nitrogênio desempenha papel importante na funcionalidade dos componentes dos aminoácidos, que são constituintes das proteínas, formadores de clorofila e enzimas necessárias para o crescimento e desenvolvimento da planta (MAR et al., 2003).

Neste sentido, estudos que abordem a interação entre densidade de plantas e níveis de adubação nitrogenada em época de segunda safra ainda necessitam de informações técnicas a fim de otimizar o desempenho e viabilizar o milho safrinha (SANGOI; SILVA, 2006).

Diante deste cenário, este estudo tem por objetivo avaliar o desempenho de caracteres agrônômicos e da produtividade de híbridos de milho recomendados para o cultivo em segunda safra, cultivados em diferentes densidades de sementeira e com distintos níveis de adubação nitrogenada em cobertura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A condução do experimento foi realizada na zona rural do município de Dois Vizinhos, Paraná, Brasil, localizada em latitude 25°48'19''S, longitude 53°06'28''W e com altitude aproximada de 530 metros. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (BHERING et al., 2009) e clima Cfa (ALVARES et al., 2013).

Para a caracterização da fertilidade do solo foi realizado uma amostragem na profundidade de 0 a 15 cm, feita antes da sementeira do milho, a qual foi encaminhada a um laboratório de análise química de solos, sendo os resultados descritos na Tabela 1.

No período da condução do experimento, ocorreu precipitação de 690 mm durante 148 dias, tendo média de 4,6 mm dia. A Figura 1 apresenta a distribuição acumulada a cada dez dias relacionando aos seus respectivos estádios fenológicos da cultura.

Para a realização do estudo foi utilizado delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, em esquema fatorial 2x4x4, com parcelas sub-sub-divididas. O primeiro fator refere-se à dois híbridos de milho (Dow Agrosiences 2B587

HX e Agroceres 9030PRO) estabelecidos nas parcelas principais. O segundo fator refere-se a quatro densidades de sementeira (45.000, 55.000, 65.000 e 75.000 sementes ha⁻¹) estabelecidos na subparcela. O terceiro fator refere-se a quatro doses de nitrogênio em cobertura (0, 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ de N). No total, o experimento contou com 96 unidades experimentais, onde cada unidade experimental possuía 4 linhas espaçadas em 0,45 m, com um comprimento de 12 metros. As avaliações foram realizadas nas duas linhas centrais de cada unidade experimental, desconsiderando as duas linhas laterais também o primeiro e o último metro nos extremos das linhas centrais.

Tabela 1. Análise química do solo na área experimental (0 - 15 cm), Dois Vizinhos, Paraná, (2018).

Table 1. Soil chemical analysis in the experimental area, (0-15 cm), Dois Vizinhos, Paraná, (2018).

K	Ca	Mg	AL ³⁺
-----cmolc/dm ³ -----			
0,86	11,02	3,31	0
P	Cu	Fe	Zn
-----mg/dm ³ -----			
39,56	9,19	23,66	14,46
pH	V	M.O.	
CaCl ₂	(%)	g/dm ³	
5,2	72,51	53,15	

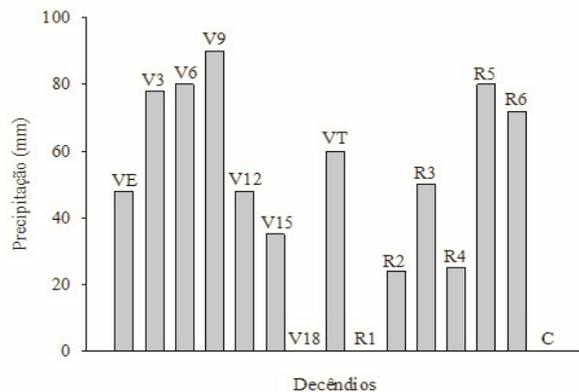


Figura 1. Precipitação pluviométrica durante a avaliação, acumulado de dez dias (decênios), Dois Vizinhos, Paraná (2018). Emergência (VE) 15/01/15 à 25/01/15, folhas desenvolvidas (V3) 26/01/2015 à 04/02/2015, (V6) 05/02/15 à 15/02/15, (V9) 16/02/15 à 26/02/15, (V12) 27/02/15 à 08/03/15, (V15) 09/03/15 à 19/03/15, (V18) 20/03/15 à 30/03/15, pendoamento (VT) 31/03/15 à 09/04/15, florescimento (R1) 10/04/15 à 20/04/15, grão em bolha (R2) 21/04/15 à 01/05/15, grão leitoso (R3) 02/05/15 à 12/05/15, grão pastoso (R4) 13/05/15 à 23/05/15, grão com 'dente' (R5) 24/05/15 à 02/06/15, maturidade fisiológica (R6) 03/06/15 à 14/06/15 e colheita (C) 15/06/15 à 25/06/15.

Figure 1. Rainfall during the evaluation, accumulated of ten day, Dois Vizinhos, Paraná (2018). Emergence (VE) 01/15/15 to 25/01/15, developed leaves (V3) 01/26/15 to 02/04/15, (V6) 02/05/15 to 02/15/15, (V9) 02/16/15 to 02/26/15, (V12) 02/27/15 to 03/08/15, (V15) 03/09/15 to 03/19/15, (V18) 03/20/15 to 03/30/15, tesseling (VT) 03/31/15 to 04/09/15, flowering (R1) 04/10/15 to 04/20/15, Blister (R2) 04/21/15 to 05/01/15, milk grain (R3) 05/02/15 to 05/12/15, Dough grain (R4) 05/13/15 to 05/23/15, dent grain (R5) 05/24/15 to 06/02/15, physiological maturity (R6) 06/03/15 to 06/14/15 and harverst (H) 06/15/15 to 06/25/15.

A sementeira do milho foi realizada no dia 15 de janeiro de 2015, após a colheita da soja Nidera 4823 RR, que produziu 66 sacas por hectare. A sementeira foi feita por meio de uma

semeadora-adubadora de arrasto hidráulica, com sistema de distribuição de sementes a vácuo VacuMeter™, acoplada a um trator. A velocidade de semeadura foi 4 km h⁻¹, as sementes foram acrescidas de lubrificante sólido, sendo 3 gramas kg⁻¹ de grafite em pó, afim de melhorar o desempenho e uniformidade na deposição da semente. Juntamente na semeadura foi utilizado o fertilizante químico de NPK com fórmula 02-28-20 na dosagem de 246 kg ha⁻¹, visando a reposição de nutrientes.

A fonte de nitrogênio utilizada foi ureia agrícola (46% de N). A aplicação do nitrogênio em cobertura foi realizada de forma manual a lanço e em dose única, na área total de cada unidade experimental. Esta etapa foi realizada no estágio fenológico V4 com 16 dias após a semeadura, sendo observadas as condições climáticas favoráveis para aplicação (MAR et al., 2003). Plantas daninhas que se desenvolveram juntamente com a soja voluntária, foram controladas com a aplicação de atrazina com 4 L ha⁻¹. Não foi realizado tratamento para controle de pragas e doenças pela baixa pressão de danos.

As coletas de dados para as avaliações, foram realizadas quando o milho atingiu aproximadamente 25% de umidade nos grãos (12 de junho de 2015), ponto de colheita do milho safrinha na região. Foram analisados os seguintes parâmetros/variáveis:

População final (plantas ha⁻¹): realizando a contagem do número total de plantas por m² na área útil de cada unidade experimental e extrapoladas para hectare.

Número de espigas por área (espigas ha⁻¹): determinando pela contagem do total de espigas por unidade experimental e extrapolada para hectare.

Prolificidade: determinada pela divisão entre número de espigas por área pela população final.

Número de grãos por fileira: realizou-se a avaliação em cinco espigas representativas de cada unidade experimental, contando o número de grãos presente em uma das fileiras das espigas e o resultado calculado pela média aritmética dos valores.

Número de fileiras por espiga: foram coletadas cinco espigas representativas por unidade experimental, realizando a contagem das fileiras por espiga, sendo considerado o valor da média aritmética obtida entre as mesmas.

Massa de mil grãos (gramas): obteve-se pela média aritmética, da pesagem de 1.000 grãos de cada unidade experimental.

Na sequência, realizou-se a colheita de todas as espigas presentes na unidade experimental e a debulha destas ocorreu com auxílio de um batedor de cereais acoplado ao trator. Os grãos obtidos em cada unidade experimental foram levados ao Laboratório de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná de Dois Vizinhos para pesagem e determinação do percentual de umidade, o qual foi obtido através de Determinador de Umidade Universal (Equipacenter).

Produtividade (kg ha⁻¹): pesagem dos grãos obtidos em cada unidade experimental, sendo a umidade dos grãos corrigida para 13% via cálculo, e o valor extrapolado para quilos por hectare.

A análise dos dados foi realizada utilizando o software Assisat (SILVA; AZEVEDO, 2016), sendo os dados submetidos à análise de variância e as médias comparadas utilizando o teste de Scott-Knott a níveis de probabilidade de 5%. Para os fatores densidade de semeadura e níveis de nitrogênio, quando apresentaram diferenciação estatística

isoladamente, aplicou-se regressão linear ou quadrática conforme o software apontava, sendo que, quando ambas eram significativas optou-se por aquela que apresentava maior valor de R².

3. RESULTADOS

Na Tabela 2 são apresentando os valores de F, com o nível de significância e os valores médios observados para as variáveis analisadas.

A população final não apresentou interação entre os fatores, porém observa-se que ao analisar os fatores de forma independente, ocorre diferenciação para os fatores híbridos e densidade de semeadura (Tabela 2). Observou-se que a população final de plantas foi superior quando utilizado o híbrido 2B587 (Tabela 2) e que a densidade de semeadura influenciou de forma linear, a variável população final, sendo os valores apresentados na Figura 2 (A).

Não foi observada interação entre os fatores avaliados para o número de espigas por área (Tabela 2). Entretanto, analisando de forma isolada cada fator, observa-se efeito quadrático do nitrogênio sob o número de espigas por área, com ponto de máxima eficiência técnica com a utilização 97 kg ha⁻¹ de N (Figura 2 B).

Quanto ao número de espigas por área, o híbrido 2B587 apresentou maior quantidade de espigas por área (com 55.532 espigas ha⁻¹) em relação ao híbrido AG9030 (50.915 espigas ha⁻¹) (Tabela 2). O aumento na densidade de plantas proporcionou aumento linear para esta variável (Figura 3 A).

Observou-se interação entre os híbridos de milho e densidades de semeadura para a variável prolificidade (Tabela 2), sendo o desdobramento apresentado na Tabela 3. Observa-se que o híbrido AG9030 apresentou prolificidade superior na densidade de 45.000 plantas ha⁻¹, e que ela vai reduzindo com o aumento da densidade (Tabela 3). Já o híbrido 2B587 apresenta menores valores (0,926) na maior densidade de semeadura analisada (75.000 plantas ha⁻¹) (Tabela 3).

Para o fator densidade de semeadura, também constatou-se efeito significativo para a prolificidade (Tabela 2), sendo que a variável reduz de forma linear com a elevação da densidade de semeadura (Figura 3 B).

Para o número de grãos por fileira foi observado interação entre os fatores híbridos e densidades (Tabela 2). Observa-se na Tabela 3, que o híbrido 2B587 apresentou maior número de grãos por fileira na densidade de 45.000, 55.000 e 65.000 plantas ha⁻¹, em relação ao híbrido AG9030. Constatou-se também para o híbrido 2B587, que o aumento da densidade de semeadura proporciona diferenças estatísticas com redução no número de grão por fileira, exceto entre as densidades de 55.000 e 65.000 (plantas ha⁻¹) (Tabela 3). Já a densidade de semeadura não influenciou a quantidade de grãos por fileira para o milho AG 9030 (Tabela 3). Porém, ao analisar as médias dos híbridos, observa-se redução linear do número de grãos por fileira, com o aumento da densidade de semeadura (Tabela 2 e Figura 3 C).

A variável número de fileiras por espiga não apresentou interação entre os fatores, mas diferenciou-se estatisticamente para o fator híbridos de milho, sendo que o híbrido 2B587, apresentou média de 16,7 fileiras por espiga e o híbrido AG 9030, com 17,8 fileiras (Tabela 2).

Observa-se na Tabela 2 que a massa de mil grãos não apresentou interação entre os fatores, entretanto apresentou efeito na comparação de médias entre os híbridos de milho, no qual o híbrido AG9030 foi estatisticamente superior ao híbrido

Densidades de plantas e níveis de nitrogênio no desempenho de híbridos de milho em safrinha

2B587 (Tabela 2). Também, observa-se efeito significativo das doses de nitrogênio sobre esta variável, sendo que a massa dos grãos foi reduzida com a elevação dos índices de densidade de plantas (Figura 3 D).

Para a produtividade, constatou-se interação entre os fatores híbridos de milho e densidade de semeadura (Tabela

2). A Tabela 3 aponta que nas populações de 45.000 e 55.000 plantas ha⁻¹, o híbrido 2B587 se mostrou superior com produtividade de 9.166 e 9.875 kg ha⁻¹ respectivamente, contra 7.460 e 8.746 kg ha⁻¹ do híbrido AG9030. Porém, para as populações de 65.000 e 75.000 plantas ha⁻¹ não foi verificado diferenças estatísticas entre os híbridos estudados.

Tabela 2. População final, número de espigas por área, prolificidade, número de grãos por fileira, número de fileiras por espiga, massa de mil grãos e produtividade de híbridos de milho cultivados em safrinha no município de Dois Vizinhos, Paraná (2018).

Table 2. Final population, number of ears per area, prolificacy, number of grains per row, number of rows per ear, thousand grains weight and yield of maize hybrids grown as a second summer crop at Dois Vizinhos, Paraná (2018).

	População final (plantas ha ⁻¹)	Número de espigas por área (espigas ha ⁻¹)	Prolificidade	Número de grãos por fileira	Número de fileiras por espiga	Massa de mil grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Híbridos (HB)							
2B587	57.847,02 A	55.531,90 A	0,96	32,01 A	16,78 B	353,30 B	9.854,83 A
AG9030	52.647,21 B	50.915,40 B	0,97	28,86 B	17,86 A	361,00 A	8.951,57 B
Valor F	86,25 **	65,56 **	2,78 ns	56,81 **	55,94 **	14,74 **	48,41 **
Dose de nitrogênio (DN) (kg ha ⁻¹)							
0	54.429,43	51.974,80	0,95	29,72	16,98	356,16	9.114,08
50	54.953,08	53.286,54	0,96	30,47	17,46	353,95	9.312,90
100	56.615,25	54.300,44	0,96	30,78	17,40	360,26	9.634,90
150	54.990,26	53.332,84	0,97	30,75	17,45	358,23	9.550,92
F Regr. L. ¹	1,78 ns	3,98 **	3,65 ns	3,33 ns	4,237 ns	1,94 ns	7,90 **
F Regr. Q. ²	3,68 ns	3,99 ns	0,11 ns	0,86 ns	2,237 ns	0,01 ns	1,18 ns
Densidade de semeadura (DS) (plantas ha ⁻¹)							
45.000	39.675,19	39.675,55	1,00	32,85	17,46	368,44	8.313,40
55.000	50.680,66	49.994,95	0,98	30,49	17,40	364,36	9.310,95
65.000	60.933,08	58.687,69	0,96	29,85	17,33	350,72	9.898,67
75.000	69.699,66	64.536,42	0,92	28,54	17,10	345,07	10.089,78
F Regr. L. ¹	1.605,40 **	1.066,80 **	62,87 **	53,03 **	3,24 ns	87,13 **	103,88 **
F Regr. Q. ²	3,99 ns	15,37 **	1,63 ns	1,60 ns	0,33 ns	0,15 ns	9,64 **
HB-DN	1,90 ns	0,39 ns	1,98 ns	1,40 ns	0,18 ns	1,57 ns	0,92 ns
HB-DS	0,74 ns	1,46 ns	3,51 *	11,74 **	0,93 ns	2,45 ns	6,07 **
DN-DS	0,96 ns	0,26 ns	0,80 ns	0,45 ns	1,13 ns	0,85 ns	0,43 ns
HB-DN-DS	0,28 ns	0,46 ns	0,72 ns	0,56 ns	1,20 ns	2,65 ns	1,00 ns
CV (%)	4,96	3,93	3,87	6,72	4,10	2,75	6,76

¹ Valor de F regressão linear. ² Valor de F regressão quadrática. *, ** e ns, correspondem respectivamente significativo a 5%, 1% e não significativo. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott à 1% e 5% de probabilidade. HB: Híbridos. DN: Dose de nitrogênio. DS: Densidade de semeadura.

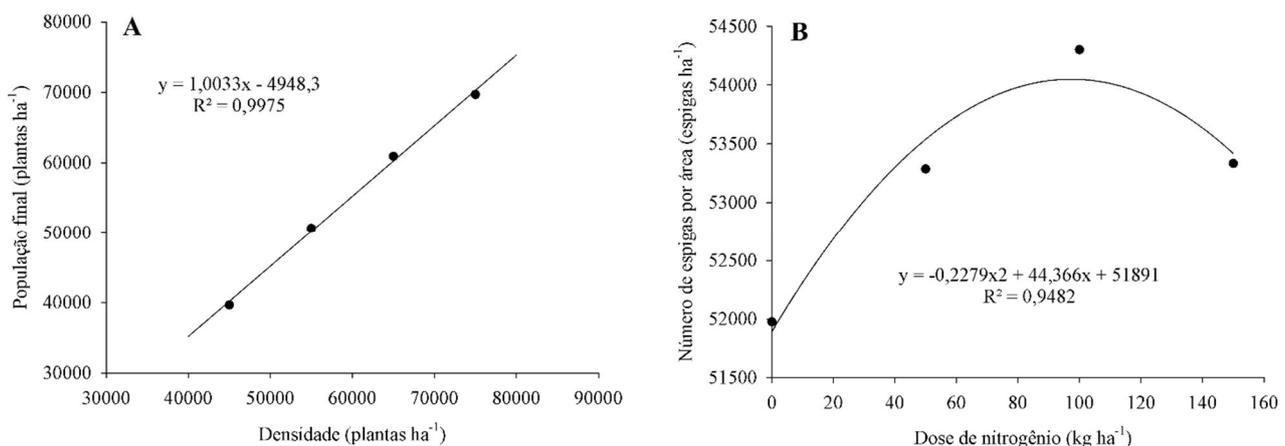


Figura 2. População final em função da densidade de semeadura (A) e espigas por área em função dos níveis de nitrogênio (B) no cultivo de milho safrinha, no município de Dois Vizinhos - Paraná (2018).

Figure 2. Final population in relation to the sowing density (A) and spikes per area in relation to nitrogen levels (B) of second crop corn, at Dois Vizinhos - Paraná (2018).

Ao compararmos a resposta de cada híbrido, nota-se que o híbrido 2B587 teve menor resposta de produtividade, comparada com as demais densidades, na população de 45.000

plantas ha⁻¹ (Tabela 3). Para o AG 9030, observa-se na Tabela 3 que as maiores produtividades foram registradas nas densidades de 65.000 (9.715 kg ha⁻¹) e 75.000 (9.884 kg ha⁻¹)

plantas ha⁻¹, as quais diferenciaram estatisticamente das demais densidades. Observa-se também, maior produtividade de grãos na população de 55.000 plantas ha⁻¹ (8.746 kg ha⁻¹) em relação a população de 45.000 plantas ha⁻¹ (7.460 kg ha⁻¹) (Tabela 3).

Na comparação entre as médias de produtividade de cada híbrido, constatou-se diferença significativa, sendo que o híbrido 2B587 apresentou maior produtividade média, com

9.854 kg ha⁻¹, contra 8.951 kg ha⁻¹ do híbrido AG 9030, ou seja, diferença de 903 kg ha⁻¹. A produtividade também sofreu influência significativa das doses de nitrogênio aplicadas (Tabela 2), no qual o aumento da dose de N promoveu aumento linear da produtividade de grãos (Figura 3 E).

Observa-se também na Tabela 2, que a produtividade foi influenciada de forma quadrática pelo fator densidade de semeadura, sendo os resultados representados na Figura 3 (F).

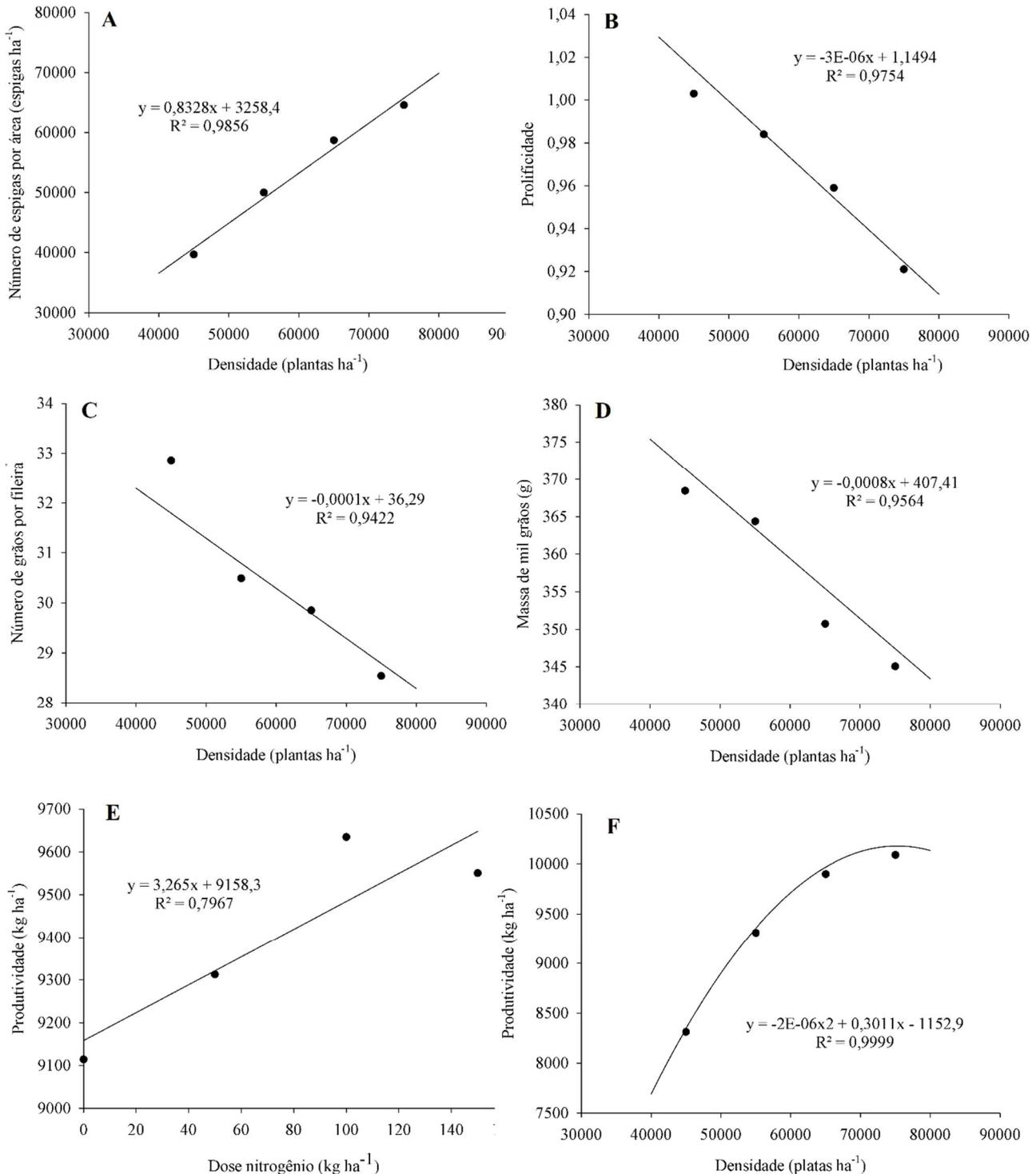


Figura 3. Espigas por área em função da densidade de semeadura (A), prolificidade em função da densidade de semeadura (B), número de grãos por fileira em função da densidade de semeadura (C), massa de mil grãos em função da densidade de semeadura (D), produtividade em função da dose de nitrogênio (E) e da densidade de semeadura (F) de milho safrinha, no município de Dois Vizinhos - Paraná (2018).

Figure 3. Spikes per area in relation to the sowing density (A) and prolificacy in relation to the sowing density (B), number of grains per row in relation to the sowing density (C), thousand grains weight in relation to the sowing density (D), grain yield in relation to nitrogen levels (E) and sowing density (F) of second summer crop at Dois Vizinhos - Paraná (2018).

Tabela 3. Interações entre densidade de plantas de milho versus híbridos para prolificidade, número de grãos por fileira e produtividade. Dois Vizinhos, Paraná (2018).

Table 3. Interactions between maize plant densities versus maize hybrid to prolificacy, number of grains per row and grain yield at Dois Vizinhos, Paraná (2018).

Híbridos	Prolificidade			
	Densidade (plantas ha ⁻¹)			
	45.000	55.000	65.000	75.000
2B587	0,976 bA	0,979 aA	0,960 aA	0,926 aB
AG9030	1,030 aA	0,989 aB	0,958 aC	0,915 aD
Híbridos	Número de grãos por fileira			
	Densidade (plantas ha ⁻¹)			
	45.000	55.000	65.000	75.000
2B587	36,150 aA	32,166 aB	31,383 aB	28,333 aC
AG9030	29,566 bA	28,816 bA	28,316 bA	28,750 aA
Híbridos	Produtividade			
	Densidade			
	45.000	55.000	65.000	75.000
2B587	9.166,680 aB	9.875,730 aA	10.082,070 aA	10.294,850 aA
AG9030	7.460,120 bC	8.746,180 bB	9.715,270 aA	9.884,710 aA

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott à 5% de probabilidade.

4. DISCUSSÃO

Quanto a variável população final, a diferenciação estatística para o fator densidade já era esperado, onde confirma-se que as populações finais correspondem efetivamente as densidades estabelecidas.

Já a diferença populacional, que ocorreu entre os híbridos de milho, pode estar relacionada ao percentual de germinação de cada material. Essa variação de população poderia ser evitada realizando-se um teste de germinação antes da implantação do experimento, para ajustar a densidade de forma a distribuir maior quantidade de semente, resultando na densidade de plantas pretendida. Porém, a diferença populacional no AG9030 foi observada em todas as unidades experimentais avaliadas, portanto ainda é possível avaliar a resposta para os híbridos.

Segundo Barbosa (2011), a baixa densidade populacional de milho é um dos aspectos responsáveis pela redução da produtividade deste cereal no Brasil, sendo este fator de extrema importância para que o produtor obtenha rendimentos produtivos satisfatórios em suas lavouras. Possivelmente esse seja o motivo que o híbrido AG9030 possui menor produtividade que o híbrido 2B587.

O híbrido 2B587 apresentou maior número de espigas por área, comparado ao híbrido AG9030, pois normalmente, cada planta de milho produz somente uma espiga. A menor população do híbrido AG9030 explica as menores quantidades de espigas obtidas neste tratamento.

A variável prolificidade refere-se ao índice de espigas por planta, ou seja, quando encontramos valores de prolificidade maior que 1, tem-se plantas com mais de uma espiga. Porém quando são observados índices inferiores a 1, é constatado que existem plantas que não desenvolveram espigas.

Observa-se no presente estudo, que a densidade de 45.000 plantas ha⁻¹, apresentou média de 39.675 espigas ha⁻¹, ou seja, 5.325 espigas a menos do que a população desejada. Já para a densidade de 75.000 plantas, o número de espigas por área foi de 64.536 espigas ha⁻¹, 10.464 espigas a menos, indicando que o aumento da densidade resulta em redução da prolificidade, sendo assim conclui-se que os híbridos estudados apresentaram baixa prolificidade. Além disso, a alta densidade de plantas pode proporcionar a dominância de uma planta

sobre a outra, e, para a planta dominada, pode não possuir formação de espiga.

Segundo Lauer et al. (2004), diante de uma cultura em que não apresenta grande eficiência em prolificidade, é necessário identificar pontos adequados de manejo, para a maximização da população e da produção de espigas por área. Já Kappes et al. (2011) descrevem que a redução no índice de prolificidade está relacionada ao fato da menor disponibilidade de luz, nutrientes e água para as plantas quando estão submetidas a altas populações. Os pesquisadores avaliaram cinco híbridos sob cinco populações de plantas, de 50.000 a 90.000 plantas ha⁻¹, cultivadas em dois espaçamentos, e não encontraram interação entre os fatores, contudo observou-se diferença significativa para fatores isolados, sendo constatado diferenças na capacidade de prolificidade dos híbridos e entre as densidades de plantas.

Cruz et al. (2007) também verificaram redução no índice de espiga com o aumento da densidade de 40.000 para 77.500 plantas ha⁻¹, ressaltando que houve mesmo padrão de resposta para os dez híbridos testados.

Os resultados verificados no presente estudo, combinados com os resultados encontrados na literatura, evidenciam ainda mais que a população de plantas na lavoura de milho é um fator importante, pois influência de forma direta a quantidade de espigas, podendo interferir sobre os componentes de rendimento do cereal. Também, para a obtenção de melhores índices de produtividade, é importante que as espigas apresentem grande número de grãos, com elevada massa, conferindo conseqüentemente maior produtividade.

Observa-se no presente estudo, que existe uma tendência de redução do número de grãos por fileira a medida que se eleva a densidade de semeadura. Para Sangoi et al. (2001), a utilização de densidades elevadas aumenta a competição entre plantas e limita a radiação solar e acesso a nutrientes, atrasando a formação da espiga e florescimento, e conseqüentemente ocasiona esterilidade e diminuição no número de grãos por fileira e espiga.

Neste sentido, pode-se sugerir que os híbridos de milho avaliados em safrinha não apresentavam capacidade de suportar o cultivo nas maiores densidades estudadas, fato este, que explica a redução do número de grãos por fileira.

As doses de nitrogênio não apresentaram efeito significativo sobre o número de grãos por fileira, sendo os mesmos resultados encontrados por Goes et al. (2012) e Mendes et al. (2011). O tratamento também não influenciou o número de fileiras por espiga, concordando com resultados encontrado por Goes et al. (2012), Sichoeki et al. (2014) e Mendes et al. (2011). Toledo et al. (2010) ao estudarem controle genético sobre o número de fileiras por espiga, observaram que a variância aditiva é mais expressiva do que a variância ambiental sobre este caráter, apontando que esta variável é determinada geneticamente.

Para Marchão et al. (2006), a densidade populacional também não interferiu na quantidade de fileira por espiga. Os pesquisadores caracterizaram que esta variável é definida nos primeiros estádios de desenvolvimento da planta, onde se encontra a diferenciação floral e primórdios da espiga, não sendo influenciado posteriormente por competição entre plantas.

Quanto a massa de mil grãos, as doses de nitrogênio não influenciaram a variável, porém o aumento da densidade reduz o peso dos grãos. Observa-se que com o aumento de cada 10.000 plantas ha⁻¹ ocorre redução de cerca de 8 gramas na massa de 1000 grãos. Segundo Marchão et al. (2006), esta redução é decorrente de maior competição entre plantas, que ocasiona a queda na disponibilidade de fotoassimilados para enchimento dos grãos.

Plantas alocadas em altas densidades sofrem de dominância apical, assim consumindo mais energia da planta para crescimento em altura, restringindo a distribuição de assimilados para os grãos. Como o grão de milho é constituído basicamente de amido e em altas densidades de plantas existe uma maior competição pelos elementos naturais, essa competição irá reduzir a produção de fotoassimilados, consequentemente, diminuindo a massa dos grãos (KLUGE et al., 2015). Esses resultados corroboram com Marchão et al. (2005) que também observaram redução na massa de grãos à medida que aumentou a densidade de plantas.

Na interação existente entre os híbridos de milho e a densidade de semeadura, para a produtividade, o híbrido 2B587 mostrou-se superior nas menores densidades, demonstra que o material possui maior capacidade de compensação quando submetido em baixas densidades, em relação ao híbrido AG9030.

Destaca-se que a recomendação de densidade populacional para o milho 2B587 é de 55.000 a 60.000 plantas ha⁻¹, fato este que explica a menor produtividade do híbrido na densidade de 45.000 plantas ha⁻¹ e justifica a não diferenciação para a variável, com a utilização de densidades de 55.000 à 75.000 plantas ha⁻¹.

Para o híbrido AG9030, a recomendação para cultivo em safrinha é com densidades de 55.000 a 65.000 plantas ha⁻¹, concordando em termos de produção, com os resultados encontrados neste estudo, pois observa-se que não ocorre aumento de produtividade da densidade de 65 para 75 plantas ha⁻¹, porém a produtividade é menor nas menores densidades.

Considerando-se o custo elevado para adquirir sementes de híbridos de milho, e sabendo que cada material apresenta uma limitação de produtividade referente a densidade de plantas, pois ela não é compensada em altas populações, torna-se fundamental o agricultor identificar qual a densidade de plantas a ser utilizada na sua lavoura, em função do híbrido a ser cultivado, evitando custos desnecessários com aquisição de sementes para maiores populações de plantas.

Outros estudos também evidenciam que a produtividade é influenciada pelo híbrido de milho (FOLONI et al., 2014; ARAÚJO et al., 2017; BATISTA et al., 2018) e pela densidade de plantas (TAKASU et al., 2014; FOLONI et al., 2014), reforçando ainda mais a importância destes fatores no rendimento produtivo e no ajuste de população com maior produtividade, viabilizando o cultivo do milho safrinha.

Observou-se resposta linear das doses de nitrogênio sob a produtividade do milho, no qual para cada quilograma de nitrogênio aplicado, teve acréscimo de 3,2 kg de grãos.

O incremento na produtividade com acréscimo de doses de nitrogênio tem ligação com a maior disponibilidade de fotoassimilados, pois o nitrogênio é um dos componentes do cloroplasto, e se há mais cloroplasto, há maior produção de fotoassimilados e consequente maior quantidade de carboidratos para a diferenciação celular e armazenamento no grão (HUSSAIN et al., 2000).

Outros estudos também observaram efeitos positivos na produção de grãos de milho em função de doses de nitrogênio aplicadas (SORATTO et al., 2010; MENDES et al., 2011).

A diferença na produtividade do milho entre a maior e menor dose de nitrogênio foi de 490 kg, ou seja, 8,16 sacas ha⁻¹. Considerando o custo do nitrogênio que é de R\$ 2,66 por kg e o preço pago pelo milho R\$ 0,58 por kg, percebe-se que para um ganho de R\$ 284,20 gastou-se R\$ 400,00, ou seja, a viabilidade econômica do uso de nitrogênio foi nula, não havendo necessidade do seu uso no ponto econômico, precisando-se optar por níveis mais conservadores de adubação nitrogenada em safrinha.

Ainda, é importante destacar que esta baixa resposta aos níveis de nitrogênio em termos de rendimento, devem-se a excelente fertilidade do solo da área experimental (Tabela 1), principalmente no quesito matéria orgânica (>5%), que confere maior disponibilidade de nitrogênio para a planta, fato também verificado por Lázaro et al. (2013).

Estes resultados demonstram a importância que as informações dos três fatores estudados representam para o sucesso da produtividade e da lucratividade no cultivo de milho safrinha, principalmente para a região Sudoeste do Paraná, local em que o estudo foi conduzido, a qual teve aumento considerável no cultivo de milho segunda safra em função da limitação da data de semeadura de soja em safrinha, e que frequentemente é castigada por geadas no período de inverno, danificando lavouras de milho em safrinha.

Além dos fatores estudados, novas informações referentes ao ciclo completo de cultivo (safra + safrinha) necessitam ser realizadas para a região, a fim de identificar cultivares de soja a serem cultivados no período safra, que possibilitam realizar a segunda safra com milho, sem que tenha riscos de perda da lavoura por geadas. Ou seja, é necessária uma análise do sistema produtivo, integrando uma cultivar específica de soja com um híbrido específico de milho, de forma que se explore o potencial produtivo que uma safra de verão e uma safrinha possuem, juntas.

Apesar dos riscos e dificuldades no cultivo de milho safrinha, percebe-se que os híbridos avaliados apresentaram boa produtividade, com média de 10.295 e 9.885 kg ha⁻¹ para os híbridos 2B587 e AG9030, respectivamente. Esta produtividade é bem superior que a média registrada para as lavouras de milho safrinha no estado, média a qual é de 5.456 kg ha⁻¹ na safrinha 2016/17 (CONAB, 2018). Analisando-se a média produtiva do estado e a média do experimento, verifica-se que a região onde Dois Vizinhos, PR, está inserido possui

grande potencial para produção de milho safrinha, mesmo com as limitações climáticas (temperatura e luminosidade).

5. CONCLUSÕES

Nas condições deste estudo, a adubação nitrogenada em cobertura no milho safrinha não agrega produtividade suficiente para justificar o seu emprego.

O aumento da densidade reduziu a prolificidade das plantas de milho.

Os híbridos 2B587 e AG9030 cultivados na safrinha apresentaram maior produtividade entre as densidades de 55.000 a 65.000 plantas por hectares, sendo que em densidades menores (45.000) houve redução da produtividade e em maiores densidades (75.000) não houve incremento significativos.

6. AGRADECIMENTOS

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus de Dois Vizinhos, pelo auxílio na elaboração do estudo.

7. REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ARAÚJO, L. S.; SILVA, L. G. B.; SILVEIRA, P. M.; RODRIGUES, F.; LIMA, M. L. P.; CUNHA, P. C. R. Desempenho agrônômico de híbridos de milho na região sudeste de Goiás. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 334-341, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v10i4.3334>
- BARBOSA, T. G. **Cultivares de milho a diferentes populações de plantas e épocas de semeadura em Vitória da Conquista, BA**. 2011. 61f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2011.
- BATISTA, V. V.; LINK, L.; GIARETTA, R.; SILVA, J. S.; ADAMI, P. F. Componentes de rendimento e produtividade de híbridos de milho cultivados em safrinha. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 11, n. 2, p. 67-75, mai./ago. 2018.
- BHERING, S. B., DOS SANTOS; H. G.; BOGNOLA, I. A.; CÚRCIO, G. R.; CARVALHO JUNIOR, W. D., CHAGAS, C. D. S.; MANZATTO, C. V.; ÁGLIO, M. L. D.; SILVA, J. D. S. Mapa de solos do Estado do Paraná, legenda atualizada. In: Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2009.
- CONAB _COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra Brasileira de Grãos 2018/19** – Segundo Levantamento da CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>> Acesso em: 15 de novembro 2018.
- CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; FILHO, I. A. P.; OLIVEIRA, A. C.; MAGALHÃES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.
- FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; CATUCHI, T. A.; BELLEGGIA, N. A.; TIRITAN, C. S.; BARBOSA, A. D. M. Cultivares de milho em diferentes populações de plantas com espaçamento reduzido na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v. 13, n. 3, p. 312-325, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n3p312-325>
- GOES, R. J.; RODRIGUES, R. A. F.; ARF, O.; VILELA, R. G. Nitrogênio em cobertura para milho (*Zea mays* L.) em sistema plantio direto na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete lagoas, v. 11, n. 2, p. 169 - 177, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v11n2p169-177>
- HUSSAIN, F.; BRONSON, K. F.; YADVINDER-SINGH; BIJAY-SINGH; PENG, S. Use of chlorophyll meter sufficiency indices for nitrogen management of irrigated rice in Asia. **Agronomy Journal**, Madison, v. 92, n. 5, p. 875-879, 2000.
- KAPPES, C.; ANDRADE, J.A. C.; ARF O.; OLIVEIRA, A. C.; A. R. F., 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. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000200012>
- KLUGE, R. A.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; DA SILVA, P. P. M. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20150004>
- LAUER, J. G.; ROTH, G. R.; BERTRAM, M. G. Impact of defoliation on corn forage yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 5, p. 1459-1463, 2004. DOI: <https://dx.doi.org/10.2134/agronj2004.1459>
- LÁZARO, R. L.; COSTA, A. C. T.; SILVA, K. F.; SARTO, M. V. M.; JÚNIOR, J. B. D. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 1, p. 10-17, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000100008>
- MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GONÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do Milho Safrinha em Função de Doses e Épocas de Aplicação de Nitrogênio, **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052003000200012>
- MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; DUARTE, J. B.; GUIMARÃES, C. M.; GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93 - 101, 2005.
- MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v5n02p%25p>
- MENDES, M. C.; ROSSI, E. S.; FARIA, M. V.; ALBURQUERQUE, C. J. B.; ROSÁRIO, J. G. Efeitos de níveis de adubação nitrogenada e densidade de semeadura na cultura do milho no Centro-sul do Paraná, Guarapuava – PR. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 176-192, 2011.

- SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; LECH, V. A.; GRACIETTI, L. C.; RAMPAZZO, C. Desempenho de híbridos de milho com ciclos contrastantes em função da desfolha e da população de plantas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 271-276, 2001. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000200009>
- SANGOI, L.; LECH, V. A.; RAMPAZZO, C.; GRACIETTI, L. C.; Acúmulo de matéria seca em híbridos de milho sob diferentes relações entre fonte e dreno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 37, n. 3, p. 259 - 267, 2002.
- SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. **Densidade e arranjo populacional em milho**. 2006. Disponível em: www.riber-kws.com/public/pdf/densidade.pdf. Acesso em: 03 de maio 2018.
- SEAB/DERAL SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO DO ESTADO DO PARANÁ; DERAL/DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. **Tabela de produção agrícola por município**. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=137#>. Acesso em: 25 abr. 2018.
- SICHOCKI, D.; GOTT, R. M.; FUGA, C. A. G.; AQUINO, L. A.; RUAS, R. A. A.; NUNES, Pedro H. M. P.; Resposta do Milho Safrinha á Doses de Nitrogênio e de Fósforo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 1, p. 48-58, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n1p48-58>
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal Agricultural Reserves**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5897/AJAR2016.11522>
- SORATTO, R. P.; PEREIRA, M.; COSTA, T. A. M.; LAMPERT, V. N. Fontes alternativas e doses de nitrogênio no milho safrinha em sucessão à soja. **Revista Ciências Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 511-518, 2010. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/845> Acesso em: 03 de maio 2018.
- TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; HAGA, K. I.; ARF, O.; GITTI, D. C. Características agrônômicas da cultura do milho em função do preparo de solo e arranjo espacial de plantas. **Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 26, p. 485-495, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.30612/agrarian.v7i26.2746>
- TOLEDO, F. H.; CARDOSO, G. A.; ABREU, G. B.; RAMALHO, M. A. P. Controle Genético do Número de Fileiras da Espiga do Milho. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 28., Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010, p. 2820 - 2824.
- USDA UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Safra Mundial de Milho 2017/18 – 3º Levantamento do USDA**. Informativo DEAGRO (Departamento do Agronegócio da FIESP) Versão eletrônica. 2017. Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/> Acesso em: 03 abril 2018.