UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO INDUSTRIAL DO MILHO DOCE IRRIGADO EM FUNÇÃO DE DOSE E PARCELAMENTO DE NITROGÊNIO

Cláudia Amaral Cruz
Engenheira Agrônoma

2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO INDUSTRIAL DO MILHO DOCE IRRIGADO EM FUNÇÃO DE DOSE E PARCELAMENTO DE NITROGÊNIO

Cláudia Amaral Cruz

Orientador: Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal)

2014

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

(VERSO DA PÁGINA DE ROSTO)

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CLÁUDIA AMARAL CRUZ, nascida em 22 de dezembro de 1985 na cidade de São Paulo, Estado de São Paulo, filha de Sebastião do Amaral Cruz e Maria Cremildes Cruz. Iniciou os estudos na cidade de Ceará-Mirim-RN, cursando o nível médio na Escola estadual Interventor Ubaldo Bezerra de Melo, concluído em 2004. Em 2006, ingressou no curso de Engenharia Agronômica da Universidade Federal Rural do Semi-árido, em Mossoró, RN. Participou de projetos de pesquisa e de extensão, incluindo iniciação científica e estágios em empresas privadas e propriedades rurais da região, obtendo o título de Engenheira Agrônoma em agosto de 2011. Em 2012 iniciou o mestrado em Agronomia pelo programa da Agronomia (Produção Vegetal) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Jaboticabal, sob a orientação do Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho. Foi contemplada com bolsa de estudos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes.

" A simplicidade representa o último degrau da sabedoria. "

(Arthur Schopenhauer)

Ao meu companheiro Marconi Clímaco, grande exemplo de caráter, coragem e determinação. Por ter enxergado em mim o que eu ainda não sou, mas o que posso me tornar. Por todo incentivo, amor, carinho e respeito.

DEDICO

Aos novos e queridos amigos, Tatiana Pagan, Fernando, Lilian Lúcia, Rodrigo Nowaki, Natália, Thaiza, Dasmiliá, Eliza e Ederlon que estiveram presentes durante essa jornada, com quem tive a honra de conviver e compartilhar bons momentos.

Ao Prof. Dr. Arthur Bernardes Cecílio Filho, pela orientação, dedicação, amizade, confiança, paciência e ensinamentos de grande valia no decorrer do curso de mestrado.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão de tudo que somos e fazemos. Por me acalentar, fortalecer e conceder discernimento na escolha do caminho a seguir e decisões a tomar;

A minha irmã Cristiane, pelo apoio e carinho nessa trajetória de mais uma conquista;

A minha tia Luzimar que me faz com seu exemplo, resgatar todos os dias força, foco e fé;

À Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - FCAV/UNESP, pelos ensinamentos oferecidos e pela oportunidade de realização do curso;

Aos docentes do curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da FCAV/UNESP pela importante contribuição em meu crescimento científico;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FCAV, Campus de Jaboticabal, Inauro, Cláudio e Reinaldo, pelo apoio na condução dos trabalhos de campo;

A minha amiga Ana Paula pela sincera amizade ao longo destes muitos anos;

Aos colegas de Pós-Graduação Victor, Leonardo, João Batista Júnior e Juan Waldir pelo convívio e contribuições para realização deste trabalho;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa;

A indústria Predilecta pelo investimento nesta pesquisa;

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram ou participaram desse trabalho, que se finda com a elaboração da presente dissertação.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

Página

RESUMO.....ix
SUMMARY.....x
1 INTRODUÇÃO 1
2 REVISÃO DE LITERATURA 2
3 MATERIAL e MÉTODOS.. 6
4 RESULTADOS e DISCUSSÃO 9
5 CONCLUSÃO..... 18
6 REFERÊNCIAS..... 19

PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO INDUSTRIAL DO MILHO DOCE IRRIGADO EM FUNÇÃO DE DOSE E PARCELAMENTO DE NITROGÊNIO

RESUMO O Brasil apresenta elevado potencial para produção de milho doce e diferentemente do milho ainda há escassez de informações técnicas. Com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada no rendimento industrial e produtividade do milho doce irrigado desenvolveu-se um experimento em Guaíra - SP, no período de 22-4 a 15-8 de 2013, em Latossolo Acriférrico. O experimento foi instalado sob delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 6 x 2, com três repetições. Os tratamentos consistiram em seis doses de N (0, 60, 120, 180, 240 e 300 kg ha^{-1}), na fonte uréia, aplicadas em duas formas de parcelamentos (P1 - 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a semeadura (DAS) e P2 - 0, 14, 28 e 42 DAS). Estes períodos corresponderam à aplicação de N na semeadura e nos estádios fenológicos V_E,V_3,V_5,V_7,V_9,V_{12} e V_{14} (P1) e semeadura e nos estádios fenológicos V_3,V_7 e V_{12} (P2). Máximas produtividades de espigas totais e comerciais do milho doce 'GSS 41240' são obtidas com 300 kg ha^{-1} de N. A aplicação do adubo nitrogenado em oito ou quatro vezes não afetou a produtividade e o rendimento industrial do milho doce. O maior rendimento industrial, 0,293 kg de grãos para 1 kg de espigas é obtido aplicando-se 188 kg ha^{-1} de N.

Palavras-chave: *Zea mays* var. *saccharata,* fertilização nitrogenada, produção, processamento.

PRODUCTIVITY AND INDUSTRIAL YIELD OF THE IRRIGATED SWEET CORN AS A FUNTION OF NITROGEN DOSAGE AND SUBDIVISION

SUMMARY The Brazil has hight potencial for producer sweet and unlike corn, there is little technical information. Aiming to evaluate the effect of nitrogen fertilization on productivity and industrial yield of sweet corn irrigated was developed an experiment in Guaíra, Brazil, in 04-22 to 08-15 of the 2013. The experimental design was a randomized blocks, in factorial design (6X2) with three replications. The treatments corresponding to six N dosage (0, 60, 120, 180, 240 and 300 kg ha^{-1}) and two ways of subdivisions: 0, 7,14, 21, 28, 35, 42 and 49 days after sowing (DAS) and 0,14, 28 and 42 DAS. These application times corresponded to vegetative stages, with application at sowing, V_E, V_3, V_5 , V_7, V_9, V_{12} and V_{14} (eight subdivision) and seeding, V_3, V_7 and V_{12} (four subdivision), respectively. Maximum total and commercial cobs productivity of sweet corn, hybrid 'GSS 41240' are obtained with 300 kg $ha^{-1}$of N. The largest number of nitrogen subdivisions does not contribute to increasing the productivity and industrial yield. The largest industrial yield, 0,293 kg of the grain by 1 kg of the cobs is obtained by applying of 188 kg ha^{-1} N.

Keywords: *Zea mays* var. *saccharata,* nitrogen fertilization, production, processing.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil, grande produtor de milho para grãos, também apresenta elevado potencial para produção de milho doce. Seu cultivo vem expandindo-se a cada ano e insere-se como uma alternativa rentável ao agricultor, pelo preço diferenciado em relação ao milho grão, atribuído ao seu exclusivo uso na alimentação humana. Contudo, diferentemente do milho com finalidade de grãos, há ainda escassez de informações técnicas.

A elevada produtividade desejada, nem sempre coincide com espigas comerciais adequadas ao processamento para obtenção de alto rendimento industrial.

Outra característica de grande relevância para indústrias é o rendimento de grãos, que estima a quantidade de grãos enlatados em relação à quantidade de espigas fornecidas pelo produtor (BARBIERI et al., 2005).

Dentre os fatores que interferem na produtividade e rendimento industrial do milho doce, destaca-se a fertilização nitrogenada (HE et al., 2012), porque o N influencia o número de espigas comerciais, comprimento e diâmetro de espigas, produtividade de espigas e de grãos.

Dada a influência de diversos fatores ligados ao clima, topografia, tipo de solo, manejo e cultivar é difícil definir a quantidade de N requerida, bem como a resposta do milho doce a fertilização, demandando estudos locais.

Dentre os fatores que podem ocorrer após a aplicação do fertilizante nitrogenado no solo (lixiviação na forma de nitrato (NO_3^-), volatilização de amônia (NH_3) e emissão de N_2, N_2O e outros óxidos de nitrogênio), a lixiviação é o fenômeno mais preocupante que ocorre com o N em solos com carga líquida negativa (DUQUE et al.,1985).

As recomendações de N para milho doce no Estado de São Paulo estão de acordo com a produtividade esperada e a classe de resposta da planta à adubação nitrogenada, alcançando no máximo 170 kg ha^{-1} de N para produtividade entre 16 e 20 t ha^{-1} de espigas verdes (CANTARELLA e RAIJ,1997). Para alcançar a mesma produtividade, os produtores do município de Guaíra estão aplicando 250 kg ha^{-1} de

N, parcelados na semeadura e quatro coberturas, conforme recomendação da agroindústria que presta assistência técnica aos produtores.

Acredita-se que com maior número de aplicações em cobertura do adubo nitrogenado, aumenta-se a eficiência do uso do N e se reduzem as perdas (COELHO et al., 2006). Textura arenosa do solo, alta precipitação pluvial e alta dose do nutriente são justificativas para adoção de maior parcelamento da adubação nitrogenada. Porém, o aumento no custo operacional da lavoura, quando a aplicação é feita tratorizada, tem gerado resistência do produtor. Em Guaíra-SP, o milho doce faz parte da rotação de culturas em pivô central, de modo que adubações de cobertura (N e K) são feitas na forma de fertirrigação, sem custo adicional ao produtor, já que a irrigação é prática cultural.

Há escassez de informações na literatura a respeito de dose e parcelamento de N para as condições de solo, clima, cultivar e manejo do milho doce no município de Guaíra-SP, visando minimizar as perdas de N.

Objetivou-se com esta pesquisa avaliar a influência de dose e forma de parcelamento do nitrogênio na produtividade e rendimento industrial do milho doce ‘GSS41240’.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O milho doce (*Zea mays* var. *saccharata* Sturt) é uma hortaliça de elevada importância econômica a nível mundial. Até 2011, a área cultivada correspondeu a 1.083.680 hectares, com produção de 9.111.763 toneladas de espigas e produtividade média de 8,4 toneladas por hectare. Os países maiores produtores são Estados Unidos, México, Nigéria, Indonésia, Hungria, França, África do Sul e Peru (FAO, 2013).

O milho doce é um tipo especial de milho, resultado de uma mutação espontânea do milho convencional (BHATT et al., 2012). Essa diferença é atribuída a presença de alelos que bloqueiam a conversão de açúcares em amido no endosperma, conferindo aos grãos alto teor de açúcares e baixo teor de amido (ZUCHARELLI et al., 2012). Enquanto o milho comum apresenta em torno de 3% de

açúcares e entre 60 e 70% de amido, o milho doce possui cerca de 9 a 14% de açúcares e 30 a 35% de amido, e o superdoce em torno de 25% de açúcares e 15 a 25% de amido (SILVA e KARAN, 1994).

Grande parte da produção de milho doce no Brasil é direcionada para a indústria de conservas por meio de contratos realizados diretamente com os produtores. A produção de milho doce durante todo o ano é possível com o uso de irrigação e o escalonamento da produção permite um fluxo constante do produto para a comercialização.

Além da produção de espigas bem granadas, com comprimento e diâmetro adequados ao processamento (comprimento maior que 15,0 cm e diâmetro maior que 3,0 cm) é necessário o fornecimento contínuo de espigas a indústria (BARBIERI et al., 2005) propiciando maior eficiência das máquinas degranadoras (ALBUQUERQUE et al., 2008) e maior rendimento industrial.

Dentre os fatores que interferem na produtividade de espigas e rendimento industrial do milho doce, destaca-se a adubação nitrogenada. O N participa da constituição de aminoácidos e proteínas e é essencial nos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006) e também está presente na composição do ATP, NADH, NADPH e clorofila (HARPER, 1994).

São recomendados 10 a 30 kg ha^{-1} de N no plantio e 50 a 140 kg ha^{-1} em duas coberturas, sendo a primeira no estádio fenológico de seis a oito folhas totalmente desdobradas (25 a 30 dias após a germinação) e a segunda 15 a 20 dias após a primeira (CANTARELLA et al., 1997), que correspondem aos estádios V_6 e V_8, respectivamente.

A faixa de teores adequados na folha diagnóstica no estádio de pleno florescimento para identificação do estado nutricional do milho doce diferem entre autores. Esta compreendida entre 28 a 35 g kg^{-1} de N para OLIVEIRA (2004), 30 a 40 g kg^{-1} para BOBATO (2006) e MALAVOLTA (2006), tomando como amostra o terço central da folha oposta a base da espiga. CANTARELLA et al. (1997) recomendam 27 a 35 g kg^{-1} de N, considerando como amostra o terço central da folha da base da espiga, quando houver 50% de plantas pendoadas.

O milho exige grande quantidade de N e o não suprimento resultará em prejuízo no crescimento inicial da planta (ALMEIDA et al., 2003). O potencial produtivo do milho é definido no estádio fenológico V_4, visto que ocorre a diferenciação do meristema apical em órgãos reprodutivos e a definição do número de folhas na planta (FORNASIERI FILHO, 2007).

O estádio fenológico V_8 apresenta maior aumenta na taxa de crescimento das espigas, com respostas satisfatórias a aplicação de fertilizantes nitrogenados (FANCELLI e DOURADO NETO, 2004; FORNASIERI-FILHO, 2007). A deficiência de N entre a semeadura e o estádio V_8 pode causar redução de 30% na produtividade e de 22% quando a deficiência ocorre entre V_8 e R_1.

No estádio fenológico V_{12}, o número de óvulos e o tamanho da espiga são definidos, com isso, a deficiência de N afeta negativamente esses dois componentes de produção (MAGALHÃES et al., 1995; FANCELLI e DOURADO NETO, 2004; CARMO et al., 2012). Entretanto, não há redução de produtividade quando N é reduzido após R_1 (embonecamento e polinização) até a maturidade fisiológica do grãos, correspondendo no milho doce ao estádio R_3 (grão leitoso) (SUBEDI e MA, 2005; AMANULLAH, 2010).

Além disso, a deficiência do N em milho propicia redução do crescimento da planta, folhas pequenas, hastes finas, formação de espigas pequenas e sem grãos na ponta. No início da deficiência, a ponta e as nervuras das folhas mais velhas apresentam clorose em forma de “V” quando, devido sua alta mobilidade na planta, e necrose sob deficiências moderadas (BARKER e PILBEAM, 2007; ALIMOHAMMADI et al., 2011).

Por outro lado, a superestimação da dose de N causa redução da rentabilidade do produto, pelo custo excessivo com fertilizantes (ARGENTA et al., 2003). O excesso de N causa clorose e necrose foliar, coloração marrom do sistema radicular e do caule (WONG, 2005).

Altas doses de N promovem aumento do ciclo e crescimento excessivo das plantas de milho. Esse excesso de crescimento causa a protandria, em que o pólen fértil é disseminado antes que o estigma esteja receptivo, propiciando esterilidade ou má formação de grãos (AMANULLAH et al., 2009).

A importância da adubação nitrogenada no desenvolvimento e produção do milho doce é inquestionável e possui relevante participação na composição do custo de produção da cultura. Segundo informações obtidas na agroindústria Predilecta, em Guaíra, SP, a adubação nitrogenada corresponde a 42% do custo com fertilizantes e 22% do custo total de produção de um hectare de milho doce. Assim, o N vem sendo intensamente estudado no sentido de maximizar a eficiência do seu uso.

A dose considerada adequada à cultura varia com a expectativa de produtividade, histórico da área, tipo de solo, teor de matéria orgânica, cultura antecedente e utilização de adubos verdes (AMADO et al., 2002; CANTARELLA e DUARTE, 2004), relação C/N da cultura anterior (VITTI et al., 2003), irrigação (SOUZA et al., 2003) e densidade de plantas (AMARAL FILHO et al., 2005) .

No trabalho realizado por ALIMOHAMMADI et al. (2011) avaliando o efeito de doses 0, 90 e 180 kg ha^{-1} de N nos componentes de produtividade em milho doce, obtiveram maior comprimento (21,98 cm) e diâmetro (5,01cm) de espigas com 90 kg ha^{-1} de N.

O efeito das doses (120, 160, 200 e 240 kg ha^{-1} de N) sobre atributos de produção de milho doce, também foi analisado por BHATT et al. (2012). Constataram que 240 kg ha^{-1} de N proporcionou melhores resultados para comprimento (18,9 cm) e produtividade (13.706 kg ha^{-1}).

OPAZO et al. (2008) também verificaram que 240 kg de N ha^{-1} proporcionou maior produtividade de grãos (6.340 kg ha^{-1}), produtividade de espigas com palha (17.360 kg ha^{-1}), produtividade de espigas sem palha (12.330 kg ha^{-1}) e número de espigas comerciais (63.191 espigas) no híbrido Rodeo.

CARMO et al. (2012) avaliaram as doses de 0, 50, 100 e 150 kg ha^{-1} de N, em milho doce, e verificaram aumento linear no comprimento (19,8 cm) e produtividade de espigas com palha (19.500 kg ha^{-1}) com o incremento das doses.

AMANULLAH (2010) trabalhando com as doses 60, 120 e 180 kg ha^{-1} de N em milho e formas de parcelamento, subdividiu as doses de N e realizou a aplicação nos períodos correspondentes a: 50% na semeadura e 50 % em V_3; 50% na semeadura, 25% em V_3 e 25% em V_8; 33,3% na semeadura, em V_3 e V_8, respectivamente; 25% na semeadura e 25% em V_3, V_8 e V_{12}, respectivamente; 20%

na semeadura e 20% em V_3, V_8, V_{12} e V_{16} , respectivamente e 8,3% na semeadura, 16,6%, 25%, 33,3% e 16,6% em V_3, V_8, V_{12} e V_{16} e R_1, respectivamente. Eles observaram que 180 kg ha^{-1} de N resultou na maior produtividade de grãos (5.170 kg $há^{-1}$) com a aplicação de N em 25% na semeadura e 25% em V_3, V_8 e V_{12}, respectivamente.

SUNITHA e REDDY (2012) com as doses 90,120,150 e 180 kg ha^{-1} de N, aplicadas da seguinte maneira: 50% semeadura e 50% no estagio V_6 ; 50% na semeadura, 25% em V_6 e 25% em V_T; 33,33% na semeadura, 33,33% em V_6 e 33,33% em V_T; 25% na semeadura, 50% em V_6 e 25% em V_T, observaram que os melhores resultados foram obtidos com 150 kg ha^{-1} de N, aplicados 25% na semeadura, 50% em V_6 e 25% em V_T. Segundo estes autores o fornecimento adequado em cobertura, durante a fase de pendoamento (V_T) aumentou a produtividade, devido maior translocação de fotossintatos até o grão.

É necessário fornecer ao milho doce doses adequadas de N aliadas ao adequado parcelamento, a fim de proporcionar maior crescimento e ainda evitar a falta e o excesso deste elemento na planta (SCHEIBLE et al., 1997; ZHANG et al., 1999; ARGENTA et al. 2003).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 22-4 a 15-8 de 2013, no município de Guaíra, SP, localizado a 20º12’45,41’’S, 48º26’57,71’’O e altitude de 528 metros. A temperatura média durante o experimento foi de 20ºC e a precipitação de 107 mm, sendo 86 mm a maior precipitação pluvial ocorrida aos 25 dias após a semeadura. O solo é classificado como Latossolo Acriférrico.

Os atributos químicos do solo na profundidade de 0 a 20 cm, em pré-instalação do experimento foram avaliados de acordo com os métodos descritos em Raij et al. (2001).Verificou-se valores de $pH_{(CaCl_2)}$ de 5,4, M.O. = 28 g dm^{-3}, $P_{(resina)}$ = 34 mg dm^{-3}, 29; 3,9; 22; 11; 37; 67 $mmol_c$ dm^{-3} de H + Al, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SB e CTC, respectivamente, e V = 56%.

Foi realizada a análise granulométrica na camada de 0-20 cm pelo método descrito por CAMARGO et al. (2009), e os teores de argila, limo e areia foram de 519, 295 e 186 g kg^{-1}, respectivamente.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 12 tratamentos dispostos em esquema fatorial 6 x 2, sendo seis doses de N e duas formas de parcelamento, com três repetições. As doses de N foram: 0, 60, 120, 180, 240 e 300 kg ha^{-1}, que foram propostas com base na dose de 250 kg ha^{-1} de N, usada pelos produtores de milho doce em Guaíra, SP. As formas de parcelamento consistiram na aplicação do adubo nitrogenado em oito vezes (P1: 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a semeadura (DAS)) e quatro vezes (P2: 0, 14, 28 e 42 DAS). Estes períodos corresponderam a aplicação na semeadura, V_E, V_3, V_5, V_7, V_9, V_{12} e V_{14} e semeadura, V_3, V_7 e V_{12}, para oito e quatro vezes, respectivamente.

A unidade experimental foi constituída de cinco linhas de plantas com cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,5 m entre linhas. Foi considerado como bordadura as duas linhas laterais da parcela e três primeiras e três últimas plantas das linhas centrais. A parcela era constituída de 12,5 m^2. O espaçamento entre plantas na linha foi de 0,25 m.

A fonte de N foi a ureia, com 45% de N, distribuída ao lado das linhas das plantas, exceto na semeadura, em que foi aplicada no sulco, junto com os demais fertilizantes. Após aplicação do adubo foi feita irrigação por sistema de pivô central para incorporação da ureia, visando reduzir perdas por volatilização.

Foi usado o híbrido de milho superdoce GSS 41240, da Syngenta. De acordo com informações da empresa, o híbrido apresenta ciclo de 110 dias, folhas semi-eretas, altura de planta variando de 1,90 a 2,50 m, colmo com alta resistência ao acamamento, altura da inserção da espiga de 1,60 m, coloração amarelo claro, pericarpo muito fino, alto teor de açúcares e produtividade.

O plantio do milho foi realizado em área de sucessão a cultura da soja. A semeadura manual do híbrido foi realizada em 22-4-2013, com profundidade de 0,04 m. Durante todo ciclo foram usados 567 mm de água, sendo 107 mm de precipitação pluvial. Dos 460 mm, fornecidas via pivô central, 5 mm por dia foram aplicados no estádio V_0 ao V_2; 20 mm em V_3 a V_8 (1 vez semana); 25 mm em V_9 a V_{14} (1 vez por semana) e 45 mm de V_t a R_3 (1 vez por semana).

A adubação de semeadura, feita em sulco, constou de 160 kg ha^{-1} de P_2O_5, na forma de superfosfato simples e 150 kg ha^{-1} de K_2O, na forma de cloreto de potássio. A adubação de cobertura, exceto para o N, foi realizada por fertirrigação e aplicados 50 kg ha^{-1} de K_2O aos 10 e 22 DAS, respectivamente. Aplicaram-se 30 kg ha^{-1} de Mg, na forma de sulfato de magnésio, aos 12 DAS e 15 kg ha^{-1} de Zn, na forma de sulfato de zinco, aos 12 DAS.

Os tratos culturais foram feitos conforme a necessidade e recomendação para a cultura. Foram aplicados os herbicidas pós-emergentes Glifosato potássico e Carfentrazona - etílica para o controle de folhas largas. Foram aplicados Clorpirifós, Flubendiamida, Methomyl e Lambda-cialotrina + Clorantraniliprole para o controle das lagartas e Azoxistrobina + Ciproconazol e Mancozeb para o controle de fungos.

A colheita do milho foi realizada aos 112 DAS, no estádio R_3, quando os grãos apresentavam 70% de umidade.

Foram realizadas as seguintes avaliações na área útil da parcela:

a) Teor de N na folha: as folhas para diagnose foram coletadas na época do florescimento, sendo retirada a folha da base da espiga na região do terço médio, quando 50% das plantas já haviam emitido o pendão, segundo o método descrito por CANTARELLA et al. (1997), tomando como amostra 10 plantas por parcela, num total de 30 plantas. O material foi lavado com água corrente e solução de detergente,1mL L^{-1}, seco em estufa com circulação e renovação forçada de ar a 65ºC. Em seguida, foi moído em moinho tipo Wiley e digerido para obtenção do extrato e determinação do teor de N, segundo método descrito por MALAVOLTA et al. (1997).

b) Número total de espigas: obtido com a contagem do número de espigas colhidas e extrapolada a quantidade para 1 ha.

c) Comprimento das espigas: obtido medindo-se a distância entre a base e o ápice da espiga, em 10 plantas tomadas ao acaso.

d) Diâmetro das espigas: foi medido no ponto correspondente ao centro da espiga, utilizando um paquímetro nas mesmas espigas utilizadas para medir o comprimento.

e) Número de espigas comerciais: obtido com a seleção de espigas caracterizadas como adequadas ao processamento pela indústria, com comprimento

e diâmetro superior a 15,0 cm e 3,0 cm, respectivamente, espigas bem granadas, livres de doenças.

f) Produtividade total de espigas com palha (kg ha^{-1}): obtida com a massa de todas as espigas colhidas e extrapolada para 1 ha.

g) Produtividade de espigas comerciais sem palha (kg ha^{-1}): obtida com a massa das espigas comerciais, sem palha e extrapolada para 1 ha.

h) Produtividade de grãos (kg ha^{-1}): foi realizado o corte dos grãos rente à superfície do sabugo. Estes foram pesados e a quantidade obtida foi extrapolada para 1 ha.

i) Porcentagem de espigas comerciais (%): foi contabilizado o número de espigas comercias em relação ao total e valores expressos em porcentagem.

j) Rendimento de grãos (%): calculado pela razão entre produtividade de grãos e produtividade de espigas comerciais (BARBIERI et al., 2005).

K) Rendimento industrial (kg kg^{-1}): o cálculo do rendimento industrial foi feito por meio da razão entre a produtividade de grãos (kg) e a produtividade de espigas totais (kg).

Aos dados obtidos foi aplicada a análise de variância e o estudo de regressão para o fator dose de N. O programa computacional utilizado foi o AgroEstat (BARBOSA e MALDONADO JUNIOR, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se ajuste significativo de equação linear para o teor de N nas folhas (NF) (Tabela 1) em função das doses de N, com teores estimados de 24,4 e 21,2 g kg^{-1} com 300 kg ha^{-1} de N e sem aplicação de N, respectivamente (Figura 1).

Os teores de N estimados são considerados baixos, visto que a faixa adequada para milho doce está compreendida entre 27 e 35 g kg^{-1} de N, quando adotada como folha diagnóstica o terço central da folha da base da espiga (CANTARELLA et al.,1997).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e médias do nitrogênio foliar (NF), número de espigas (NTE), número de espigas comerciais (NEC), diâmetro de espiga (DE) e comprimento de espiga (CE) do milho doce 'GSS 41240' em função das doses e parcelamento de N.

Fonte de variação	NF	NTE	NEC	DE	CE
			Valores de F		
Dose (D)	1,25 ^{ns}	0,51 ^{ns}	1,60 ^{ns}	2,04 ^{ns}	0,61 ^{ns}
Parcelamento (P)	1,68 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,02 ^{ns}
DXP	0,36^{ns}	1,17 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,65 ^{ns}
CV (%)	13,91	20,06	16,13	3,53	4,76
			Médias		
N kg ha^{-1}	**g kg $^{-1}$**		**espigas ha^{-1}**	**cm**	**cm**
0	21,2	55.561	41.587	4,58	19,53
60	21,4	55.866	44.444	4,72	19,52
120	23,3	56.819	49.524	4,67	19,03
180	23,4	61.580	51.746	4,65	19,17
240	24,0	62.857	50.476	4,74	19,53
300	24,4	62.533	40.841	4,63	18,87
Parcelamentos	**g kg $^{-1}$**		**espigas ha^{-1}**	**cm**	**cm**
P1	21,4	57.670	47.830	4,69	19,25
P2	23,4	60.740	48.042	4,70	19,29
Regressão			Valores de F		
1º grau	10,48**	2,23^{ns}	5,43*	0,12 ^{ns}	1,23 ^{ns}
2º grau	1,03 ^{ns}	0,00^{ns}	2,19 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,00 ^{ns}
3º grau	0,16 ^{ns}	0,26^{ns}	0,05 ^{ns}	3,28 ^{ns}	0,26 ^{ns}

ns, * e ** = teste F não significativo a 5%, e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Os teores foliares de N estão próximos aos resultados observados na cultura do milho por NASCIMENTO et al.,(2012), que obtiveram teores de 28,6 g kg^{-1} com 120 g kg^{-1} de N, tomando como folha diagnóstica o terço central da base da espiga. Outros autores encontraram teores compreendidos entre 28 a 40,1 g kg^{-1} de N, considerando a folha oposta da base da espiga (BORGHI e CRUSCIOL, 2007; LOURENTE et al., 2007; SILVA et al., 2011). Apesar dos baixos teores de N, não foram observados sintomas visuais de deficiência, como crescimento reduzido,

folhas pequenas, hastes finas, clorose em forma de “V” e necrose (BARKER e PILBEAM, 2007, ALIMOHAMMADI et al., 2011).

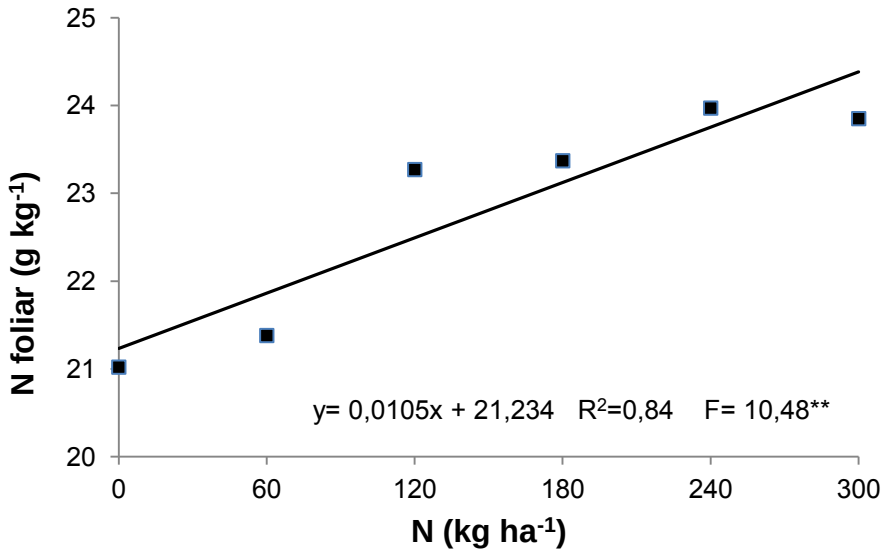

Figura 1. Teor foliar de N em plantas de milho doce em função de doses de nitrogênio (N).

Os teores de N abaixo da faixa adequada podem estar relacionados a um efeito diluição, caracterizado quando a taxa de crescimento relativo de matéria seca é superior à taxa de absorção relativa do nutriente (MAIA et al., 2005).

O teor foliar de N não foi afetado pelas formas de parcelamento da adubação nitrogenada (Tabela 1). Os fornecimentos de N em V_{12} (42 DAS), com quatro aplicações de N, e em V_{14} (49 DAS), com oito aplicações de N, corresponderam a 22 e 15 dias antes da coleta das folhas diagnósticas, que aconteceu aos 64 DAS, quando 50% das plantas já haviam emitido o pendão.

O número total de espigas por hectare (NTE) não foi influenciado pelos tratamentos e não houve ajuste significativo de equação polinomial (Tabela 1). A média observada foi de 59.203 espigas ha^{-1}. O resultado diverge do encontrado por CRUZ et al. (2008), que obtiveram 52.312 espigas ha^{-1}, quando a dose de 120 kg ha^{-1} de N foi aplicada nos estádios fenológicos V_4 e V_8. Por outro lado, a ausência de resposta do número de espigas ao aumento das doses de N também foi

observado por CARMO et al. (2012), quando avaliaram doses de até 150 kg ha^{-1} de N.

Verificou-se ajuste significativo da equação linear para o número de espigas comerciais (NEC) em função das doses de N (Tabela 1), e foram estimadas 52.335 e 43.537 kg^{-1} de espigas com 300 kg ha^{-1} de N e sem aplicação de N, respectivamente (Figura 2).

O aumento das doses de N favoreceu a formação de espigas com boa formação de grãos, adequadas ao processamento industrial. O maior número de espigas comerciais de milho doce constatado por OPAZO et al. (2008) foi 71.138 e 63.191 espigas, obtidas com 240 kg ha^{-1} de N para os híbridos “Jubileu” e “Rodeo”, respectivamente.

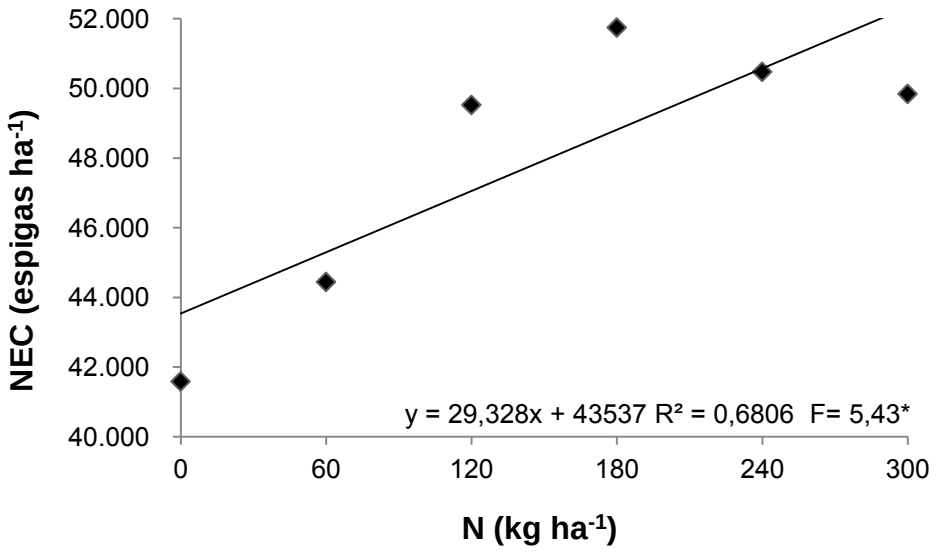

Figura 2: Número de espigas comerciais (NEC) de milho doce por hectare em função de dose de nitrogênio(N).

As doses e os modos de parcelamento de N não influenciaram o comprimento (CE) e o diâmetro (DE) de espigas, que apresentaram médias de 19,3 cm e 4,7 cm, respectivamente (Tabela 1). Esses foram semelhantes ao CE e DE obtidos por OHLAND et al. (2005), 19,7 e 5,0 cm, que não verificaram efeito significativo da adubação nitrogenada com as doses de zero a 200 kg ha^{-1} de N, aplicadas em V_4 e V_8 no milho em plantio direto.

Efeito significativo e valores maiores foram encontrados por OKTEM et al. (2010), com 21,8 e 5,15 cm para CE e DE de milho doce, respectivamente, ao avaliarem o efeito das doses zero a 360 kg ha^{-1} de N, quando aplicaram na semeadura e em V_6. CARMO et al. (2012) trabalhando com milho doce, obtiveram valores de CE semelhantes aos observados no presente trabalho, correspondendo a 18,6 a 19,8 cm e valores de DE de 2,7 a 2,9 cm, inferiores a este experimento, para doses de N entre zero a 150 kg ha^{-1} de N.

Independente da dose e formas de parcelamento de N, em relação ao CE e DE, todas as espigas atenderam à faixa estabelecida pela indústria para o processamento.

Os valores obtidos foram superiores aos 15,0 cm de comprimento e 3,0 cm de diâmetro estabelecidos por ALBURQUERQUE et al. (2008), contribuindo com o maior número de espigas comerciais, obtidas neste experimento. O comprimento e o diâmetro da espiga, como também o número de espigas por área são características que determinam o potencial de produtividade desta cultura (OHLAND et al., 2005).

Houve ajuste significativo de equação quadrática para porcentagem de espigas comerciais (EC) em função da dose de N (Tabela 2).

O máximo EC, 86,4%, foi obtida com 182,3 kg ha^{-1} de N. Com aumento da dose para 300 kg ha^{-1} de N, esta relação foi reduzida para 80% (Figura 3).

Apesar da elevada porcentagem de espigas comerciais, o declínio observado com aumento das doses de N pode ser justificado, pelo fato que altas concentrações de N podem ter ocasionado diminuição da produção de compostos fenólicos, que possuem ação fungistática, como a lignina em folhas, propiciando menor resistência aos agentes patogênicos (MARSCHNER,1995). Isso pode ter propiciado o aparecimento de grãos ardidos, doença fúngica, considerada uma das principais razões para o descarte de espigas não comerciais no presente experimento, reduzindo desta maneira, a porcentagem de espigas comerciais.

Verificou-se ajuste significativo de equação linear para produtividade total de espigas com palha (PEP) e produtividade de espigas comerciais sem palha (PEC) e ajuste de equação polinomial para produtividade de grãos (PG) (Tabela 2).

As máximas produtividades estimadas de espigas com palha (19.417 kg ha^{-1}) e de espigas comerciais sem palha (9.919 kg ha^{-1}) foram obtidas com 300 kg ha^{-1} de

N (Figura 4), sendo que, estas produtividades foram superiores em 25 e 33%, respectivamente às obtidas sem fornecimento de N às plantas. OKTEM et al. (2010) também constataram que o aumento no fornecimento de N proporcionou aumento na produtividade de espigas de milho doce.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e médias das características porcentagem de espigas comerciais em relação ao total (EC), produtividade total de espigas (PEP), produtividade de espigas comerciais (PEC), produtividade de grãos (PG), rendimento de grãos (RG), rendimento industrial (RI) de milho doce 'GSS 41240' em função de doses e parcelamentos de N.

Fonte de variação	EC	PEP	PEC	PG	RG	RI
			Valores de F			
Dose (D)	1,42 ^{ns}	2,40^{ns}	3,40*	7,95**	1,98 ^{ns}	4,47**
Parcelamento (P)	1,31 ^{ns}	0,83 ^{ns}	0,82 ^{ns}	0,01 ^{ns}	1,76 ^{ns}	2,19 ^{ns}
D x P	0,56 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,79 ^{ns}	1,11 ^{ns}	1,80 ^{ns}	0,44^{ns}
CV (%)	10,34	16,12	16,95	15,10	11,74	11,2
N kg ha^{-1}			Médias			
	%	kg ha^{-1}	kg ha^{-1}	kg ha^{-1}	%	kg kg^{-1}
0	76,30	14.226	6.747	3.111	47,10	0,22
60	80,34	16.504	7.774	4.419	56,86	0,27
120	88,17	16.788	9.050	4.925	54,65	0,29
180	84,81	17.826	9.114	4.942	55,67	0,29
240	80,51	18.490	9.134	5.201	56,86	0,28
300	80,81	19.139	9.666	5.263	54,29	0,27
Parcelamento			Médias			
	%	kg ha^{-1}	kg ha^{-1}	kg ha^{-1}	**%**	kg kg^{-1}
P1	83,43	16.744	8.374	4.645	55,65	0,28
P2	80,21	17.580	8.787	4.642	52,83	0,26
Regressão			Valores de F			
1º grau	0,47 ^{ns}	11,14**	14,21**	30,00**	2,89 ^{ns}	8,07*
2º grau	4,50*	0,41 ^{ns}	1,90 ^{ns}	7,95*	4,06 ^{ns}	10,79**
3º grau	0,56 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,37 ^{ns}	1,84 ^{ns}	0,83 ^{ns}	1,60 ^{ns}

ns, * e ** = teste F não significativo a 5%, e significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

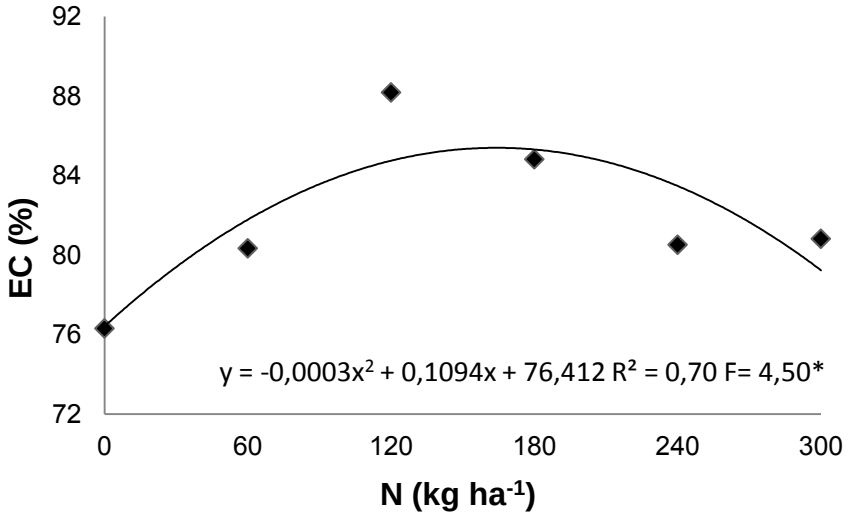

Figura 3. Porcentagem de espigas comerciais (EC) em relação ao total de espigas de milho doce em função de dose de nitrogênio (N).

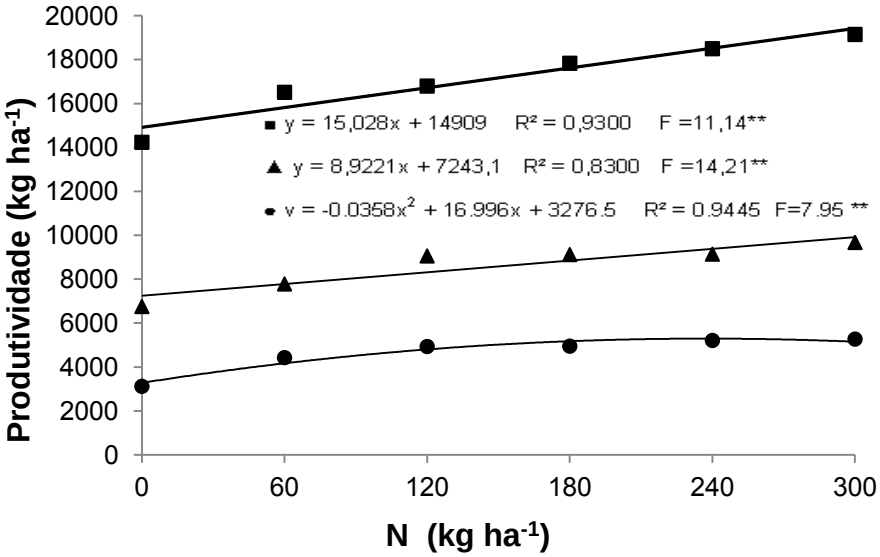

Figura 4. Produtividade total de espigas (PEP) (■), produtividade de espigas comerciais (PEC) (▲) e produtividade de grãos (PG) (●) de milho doce em função de dose de nitrogênio (N).

Com doses elevadas de N, as produtividades foram maiores porque este nutriente está associado com a síntese de clorofila, propiciando maior capacidade fotossintética e assimilação de CO_2 (WOLFE et al.,1988). Altas doses (300 kg ha^{-1} de N) podem ocasionar atraso na senescência foliar, além de maior retenção da taxa

fotossintética da planta especificamente durante o período pós-espigamento, proporcionando maior produtividade e espigas com melhor formação de grãos (LEE e TOLLENAAR, 2007).

A produtividade de espigas com palha foi superior aos encontrados por SUNITHA e REDDY (2012), que obtiveram 16.180 kg ha^{-1} e BHATT et al. (2012) com 14.159 kg ha^{-1}, com o aumento das doses até 180 e 240 kg ha^{-1} de N, respectivamente. A produtividade de espigas comerciais sem palha foi superior ao encontrado por SOUZA et al. (2013), de 6.186 kg ha^{-1}, com 110 kg ha^{-1} de N.

A produtividade máxima estimada de grãos (5.294 kg ha^{-1}) foi obtida com 240 kg ha^{-1} de N, com posterior declínio com aumento da dose até 300 kg ha^{-1} de N, caracterizando o ajuste de equação quadrática (Figura 4). Com zero e 300 kg ha^{-1} de N, as produtividades de grãos corresponderam a 38 e 97% da máxima estimada.

A produtividade de grãos foi maior do que a obtida por AMANULLAH et al. (2009), 5.170 kg ha^{-1}, com 180 kg ha^{-1} de N aplicados no plantio,V_3, V_8,V_{12} V_{16} e R_1. Segundo BHATT et al. (2012), maiores doses de N propiciam aumento do tamanho do grão e do número de grãos por espiga favorecendo maiores produtividades de espigas total, comercial e de grãos.

Pode ser observado neste experimento que o aumento linear do teor de N foliar e do número de espigas comerciais implicaram no aumento das produtividades de espigas, de espigas comerciais e de grãos.

As produtividades avaliadas não foram afetadas significativamente pelas formas de parcelamento da adubação nitrogenada. O fato dos efeitos nas produtividades de milho doce em função da aplicação em oito vezes não diferir da adubação em quatro vezes pode ser atribuído ao melhor aproveitamento do N devido a irrigação após fornecimento do adubo nitrogenado, como também, pela textura do solo com elevado teor de argila (519 g kg^{-1}), o que proporciona maior retenção de água e nutrientes, disponibilizando-os para as plantas, e reduzindo perdas, condições que associadas permitiram boa eficiência do sistema em menor número de coberturas da adubação.

As demais características avaliadas (teor foliar de N, número total de espigas, número de espigas comerciais, porcentagem de espigas comerciais, diâmetro e comprimento de espigas sem palha, rendimento de grãos, produtividade

de espigas totais e comerciais e produtividade de grãos) também não diferiram quanto as formas de parcelamento, o que auxilia na justificativa de ausência de efeito nas produtividades em função das formas de parcelamento do N.

O potencial produtivo da planta é definido no estádio V_4 e, provavelmente, o suprimento de N foi adequado nesta fase, que é caracterizada pela baixa exigência nutricional (ARNON, 1975). O mesmo pôde ser observado para os grãos, definidos em V_{12} (MAGALHÃES et al., 1995, FANCELLI e DOURADO NETO, 2004, CARMO et al., 2012). Independente da forma de parcelamento, o adubo nitrogenado foi aplicado em ambos os estádios (V_4 e V_{12}). E ainda, com o N disponível na fase de pendoamento (V_T), ocorreu maior translocação de fotossintatos até o grão (SUNITHA e REDDY, 2012). A absorção do N e seu índice nutricional durante o espigamento estão positivamente correlacionados com a produtividade dos grãos (BERTIN e GALLAIS, 2000; AMANULLAH et al., 2009).

O rendimento de grãos não foi influenciado significativamente pelas doses e formas de parcelamento de N (Tabela 2), ou seja, a massa de grãos apresentou correlação positiva com a massa de espigas ($P < 0,01$, $t= 8,65^{**}$, $r = 0,83$), de modo que a variação na massa da espigas, em função das doses de N, promoveu mudança na massa de grãos em quantidade semelhante à da massa da espiga.

Com doses de zero a 300 kg ha^{-1} de N, o rendimento de grãos variou de 47,1 a 56,9% (Tabela 2) e estão acima do índice de 30% considerado satisfatório por MAGGIO (2006). Este resultado foi superior ao encontrado por BARBIERI et al. (2005) que obtiveram maior rendimento de grãos (49,1%) com 100 kg ha^{-1} de N.

Apesar de não ter havido influência das doses e formas de parcelamento, este resultado pode ser atribuído à presença de N residual presente no solo oriundo da cultura antecessora e da ciclagem de nutrientes dos restos vegetais. O uso da irrigação também contribuiu para maior disponibilidade de N e outros nutrientes, visto que inúmeras reações relacionadas à decomposição dos resíduos vegetais, como a produção de NH_4^+ a partir da fragmentação da matéria orgânica ocorrem na presença de água.

O rendimento industrial de espigas (RI) foi influenciado significativamente somente pelo fator dose e verificou-se ajuste significativo de equação quadrática para as médias observadas. Assim, como constatado para as demais

características, não se verificou efeito da forma de parcelamento (quatro ou oito vezes) e interação dos fatores (Tabela 2).

Verificou-se que o menor RI foi obtido pela dose zero, na qual foram produzidos 0,22 kg de grãos a partir de 1,0 kg de espigas (Figura 5).

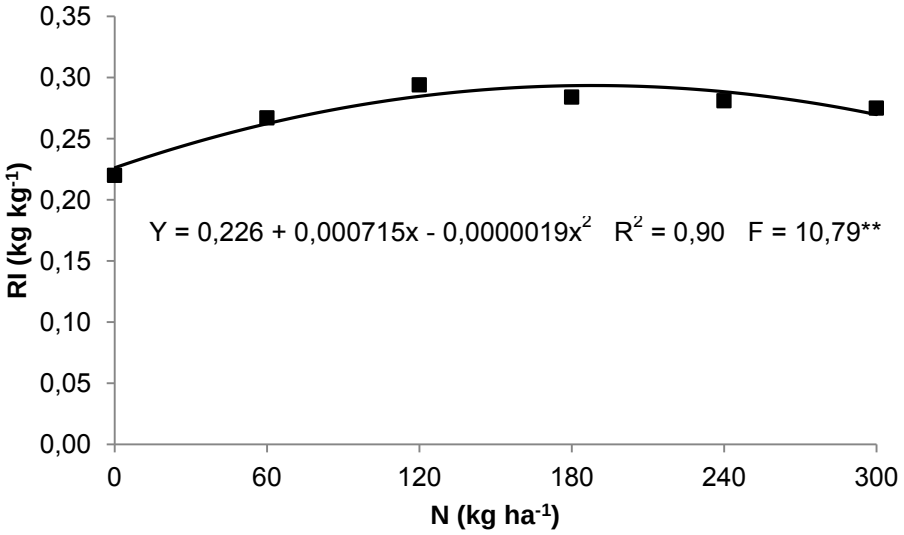

Figure 5. Rendimento industrial de espigas de milho doce (RI) em função de doses de nitrogênio.

Com aumento no fornecimento de N, observa-se aumento no RI, ou seja, é produzida maior quantidade de grãos por 1,0 kg de espigas.

Máximo RI (0,293 kg kg^{-1}) foi obtido com 188 kg ha^{-1} de N, e acima desta dose o RI reduziu (Figura 5).

Com os resultados obtidos, nota-se que a dose de 300 kg ha^{-1} de N, que maximizou as produtividades de espigas totais e comerciais contribuíram para onerar o custo de produção do milho doce ao produtor, além de gerar maior impacto ambiental, casou baixo RI.

5 CONCLUSÕES

Máximas produtividades de espigas totais e comerciais do híbrido de milho doce‘GSS 41240’ são obtidas com 300 kg ha^{-1} de N.

A divisão da dose de nitrogênio em oito ou quatro vezes não afeta a produtividade e rendimento industrial do milho doce.

O maior rendimento industrial, 0,293 kg de grãos para 1,0 kg de espigas, é obtido aplicando-se 188 kg ha^{-1} de N.

6 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PINHO, R. G. V.; BORGES, I. D.; SOUZA FILHO, A. X.; FIORINI, I. V.A. Desempenho de híbridos experimentais e comerciais de milho para produção de milho verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, p. 768-775, 2008.

ALIMOHAMMADI, M.; YOUSEFI, M.; ZANDI, P. Impact of nitrogen rates on growth and yield attributes of sweet corn grown under different phosphorus levels. **The Journal of American Science,** New York , v. 7, p. 201-206, 2011.

ALMEIDA, M.L.; SANGOI, L.; NAVA, I.C.; GALIO, J.; TRENTIN, O.S.; RAMPAZZO, C. Crescimento inicial de milho e sua relação com o rendimento de grãos. **Ciência Rural**, Santa Maria,v. 33,p.189-194, 2003.

AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**,Viçosa, v.26, p.241-248, 2002.

AMANULLAH, KHATTAK, R. A.; KHALIL, S.K. Plant density and nitrogen effects on maize phenology and grain yield. **Journal of Plant Nutrition**, Temuco, 32, p. 246-260, 2009.

AMANULLAH, S. P. Timing and rate of nitrogen application influence grain quality and yield in maize planted at high and low densities. Journal **Science Food and Agriculture**, Helsinki, 90, p.21–29, 2010.

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

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F.; FOSTHOFER, E.L.; STRIEDER, 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 de Ciência do Solo**, Viçosa,v.27, p.109-119, 2003.

ARNON, I. **Mineral nutrition of maize.** Bern, international potash institute, p.452. 1975.

BARBIERI, V. H. B.; LUZ; J. M. Q.; BRITO, C. H.; DUARTE, J. M.; GOMES, L. S.; SANTANA, D. G. Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 23, p. 826-830, 2005.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JUNIOR, W. **Agroestat** - Sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. versão 1.1.0.694. 2011.

BARKER, A.V.; BRYSON, G.M. **Nitrogen.** In: Barker, A.V., PILBEAM, D.J. (Eds.). Handbook of Plant Nutrition. Boca Raton. CRC press, Taylor and Francis group, p. 21-50. 2007.

BERTIN, P; GALLAIS, A. Genetic variation for N use efficiency in a set of breeding. I Agrophysiological results. **Maydica,** v. 45, p. 53-66, 2000.

BHATT, P, S.; M. YAKADRI.;Y. SIVALAKSHMI. Influence of varying plant densities and nitrogen levels on yield attributes and yield of sweet corn**. International Journal of Bio-Resource e Stress Management**, v. 3, p.169-172, 2012.

BOBATO, A. **Índice nutricional do nitrogenio: uma ferramenta para o diagnostico do estado nutricional da cultura do milho.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 76p. 2006.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 163-171, 2007.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas.** Campinas: IAC. p.94. 2009. (Boletim técnico, 106).

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. **Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho.** In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (Ed.). Tecnologias de produção do milho. Viçosa: UFV. p.139-182. 2004.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. VAN.; CAMARGO, C.E.O. CEREAIS. IN: RAIJ, B. VAN.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. 1997 (Eds.). **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª ed. Campinas: IAC, p.45-71 (Boletim Técnico, 100).

CARMO, M.S.; CRUZ, S.C.S.; SOUZA, E.J.; CAMPOS, L.F.C.; MACHADO, C.G. Doses e fontes de nitrogênio no desenvolvimento e produtividade da cultura de milho doce (*Zea mays* convar. *Saccharata* var. *Rugosa*). **Bioscience Journal**, v. 28, p. 223-231, 2012.

COELHO, A. M., FRANÇA, G. E., BAHIA FILHO, A. F. C. **Nutrição e adubação do milho.** 2006 http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/ milho/feraduba.htm>. 23 Jan. 2013.

CRUZ, S. C.; PEREIRA, F. R. D. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. D.; SILVA, E. T. D. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Campina Grande, v.12, p. 370-375., 2008.

DUQUE, F. F.; NEVES, M. C. P.; FRANCO, A. A.; VICTORIA, R. L.; BODDEY, R. M. The response of field grown *Phaseolus vulgaris* l. rhizobium inoculation and qualification of N_2 fixation using 15N**. Plant and Soil, Crawley**, v.88, p. 333-343, 1985. em:<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault. aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 6 mar. 2013.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. 2ª ed. Agropecuária, Guaíba, p. 360. 2004.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS – FAO. *FAOSTAT*. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault. aspx?PageID=567#ancor>. Acesso em: 6 mar. 2013.

FOORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** Jaboticabal: Funep, p. 576p. 2007.

HARPER, J.E. Nitrogen metabolism. In: BOOTE, K.J.; BENNETT. J.M.; SINCLAIR, T.R., **Physiology and determination of crop yield. Madison** : ASA/CSSA/SSSA. Chapt.11A. p.285-302.1994.

HE, J.; DUKES, M.D.; HOCHMUTH, G.J.; JONES, J.W.; GRAHAM,W.D. Identificação das melhores práticas de manejo de irrigação e nitrogênio para a produção de milho doce em solos arenosos, utilizando o modelo Ceres- milho. Gainesville, v.109, p.61- 70, 2012.

LEE, E.A.; TOLLENAAR, M. Physiological basis of successful breeding strategies for maize grain yield. **Crop Science**, v. 47, p.202–215, 2007.

LOURENTE, E.R.P.; ONTOCELLI, R.; SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; MARCHETTI, M.E; RODRIGUES, E.T. Culturas antecessoras, doses e fontes de nitrogênio nos componentes de produção do milho. **Acta Scientiarum Agronomy,** Maringá ,v. 29, p. 55-61, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas, Embrapa-CNPMS. Circular técnica p. 27.1995.

MAGGIO, M. A**. Acúmulo de massa seca e extração de nutrientes por plantas de** milho doce híbrido “Tropical”. 2006. 47p. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical e subtropical – Tecnologia de produção agrícola) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2006.

MAIA, C. E.; MORAIS, E. R. C.; PORTO FILHO, F. Q.; GHEYI, R. H.; MEDEIROS, J. F.Teores foliares de nutrientes em meloeiro irrigado com águas de diferentes salinidades. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, p. 292- 295, 2005.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, p. 638. 2006.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A **. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2ª ed. Piracicaba, Potafos, p. 148-241.Malavolta, E., 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Ceres, p.638, 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2ª ed. Academic Press, London, p. 889.1995.

NASCIMENTO, F. M.; BICUDO, S. J.; FERNANDES, D. M.; RODRIGUES, J. G. L.; FERNANDES, J.C. **Diagnose foliar em plantas de milho em sistema de semeadura direta em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio** Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia. Guarapuava, v. 5, p .67-86, 2012.

OHLAND, R. A. A.; SOUZA, L. C. F.; HERNANI, L. C.; MARCHETTI, M. E.; GONÇALVES, M. C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 538-544, 2005.

OLIVEIRA, S.A. de. Análise foliar. In: SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. (Ed.). Cerrado: **correção do solo e adubação.** 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 245-256, 2004.

OLIVEIRA JÚNIOR, L. F. G; SMITH, R. E. B.; REIS, F. O.; CAMPOSTRINI, O.; PEREIRA, M. G. Diferenças fisiológicas entre genótipos de milho doce (su-1) e milho comum durante o desenvolvimento. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 351-356, 2007.

OKTEM, A.; OKTEM, A. G.; EMEKLIER, H. Y. Effect of nitrogen on yield and some quality parameters of sweet Corn**. Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Lincoln,v. 41, p. 832-847, 2010.

OPAZO, J. D.; LUCHSINGER, A.; NEIRA, O. Factores de suelo y planta para determinar la fertilización nitrogenada en maíz dulce en la zona central de Chile. **Idesia**, Taparacá, v. 26, p. 53-58, 2008.

RAIJ, B. van .; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico e Fundação IAC, p. 285, 2001. (Boletim Técnico, n. 100).

SCHEIBLE, W.R., LAUERER, M., SCHULZE, E.D., CABOCHE, M. AND STITT, M. Accumulation of nitrate in the shoot acts as a signal to regulate shoot – root allocation in tobacco. **Plant Journal.**, v.11, p.671 – 691,1997.

SILVA, D. R. G.; PEREIRA, A. F.; DOURADO, R. L.; SILVA, F. P.; ÁVILA, F. W.; FAQUIN, V. Productivity and efficiency of nitrogen fertilization in maize under

different levels of urea and nbpt-treated urea. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v. 35, p. 516-523, 2011.

SILVA, J, B.; KARAN, D. **manejo integrado de plantas daninhas na cultura do milho**. O ruralista, Belo Horizonte, v. 32, n 414, p.5-9, 1994.

SOUZA, R. S.; VIDIGAL FILHO, P. S.; SCAPIM, C. A.,;MARQUES, O. J.; QUEIROZ, D. C.; OKUMURA, R. S.; CORTINOVE, V. B. Produtividade e qualidade do milho doce em diferentes populações de plantas. **Semina,** Londrina, v. 34, p. 995-1010, 2013.

SOUZA, L.C.F.; GONÇALVES, M.C.; ALVES SOBRINHO, T.; FEDATTO, E.; ZANON, G.D.; HASEGAWA, E.K.B. Culturas antecessoras e adubação nitrogenada na produtividade do milho em plantio direto irrigado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.2, p.55-62, 2003.

SUBEDI,K. D.; MA,B.L. Nitrogen uptake and partitioning in stay green and leafy maize hybrids. **Crop Science Journal,** v.45, p.740-747, 2005.

SUNITHA, N.; REDDY, P. M. Effect of graded nutrient levels and timing nitrogen application on yield and quality of sweet corn (*Zea mays* L.). Madras agricultural journal, TAMIL NADU, v.99, p. 240-243, 2012.

VITTI, G.C.; TEIXEIRA, L.H.B.; BARROS JÚNIOR, M.C. **Diagnóstico da fertilidade do solo e adubação para alta produtividade de milho**. In: FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D. (Ed.). Milho: estratégias de manejo para alta produtividade. Piracicaba, p.174-197, 2003.

WOLFE , D.W.; HENDERSON, D. W.; HSIAO, T. C.; ALVINO, A. Interactive water and nitrogen effects on senescence of maize. II. Photosynthetic decline and longevity of individual leaves. **Agronomy Journal,** Davis. v. 80, p. 865-870,1988.

WONG, M. Sintomas visuais de deficiência de nutrientes de plantas em viveiro de plantas e paisagem. p. 1- 4, **Soil and Crop Management**, SCM-10, 2005.

ZHANG, H.; JENNINGS, A.; BARLOW, P. W.; FORDE, B. G. Dual pathways for regulation of root branching by nitrate. Proc. USA, **Natl. Academic Science**, v. 96, p.6529-6534, 1999.

ZUCHARELI, C.; PANOFF, B.; PORTUGAL,G.; FONSECA, I.C.B. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio em cobertura na qualidade fisiológica de sementes de milho doce**. Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 34, p. 480- 48, 2012.