

Produtividade de espigas e grãos verde de milho adubado com fontes e doses de nitrogênio

Damiana Ferreira da Silva Dantas¹, Ademar Pereira de Oliveira², Natália Vital da Silva Bandeira¹, Suany Maria Gomes Pinheiro³, Tony Andreson Guedes Dantas⁴, Ovídio Paulo Rodrigues da Silva¹

¹Doutoranda Programa de Pós Graduação em Agronomia, CCA Campos Areia, PB. e-mail: damyagro@hotmail.com; natalia.vital@yahoo.com.br; ovidio_paulo@yahoo.com.br

²Professor CCA/UFPB, Areia, PB. e-mail: ademarc@cca.ufpb.br

³Mestranda Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de Santa Maria-RS. E-mail: suanygp@hotmail.com

⁴IFCE, Crateús, CE, e-mail: tagdantas@yahoo.com.br

Resumo

A adubação nitrogenada desempenha papel importante no rendimento produtivo do milho, estando entre os fatores que mais influenciam a produtividade dessa cultura. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do milho a adubação com fontes e doses de N. O experimento foi conduzido no período de julho a outubro de 2012 em condições de campo na Universidade Federal da Paraíba, em Areia-PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 5 x 2, com cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha⁻¹) e duas fontes de N (sulfato de amônio e uréia), em quatro repetições. A produtividade de espigas aumentou de forma linear obtendo-se com a dose de 200 kg ha⁻¹ de N nas fontes sulfato de amônio e uréia, respectivamente, 15 e 16 t ha⁻¹. A dose máxima de 200 kg ha⁻¹ de N foi responsável pelas produtividades de grãos de 1,25 e 1,15 t ha⁻¹ nas fontes sulfato de amônio e uréia, respectivamente. As máximas massas médias de espigas foram de 268 e 262 g obtidas, respectivamente, na dose de 130 kg ha⁻¹ de N na fonte sulfato de amônio e 124 kg ha⁻¹ de N na fonte uréia. Na fonte sulfato de amônio o teor de N foliar foi de 32 g kg⁻¹ obtido na dose de 200 kg ha⁻¹ de N e na fonte uréia a dose de 123 kg ha⁻¹ foi responsável pelo teor máximo de N foliar de 35 g kg⁻¹.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; adubação nitrogenada; rendimento

Abstract

Yield of ears and grains green of maize fertilized with nitrogen sources and rates. The nitrogen plays an important role in the productive yield of corn being among the factors that influence the productivity of this crop. For the purpose of this study was to evaluate the response of maize to fertilization sources and rates of N. The work was conducted in the period from July to October 2012 under field conditions at the Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB. The experimental design was employed in blocks schema factorial 5 x 2, being the factors rates (0, 50, 100, 150 and 200 kg ha⁻¹ N), in two sources of N (ammonium sulfate and urea), in four repetitions. The productivity of ears increased linearly up getting a dose of 200 kg ha⁻¹ of N sources in ammonium sulfate and urea, respectively, 15 and 16 t ha⁻¹. The maximum dose of 200 kg N ha⁻¹ was responsible for the grain yields of 1.25 and 1.15 t ha⁻¹ in the sources ammonium sulfate and urea, respectively. The maximum average masses of ears were obtained 268 and 262 g, respectively, at a dose of 130 kg ha⁻¹ N in source ammonium sulfate and 124 kg ha⁻¹ N in urea source. A source of ammonium sulfate in the leaf N content was 32 g kg⁻¹ obtained at a dose of 200 kg ha⁻¹ of N and source urea the dose of 123 kg ha⁻¹ was responsible for the maximum leaf N 35 g kg⁻¹.

Key-words: *Zea mays* L.; nitrogen fertilization; yield

Introdução

O milho é uma das culturas mais importantes para a humanidade, devido a seu alto potencial produtivo e às diversas formas de utilização na alimentação humana e animal, *in natura* e na indústria de alta tecnologia. O mercado de milho para alimentação humana é promissor em especial na região Nordeste do País, onde o cultivo ocorre durante todo o ano, sendo os grãos utilizados principalmente para a alimentação animal (grãos secos) e/ou humana (espigas e grãos verdes) (Silva et al., 2009; Rocha et al., 2011).

O milho é uma espécie exigente em fertilizantes, sendo o N um dos nutrientes mais

requeridos, o seu manejo deve suprir a demanda da planta nos períodos críticos e reduzir as perdas, exerce também importante função nos processos bioquímicos das plantas como constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e clorofila, podendo vir a influenciar na quantidade e qualidade de espigas (Roberto et al., 2010).

A adubação nitrogenada desempenha papel de suma importância no milho, principalmente para a comercialização de espigas e grãos verdes, estando entre os fatores que mais influenciam a produtividade dessa cultura, pois o potencial produtivo do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas, em



virtude da grande extração de nutrientes do solo ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas (Fornasieri Filho, 2007; Freire et al., 2010). Dentre os principais fatores que contribuem para a baixa produtividade do milho destacam-se o clima, o potencial genético, o manejo de nutrientes e a fertilidade do solo (Valderrama et al., 2011).

Informações precisas sobre fontes e doses adequadas de N no milho são importantes, pois o fornecimento adequado de nutrientes na cultura aumenta o rendimento produtivo. A aplicação de altas doses de N pode ocasionar altas produtividades, no entanto, pode não ser economicamente viável (Amaral Filho et al., 2005). Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta do milho a adubação com fontes e doses de N.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, entre julho a outubro de 2012 em Neossolo Regolítico Psamítico Típico (Embrapa, 2013), textura areia franca, com a seguinte característica química: $pH_{H_2O} = 6,4$; $P = 134 \text{ mg dm}^{-3}$; $K = 79,52 \text{ mg dm}^{-3}$; $Al^{+3} = 0,00 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $Ca^{2+} = 2,75 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $Mg^{2+} = 1,10 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $Na^+ = 0,20 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $H + Al = 2,64 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $SB = 4,25 \text{ cmolc dm}^{-3}$; $CTC = 6,89 \text{ cmolc dm}^{-3}$ e matéria orgânica = $12,23 \text{ g kg}^{-1}$ (Embrapa, 2011). O esterco bovino apresentou as seguintes características: $N = 7,20 \text{ g dm}^{-3}$; $P = 5,2 \text{ g dm}^{-3}$; $K = 4,9 \text{ g dm}^{-3}$; Carbono = $105,85 \text{ g dm}^{-3}$; matéria orgânica = $182,07 \text{ g kg}^{-1}$ e relação C/N 14,10.

O delineamento experimental empregado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 5×2 , sendo avaliado cinco doses de N (0, 50, 100, 150 e 200 kg ha^{-1}) e duas fontes de N (sulfato de amônio e uréia), em quatro repetições. As parcelas continham 40 plantas espaçadas de 1,0 m entre fileiras e 0,40 m entre plantas, distribuídas em cinco linhas com duas plantas por cova, totalizando 40.000 plantas.

O preparo do solo constou de roçagem, capinas e abertura de covas de plantio. A instalação da cultura foi realizada por meio de semeadura direta, colocando-se quatro sementes por cova de milho do híbrido Agrocerec 2040, realizando-se desbaste quinze dias após a semeadura para duas plantas.

A adubação inicial constou da aplicação de 15 t ha^{-1} de esterco bovino, 70 kg ha^{-1} de P_2O_5 (superfosfato simples) e 60 kg ha^{-1} de K_2O

(cloreto de potássio). Em cobertura foi fornecida as doses de N nas fontes descritas no delineamento experimental, parceladas em quantidade iguais aos 30 e 60 dias após a semeadura quando as plantas apresentavam de quatro a seis folhas e de oito a dez folhas totais, respectivamente.

Foram realizadas capinas com auxílio de enxadas para manter a área livre de plantas invasoras, fornecimento de água pelo sistema de aspersão convencional com turno de rega de dois dias nos períodos de ausência de precipitação e em decorrência da ausência de pragas e doenças capazes de causar danos econômicos não foi necessário à realização de controle fitossanitário.

A colheita foi realizada aos 120 dias após a semeadura, quando as espigas encontravam-se maduras, com os grãos verdes e coloração verde intensa. As espigas colhidas foram transportadas para galpão, para avaliação das seguintes características: produtividade de espigas verde com palha e de grãos verde, massa média de espigas e teor de N foliar. Para a determinação do teor de N foliar foram coletadas dez folhas por parcela aos 67 dias após emergência, sendo coletada a primeira folha abaixo e oposta à espiga (Malavolta et al., 1997).

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância e de regressão polinomial, utilizando o teste F para comparação dos quadrados médios. Na análise de regressão, foram testados os modelos linear e quadrático, sendo selecionado aquele que apresentasse maior valor do coeficiente de determinação (R_2) e que fosse capaz de melhor expressar cada característica avaliada, utilizando o programa software SAS (2011).

Resultados e discussão

As doses e fontes de N influenciaram significativamente ($P < 0,05$) a produtividade de espigas verde com palha e de grãos verde, massa média de espigas e o teor de N foliar.

A produtividade de espigas aumentou linearmente com o aumento das doses de N nas fontes sulfato de amônio e uréia obtendo-se, respectivamente, 15 e 16 t ha^{-1} com a dose máxima de 200 kg ha^{-1} de N (Figura 1). Essas produtividades foram superiores aquelas estimadas por Freire et al. (2010), que com o fornecimento de uréia em cobertura obtiveram produtividade máxima de $14,8 \text{ t ha}^{-1}$ de espigas verdes com palha e por Silva e Silva (2003), que conseguiram produtividades de $11,7$ e $10,9 \text{ t ha}^{-1}$, respectivamente, utilizando N na fonte sulfato de

amônio. A maior produtividade de espigas obtida com a fonte uréia deve-se possivelmente à alta concentração de N (45%) presente na sua composição, o que pode ter favorecido a disponibilidade de N às plantas e, conseqüentemente proporcionado aumento na produtividade.

A resposta do milho em aumento de produtividade de espigas em função ao fornecimento do N possivelmente deve-se ao fato desse nutriente causar maiores efeitos nas

características sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, as quais, direta ou indiretamente afetam a produtividade, no entanto, o N deve estar disponível no período de maior demanda pela cultura (Okumura et al., 2011). Além disso, o esterco bovino usado na adubação de plantio pode ter contribuído para o aumento da produtividade de espigas através da liberação de nutrientes e melhoria das características do solo (Oliveira et al., 2007; Alves et al., 2009).

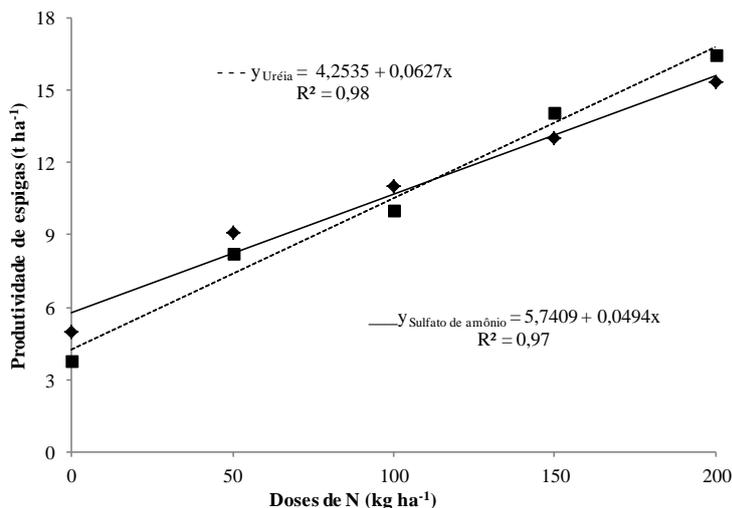


Figura 1. Produtividade de espigas verde com palha no milho, adubado com fontes e doses de N.

As médias da produtividade dos grãos semelhantemente à produtividade de espigas apresentaram comportamento linear, aumentando na proporção em que ocorreu aumento das doses de N, atingindo produtividades máximas de 1,25 e 1,15 t ha⁻¹ na dose de 200 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, nas fontes sulfato de amônio e uréia (Figura 2). Resultados semelhante foram obtidos por Jakelaitis et al. (2005) que observaram

aumento linear da produtividade de grãos verdes no milho usando N, na fonte uréia, com doses variando de 0 a 240 kg ha⁻¹ e Amaral Filho et al. (2005) obtiveram acréscimo linear com dose máxima de 150 kg ha⁻¹ de N, com produtividade de grãos verdes de 2,2 t ha⁻¹. Portanto, não houve interferência na disponibilidade do N para as plantas, suprimindo as necessidades nutricionais do milho.

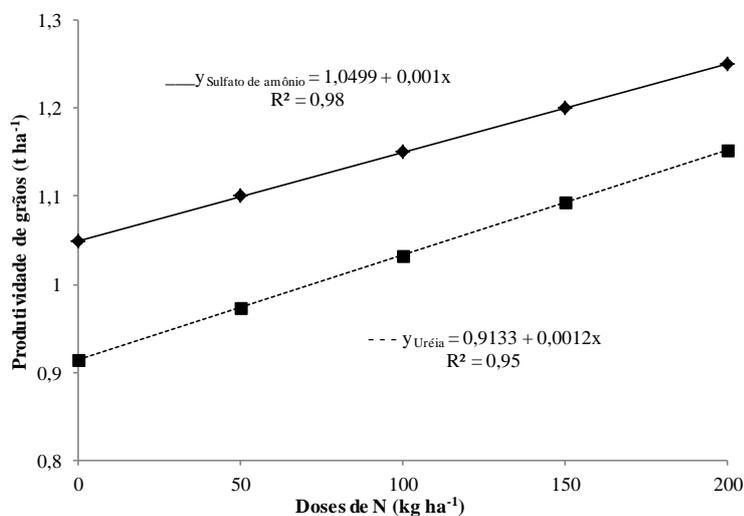


Figura 2. Produtividade de grãos verde de milho, adubado com fontes e doses de N.

Respostas lineares do milho ao emprego do N como verificado para a produtividade de espigas e grãos podem ser atribuídas, entre outros fatores, ao uso de híbridos (como usado nessa pesquisa) ou cultivares, isso porque os híbridos requerem quantidades diferentes de N e são eficientes no uso desse nutriente. No entanto, quando os híbridos são submetidos a doses elevadas de N ocorre uma queda de produção o que pode ser pelo fato do suprimento de N exceder as necessidades da cultura, caracterizando o consumo de luxo (Fernandes et al., 2005; Souza & Soratto, 2006).

A superioridade do sulfato de amônio em relação à uréia na obtenção da maior produtividade de grãos deve-se possivelmente a presença do enxofre (24%) na sua composição, o que favorece o aproveitamento de N pelas plantas e reduz as perdas por volatilização da amônia (Malavolta et al., 2002), como também ao fato de

que a uréia quando aplicada no solo é rapidamente hidrolisada, ocasionando maior perda por lixiviação e volatilização, além de transforma-se em gás amônia, o qual é perdido para a atmosfera. A sua volatilização é mais significativa quando aplicada em solos arenosos, característica do presente trabalho (Alves et al., 2009).

Os valores máximos da massa média de espigas estimados por derivação da equação de regressão foram de 268 e 262 g obtidos com 130 e 124 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, nas fontes sulfato de amônio e uréia (Figura 3). Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Freire et al. (2010), que trabalhando com doses de 0 a 240 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia obtiveram massa média de espigas verdes de 257 g e Cardoso et al. (2010), obtiveram efeitos positivos e linear sobre o peso de espigas de milho adubado com uréia.

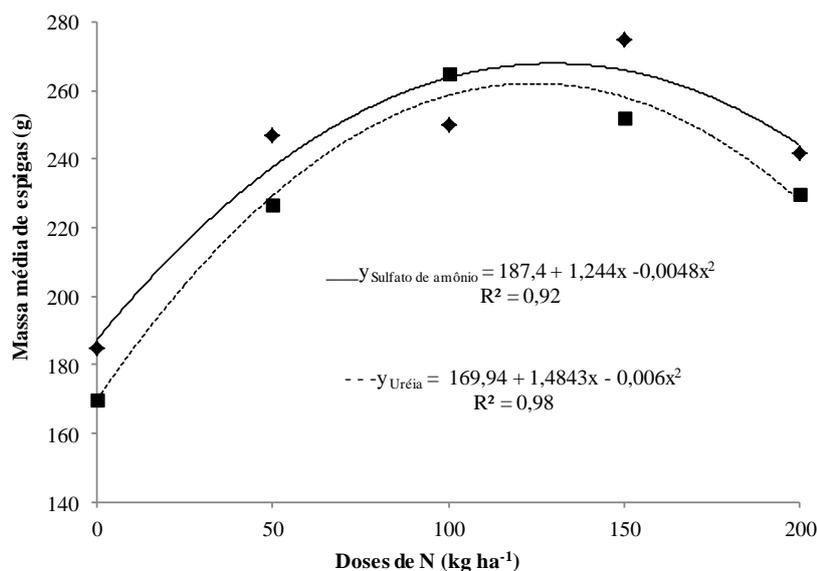


Figura 3. Massa média de espigas de milho, adubado com fontes e doses de N.

O potencial produtivo do milho requer que suas exigências nutricionais sejam plenamente atendidas em virtude da grande extração de nutrientes do solo, sendo o N exigido em maior quantidade pela cultura e o que mais frequentemente limita a produtividade (Fornasieri Filho, 2007). Portanto, a quantidade de N fornecida ao milho foi adequada por atender a demanda nutricional das plantas no período de maior exigência de nutrientes, não comprometendo o desenvolvimento e o rendimento produtivo da cultura.

O teor de N foliar aumentou de forma linear com o aumento das doses de sulfato de amônio, obtendo-se valor máximo de 32 g kg⁻¹ na dose de

200 kg ha⁻¹ de N, porém as médias do teor de N foliar com uréia ajustaram-se a modelo quadrático de regressão, onde através de derivação calculou-se a dose de 123 kg ha⁻¹ de N como aquela responsável pelo valor máximo estimado de 35 g kg⁻¹ (Figura 4). Os resultados obtidos foram semelhantes aos verificados por Lange et al. (2006), que com o aumento das doses de N na fonte uréia obteve teor de N foliar de 27 a 34 g kg⁻¹ conforme o aumento das doses de N (0 a 160 kg ha⁻¹) e Amaral Filho et al. (2005), com o aumento das doses de N em cobertura de 0 a 150 kg ha⁻¹ obteve aumento linear no teor de N foliar de 36 g kg⁻¹. Avaliando o desempenho produtivo do milho em resposta a diferentes fontes de N verificou-se

que as fontes sulfato de amônio e uréia proporcionaram resultados satisfatórios para a cultura, ressaltando os benefícios da adubação

nitrogenada com o uso das fontes estudadas nesta pesquisa (Kappes et al., 2009).

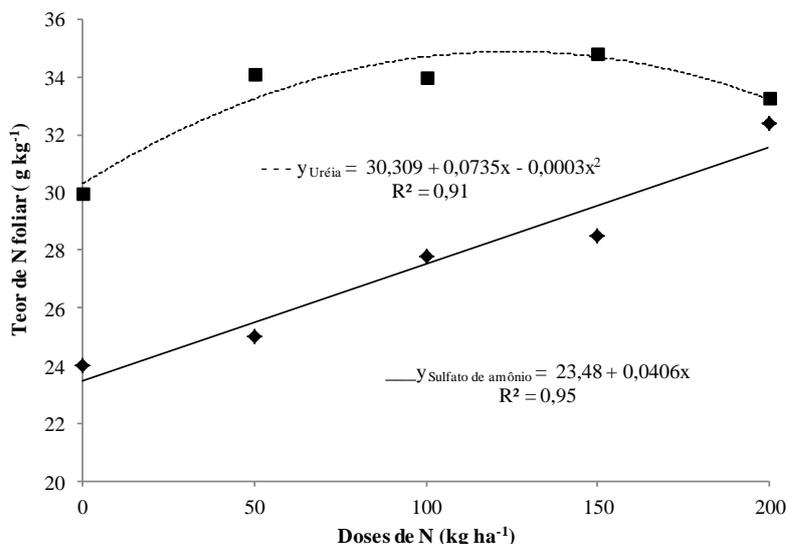


Figura 4. Teor de N foliar no milho, adubado com fontes e doses de N.

As exigências de N pelo milho variam consideravelmente conforme os diferentes estádios de desenvolvimento da planta, sendo mínimas nos estádios iniciais, aumentando com a elevação da taxa de crescimento e alcançando um pico durante o florescimento até o início da formação dos grãos (Okumura et al., 2011). Por isso, Malavolta (2006) quantificou o teor de N na folha índice do milho, verificando que os valores de 28 a 35 g kg⁻¹ de N são adequados para a cultura. Portanto, os resultados obtidos são satisfatórios para o teor de N foliar, o que possivelmente ocorreu pelo fato do híbrido utilizado responder a altas doses de N, conforme se verificou nos resultados da produtividade de espigas e grãos verde.

Conclusão

A dose de 200 kg ha⁻¹ de N, independente da fonte utilizada proporciona a obtenção de uma maior produtividade de espigas e grãos verde;

A aplicação de N na forma de sulfato de amônio proporciona melhores resultados para a massa média de espigas;

Os teores de N foliar obtidos com as fontes uréia e sulfato de amônio são adequados para a cultura.

Referências

ALVES, A.U.; OLIVEIRA, A.P. de; ALVES, E.U.; OLIVEIRA, A.N.P. de; CARDOSO,

E.A.; MATOS, B.F. Manejo da adubação nitrogenada para a batata-doce: fontes e parcelamento de aplicação. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, n. 6, p. 1554-1559, 2009

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*, v. 29, n.3, p. 467-473, 2005

CARDOSO, M. J.; SILVA, A. R. da; GUIMARÃES, L. J. M.; PARENTONI, S. N.; SETUBAL, J. W. Produtividade de espiga verde de milho sob diferentes níveis de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 2 (Suplemento - CD Rom), p. S3786-S3789, 2010

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. ver. atual. Brasília: EMBRAPA, 2013. 353 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2011. 230 p.

FERNANDES, F.C.S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J.A.C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005

- FORNASIERI FILHO, D. Manual da cultura do milho. São Paulo: Funep, 2007. 574 p.
- FREIRE, F. M.; VIANA, M.C.M.; MASCARENHAS, M.H.T.; PEDROSA, M.W.; COELHO, A.M.; ANDRADE, C.L.T. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.9, n. 3, p. 213-222, 2010
- JAKELAITIS, A.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R. Efeitos do nitrogênio sobre o milho cultivado em consórcio com *Brachiaria brizantha*. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 27, n. 1, p. 39-46, 2005.
- KAPPES, C.; CARVALHO, M.A.C. de; YAMASHITA, O.M.; SILVA, J.O.N da. Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 39, n. 3, p. 251-259, 2009
- LANGE, A.; CARVALHO, J.L.N.; DAMIN, V.; CRUZ, J.C.; GUILHERME, L.R.G.; MARQUES, J.J. Doses de nitrogênio e de palha em sistema plantio direto de milho no cerrado. *Revista Ceres*, v. 53, n. 306, p. 171-178, 2006
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALAVOLTA, E.; GOMES, F. P.; ALCARDE, J. C. Adubos e Adubações. São Paulo: Nobel, 2002. 200 p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- OKUMURA, R. S.; MARIANO, D.C.; ZACCHEO, P. V. C. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: uma revisão. *Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias*, v. 4, n. 2, p. 226-244, 2011.
- OLIVEIRA, A. P.; BARBOSA, L. J. N.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. E. L.; OLIVEIRA, A. N. P. Produção de rizóforos comerciais de inhame em função de doses de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, v. 25, n. 1, p. 73-76, 2007.
- ROBERTO, V. M. O.; SILVA, C. D.; LOBATO, P. N. Resposta da cultura do milho a aplicação de diferentes doses de inoculante (*Azospirillum brasilense*) via semente. In: Anais do XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, CD-Rom.
- ROCHA, D. R.; FORNASIER FILHO, D.; BARBOSA, J. C. Efeitos da densidade de plantas no rendimento comercial de espigas verdes de cultivares de milho. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 3, p. 392-397, 2011.
- SAS. SAS/STAT 9.3. Use's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc. 2011.
- SILVA, G. J.; GUIMARÃES, C. T.; PARENTONI, S. N.; RABEL, M.; LANA, U. G. P.; PAIVA, E. Produção de haplóides androgenéticos em milho. *Embrapa Milho e Sorgo*, 2009. (Documentos, 81).
- SILVA, P. S. L.; SILVA, P. I. B. Parcelamento da adubação nitrogenada e rendimento de espigas verdes de milho. *Horticultura Brasileira*, v. 21, n. 2, p. 149-152, 2003.
- SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. Efeitos de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, plantio direto. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, Sete Lagoas, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C. G. S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.