

Doses de nitrogênio sobre diferentes populações de milho segunda safra

Cleonei Alievi¹ e Luiz Antônio Zanão Júnior²

Resumo: O milho é uma cultura apresenta grande importância na alimentação humana e animal. Atualmente as produtividades de milho no Brasil estão muito aquém dos grandes produtores mundiais. Isso se deve à vários fatores, dentre os quais podemos destacar a adubação nitrogenada e a escolha da população de plantas. O presente trabalho foi conduzido no município de Cascavel, PR, sob palhada de soja em um solo com fertilidade adequada para a cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a interação da população e plantas e doses de nitrogênio aplicadas em cobertura sobre a produtividade de milho segunda safra. Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial 6x4, sendo seis populações de milho (40.000; 52.000; 64.000; 76.000; 88.000 e 100.000 plantas há⁻¹) e quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹), em delineamento de blocos casualizados, com três repetições. Foram avaliados o teor de clorofila nas folhas, altura das plantas, produtividade e massa de mil grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Não ocorreu interação das populações de plantas com as doses de nitrogênio em cobertura em nenhuma das variáveis avaliadas. As doses de nitrogênio em cobertura não influenciaram nenhum componente de produção estudado, o aumento da população de plantas proporcionou um decréscimo no índice de clorofila e massa de mil de mil grãos. A maior produtividade de grãos foi obtida com uma densidade de 100.000 plantas ha⁻¹, a doses de N em cobertura não influenciaram a produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Zea mays*; Adubação nitrogenada; Densidade; Safrinha

Nitrogen doses on different populations of second crop maize

Abstract: Corn is a crop of great importance in food and feed. Currently, maize production in Brazil is far behind the world's major producers. This is due to several factors, among which we can highlight the nitrogen fertilization and the choice of the plant population. The present work was carried out in the municipality of Cascavel, PR, under straw of soybean in a soil with adequate fertility for the crop. The objective of this work was to evaluate the interaction of population and plants and nitrogen rates applied in coverage on the yield of second crop maize. The treatments were generated by the 6x4 factorial scheme, with six maize populations (40,000, 52,000, 64,000, 76,000, 88,000 and 100,000 plants ha⁻¹) and four nitrogen rates applied in coverage (80, 160, 240 and 320 kg ha⁻¹), in a randomized complete block design with three replicates. The content of chlorophyll in leaves, plant height, yield and mass of one thousand grains were evaluated. Data were submitted to analysis of variance and regression. There was no interaction of the plant populations with the nitrogen doses in coverage in any of the evaluated variables. Nitrogen doses in the cover did not influence any of the studied components. The increase of the plant population resulted in a decrease in chlorophyll content and a thousand seeds weight. The highest grain yield was obtained with a density of 100,000 plants ha⁻¹, at nitrogen coverage doses did not influence grain yield.

Key words: *Zea mays*; Nitrogen fertilization; Density; Safrinha

¹ Acadêmico do curso de Agronomia do Centro Universitário FAG. cleoneialievi@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo. Doutor em Solos e Nutrição de Plantas (UFV). Professor do curso de Agronomia do Centro Universitário FAG. lazan10@hotmail.com.

Introdução

O milho é uma cultura milenar, originado na região da América Central. Seu processo de domesticação tem várias vertentes de pesquisa, porém a mais aceita é que o milho é originário do teosinte, que é uma gramínea de múltiplos perfilhos. Estima-se que o mesmo foi domesticado a mais de 10 mil anos (GALINAT, 1995).

A cultura do milho tornou-se a principal cultura agrícola em nível mundial nas últimas temporadas. Isso se deve principalmente à sua ampla importância para alimentação humana e animal e ampla adaptabilidade aos diversos locais de cultivo. As produtividades do milho no Brasil estão muito aquém dos maiores produtores mundiais, isso se deve principalmente a grande diversidade dos produtores e nas regiões as quais é cultivado. Existem desde produtores com alto grau de tecnificação utilizando os mais modernos insumos e máquinas na cultura até produtores que cultivam milho para subsistência (EMBRAPA, 2006).

A possibilidade de cultivar milho em diversas regiões se deve principalmente ao alto grau de domesticação da cultura. Segundo Paterniani (1993), o milho atualmente é a espécie cultivada com maior grau de domesticação. Se uma planta de milho hoje cultivada estivesse na natureza sem nenhum tipo de manejo realizado pelo homem não seria possível sua sobrevivência (NASS; PATERNIANI, 2005).

Apesar da melhoria do sistema de cultivo de milho safrinha ou segunda safra, com semeadura de janeiro a março em sucessão à cultura da soja, essa época de cultivo também é um dos fatores que colaboram para as baixas médias de produtividade. As menores produtividades ocorrem principalmente em áreas com poucos anos de cultivo sem uma fertilidade construída, semeaduras fora da época recomendada ou em regiões com pluviosidade escassa.

A produtividade do milho também sofre influência de outros fatores como o híbrido escolhido, condições climáticas no local em que a lavoura foi estabelecida, manejo fitossanitário empregado pelo produtor, população ideal de plantas para aquele híbrido e a adubação utilizada principalmente a nitrogenada (DOURADO NETO et al., 2003).

No fator adubação, os macronutrientes primários N, P e K, têm suas doses aplicadas muito aquém da adequada. Para o N as doses são mais críticas. Se compararmos o consumo de fertilizantes em países com alta produtividade e tecnificados, na agricultura brasileira temos uma subutilização de N, o qual é um dos fatores mais limitantes para aumento de produtividade do milho (LOPES & GUILHERME, 2007).

Na cultura do milho a adubação nitrogenada tem grande importância já que o N é o elemento mais absorvido pela cultura, e pela complexidade de se avaliar a disponibilidade no

80 solo pelas múltiplas reações às quais está sujeito. Tanto a deficiência quanto o excesso de N
81 podem provocar redução da produtividade (Furlani, 2004; Dechen & Nachtigall, 2007), sendo
82 a escolha da dose a ser aplicada uma decisão muito importante.

83 Atualmente existe uma tendência para aumento da utilização de fertilizantes
84 nitrogenados já que os genótipos de milho estão apresentando tetos produtivos muito maiores
85 que no passado. Veloso et al. (2016), em um ensaio com doses de nitrogênio e população de
86 plantas chegaram a um resultado de aumento linear de produtividade de milho em função das
87 doses de nitrogênio chegando a maior produtividade com a adubação com 180 kg há^{-1} de N.

88 Uma maneira simples de se observar as quantidades de nitrogênio na planta de milho e
89 via clorofilômetro. O índice desse pigmento nas folhas de milho correlaciona-se de forma
90 positiva com o teor de nitrogênio na planta (Piekielek e Fox, 1992). Para Argenta et al.
91 (2000a) a leitura do clorofilômetro estima com precisão o índice de clorofila nas folhas de
92 milho, sendo um parâmetro eficiente para o monitoramento do nível de nitrogênio nas plantas.

93 A população de plantas também exerce uma importante influência sobre a produtividade
94 da cultura do milho. Ela tem uma relação direta dos componentes de produção por unidade de
95 área. Segundo Vega et al. (2001), o número de grãos por metro quadrado é o fator que mais
96 interfere no rendimento de grãos.

97 O aumento da densidade de plantas é uma forma de aumentar a interceptação de
98 radiação solar, porém também pode ocorrer diminuição da atividade fotossintética e a
99 conversão de fotoassimilados em grãos devido a competição entre plantas por nutrientes, água
100 e luz, aumento do intervalo entre o florescimento masculino e feminino (SANGOI et al.,
101 2003).

102 Pequenas alterações na densidade de plantas podem interferir significativamente na
103 produtividade de grãos. Isso se deve principalmente porque o milho ao contrário de outras
104 gramíneas não compensa espaços com perfilhos e possui baixa prolificidade (ANDRADE;
105 VEGA; UHART, 1999).

106 A população ideal de plantas por área é variável e deve-se levar em consideração
107 diversos fatores como a disponibilidade hídrica, a fertilidade do solo, o híbrido utilizado e
108 espaçamento entre linhas (ARGENTA; SILVA; SANGOI, 2001).

109 Os híbridos de milho que atualmente estão no mercado têm em sua grande maioria em
110 sua base genotípica, cruzamentos com linhagens de clima temperado. Isso predispõe a
111 formação de plantas com ciclo mais precoce, altura reduzida, menor índice de área foliar em
112 relação ao número e ao tamanho das folhas, folhas mais eretas e menor altura de inserção de

espiga. Esses fatores fazem com que os híbridos atuais possam suportar um maior número de plantas por unidade área (SANGOI et al., 2003).

Existe uma tendência de que maiores populações de milho aumentem a produtividade linearmente até determinado ponto. A partir desse ponto a produtividade diminui com o aumento da população (PEREIRA FILHO; CRUZ, 1993). Quando se aumenta a densidade de plantio ocorre uma diminuição no tamanho da espiga e no número de grãos por espiga, porém ocorre uma compensação da produtividade devido ao aumento do número de espigas por unidade de área (EMBRAPA, 1996).

No Brasil os catálogos de híbridos recomendam uma população de 55 até 80.000 plantas ha⁻¹. Isso demonstra que os novos híbridos toleram populações maiores de plantas.

Segundo Fancelli & Dourado Neto (2000), como o milho é uma cultura altamente exigente em nitrogênio, quando se aumenta a população de plantas deve-se aumentar a quantidade de nitrogênio aplicada tanto na base como em cobertura.

Novais & Mello (2007) afirmam que quando se aumenta a população de plantas, aumenta-se também a competição pelos nutrientes com maior mobilidade no solo. Assim, quando se aumenta a população de milho seria recomendado aumentar expressivamente a dose de N em comparação a menor população, já que esse nutriente é bastante móvel no solo.

Amaral Filho et al. (2005), descrevem que a maior produtividade foi obtida com doses crescentes de N combinadas com uma população de 80.000 plantas/ha. Shioga, Oliveira e Gerage (2004), afirmam que o aumento das populações de plantas deve ser acompanhado pelo aumento da quantidade de nitrogênio. Mendes et al. (2011) concluíram em seu trabalho que ocorreu uma interação entre adubação nitrogenada e a densidade de plantas sobre os caracteres agrônômicos do milho. Já Veloso et al. (2016), testando quatro populações de plantas concluíram que não há influência da densidade populacional nos resultados da produtividade do milho.

Dessa maneira objetiva-se nesse trabalho avaliar a interação da população e plantas e doses de nitrogênio sobre a produtividade de milho segunda safra na região oeste do Paraná.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em uma área experimental no município de Cascavel - PR, com as coordenadas geográficas latitude 24°55'22" S e longitude 53°34'12", com 660 m de altitude. O clima é classificado segundo Köppen como clima subtropical, com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de

22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (SEAB, 2010).

O solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa (64 % de argila) e os níveis de fertilidade estão satisfatórios para a cultura do milho como indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química do solo onde o experimento será implantado.

Prof Cm	pH (CaCl ₂)	MO g/dm ³	K ----- cmol _c /dm ³	Ca	Mg cmol _c /dm ³	Al -----	V %	S mg/dm ³	P
0-20	5,20	28,05	0,45	6,55	2,93	0	43	3,24	6,5

Extrator: P e K (HCl 0,05 mol/L + H₂SO₄ mol/L); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol/L); MO = matéria orgânica = Walkley-Black

Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial 6x4, sendo seis populações de milho (40.000; 52.000; 64.000; 76.000; 88.000 e 100.000 plantas ha⁻¹) e quatro doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (80, 160, 240 e 320 kg ha⁻¹ de N), em delineamento de blocos casualizados, com três repetições (Tabela 2).

Tabela 2- Tratamentos avaliados, gerados pelo esquema fatorial 6x4.

Tratamento	Combinação	População (plantas ha ⁻¹)	Doses de N (kg ha ⁻¹)
T1	D1 + A1	40.000	80
T2	D2 + A1	52.000	80
T3	D3 + A1	64.000	80
T4	D4 + A1	76.000	80
T5	D5 + A1	88.000	80
T6	D6 + A1	100.000	80
T7	D1 + A2	40.000	160
T8	D2 + A2	52.000	160
T9	D3 + A2	64.000	160
T10	D4 + A2	76.000	160
T11	D5 + A2	88.000	160
T12	D6 + A2	100.000	160
T13	D1 + A3	40.000	240
T14	D2 + A3	52.000	240
T15	D3 + A3	64.000	240
T16	D4 + A3	76.000	240
T17	D5 + A3	88.000	240
T18	D6 + A3	100.000	240
T19	D1 + A4	40.000	320
T20	D2 + A4	52.000	320
T21	D3 + A4	64.000	320
T22	D4 + A4	76.000	320
T23	D5 + A4	88.000	320
T24	D6 + A4	100.000	320

A semeadura foi realizada no dia 29/01/2017, de forma mecanizada com uma semeadeira de três linhas com sistema de distribuição de sementes à vácuo, sobre restos culturais de soja. O híbrido utilizado foi o STATUS VIP3 da empresa Syngenta, com densidade inicial de 130.000 sementes ha⁻¹. Posteriormente foi realizado o raleio manual aos 20 dias após a emergência com plantas no estágio V3, deixando-se a população avaliada para cada tratamento.

Na semeadura foram aplicados 250 kg ha⁻¹ do formulado NPK 02-25-25, no sulco. A adubação nitrogenada de cobertura (tratamentos) foi realizada quando a cultura se encontrava no estágio vegetativo V4-V5. Utilizou-se como fertilizante nitrogenado a ureia (43 % de N).

O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi realizado com produtos registrados para cultura, conforme a necessidade.

Foram avaliados o teor de clorofila nas folhas, altura das plantas, produtividade e massa de mil grãos.

O índice de clorofila nas folhas foi avaliado em cinco pontos da folha abaixo da espiga, no florescimento, em dez plantas de cada parcela, pelo método não destrutivo, com auxílio de um medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Konica Minolta®, Japão). O índice de clorofila por parcela experimental será determinado pela média das cinco leituras por folha.

A colheita foi realizada no dia 26/06/2017, quando se encontrava em maturação fisiológica. No momento da colheita foi avaliada a altura das plantas de cinco plantas aleatórias das duas linhas centrais da parcela, que foi considerada como a distância da superfície do solo até a inserção da inflorescência masculina (pendão), obtida com auxílio de régua graduada. Também foi avaliada a população final de plantas contando-se as duas linhas centrais com 5 m de comprimento totalizando 10 m lineares.

A produtividade foi avaliada colhendo as duas linhas centrais de cada parcela espaçadas a 0,6 m com 5 m de comprimento totalizando 6 m² para cada unidade experimental. Após a colheita as parcelas foram trilhadas em uma trilhadeira experimental.

A massa de grãos colhida em cada uma das parcelas foi determinada em uma balança de precisão da marca Ohaus modelo Adventurer™ Pro AV81010. Após a obtenção do teor de água dos grãos foi corrigido para 14 %.

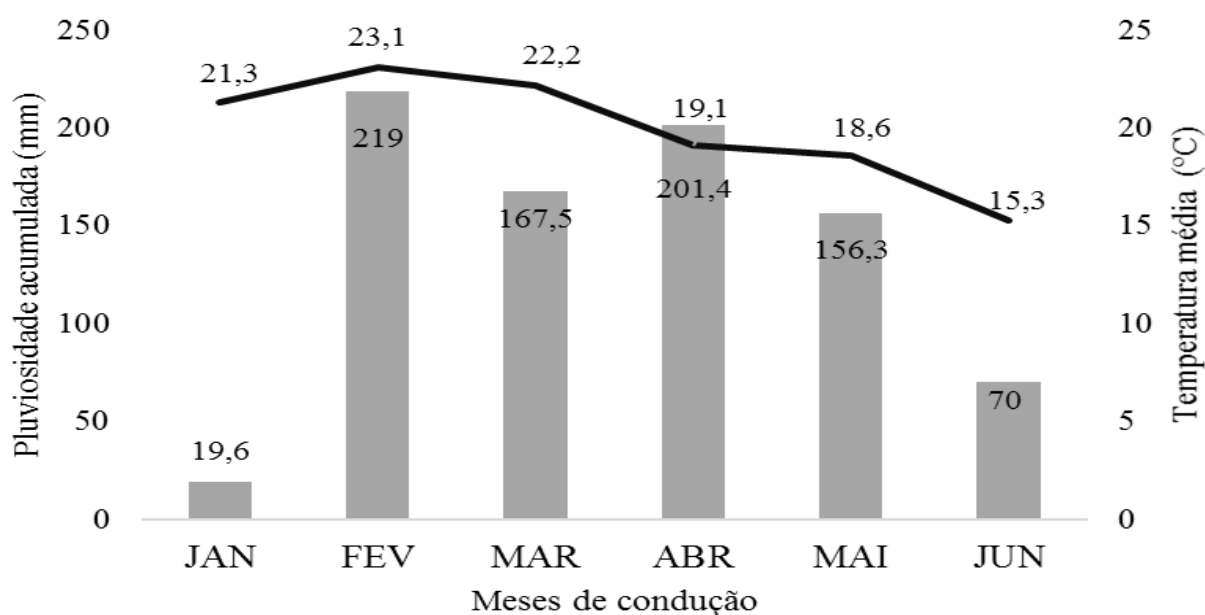
A umidade dos grãos foi determinada com auxílio de um medidor portátil da marca e modelo DICKEY-John Mini GAC®.

A massa de mil grãos foi determinada em balança de precisão de 0,01 g da marca Ohaus modelo Adventurer™ Pro AV81010. Após o teor de água dos grãos foi corrigido para 14 % (base úmida), sendo realizadas em cinco repetições por unidade experimental.

Os grãos ardidos foram determinados através de cinco amostragens de cada uma das unidades experimentais, cada uma das amostras era composta por 100 g de sementes. Foi realizada análise visual proposta por Pinto (2005), onde grão ardido é aquele que possui um quarto ou mais, de sua superfície com descoloração causada pelo fungo, com cores que podem variar de marrom claro a roxo ou vermelho claro a vermelho intenso. Os grãos ardidos foram separados e pesados, determinando-se assim a % de grãos ardidos.

As médias de pluviosidade e temperatura média no período de condução do experimento (semeadura à colheita) foram coletados da estação meteorológica da estação experimental do IAPAR, localizado no município de Santa Tereza do Oeste – PR, a 19 km do local do ensaio (figura 1).

Figura 1: Pluviosidade acumulada mensal e temperatura média no período de condução do experimento.



Os dados foram submetidos a análise de variância e de regressão utilizando-se o aplicativo Sisvar 5.6 (Ferreira, 1998).

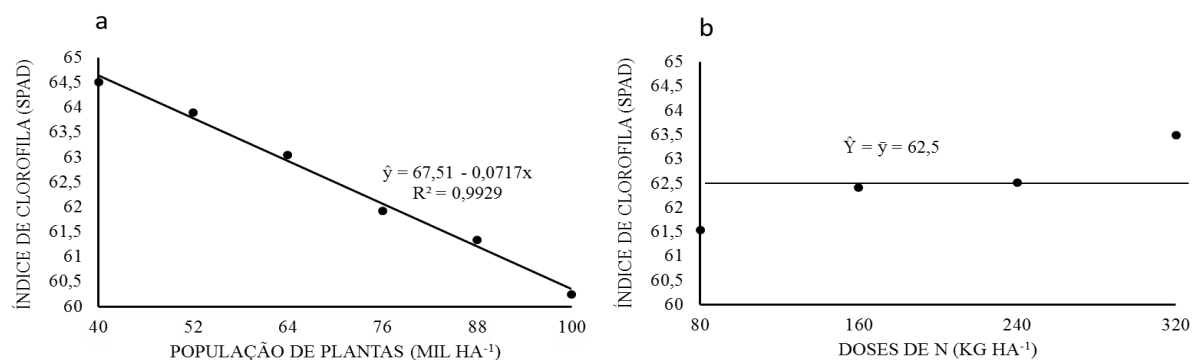
Resultados e Discussão

A análise demonstrou não ocorrer interação entre a população de plantas e as doses de nitrogênio para as variáveis analisadas. Assim, os dados foram discutidos separadamente.

Em relação ao índice de clorofila, pode-se observar que o aumento da população de plantas provocou uma redução linear na estimativa de clorofila das plantas (Figura 2a). Esses dados corroboram com os obtidos por Borghi et al. (2016). Eles testaram duas populações de milho 50.000 e 70.000 plantas ha⁻¹ e constataram que os índices de clorofila na folha foram

menores com a população de 70.000 plantas ha^{-1} . Esse resultado ocorreu possivelmente pela competição entre as plantas de milho pelo N, que faz parte da molécula da clorofila.

Figura 2: Índice de clorofila nas folhas em função da população de plantas (a) e em função das doses de N aplicados em cobertura (b).

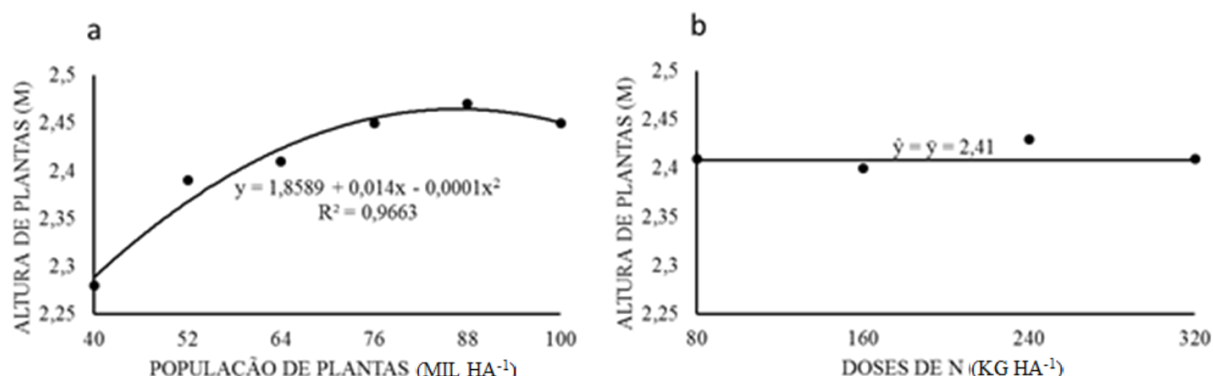


O índice de clorofila não foi influenciado pelo aumento das doses de N aplicadas em cobertura (Figura 2b), com média de 62,5 unidades SPAD. Esses resultados diferem que os encontrados por Jordão et al. (2010), que obtiveram aumento linear na estimativa de clorofila com o aumento das doses de nitrogênio. Argenta et al. (2003), cita que valores de índice de clorofila acima de 58 na fase de espigamento do milho indicam nível adequado de nitrogênio, independentemente do híbrido utilizado. No experimento observa-se que a menor dose aplicada, sendo 80 kg ha^{-1} de nitrogênio, já apresentou valores acima de 61 de índice de clorofila. Por esse motivo, possivelmente não houve aumento nos índices de clorofila em função do aumento da dose de nitrogênio aplicada em cobertura.

Para altura de plantas observou-se uma função quadrática para aumento da população de plantas, a maior altura de plantas obtida foi de 2,34 m, com população de 70.000 plantas ha^{-1} (Figura 3a). Esses dados corroboram com os obtidos por Marchão et. al. (2005). Eles testaram seis híbridos de milho na mesma faixa de população e obtiveram uma curva média de resposta semelhante a encontrada no presente experimento.

Para Shioga, Oliveira e Gerage (2004), sempre que se tem o aumento na densidade de plantas, ocorre uma tendência para uma maior altura de plantas. Essa tendência é abordada por Sangoi (2001) & Sangoi et al. (2002). Segundo esses autores, o aumento na densidade de plantas estimula uma maior dominância apical e faz estimular o crescimento das plantas em busca de luz. Porém, em híbridos com menor porte e folhas mais eretas, esse efeito não é tão drástico devido a maior penetração e interceptação de luz solar.

Figura 3: Altura de plantas em função da população de plantas de milho (a) e em função das doses de N aplicadas em cobertura (b).



A altura de plantas não foi influenciada pelo aumento das doses de N aplicadas em cobertura (Figura 3b). O resultado corrobora com o encontrado por Schiavinatti et al. (2011), onde testando doses de nitrogênio em milho safrinha irrigado no cerrado não encontrou efeito significativo na altura de plantas. Possivelmente a dose e 80 kg ha de N, a menor, foi suficiente para um adequado crescimento do milho.

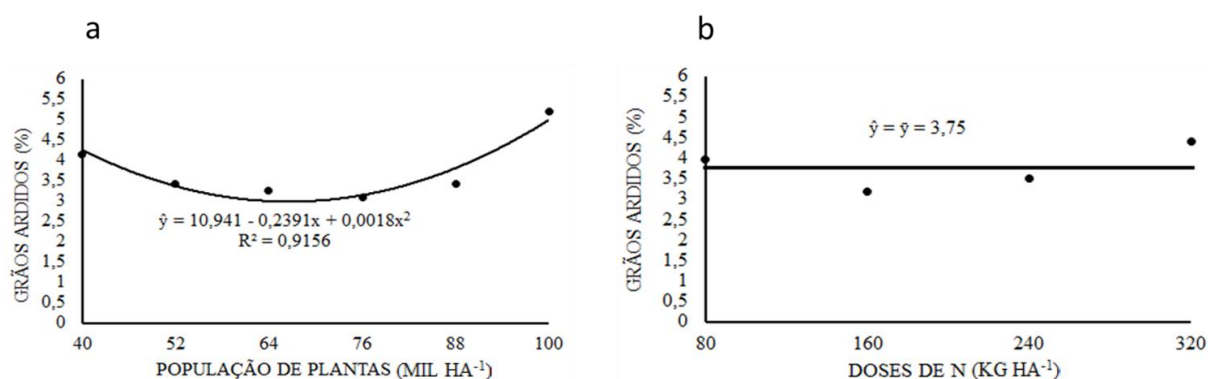
Já Caires & Milla (2016), encontraram resultados discordantes aos obtidos no presente experimento. Eles testaram doses lineares de N em milho safra, incluindo a testemunha, sem aplicação de N e obtiveram aumentos lineares na altura de plantas.

Para grãos ardidos pode-se observar um ajuste quadrático para o aumento da população de plantas, a menor quantidade de grãos ardidos foi de 2,64 % com uma população de 66.000 plantas ha⁻¹ (Figura 4a). A partir dessa população ocorreu aumento de grãos ardidos acompanhando o aumento da população de plantas.

O resultado corrobora com o encontrado por Casa et al. (2007), que testando dois híbridos de milho sob diferentes populações durante duas safras, concluíram que o aumento de densidade de plantas por unidade área elevou a incidência de grãos ardidos, independentemente do híbrido utilizado. Eles comentam que os mesmos patógenos que atacam os colmos do milho podem atacar a espiga e causar grãos ardidos. Assim, Denti & Reis (2001), relatam que o aumento da população de plantas aumenta a incidência de patógenos que atacam os colmos.

Marcondes (2012), no entanto, verificaram que o aumento da densidade de plantas não observou provocou aumento da incidência de grãos ardidos e concluíram que baixas precipitações pluviométricas a partir do florescimento podem contribuir para baixa incidência de grãos ardidos.

Figura 4: Incidência de grãos ardidos em função da população de plantas (a) e em função das doses de N aplicados em cobertura (b).



A incidência de grãos ardidos não foi influenciada pelo aumento das doses de N em cobertura (Figura 4b). Costa et al. (2011), avaliando diferentes híbridos de milho e aumento das doses de N, também verificaram que o aumento das doses N não influenciou a ocorrência de grãos ardidos.

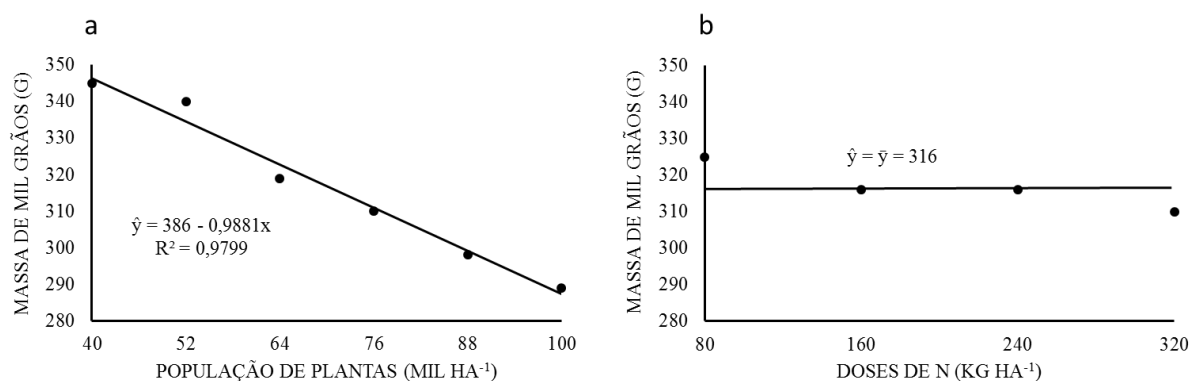
Basi (2013), testando doses de N em cobertura em interação a formas de inoculação de *A. brasilense*, concluiu que a porcentagem de grãos ardidos diminui de forma quadrática com o aumento das doses de N. A maior quantidade de grãos ardidos foi encontrada com a dose de 90 kg ha⁻¹ e maior dose de 300 kg ha⁻¹ de N resultou na menor incidência de grãos ardidos.

Apesar dos grãos ardidos influenciarem negativamente a qualidade dos grãos de milho, de maneira geral as porcentagens de grãos ardidos encontradas no presente experimento não alteraram o padrão considerado para comercialização.

Pode-se observar uma diminuição linear da massa de mil grãos (MMG) com o aumento da população de plantas (Figura 5a). Esse resultado corrobora com os encontrados por Marchão et al. (2005) e Brachtvogel (2008), que testaram aumento da população de plantas na mesma faixa do presente experimento e concluíram que o incremento da população de plantas fez diminuir linearmente a MMG.

Segundo Sangoi (2001), o aumento da densidade de plantas pode aumentar a competição entre plantas pela radiação solar, por nutrientes e água, todos esses fatores podem determinar a formação da espiga e implicar no suprimento de carbono e nitrogênio para as plantas, como consequência decréscimo na massa dos grãos.

Figura 5: Massa de mil grãos em função da população de plantas de milho (a) e em função das doses de N aplicados em cobertura (b).



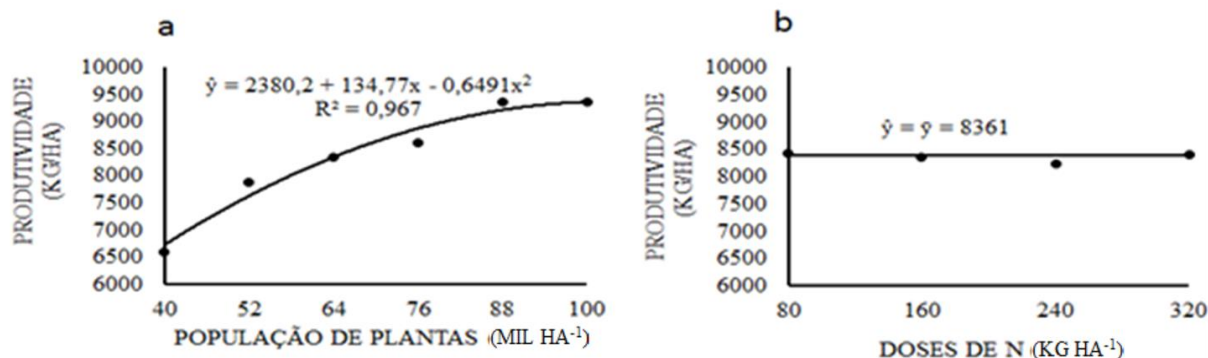
A massa de mil grãos não foi influenciada pelas doses de N aplicados em cobertura (Figura 5b). Esses resultados diferem dos encontrados por Caires & Milla (2016), que testaram aumentos lineares nas doses de ureia como fonte de N e constataram aumento linear da MMG do milho. Amaral Filho et al. (2005), testando espaçamentos e populações de plantas, também concluíram que o aumento nas doses de nitrogênio promoveu aumento na MMG, independentemente do espaçamento utilizado. A menor dose de 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura foi o suficiente para garantir o suprimento de N para as plantas completarem a formação de grãos.

Em relação produtividade de grãos pode-se observar que o aumento da população de plantas proporcionou uma equação quadrática onde a máxima produtividade de 9366 kg ha⁻¹ foi obtida com uma população de 100.000 plantas ha⁻¹ (Figura 6a).

Esses resultados corroboram com os obtidos por Sangoi et al. (2005) & Casa et al. (2007). Eles avaliaram o aumento linear na população de plantas de milho de dois híbridos e obtiveram máximas produtividades com uma população de 100.000 plantas ha⁻¹. Segundo Casa et al. (2005), isto ocorre porque híbridos simples se adaptam melhor as altas densidades populacionais. Esses híbridos também possuem maior heterose o que eleva seu potencial produtivo sob condições favoráveis de manejo

Marchão et al. (2005), também, testando o aumento de população de plantas 40.000 para 97.000 plantas ha⁻¹ com seis híbridos de milho, observaram que a maioria dos híbridos avaliados alcançaram maiores produtividades com populações acima de 70.000 plantas ha⁻¹. Segundo o autor as populações utilizadas atualmente em lavouras tecnificadas e ambientes favoráveis fazem com que genótipos de milho sejam subutilizados em seu potencial de produção.

Figura 6: Produtividade de grãos de milho em função da população de plantas (a) e em função das doses de N aplicadas em cobertura (b).



Com o avanço do melhoramento genético os híbridos estão mais precoces e com menor estatura de plantas. Essas características favorecem uma melhor adaptação às altas populações de plantas.

A produtividade de grãos de milho não foi influenciada pelas doses de N aplicadas em cobertura (figura 6b). Souza & Soratto (2006), no entanto, verificaram que a produtividade de grãos de milho safrinha foi linearmente aumentada com a utilização de doses crescentes de N aplicadas em cobertura. Araújo, Ferreira e Cruz (2004), também, testando doses em cobertura de 0 a 240 kg ha⁻¹ de N, obtiveram maior produtividade com a máxima dose desse nutriente.

A falta de resposta em produtividade em função das doses de nitrogênio pode ter ocorrido devido a menor demanda de nitrogênio em milho cultivado segunda safra. Além disso, a fixação de N pela soja, que foi a cultura antecessora e o alto teor de matéria orgânica do solo, possivelmente forneceram grande quantidade de N para o milho. Além disso, as plantas de todos os tratamentos receberam no mínimo 80 kg ha⁻¹ de N.

Conclusões

Não houve interação significativa entre população de plantas e doses de N aplicadas em cobertura para nenhuma variável avaliada.

As doses de N aplicados em cobertura não influenciaram nenhum dos componentes de produtividade avaliados. A dose de 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura foi o suficiente para se obter a máxima produtividade de grãos de milho

O aumento da população de plantas apresentou um decréscimo na estimativa de clorofila e massa de mil grãos e para clorofila e altura de plantas apresentou função quadrática.

A maior produtividade de grãos para esse híbrido de milho foi 9366 kg ha⁻¹, com a população de 100.000 plantas ha⁻¹.

Referências

- Análise da conjuntura agropecuária safra 2010/11 disponível em :
http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/agrometeorologia_2010_11.pdf. Acesso em 23/03/2017.
- AMARAL FILHO, J.P.R. do; FORNASIERI FILHO, D; FARINELLI, R.; BARBOSA, J.C.;
 Espaçamento, densidade populacional e adubação nitrogenada na cultura do milho. **R. Bras. Ciência do Solo**, 29, p. 467-473, 2005
- ANDRADE, F.H.; VEGA, C.; UHART, S.O. Kernel number determination in maize. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 453-459, 1999.
- ARAÚJO, L.A.N. de; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. da; Adubação nitrogenada na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.8, p.771-777, ago. 2004.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; FOSTHOFER, E.L.; STRIDER, M.L.; SUHRE, E.; TEICHMANN, L.L.; Adubação nitrogenada em milho pelo monitoramento do nível de nitrogênio na planta por meio do clorofilômetro. **Revista Brasileira Ciência Solo**, 27:109-119, 2003.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; BORTOLINI, C.G.; FORSTHOFER, E.L.; STRIEDER, M.L.; Relação da leitura do clorofilômetro com teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. **Revista Brasileira Fisiologia Vegetal**, 13:158-167, 2001
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p.1075-1084, 2001.
- ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; BORTOLINI, C.G.; STRIEDER, M.L.; FORSTHOFER, E.L. Monitoramento do nível de nitrogênio na plantas de milho através do teor de clorofila avaliado pelo clorofilômetro. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia., 2000. **Resumos. Uberlândia, ABMS**, 2000a. p.198.
- BASI, S.; Associação de *Azospirillum brasilense* e de nitrogênio em cobertura na cultura do milho. **Dissertação de Mestrado**. Unicentro – Guarapuava – PR, 2013.
- BORGHI, E.; WILDA, L.R.M.; RESENDE, A.V. de; PEREIRA FILHO, A.; RODRIGUES, R.A.L.; Índice de vegetação, teor de clorofila e eficiência de uso de nitrogênio por híbridos de milho. **XXXI Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo**. Bento Gonçalves RS, 2016.
- BRACHTVOGEL, E.L.; Densidades e arranjos populacionais de milho e componentes agrônômicos. **Dissertação de Mestrado**. UNESP – Campus Botucatu – Botucatu – SP, junho, 2008.
- CAIRES, E.F.; MILLA, R.; Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, Campinas v. 75, n. 1, p.87-95, 2016.

CASA, R.T.; MOREIRA, E.N.; BOGO, A.; SANGOI, L.; Incidência de podridões do colmo, grãos ardidos e rendimento de grãos em híbridos de milho submetidos ao aumento na densidade de plantas. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.4, p.353-357, 2007.

COSTA, G.M.C.; COSTA, R.V.; COTA, L.V.; CRUZ, J.C; SILVA, D.D.; NOLASCO, A.A.R.; LANZA, F.E.; PARREIRA, D.F; RAMOS, T.C.D.; Incidência de grãos ardidos em milho sob diferentes populações de plantas e doses de nitrogênio. *Tropical Plant Pathology* 36 (Suplemento), agosto 2011. **XLIV Congresso Brasileiro de Fitopatologia** - Bento Gonçalves RS.

DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: SBCS, Viçosa, 2007, **Fertilidade do Solo**, 1017p. (eds. NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L.)

DENTI, E.A. & REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência das podridões da base do colmo e no rendimento grãos do milho. **Fitopatologia Brasileira** 26: 635-639. 2001.

DOURADO NETO, D.D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P.A.; MANFRON, P.A.; MEDEIROS, S.L.P.; ROMANO, M.R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, n.3, p.63-77, 2003.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-2006. **Sistema de Produção**, 1.disponível em http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_1_ed/economiadaprodu.htm#topo. Acesso em 19/03/17.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Brasília DF. **Recomendações técnicas para cultivo do milho**. 2 ed. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1996, 204 p.

FANCELI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba. E. Agropecuária, 2000. 360 p.

FERREIRA, D. F. **Sisvar** - Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1998. 19 p.

FURLANI, A.M.C. Nutrição mineral. IN: KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**, Rio de Janeiro – RJ, 452 p., 2004.

GALINAT, W.C. The origin of maize: grain of humanity. **New York: New York Botanical Garden Journal**, v. 44, p.3-12, 1995.

JORDÃO, L.T.; LIMA, F.F. de; LIMA, R.S.; MORETTI, P.A.M.; PEREIRA, H.V.; MUNIZ, A.S.; OLIVEIRA, M.C.N. de; Teor relativo de clorofila em folhas de milho inoculado com *Azospirillum braziliense* sob diferentes doses de nitrogênio e manejo com braquiária. **Fertibio**. Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.

LOPES, A.S.; GUILHERME L.R.G. Fertilidade do solo e produtividade agrícola. In: SBCS, Viçosa, 2007, **Fertilidade do Solo**, 1017p. (eds. NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L.).

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUMARÃES, C.M.; GOMES, J.A.; Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzidos entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 35, 93-101, 2005.

MARCONDES, M.M.; Incidência de podridão de colmo e grãos ardidos em híbridos de milho sob diferentes densidades e épocas de colheitas. **Dissertação de Mestrado**. Unicentro – Guarapuava – PR, 2012.

MENDES, M.C.; ROSSI, E.S.; FARIA, M.V.; ALBUQUERQUE, 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. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava-PR, v.4, n.2, p.176–192, 2011.

NASS, L. L.; PATERNIANI, E. Importância das coleções de milho e perspectivas de coleta. In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Ed.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 633-661, 2005.

NOVAIS, R.F., MELLO, J.W.V.de. Relação solo planta. IN: SBCS, Viçosa, 2007, **Fertilidade do Solo**, 1017p. (eds. NOVAIS, R.F., ALVAREZ V., V.H., BARROS, N.F., FONTES, R.L.F., CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L.)

PATERNIANI, E. Métodos tradicionais de melhoramento de milho. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. (Ed.). **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Potafos: Piracicaba, 1993. p. 23.

PEREIRA FILHO, I.A.P.; CRUZ, J.C. Práticas culturais do milho. IN.: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho**. Brasília. EMBRAPA. SPI. 1993 p. 113-127.

PIEKIELEK, W.P.; FOX, R.H. Use of a chlorophyll meter to predict sidedress nitrogen requirements for maize. **Agronomy Journal**, 84:59-65, 1992.

PINTO, N. F. J. de A. Grãos ardidos em milho. **Circular Técnica 66**, Embrapa Milho e Sorgo (CNPMS), Sete Lagoas, 6p., dez. 2005.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. International Plant Nutrition Institute, Piracicaba, 420 p., 2011.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M.L. de; GRACIETTI, M.A.; HORN, D.; SCHWEITZER, C.; SCHMITT, A.; BIANCHET, P.; Rendimento de grãos, produção e distribuição de massa seca de híbridos de milho em função do aumento da densidade de plantas. **Revista Brasileira Agrociência**, v.11, n. 1, p. 25-31, jan-mar, 2005.

SANGOI, L.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G.; HORN, D. Bases morfofisiológicas para aumentar a tolerância de cultivares de milho a altas densidades de plantas. In: REUNIÃO

- 499 TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 4., 2003, Lages, SC. **Resumos**
 500 **Expandidos...** Lages: CAV-UDESC, 2003. p.19-24.
 501
- 502 SANGOI, L.; GRACIETTI, M.A.; RAMPAZZO, C.; BIANCHETTI, P.; Response of
 503 Brazilian maize hybrids from different eras to changes in plant density. **Field Crops**
 504 **Research**, 79: 39-51, 2002.
 505
- 506 SANGOI, L. Understanding plant density effects on maize growth and development: an
 507 important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.1, p.159-168,
 508 2001.
 509
- 510 SCHIAVINATTI, A.F.; ANDREOTTI, M.; BENETT, C.G.S.; PARIZ, C.M.; LODO, B.N.;
 511 BUZETTI, S.; Influência de fontes e modos de aplicação de nitrogênio nos componentes da
 512 produção e produtividade do milho irrigado no cerrado. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4,
 513 p.925-930, 2011.
 514
- 515 SHIOGA, P.S.; OLIVEIRA, E.L. de; GERAGE, A.C. Densidade de plantas e adubação
 516 nitrogenada em milho cultivado na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3,
 517 p.381-390, 2004.
 518
- 519 SOUZA, E.F.C. de; SORATTO, R.P.; Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no
 520 milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n.3, p.395-405,
 521 2006.
 522
- 523 VEGA, C.R.C.; ANDRADE, F.H.; SADRAS, V.O.; UHART, S.A; VALENTINUZ; O.R.;
 524 Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower, and maize.
 525 **Crop Science**, Madison, v.41, n.3, p.748-754, 2001.
 526
- 527 VELOSO, C.A.C.; SOUZA, F.R.S. de; SILVA, A.R.; CARVALHO, E.J.M.; FILHO, A.S.;
 528 Comportamento do milho em função da densidade populacional e da adubação nitrogenada no
 529 oeste paraense. **XXXI Congresso Brasileiro de Milho e Sorgo**. Bento Gonçalves RS, 2016
 530 p. 438-443.