

Thiago H. F. M. Castañon¹

Fernando C. S. Oliveira²

José de S. O. Filho^{1*}

Cleyton S. M. Cunha¹

Boanerges F. Aquino¹

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 13/11/2013. Aprovado em 25/05/2014.

¹Universidade Federal do Ceará - UFC, Departamento de Ciências do Solo. Fortaleza – CE, Brasil. E-mail: jfilhomesti@hotmail.com

²Universidade Aianguera, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Rondonópolis – MT, Brasil.



Adubação nitrogenada de cobertura na produtividade do milho safrinha em semeadura direta

RESUMO

O cultivo do milho safrinha em sistema de plantio direto no Brasil apresenta-se como uma fonte adicional de lucratividade para os produtores, no entanto, muitas questões relacionadas ao manejo da cultura ainda precisam ser elucidadas. Neste contexto, destaca-se a recomendação da adubação nitrogenada de cobertura que surge como uma incógnita, apresentando grandes variações entre regiões produtoras e mesmo entre sistemas de cultivos de uma mesma região. Neste sentido, desenvolveu-se um estudo no município de Tesouro-MT, em um Latossolo Vermelho amarelo, com o objetivo de determinar o efeito de doses crescentes de nitrogênio (N) em cobertura para a cultura do milho safrinha em sistema de plantio direto. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos (doses de N em cobertura). Os tratamentos foram: 0 (controle), 30, 60, 90, 120 e 150 kg ha⁻¹ N na forma de Nitrato de Amônio e com quatro repetições. O milho safrinha em sistema de plantio direto apresentou-se responsivo ao N aplicado em cobertura apenas na dose de 30 kg ha⁻¹. A aplicação de doses mais elevadas podem acarretar prejuízos ao agricultor tanto do ponto de vista econômico quanto em termos ambientais.

Palavras-chave: plantio direto, recomendação de adubação, milho safrinha.

Nitrogen cover application on off-season corn cropped under no tillage system

ABSTRACT

The cultivation of the off-season corn under no-till system in Brazil is considered as an additional source of profitability for producers, despite the fact that many issues related to crop management have yet to be elucidated. Among these managements, one is of great importance and is related to the recommendation of topdressing nitrogen application which appears as a challenge, with large variations among producers and even among cropping systems used in the same region. Considering this context, it was developed a study in the region of Tesouro-MT state, on a reddish-yellow Oxisol, that had the objective of determining the effect of increasing rates of nitrogen (N) applied in coverage on growing off-season corn under no-tillage system. The experimental design was a randomized blocks with six treatments (rates of N) and four replications. The treatments were: 0(control), 30, 60, 90, 120 and 150 kg ha⁻¹ N as Ammonium Nitrate. The off-season corn under no-till system presented response only to the applied N at the rate of 30 kg ha⁻¹. The application of higher N rates caused damage on the farmer profitability, as well as on the environment.

Keywords: no tillage, fertilizer recommendation, off-season corn.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho obtendo na safra 2012/2013 produção estimada em 77 milhões de Toneladas do grão (FIESP, 2013). O sistema de produção de milho desenvolvido no Brasil, notadamente nas regiões que detêm condições climáticas favoráveis, tem-se caracterizado pela divisão da produção em duas épocas de semeadura: em condições de sequeiro, sendo esse cultivo conhecido como safra, primeira safra e safra de verão e o segundo cultivo denominado de safrinha, segunda safra e safra de inverno (CECCON e XIMENES, 2006).

A área cultivada com milho safrinha no país na safra 2012/2013 foi cerca de 8,9 milhões de hectares, com uma produção estimada superior a 46 milhões de toneladas e produtividade relativa de 5.132 kg ha⁻¹. A região Centro-Oeste é a principal região produtora do milho safrinha, sendo responsável por 67,1% da produção nacional destacando-se, nesse contexto, o estado de Mato Grosso como maior produtor, respondendo sozinho por 41,9% da produção nacional. A área cultivada na última safra nesse estado foi de 3,5 milhões de hectares, com produtividade média de 5.780 kg ha⁻¹ na safra 2012/2013 (CONAB, 2013).

Segundo Ragagnin et al. (2010) a resposta do milho safrinha a adubação nitrogenada em sistema de semeadura direta está relacionada com a relação mineralização/imobilização do nitrogênio (N) da palhada da cultura anterior, umidade, teor de matéria orgânica do solo (MOS), do sistema de cultivo e das condições climáticas. Por essas razões, diferentes recomendações quanto à adubação nitrogenada do milho safrinha tem sido propostas e o ajuste dessas recomendações para cada região e cada sistema de cultivo deve ser realizado (COELHO et al., 2006).

Os resultados de pesquisa tem demonstrado que o incremento nas doses de N aplicadas em cobertura promove o aumento da produtividade e melhorias nas características agronômicas do milho safrinha em sistema de plantio direto (MAR et al., 2003; RANNO e BROCH, 2007; RAGAGNIN et al., 2010; BISCARO et al., 2011; SOUZA et al., 2011). No entanto, é necessário o conhecimento da recomendação da adubação que proporcione maior rentabilidade financeira, tendo em vista o alto custo do fertilizante nitrogenado.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de doses crescentes de nitrogênio em cobertura na produtividade de grãos do milho safrinha cultivado em sistema de plantio direto em Tesouro-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Tesouro-MT, na Fazenda São Sebastião situada nas coordenadas 16° 04' 45" S e 53° 33' 09" W. A precipitação pluviométrica foi quantificada na área experimental durante todo o período do estudo e está ilustrada na figura 1.

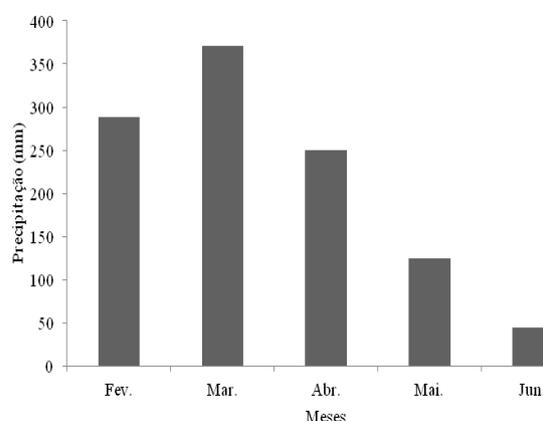


Figura 1. Precipitação pluviométrica durante o período experimental no município de Tesouro-MT.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho amarelo (EMBRAPA, 2006). Os atributos físico-químicos da camada de 0-20 cm do solo experimental foram obtidos segundo EMBRAPA (2009) e estão descritos na tabela 1.

A área experimental vem sendo utilizada no sistema de plantio direto há 14 anos com sucessão de culturas, sendo soja no verão (safra) e milho no inverno (safrinha).

A semeadura do milho foi de forma mecanizada utilizando uma semeadora/adubadora para plantio direto e ocorreu no dia 10 de fevereiro de 2013. O híbrido utilizado foi o AG 9010 PRO de ciclo superprecoce. A adubação de fundação foi realizada com uma aplicação de 200 kg ha⁻¹ da formulação 12-15-15 na linha de semeadura utilizando como fonte de N o nitrato de amônio, de P o superfosfato simples e de K o cloreto de potássio (PRADO, 2001).

A adubação de cobertura foi realizada no dia 25 de fevereiro de 2013, onde a cultura encontrava-se no estágio fenológico V2 (plântulas com 2 folhas totalmente desenvolvidas) como proposto por Magalhães e Durães (2006), sendo realizado a lanço, manualmente, de forma homogênea e sem incorporação. As doses de N aplicadas em cobertura foram de 0; 30; 60; 90; 120 e 150 kg ha⁻¹ na forma de Nitrato de Amônio.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos da camada de 0 – 20 cm de um Latossolo Vermelho amarelo em Tesouro-MT.

pH	K	P	S	Zn	Mn	Cu	Fe	B	Ca	Mg	H + Al	V	MO	argila	Silte	areia
5,2	54	12,9	5	0,9	14,1	0,6	52	0,1	3,5	1	3,3	58,4	23,6	475	50	475

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos (doses de N) e com quatro repetições. A área de cada parcela experimental foi de 20 m², constituído de oito linhas de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,50 m. A área útil de cada parcela foi de 10 m², utilizando-se somente as cinco linhas centrais e desprezando 0,5 m das extremidades.

A colheita foi realizada aos 128 dias após a semeadura de forma manual. O milho foi debulhado de forma manual e pesado separadamente por tratamento, em balança analítica para determinação da produtividade e massa de 1.000 grãos. Os valores de umidade dos grãos foram corrigidos para 14 %.

Para a quantificação dos teores de N no tecido vegetal foi realizada uma amostragem foliar no início do aparecimento da inflorescência feminina, coletando 30 folhas opostas e abaixo da primeira espiga (superior), excluindo a nervura central como proposto por Coelho et al., 2006.

Os resultados de produtividade, massa de mil grãos e N foliar foram submetidos à análise de variância e regressão linear e polinomial utilizando o programa estatístico ASSISTAT 7.7 beta (SILVA et al, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de N na folha aumentou linearmente com o aumento das doses de N mineral (Figura 2). Os valores de N nos tecidos vegetais se encontraram em quantidades adequadas para o bom desenvolvimento da cultura do milho. Segundo Coelho et al. (2009), a faixa ideal de N foliar para que ocorra um correto desenvolvimento da cultura deve estar em torno de 27,5 a 32,5 g kg⁻¹.

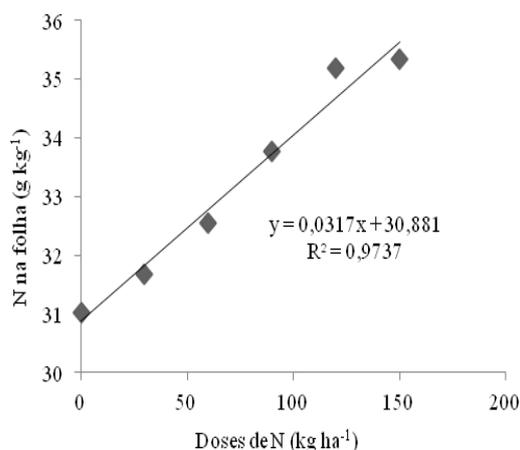


Figura 2. Teores de N foliar em função da aplicação de N mineral em cobertura na cultura do milho em sistema de plantio direto em Tesouro-MT.

No entanto, observou-se que no tratamento controle (0 kg ha⁻¹ de N) o teor do nutriente nas folhas, apresentou-se já dentro da faixa ideal. Nas doses acima de 60 kg ha⁻¹ os valores de N foliar estiveram acima da faixa considerada ideal.

O teor de N na folha em função da aplicação de doses crescentes de adubo nitrogenado no milho safrinha também foi avaliado por Casagrande e Fornasier Filho (2002). No entanto, diferentemente dos resultados observados no presente estudo, esses autores não observaram diferenças significativas no N acumulado na folha com o aumento das doses aplicadas. Todavia, corroborando com os resultados deste estudo, os autores observaram que em todos os tratamentos os níveis de N foliar permaneceram dentro da faixa de teores tido como adequados.

Resultados semelhantes aos observados no presente estudo quanto ao teor de N foliar foram observados por Mar et al., (2003) obtendo o maior valor de N foliar (28 g kg⁻¹) na dose de 145 kg ha⁻¹.

A produtividade de grãos foi afetada pelo aumento da dose de N aplicada. Não observou-se diferença significativa na produtividade entre as doses de 30 a 150 kg ha⁻¹, no entanto, diferença significativa foi observada entre o tratamento controle e a menor dose aplicada (30 kg ha⁻¹). O tratamento controle teve a menor produtividade em relação aos demais tratamentos (Figura 3).

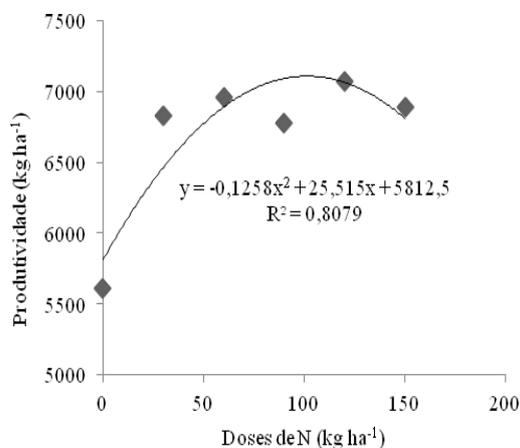


Figura 3. Produtividade do milho safrinha em sistema de plantio direto submetido a doses crescentes de N mineral em cobertura em Tesouro-MT.

Resultados semelhantes de produtividade em função de doses crescentes de fertilizante nitrogenado na cultura do milho safrinha em sistema de plantio direto foram observados por Duarte e Cantarella (2005). Os autores recomendam para adubação nitrogenada em cobertura do milho, a aplicação de 30 a 35 kg ha⁻¹ de N na semeadura e pelo menos 22 kg ha⁻¹ de N em cobertura, para se atingir produtividades

maiores que 4000 kg ha⁻¹. No entanto, Ragagnin et al. (2010) observaram aumento na produtividade do milho safrinha em plantio direto obtendo, quando da aplicação de 35,4 kg ha⁻¹ de N em cobertura, a maior produtividade da cultura (7291 kg ha⁻¹). Esse mesmo resultado foi observado por Souza et al. (2010) verificando aumento na produtividade do milho safrinha até a dose de 150 kg ha⁻¹ de N em cobertura. Já Aguiar et al. (2009) estudando o efeito da aplicação de doses crescentes de N no milho safrinha obteve a maior produtividade de grãos (5200 kg ha⁻¹) na dose de 275 kg ha⁻¹.

No geral, Steiner et al. (2011) afirmam que em anos com boa precipitação pluviométrica, o milho safrinha em sistema de plantio direto pode responder a doses superiores a 80 kg ha⁻¹ de N em cobertura.

Nos casos onde se observa pouca resposta do milho safrinha à adubação nitrogenada de cobertura é importante levarmos em consideração o efeito do N acumulado no solo e o N potencialmente mineralizável presente na palhada da soja (cultivo anterior) que passa com o tempo de cultivo a ser disponibilizado para as plantas. Essas frações de N presentes acabam por dificultar as previsões de disponibilidade do N aplicado o que acarreta perdas de nutrientes e prejuízos financeiros ao agricultor. Não obstante, a aplicação de N mineral no solo em sistema de plantio direto pode estimular a mineralização das fontes orgânicas de N acumuladas no solo, fenômeno conhecido como “efeito *priming*”, e disponibilizá-lo para as plantas (FANGUEIRO et al., 2007).

A massa de mil grãos foi afetada pelo aumento da dose de N aplicado a partir da dose de 150 kg ha⁻¹ (Figura 4). No entanto, nas menores doses observou-se uma redução da massa de mil grãos inclusive inferior a massa obtida no tratamento controle.

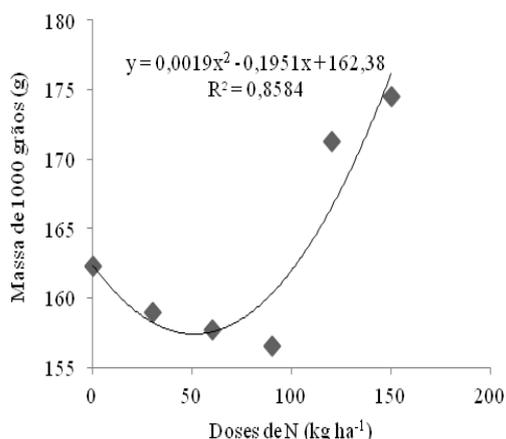


Figura 4. Massa de mil grãos de milho safrinha em sistema de plantio direto submetido a doses crescente de N mineral em Tesouro-MT.

Segundo Biscaro et al. (2011) o número de grãos por espigas é um parâmetro que está diretamente relacionado com a produtividade da cultura e que depende no geral do teor de N na folha possibilitando um maior enchimento dos grãos e consequente aumento de sua massa. Esse mesmo padrão foi observado neste estudo, onde foi observado o aumento do teor de N foliar e aumento da massa de mil grãos a partir da dose 150 kg ha⁻¹.

Avaliando o efeito da adubação nas características agrônomicas do milho safrinha Richart et al. (2006) observaram diferença significativa na massa de mil grãos do tratamento com adubação (374,1 g) quando comparada com o tratamento controle sem adubação (359,3 g). O aumento da massa de mil grãos com o incremento do adubo nitrogenado também foi observado por Aguiar et al. (2009) em Latossolo Vermelho em Santo Antônio de Goiás-GO.

Para Brancchini et al. (2006) o cultivo do milho safrinha não é uma opção adequada pois os investimentos realizados não são recompensados quando são avaliados parâmetros como a produtividade e massa de mil grãos. No entanto, Cecon et al. (2008) avaliam como satisfatória, do ponto de vista da produtividade vegetal, o cultivo do milho safrinha propondo entre outras alternativas a utilização de híbridos precoces para obtenção de maiores valores de massa de mil grãos e produtividade.

Em termos gerais, observou-se maior efeito da aplicação de doses crescentes de N em cobertura no conteúdo de N foliar e na massa de mil grãos. Já para a produtividade a resposta foi pouco observada. Como esses três parâmetros são interdependentes (COELHO et al., 2006) acredita-se que o N acumulado nos tecidos não está sendo transformado em proteína para o enchimento dos grãos acabando por não haver efeito na produtividade da cultura.

CONCLUSÃO

A cultura do milho safrinha em sistema de plantio direto apresentou-se responsiva ao N aplicado em cobertura apenas na dose de 30 kg ha⁻¹. A aplicação de doses mais elevadas podem acarretar prejuízos ao agricultor tanto do ponto de vista econômico quanto em termos ambientais.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. A.; SILVEIRA, P.M.; MOREIRA, J. A. A.; TROVO, J. B. F. Manejo do solo utilizando plantas de cobertura, híbridos e nitrogênio na produtividade do milho. **Bioscience Journal**, v. 25, n. 6, p. 15-22, 2009.
- BISCARO, G. A.; MOTOMIYA, A. V. A.; RANZI, R.; VAZ, M. A. B.; PRADO, E. A. F.; SILVEIRA, B. L. R. Desempenho do milho

- safrinha irrigado submetido a diferentes doses de nitrogênio via solo e foliar. **Revista Agrarian**, v. 4, n. 11, p. 10-19, 2011.
- BRACCINI, A. L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, N. R.; SCAPIM, C. A.; CANA, M. C.; MINUZZI, A.; STULP, M. Rendimento de sementes produzidas na sucessão soja-milho safrinha na região noroeste do Paraná. **Scientia Agrária Paranaensis**, v. 5, n. 1, p. 33-45, 2006.
- CASAGRANDE, J. R. R.; FORNASIERI FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2002.
- CECCON, G.; ROSSI, G.; ABRÃO, M. S.; NEUHAUS, R.; COLMAN, O. P. Comportamento de genótipos de milho safrinha em duas épocas de semeadura em Dourados-MS. **Anais do 9º Seminário Nacional do Milho Safrinha**, 2008.
- CECCON, G.; XIMENES, A.C.A. **Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/SisSafrinha/index.htm>. Acesso em: 2/5/2014.
- COELHO, A. M.; FRANCA, G.E; PITTA, G. V. E.; ALVES, V. M. C. **Cultivo do milho: Fertilidade do solo – diagnose foliar**, 2006.
- COELHO, A. M.; RESENDE, A. V. **Exigências nutricionais e adubação do milho safrinha**. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2009. 10 p. (Circular Técnica 111).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: Grãos**. Safra 2012/2013. Décimo Levantamento, 2013.
- DUARTE, A. P.; CANTARELLA, H. Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. **SEMINÁRIO NACIONAL DO MILHO SAFRINHA: RUMO A ESTABILIDADE**, v. 9, p. 44-61, 2007.
- DUARTE, A.P. e CANTARELLA, H. Adubação nitrogenada de cobertura em milho safrinha no Médio Paranapanema em 2004 e 2005. In: **SEMINÁRIO SOBRE A CULTURA DO MILHO SAFRINHA**. 8., Assis, 2005. Anais. Campinas, IAC, 2005. p. 353-360.
- DUARTE, A.P.; CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van. Milho “safrinha”. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2a. ed. Campinas, Instituto Agrônomo e Fundação IAC. 1996. p. 60-61.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília- DF, 2009, 627 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006, 212 p.
- FANGUEIRO, D.; CHADWICK, D.; DIXON, L.; BOL, R. Quantification of priming and CO₂ emission sources following the application of different slurry particle size fractions to a grassland soil. **Soil Biology and Biochemistry**, 39, 2608-2620, 2007.
- LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A.; SANTANA, D. P. **Cultivo do milho: Clima e solo**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2002. 4 p. (Comunicado Técnico 38).
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. **Fisiologia da produção do milho**. Sete Lagoas, MG: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2006. 10 p. (Circular Técnica 76).
- MAR, G. D.; MARCHETTI, M. E.; SOUZA, L. C. F.; GOLÇALVES, M. C.; NOVELINO, J. O. Produção do milho safrinha em função de doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Bragantia**, v. 62, n. 2, p. 267-274, 2003.
- PRADO, R. M. Saturação por bases e híbridos de milho sob sistema plantio direto. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 2, p. 391-394, 2001.
- RAGAGNIN, V. A.; SENA JUNIOR, D. G.; KLEIN, V.; LIMA, R. S.; COSTA, M. M.; OLIVEIRA NETO, O, V. Adubação nitrogenada em milho safrinha sobre plantio direto em Jataí-GO. **Global science and Technology**, v. 03, n. 02, p. 70-77, 2010.
- RANNO, S. K.; BROCH, D. L. **Resposta do milho safrinha a fontes de nitrogênio em cobertura em Mato Grosso do Sul**. In: 9 SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, Anais. Dourados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. p.264-268.
- RICHART, A.; PASLAUSKI, T.; NOZAKI, M. H.; RODRIGUES, C. M.; FEY, R. Desempenho do milho safrinha e da Brachiaria ruziziensis cv. Comum em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 4, p. 497-502, 2010.
- SILVA, F. de A. S. e; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, 2002, v.4, n.1, p. 71-78.
- STEINER, F.; ZOZ, T.; PINTO JUNIOR, A. S.; FRANDOLOSO, J. F.; RUPPENTHAL, V.; JANEGITZ, M. C. Zinco e nitrogênio no desempenho agrônomo do milho safrinha. **Global Science and Technology**, v. 4, n. 2, p. 9-17, 2011.