

Doses de Nitrogênio em Cobertura e Densidade de Plantas nas Características Agronômicas do Milho de Primeira Safra sob Espaçamento Reduzido

Denis Piazzoli¹, André Mateus Prando², Claudemir Zucareli³, Wagner Ezequiel Risso⁴, Diogo Nascimento de Souza⁵, João Alberto de Oliveira Jr⁶

^{1,2,3,4,5} Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. ²andre.mateus@hotmail.com,

³claudemircca@uel.br, ⁴wagner@uel.br, ^{1,6}Monsanto do Brasil, São Paulo, SP.

¹denis.piazzoli@monsanto.com, ⁶joao.a.oliveira@monsanto.com

RESUMO: A escolha da densidade de plantas e doses de nitrogênio associados a escolha do híbrido, estão entre as decisões mais importantes para obtenção de maior produtividade do milho. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de densidades de plantas e doses de adubação nitrogenada em cobertura nas características fitométricas e na produtividade de grãos na cultura do milho de primeira safra sob espaçamento reduzido. O experimento foi instalado em Mauá da Serra-PR, com o híbrido DKB240 YG, em dois anos agrícolas (2009/2010 e 2010/2011). Foram avaliadas quatro populações de plantas (60, 75, 90 e 105 mil plantas ha⁻¹) com cinco doses de nitrogênio em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹). O delineamento experimental foi em blocos com parcelas sub-divididas com quatro repetições, com o fator população na parcela e a adubação de cobertura na sub parcela. Foram avaliados altura de inserção de espiga, altura de plantas e produtividade de grãos. Os dados foram submetidos ao teste F e regressão até o 2º grau, com análise conjunta dos anos. As características fitométricas e a produtividade de grãos são influenciadas pelo ano de cultivo. A altura de plantas e produtividade de grãos nos dois anos e a inserção de espiga no ano agrícola de 2009/2010, aumentaram com o incremento da densidade de plantas e doses de N em cobertura. A maior produtividade de grãos do híbrido DKB240YG é obtida com a combinação de 10,5 plantas m⁻² e 185 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Palavras-chave: *Zea mays* L., população de plantas, adubação nitrogenada, produtividade.

Introdução

O milho de primeira safra tem evoluído como cultura comercial e diversos fatores influenciam para este incremento. Dentre eles está o emprego do espaçamento entre linhas, da densidade de plantas e doses adequadas de nitrogênio para a cultura. Tradicionalmente, o espaçamento entre linhas adotado pela maioria dos agricultores brasileiros concentra-se entre 0,80 e 0,90 m. Entretanto a tendência do espaçamento entre linhas utilizado atualmente é de 0,40 a 0,60 m (SANGOI et al., 2010). O aumento da densidade populacional procura saturar o campo com plantas na disposição em que intercepte o máximo de radiação solar, diminuindo a competição intraespecífica. Dessa forma, híbridos com menor altura de planta permitem maior densidade e maior capacidade fotossintética (SANGOI et al., 2010).

Além da densidade de plantas, a adubação nitrogenada também interfere em diversas características relacionadas ao crescimento e desenvolvimento da planta de milho. A adubação nitrogenada resulta em incremento da produtividade, visto que o solo fornece insuficiente quantidade de N para o adequado crescimento e desenvolvimento das plantas.

Com o incremento da densidade de plantas, cresce a competição intraespecífica na cultura, assim o fornecimento dos nutrientes deve ser incrementado, com vistas à manutenção da produção por planta e, conseqüentemente, incremento de produtividade.

Embora existam inúmeros trabalhos de pesquisa referente à resposta da cultura do milho às doses de N e densidade de plantas, a interpretação destes resultados exige que sejam considerados alguns fatores como: resposta do híbrido, época de semeadura, espaçamento entre linhas e fontes de N empregadas. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de densidade de plantas e doses de adubação nitrogenada em cobertura nas características fitométricas e na produtividade de grãos na cultura do milho de primeira safra sob espaçamento reduzido.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em dois anos agrícolas (2009/2010 e 2010/2011), na fazenda Panônia situada no município de Mauá da Serra – PR. O solo do local é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf) (SANTOS et al., 2006), com valores de matéria orgânica de $37,5 \text{ g dm}^{-3}$ para o ano de 2009/2010 e 45 g dm^{-3} para o ano de 2010/2011. Foi utilizado o híbrido DKB240 YG, indicado pra região sul do país. No ano agrícola de 2009/2010, o experimento foi instalado após a cultura de trigo com soja no verão anterior e, no ano de 2010/2011, foi após a cultura do trigo com milho no verão anterior.

Foram avaliadas quatro populações de plantas (60, 75, 90 e 105 mil plantas ha^{-1} , ou seja, 6; 7,5; 9 e 10,5 plantas m^{-2}), com cinco doses de N em cobertura (0, 60, 120, 180 e 240 kg ha^{-1}) em espaçamento reduzido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos com parcelas subdivididas com quatro repetições, sendo o fator população alocado na parcela, e a dose de N em cobertura na subparcela. A subparcela experimental foi constituída por seis linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,70 m, considerando como área útil as duas linhas centrais, totalizando 7 m^2 .

Foram aplicados na semeadura 22 kg N ha^{-1} , 104 $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ e, 62 $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$, na forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio. A adubação nitrogenada de cobertura foi realizada no estágio de V3 a V4. A fonte utilizada foi nitrato de amônio (32% N), aplicado em cobertura sobre a superfície do solo nas quatro linhas centrais da subparcela.

Foram avaliados os caracteres altura de inserção de espiga (IE), altura de planta (AP) e produtividade de grãos em kg ha^{-1} a 13% de umidade. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F e à análise de regressão até o 2º grau, com análises conjuntas dos dois anos agrícolas de condução do experimento.

Resultados e Discussão

Houve interação tripla significativa entre os fatores de variação para todas as características avaliadas: altura de inserção de espiga (IE), altura de planta (AP) e produtividade de grãos (PROD) (Tabela 1).

Para IE, no ano agrícola de 2009/2010, todas as doses de N em cobertura resultaram em incremento linear com o aumento da densidade de plantas (Figura 1a). No ano de 2010/2011 não houve resposta da IE à densidade para todas as doses avaliadas (Figura 1b). Com relação ao nitrogênio em cobertura, no ano 2009/2010, na densidade de 6 e 7,5 plantas m^{-2} , a IE ajustou-se a uma equação linear crescente com aumento das doses, enquanto que nas densidades de 9 e 10,5 plantas m^{-2} houve ajuste quadrático até o ponto de máxima de 135 e 233 kg de N, respectivamente (Figura 1c). Já no ano de 2010/2011, a densidade de 6 plantas m^{-2} teve resposta quadrática até a dose de 137,5 kg de N, e nas densidades de 7,5; 9 e 10,5 plantas m^{-2} não houve resposta à variação das doses de N em cobertura (Figura 1d).

Para AP no ano agrícola de 2009/2010, nas doses de 0, 60, e 180 kg de N não houve resposta ao incremento da densidade de plantas (Figura 2a). Já no ano de 2010/2011, nas doses de 0 e 60 kg de N, verificou-se um comportamento quadrático com máxima resposta em 8,42 e 8,82 plantas m^{-2} , respectivamente. A dose de 180 kg de N manteve o mesmo comportamento ocorrido no ano anterior, ou seja, não respondeu ao incremento de densidade (Figura 2b). Na dose de 120 kg de N, no ano de 2009/2010, obteve-se um crescimento linear da AP com o aumento da densidade de plantas (Figura 3a), diferentemente do ocorrido no ano de 2010/2011, onde não houve resposta (Figura 2b). Já a dose de 240 kg de N obteve um comportamento quadrático nos dois anos de avaliação, contudo com ponto de mínima de 7,68 plantas m^{-2} no ano de 2009/2010 (Figura 2a) e ponto de máxima de 8,55 plantas m^{-2} no ano de 2010/2011 (Figura 2b). Para o comportamento da densidade de plantas em resposta às doses de N em cobertura, no ano de 2009/2010, na densidade de 6 plantas m^{-2} obteve-se crescimento linear da AP com incremento da dose de N. Já nas demais densidades de 7,5; 9 e 10,5 plantas m^{-2} , ocorreu um comportamento quadrático até ponto máximo de 164, 200 e 240 kg de N em cobertura, respectivamente (Figura 2c). No ano de 2010/2011, as densidades de 6 e 10,5 plantas m^{-2} resultaram em aumento até o ponto máximo de 150 e 162,5 kg de N em cobertura, respectivamente. Já na densidade de 7,5 plantas m^{-2} houve um aumento linear da AP conforme incremento da dose e, na densidade de 9 plantas m^{-2} não houve diferença na AP conforme variação das doses de nitrogênio em cobertura (Figura 2d).

Há vários relatos de trabalhos com respostas para altura de inserção de espiga e altura de plantas com o incremento de densidade e doses de N. Para incremento de densidade,

Penariol et al. (2003) relatam que existe resposta positiva da IE em relação a AP pelo efeito de estiolamento do dossel. Contudo, Marchão et al. (2006) observaram em seus trabalhos que somente a AP responde as maiores densidades, mantendo a IE estável, resultado também encontrado neste experimento. Sangoi e Almeida (1994), avaliando a aplicação de diferentes doses de N em cobertura durante dois anos, observaram que em apenas um ano a dose de N interferiu na AP e na altura de IE. As variações climáticas, principalmente as precipitações de um ano para o outro, são as principais causas atribuídas pelos autores para esta variação, o que também ocorreu neste estudo. A inconsistência de respostas de AP e IE em relação a outros estudos devem-se também ao híbrido avaliado, que possui características diferentes dos híbridos comumente utilizados, pois possui menor número de folhas, folha mais ereta e menor área foliar. A arquitetura de planta dos híbridos modernos interfere na qualidade da luz que penetra no dossel, isso minimiza a competição entre plantas e contribui para sua maior tolerância às condições de altas densidades (SANGOI et al., 2001).

Em relação à produtividade, as doses de 60, 120, 180 e 240 kg de N, resultaram em crescimento linear conforme aumento da densidade de plantas nos dois anos avaliados (Figura 3a e 3b). Marchão et al. (2005) e Von Pinho et al. (2008), também encontraram respostas lineares crescentes para produtividade com o incremento de densidade de plantas utilizando até 8,5 plantas m^{-2} e 10 plantas m^{-2} , respectivamente. Para a dose de 0 kg de N em cobertura, no ano agrícola de 2009/2010, não houve influência da densidade de plantas na produtividade de grãos (Figura 3a), diferente do ano de 2010/2011, onde houve crescimento linear, contudo, com baixas produtividades comparadas às maiores doses (Figura 3b).

Para respostas ao incremento de doses de N em cobertura, nas densidades de 6; 7,5 e 10,5 plantas m^{-2} no ano agrícola de 2009/2010, houve crescimento linear da produtividade com aumento das doses. Já na densidade de 9 plantas m^{-2} a resposta foi positiva com incremento de produtividade até a dose de 186 kg de N em cobertura (Figura 3c). No ano agrícola de 2010/2011, a maioria das densidades resultou em incremento de produtividade até aproximadamente a dose de 180 kg de N. Porém, a densidade de 6 plantas m^{-2} respondeu a produtividade somente até em torno de 160 kg de N em cobertura (Figura 3d).

Trabalhos com genótipos, densidades de planta e níveis de nitrogênio evidenciam que, à medida que se eleva a densidade de plantas, são necessárias maiores doses de nitrogênio. O híbrido DKB240 YG possui características que propiciam o readequamento do arranjo espacial, diminuindo o espaçamento entre linhas e aumentando a densidade de plantas. Consequentemente há um aproveitamento mais eficiente da radiação solar e do sistema radicular no solo, o que resultou em maiores produtividades. Contudo, nestas condições, há

um aumento da exigência hídrica do dossel, dessa forma vale ressaltar que maiores densidades demonstram melhores resultados onde a precipitação pluviométrica não é limitante. Usualmente, os agricultores utilizam a densidade de 7 a 7,5 plantas m⁻² com doses de N em torno de 120 kg, levando em consideração a máxima resposta do híbrido. Neste estudo, utilizando o híbrido precoce de características modernas em espaçamento entre linhas de 0,7 m, os melhores resultados de produtividade foram na interação na densidade de 10,5 plantas m⁻² e 185 kg de N em cobertura com 15.656 kg ha⁻¹ de rendimento de grãos, tornando-se uma opção para o incremento de produtividade.

Conclusões

As características fitométricas e a produtividade de grãos são influenciadas pela ano de cultivo. A altura de plantas e produtividade de grãos nos dois anos e, a inserção de espiga no ano de 2009/2010, aumentaram com o incremento da densidade de plantas e doses de N em cobertura. A maior produtividade de grãos do híbrido DKB240YG é obtida com a combinação de 10,5 plantas m⁻² e 185 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Literatura Citada

MARCHÃO, R. B.; 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, v. 35, 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, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, L.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na segunda safra. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.2, p.52-60, 2003.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L. Doses e época de aplicação de nitrogênio para a cultura do milho num solo com alto teor de matéria orgânica. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 29, n. 1, p. 13-24, 1994.

SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, ALF.; ALMEIDA, M. L.; HEBERLE, P.C. Influence of row spacing reduction on maize grain yield in regions with a short summer. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36, n. 6, p. 861-869, 2001.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Estratégias de manejo do arranjo de plantas para aumentar o rendimento de grãos de milho. Lages: Graphel, 2010. 64p.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; OLIVEIRA, J.B. de; COELHO, M.R.; LUMBRERAS, J.F.; CUNHA, T.J.F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

VON PINHO, R. G.; GROSS, M. R.; STEOLA, A. G.; MENDES, M. C. Híbridos de milho em sistema de plantio direto. *Bragantia*, Campinas, v. 67, n. 3, p. 733-739, 2008.

Tabela 1 - Análise de variância das características agrônômicas do milho em função de diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio em cobertura, nos anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011, Mauá da Serra – PR (2012).

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios		
		IE (m)	AP (m)	PROD (kg ha ⁻¹)
ANO (A)	1	3,153*	1,354*	80735454,358*
BLOCOS	6	0,0028*	0,005*	447038,967*
POPULACÃO (P)	3	0,009*	0,012*	15543853,609*
P*A	3	0,009*	0,005*	5755636,505*
DOSE N (D)	4	0,033*	0,126*	27069482,341*
D*A	4	0,012*	0,045*	2237017,151*
D*P	12	0,003 ^{ns}	0,002 ^{ns}	496970,999*
D*P*A	12	0,005*	0,003*	316026,292*
Média 2009/2010		0,95	2,13	11994
Média 2010/2011		1,23	2,31	13415
C.V 1(%)		3	1,6	2,2
C.V 2(%)		3,9	1,8	3,1

^{ns} :não significativo e *: significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. GL: graus de liberdade, IE: inserção de espiga; AP: altura de planta; PROD: produtividade.

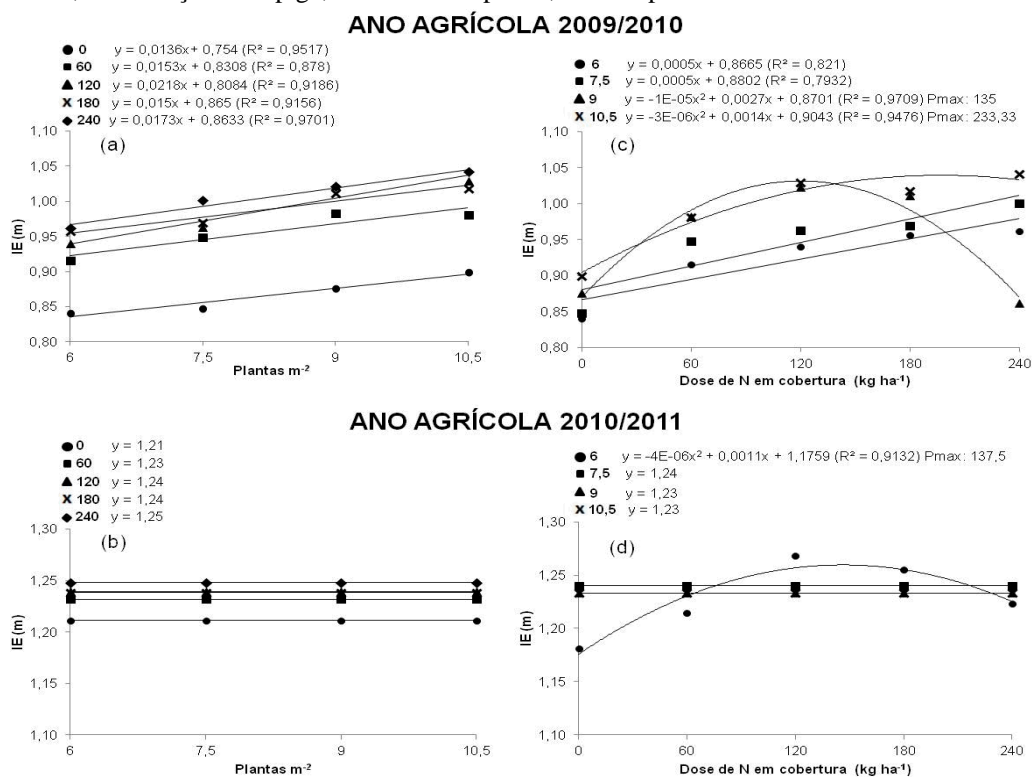


Figura 1 – Altura de inserção de espiga (IE) em função de doses de N em cobertura e densidades de plantas na cultura do milho nos anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011, Mauá da Serra – PR (2012).

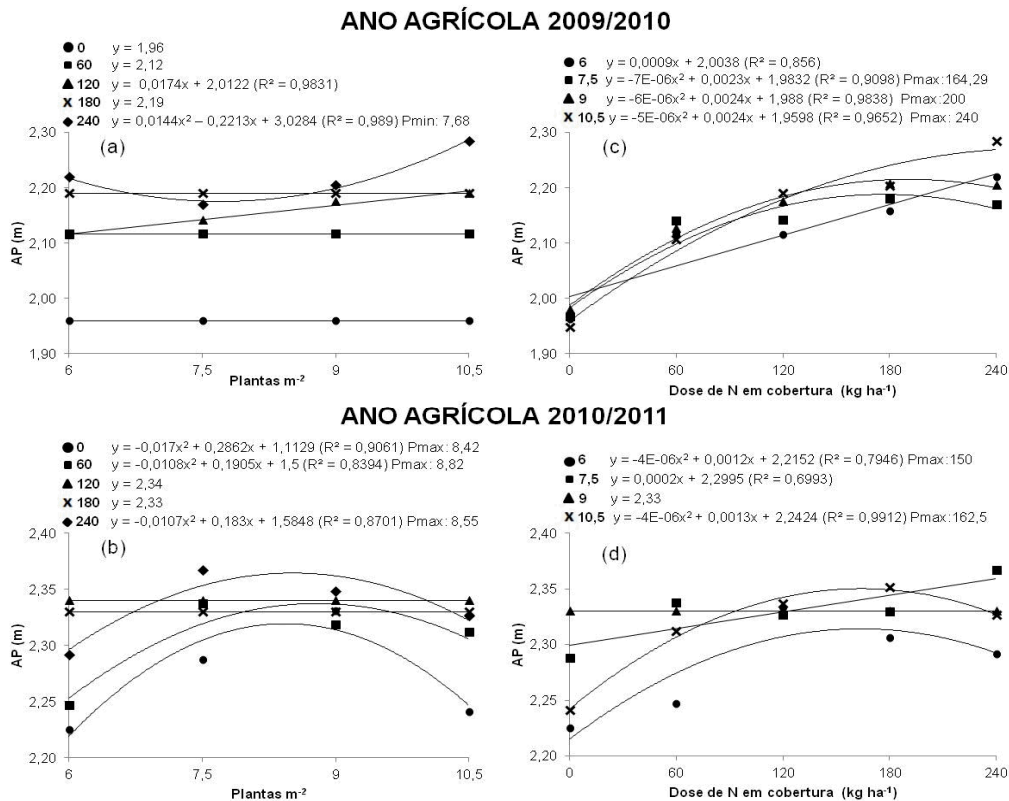


Figura 2 - Altura de planta (AP) em função de doses de N em cobertura e densidades de plantas na cultura do milho nos anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011, Mauá da Serra – PR, Brasil (2012).

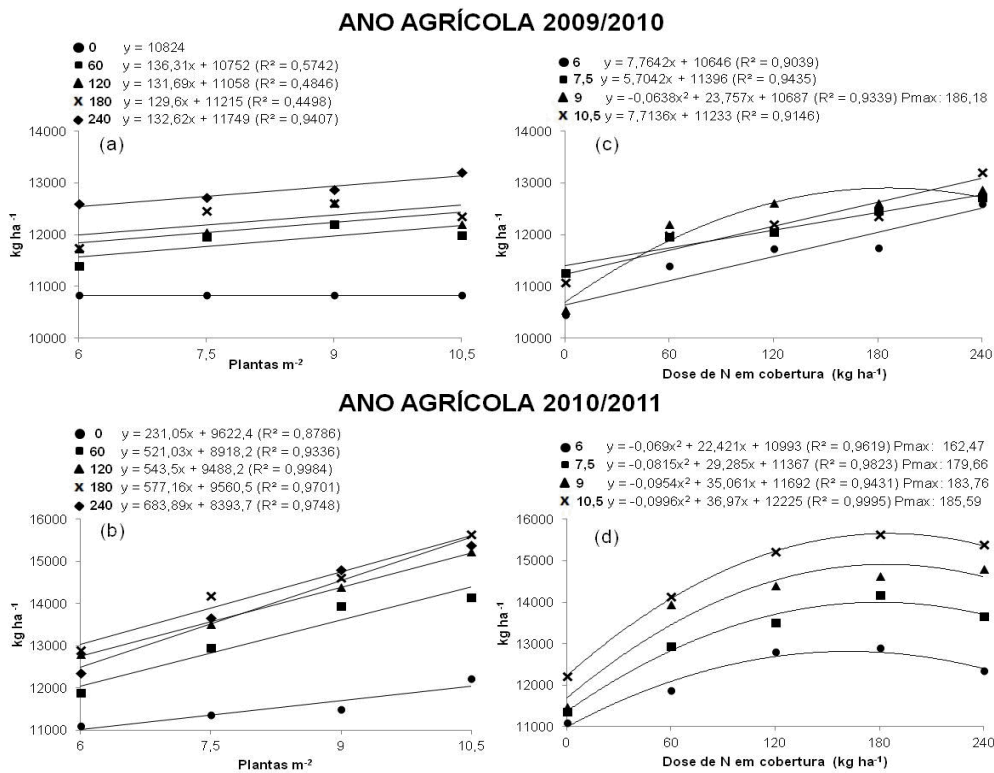


Figura 3 - Produtividade de grãos em função de doses de N em cobertura e densidades de plantas na cultura do milho nos anos agrícolas de 2009/2010 e 2010/2011, Mauá da Serra – PR, Brasil (2012).