

FERTIZILANTES NITROGENADOS COM LIBERAÇÃO LENTA E ESTABILIZADA NA AGRICULTURA

FERTIZILANTES WITH NITROGEN SLOW RELEASE AND STABILIZED IN AGRICULTURE

Risely Ferraz de Almeida^{1*} & Bruna Cristina Sanches²

Resumo: Uma das técnicas agrônomicas utilizadas para aumentar a produtividade são os fertilizantes, pois isoladamente são responsáveis por cerca de um terço da produção agrícola no Brasil. A uréia é o fertilizante nitrogenado que mais emprega em diferentes sistemas de produção agrícola tanto no Brasil como no mundo. Sendo um dos desafios da agricultura controlar as perdas de nitrogênio do solo após a adubação. Os fertilizantes de liberação lenta, controlada e "estabilizada" são uma alternativa para diminuir essa perda e tendo uma maior disponibilidade de nitrogênio para as plantas. Contudo, para validar esse efeito é necessário continuar a realizar trabalhos científicos nas diversas condições edafoclimáticas do Brasil.

Palavras-chave: Adubos, Nutrição, Uréia.

Abstract: One of agronomic techniques used to increase productivity are fertilizers because alone is responsible for about one third of agricultural production in Brazil. Urea is the nitrogen fertilizer that employs more different agricultural production systems in Brazil and in the world. Being one of the challenges of agriculture controlling nitrogen losses from soil after fertilization. The slow release fertilizers, controlled and "stabilized" has been a way to reduce this waste and having a greater availability of nitrogen for plants. However, to validate this effect is necessary to continue to conduct scientific work in different soil and climatic conditions in Brazil.

Keywords: Fertilizers, Nutrition, Urea.

INTRODUÇÃO

Com as atuais tendências de crescimento da população mundial industrializada terá cada vez mais uma maior necessidade de produção de alimentos e energia. Sendo necessário aumentar a produtividade por área cultivada, com o objetivo de suprir esse desenvolvimento.

Um das técnicas agrônomicas utilizadas para aumentar esta produtividade são os fertilizantes, tendo uma importância estratégica. Onde o seu consumo está associado ao aumento da produtividade agrícola, sendo um indicador de desenvolvimento de uma região. No entanto, no Brasil a maioria dos fertilizantes são produtos de importações, tornando-se um aspecto negativo devido à dependência do setor.

Os principais adubos comercializados na agricultura são fontes de macronutrientes (especialmente nitrogênio, fósforo e potássio) e micronutrientes (boro, zinco, silício, entre outros). Assim, o nitrogênio é um dos nutrientes aplicados em grandes quantidades no solo. No entanto, verifica-se o baixo aproveitamento pelas plantas devido a diversos processos de transformação e perdas no solo, tais como imobilização, desnitrificação, lixiviação e volatilização.

Diante destes agravantes, uma das alternativas para aumentar a eficiência dos adubos nitrogenados é a

realização do parcelamento das doses aplicada, ou a utilização de fontes alternativas de fertilizantes de liberação lenta, controlados e estabilizada na agricultura. Estes apresentam uma baixa solubilidade em relação a uma fonte solúvel, pois contêm aditivos para aumentar o tempo de disponibilidade no solo.

Assim, enseja-se com essa revisão de literatura expor as características da adubação nitrogenada demonstrando os fertilizantes de liberação lenta, controlados e estabilizada na agricultura.

Consumo de fertilizantes no mundo

O consumo mundial de fertilizantes vem aumentando como resultado, principalmente, da expansão da demanda nos países emergentes, como China e Índia. Recentemente, o crescimento econômico mundial e o conseqüente aumento na renda das famílias, juntamente com a produção acelerada de biocombustíveis, como o etanol feito com milho, impôs uma nova pressão sobre as reservas de grãos. Esses fatores geraram uma demanda crescente por fertilizantes e preços mais altos por estes produtos (DAHER, 2008).

Desde 1960, o consumo de fertilizantes nos países em desenvolvimento aumentou mais ou menos de forma contínua, e hoje atinge cerca de 60% do consumo

*autor para correspondência

Recebido para publicação em 11/11/2012; aprovado em 30/12/2012

¹ Eng^a Agrônoma, mestranda em Solos pela UFU. Uberlândia-MG. E-mail: rizely@gmail.com.

² Eng^a Agrônoma e prof.^a Colégio Alcides Cordeiro, Condeuba/BA. E-mail:brunacsanches@hotmail.com

mundial, em comparação com 12% em 1960, uma tendência que está continuando. Com sua população aumentando rapidamente, muitos países em desenvolvimento são compelidos a dar alta prioridade à produção agrícola e ao uso de fertilizantes (ANDA, 2003).

Sendo os fertilizantes responsáveis por cerca de um terço da produção agrícola no Brasil, em alguns países os fertilizantes chegam a ser responsáveis por até cinquenta por cento das respectivas produções nacionais (ANDA, 2003).

Nitrogênio no solo

No solo o nitrogênio (N) encontra-se em duas formas: orgânica e inorgânica. A orgânica necessita da mineralização da matéria orgânica do solo (MOS), para liberação e disponibilização do N mineral para a solução do solo. Enquanto, as frações de N em forma inorgânica encontra-se em forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), que são as principais fontes absorvido pela plantas (MARSCHNER, 1995).

As transformações e perdas do nitrogênio que ocorrem no solo são por processos de mineralização e imobilização, nitrificação e desnitrificação, lixiviação e volatilização (BONO *et al.*, 2008).

A volatilização é um dos processos na forma de gás NH_3 , que ocorre principalmente quando se utiliza a uréia como fonte de N aplicada na superfície do solo (BONO *et al.*, 2008).

Quando ocorre perdas de N por volatilização de NH_3 , recomenda-se como meio mais eficiente para evitar é através da incorporação do fertilizante ao solo, a uma profundidade mínima de 3 a 5 cm (CANTARELLA; MARCELINO, 2008a).

A forma nítrica no nitrogênio é a mais susceptível à lixiviação, seguida da amídica e da amoniacal. Ao contrário do nitrato e do amônio, a uréia não é absorvida diretamente pelas plantas, mas somente após ser hidrolisada a amônio. Contudo, a uréia é uma das fontes mais utilizadas pelos agricultores por apresentar o menor custo por unidade de N (SILVA *et al.*, 2003).

A lixiviação de nitrato (NO_3^-) é considerada a principal perda do N disponível às plantas (ERREBHI *et al.*, 1998). Sendo, necessário avaliar o manejo do N em sistemas agrícolas devidos os riscos ambientais (AMADO *et al.*, 2002).

O nitrato no solo é perdido por fatores como sistema de preparo do solo, tipo de solo e forma de aplicação dos fertilizantes nitrogenados, podem influenciar tanto o fluxo de água quanto a concentração de nitrato na solução do solo (SANGOI, 2003).

Recomenda-se como alternativa para atenuar todas essas perdas o parcelamento da adubação nitrogenada (MACHADO, 2012; CANTARELLA; MARCELINO, 2008b).

Para a realização do parcelamento N recomenda-se que seja fornecido nos períodos que antecedem a maior demanda e quando as plantas já tenham um sistema

radicular desenvolvido o suficiente para absorver o nutriente (CANTARELLA; MARCELINO, 2008b).

Nitrogênio na planta

O nitrogênio (N) é absorvido pelas plantas na forma de nitrato (NO_3^-) e amônia (NH_4^+) (CASTRO *et al.*, 2005).

A absorção inicial do N pela planta se dá a forma de NO_3^- e NH_4^+ , entretanto a forma oxidada do N deve sofrer redução para a entrada no metabolismo vegetal, sendo por isso, necessária a redução do NO_3^- a NH_4^+ , processo este que ocorre tanto nas folhas como nas raízes (CASTRO *et al.*, 2005).

Quando o nitrogênio é absorvido pelas raízes das plantas em forma de nitrato, pode ser reduzido ou armazenado nos vacúolos, ou translocado para a parte aérea, onde será reduzido ou armazenado nos vacúolos foliares. O primeiro passo na redução do nitrato ocorre no citosol e envolve a ação da enzima nitrato redutase (NR), produzindo nitrito, o qual adentra os plastídeos ou cloroplastos em folhas, sendo reduzido a amônio por ação da enzima nitrito redutase (NiR), o qual é fixado via GS/GOGAT em aminoácidos, glutamina e glutamato, que por sua vez servem de substrato para reações de transaminação, para a produção de todos os outros aminoácidos necessários à síntese de proteínas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Quando o N é absorvido pela planta a sua distribuição ocorre facilmente via floema (BUSATO, 2007).

A maior parte do N na planta é encontrado nas folhas, especificamente nos cloroplastos (70 %) (MARENCO; LOPES, 2005).

Portanto, quando as planta apresentam deficiência em N os primeiros sintomas apresentados são nas folhas velhas, devido o decréscimo no teor de clorofila (BUSATO, 2007).

Em casos severos, essas folhas tornam-se completamente amarelo-pardas e senescem. As folhas novas permanecem verdes por um tempo maior, por receberem formas solúveis de N, muitas vezes provenientes do processo de translocação do N das folhas velhas (MARENCO; LOPES, 2005).

Além destes sintomas, algumas plantas como o tomateiro a deficiência de N pode também ser expressa pelo acúmulo de antocianina (arroxamento) de caules, pecíolos e folhas inferiores (MARENCO; LOPES, 2005).

Para as gramíneas, em geral, na nutrição o N é o nutriente requerido em maior quantidade, e em muitas situações é suprido insuficientemente. A quantidade de N necessária para otimizar a produtividade de grãos pode alcançar valores superiores a 150 kg ha^{-1} , normalmente os solos apresenta baixa quantidade disponível, sendo necessária a utilização de manejos isoladas ou conjuntas como, de adubos minerais, leguminosas e esterco (AMADO *et al.*, 2002).

Adubos nitrogenados solúveis

Os fertilizantes nitrogenados sólidos são apresentados em quatro formas: amoniacal (sulfato de amônio), nítrica (nitrato de sódio), nítrico-amoniacal (nitrato de amônio, nitrocálcio) e amídica (uréia), sendo solúveis em água (COELHO *et al.*, 2004)

A uréia [(NH₂)₂CO] é o fertilizante nitrogenado que mais emprega em diferentes sistemas de produção agrícola no Brasil e no mundo (MATTOS JUNIOR *et al.*, 2008).

A ureia tem como característica apresentar um baixo custo por quilograma de N (MACHADO, 2012; MATTOS JUNIOR *et al.*, 2008), alta solubilidade e ao alto teor de N no fertilizante (45% N), o que favorece o transporte, a estocagem, o manuseio e a aplicação no campo via solo e via foliar (MATTOS JUNIOR *et al.*, 2008).

A eficiência agrônômica da uréia pode ser bastante reduzida em virtude da perda de N por volatilização de amônia (NH₃) para a atmosfera. Comparando que as perdas por volatilização de outros fertilizantes como o nitrato de amônio têm sido menores (MATTOS JUNIOR *et al.*, 2008)

A dinâmica do N difere conforme a fonte adubação utilizada, sendo que no caso das fontes amidicas e amoniacais o N ocorrerá no solo na forma de amônio inicialmente e de nitrato posteriormente; na forma nítrica, o N ocorrerá na forma de nitrato o que indica maior mobilidade do mesmo no solo com possibilidades inclusive de lixiviação (COELHO *et al.*, 2004).

Carvalho *et al.* (2001), avaliando a produtividade em feijoeiro (cultivar IAC Carioca) utilizando duas fontes diferentes de nitrogênio (sulfato de amônio e uréia), não identificou diferença significativa entre as fontes. Contudo, verificou maior produtividade de feijoeiro com a aplicação de N-uréia, que apresentou uma tendência de maior crescimento e desenvolvimento das plantas.

Características dos adubos nitrogenados de baixa solubilidade (liberação lenta e estabilizada)

De acordo com Trenkel (2010), os fertilizantes de liberação controlada ou lenta são definidos como aquele que contem um nutriente de planta, de forma em que haja um retardamento na disponibilidade para a absorção para as plantas. Este prolongamento na disponibilidade pode ocorrer por diferentes mecanismos.

Os fertilizantes com característica para a liberação de N nos solos, surgiram com o advento de novos materiais de cobertura, como as resinas e os polímeros termoplásticos (SHAVIV, 2005).

Os fertilizantes de liberação lenta apresentam baixa solubilidade em relação a uma fonte solúvel de referência. Podendo ser classificados basicamente em dois grupos: 1- Os compostos de condensação de uréia e uréia-aldeídos: ureaformaldeído (38% de N), isobutilidene diuréia (IBDU, 31% de N), crotonilidene diuréia (CDU, 32% de N); 2- Os produtos encapsulados ou recobertos, ou de liberação controlada: uréia recoberta com enxofre (SCU) e uréia

recoberta com polímeros. (CANTARELLA; MARCELINO, 2008a).

Basicamente, estes fertilizantes devem incluir uma solubilidade controlada do material em água, através revestimentos semipermeáveis, por oclusão, por materiais de proteína (outras formas químicas), por hidrólise lenta de compostos solúveis em água (TRENKEL, 2010).

Os fertilizantes estabilizados contêm aditivos para aumentar o tempo de disponibilidade no solo que podem atuar inibindo a nitrificação: nitrapirina [2-cloro-6-(triclorometil) piridina] (NP), dicianodiamida (DCD), DMPP (fosfato de 3,4 dimetil pirazole) e outros. Ou inibindo a urease: fenil-fosforodiamidato (PPD) e tiofosfato de N-n-butiltriamida (NBPT) (CANTARELLA; MARCELINO, 2008a; TRENKEL, 2010).

Este aditivo ou estabilizador do nitrogênio é uma substância adicionada a um fertilizante que se estende pelo tempo em que o fertilizante permanece no solo tanto na foram N-ureia como no N-amoniacal (TRENKEL, 2010).

Observando que os inibidores de urease são os compostos de maior sucesso até o momento, entre milhares de misturas. (CANTARELLA; MARCELINO, 2008a).

Acredita-se que os fertilizantes de liberação lenta ou controlada encontram-se a uma extensão significativa para um fertilizante ideal, oferecendo o mínimo de efeitos residuais para o solo, água e atmosfera (TRENKEL, 2010).

No campo um fertilizante nitrogenado de liberação lenta, a liberação taxa de resposta da planta deve ser menor do que a partir de uma aplicação de uréia, ou amônio ou solução de nitrato (TRENKEL, 2010).

Um dos mais empregados e estudados fertilizantes de liberação lenta é a uréia recoberta por enxofre ou “*sulfur-coated urea*”. Esses fertilizantes recobertos por resinas e polímeros, decorre de uma liberação eficiente de nutrientes quando há disponibilidade de água e temperatura ideal do solo por volta de 21°C (CHITOLINA, 1994).

Utilização de Adubos nitrogenados de baixa solubilidade (liberação lenta e estabilizados) na agricultura

Melo Júnior (2010), avaliando a lixiviação de nitrogênio no perfil do solo aplicou três fontes de nitrogênio: uréia com fonte convencional sem tratamento com polímero, UREMAX com revestimento de polímero com liberação gradual da empresa Adfert e Ureia KimCoat (LGN) da Kimberlit. Constatou que entre essas fontes, o fertilizante que menos promove a lixiviação do nitrogênio no perfil do solo é o Uremax apresentando os menores teores de N disponíveis nas diferentes profundidades, com exceção da profundidade 24 a 34 cm.

Em mudas de maracujazeiro quando utilizado o fertilizante de liberação lenta Entec, inibidor da nitrificação (fórmula 15-10-10), constatou efeitos

positivos nas variáveis matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total, obtendo mudas de boa qualidade e bem nutridas (MENDONÇA *et al.*, 2007).

Na cultura do milho de forma geral, os fertilizantes estabilizados possuem maior importância no mercado de fertilizantes usados na cultura, do que os de liberação lenta ou controlada, devido ao alto custo de produção destes últimos (três a dez vezes maior, comparado ao dos fertilizantes convencionais), que restringe seu uso a nichos de mercado de alto valor agregado, tais como viveiros de mudas, campos e jardinagem (CANTARELLA; MARCELINO, 2008b).

No entanto, no milho a fonte N de liberação lenta proporciona melhoria na qualidade fisiológica das sementes de milho aumentando a porcentagem de emergência a campo. Sendo superior em relação à uréia a partir da dose de 60 kg ha⁻¹ de N na semeadura + 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura (BONO *et al.*, 2008).

Utilizando o nitrogênio encapsulado dentro de uma membrana de polímero (ESN), que libera o N com o aquecimento do solo, no cultivo do milho em plantio direto - PD, obteve-se resultados significativos na redução de 49% da taxa de óxido nitroso (N₂O) pela desnitrificação. No entanto, resultados semelhantes não foram obtidos em plantios convencionais - PC (TRENKEL, 2010).

Machado (2012), avaliando a aplicação N em cultivo de milho de primeira e segunda safra, com diferentes fontes de N, ureia convencional e ureia revestida (revestido com três camadas de polímeros - tecnologia Kimcoat), não identificou efeito significativo entre as fontes, tanto para produtividade em massa de 1.000 grãos, quanto para o teor de N foliar. Contudo, verificou uma redução na atividade da enzima nitrato redutase nos tratamentos que o fertilizante foi revestido com polímero.

Civardi *et al.* (2011), avaliando a utilização da ureia revestida com polímero e a comum no cultivo do milho em Jataí/GO, concluiu que a ureia comum incorporada ao solo propicia maior o maior rendimento de grãos e a maior lucratividade. Para cada real (R\$ 1,00) investido na cultura, a ureia incorporada ao solo promoveu retorno de R\$ 1,37.

De acordo com, Carvalho e Piccolo (2009), trabalhando com a cultura do algodão em Montividiu/GO, para a avaliação da eficiência econômica dos fertilizantes nitrogenados com inibidor de urease, inibidor de nitrificação e com polímero de liberação lenta em comparação com a uréia comum. Não obteve diferença estatística na produtividade com estas fontes testadas. Pois, a uréia, que possui alta concentração de N e menor custo por unidade do nutriente, apresentou a maior relação benefício/custo. Aparentemente, se houve perdas de N pelos processos de lixiviação, volatilização ou desnitrificação, essas perdas não foram significativas a ponto de permitir detectar diferenças dos fertilizantes testados.

Avaliando o crescimento inicial de laranja 'valência' sobre dois portos enxertos em função da adubação nitrogenada (uréia; nitrato de amônio; uréia recoberta por enxofre (SCU). Pode constatar, que as diferentes fontes de nitrogênio não determinaram diferenças de crescimento vegetativo (GIRARDI; MOURÃO FILHO, 2004).

Souza (2012), avaliando o desempenho da cultura da cana-de-açúcar, cultivar RB 86-7515, em resposta adubação de cobertura nitrogenada com uso de ureia convencional e ureia revestida por polímero de liberação lenta, marca KimCoat®, em diferentes doses. Concluiu que a condição ambiental de estresse hídrico compromete a resposta da cana-de-açúcar a comparação da adubação nitrogenada com as ureias convencional e revestida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As fontes alternativas de fertilizantes de liberação lenta/controlada e fertilizantes estabilizados são uma das alternativas agronômicas eficientes para aumentar a produtividade das culturas. Pois, atuam diminuindo as perdas do nitrogênio para o meio ambiente, além de minimizar os efeitos residuais para o solo, água e atmosfera. Contudo, é necessário continuar a realizar trabalhos científicos, em diferentes condições edafoclimáticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v. 26, n. 1, pp. 241-248, 2002.

ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. Boletim: **O Uso de Fertilizantes Minerais e o Meio Ambiente**, 2003 Disponível em: <http://www.anda.org.br/boletins/fertilizantes_meio_ambiente.pdf>. Acessado em Nov, 2011.

BONO, J.A.M.; CONTREIRAS, D. P.A.; MAUAD, R.M.; ALBUQUERQUE, J.C.; YAMAMOTO, C.R.; CHERMOUTH, K.S; FREITAS, M.E. Modo de aplicação de fertilizantes nitrogenados na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Agrarian**, v.1, n.2, p.91-102, 2008.

BUSATO, C. **Características da planta, teores de nitrogênio na folha e produtividade de tubérculos de cultivares de batata em função de doses de nitrogênio**. 142f. Universidade Federal de Viçosa, Dissertação de Mestrado, (Mestre em Fitotecnia), Viçosa/MG, 2007

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P.C.O.; CONTIN, T.L.M.; DIAS, F.L.F.; ROSSETTO, R.; MARCELINO, R.; COIMBRA, R.B.; QUAGGIO, J.A. Ammonia

- volatilisation from urease Inhibitor-treated urea applied to sugarcane Trash blankets. **Scientia Agricola**, v.65, n.4, p.397-401, 2008a.
- CANTARELLA, H.; MARCELINO, R. **Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho**. Informações Técnicas do Instituto Agronômico de Campinas – IAC, Nº 122, Campinas/SP, 2008b.
- CARVALHO, M.C.S; PICCOLO, M.C. Fertilizantes nitrogenados com inibidor de urease, inibidor de nitrificação e polímero de liberação lenta na cultura do algodão. **Anais do VII Congresso Brasileiro do Algodão**, Foz do Iguaçu/PR, 2009.
- CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E.; BUZZETTI, S.; SANTOS, N. C. B.; BASSAN, D. A. Z. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamentos e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 3, pp. 617-624, 2001.
- CIVARDI, E. A.; SILVEIRA NETO, A.N.; RAGAGNIN, V.A.; GODOY, E.R.; BROD, E. Ureia de liberação lenta aplicada superficialmente e Ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011
- COELHO, E.F.; COELHO FILHO, M.A.; CRUZ, J.L.; SOUZA, L.F.S. **Fontes e Frequências de aplicação de nitrogênio via água de irrigação no mamoeiro**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA, Comunicado técnico 111, Cruz das Almas, 2004.
- DAHER, E. Mercado de fertilizantes: presente e futuro. **Informações Técnicas do Instituto Agronômico de Campinas – IAC**, Nº 122, Campinas/SP, 2008.
- ERREBHI, M. et al. Potato yield response and nitrate leaching as influenced by nitrogen management. **Agronomy Journal**, v.90, n.1, p.10-15, 1998
- GIRARDI, E. A.; MOURÃO FILHO, F. A. A. Crescimento inicial de laranja 'valência' sobre dois portaenxertos em função da adubação nitrogenada no plantio. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal/SP, v. 26, n. 1, p. 117-119, 2004.
- MACHADO, V. J. **Resposta da cultura do milho aos fertilizantes fosfatados e nitrogenados revestidos com polímeros**. 72f. Dissertação de mestrado (Mestre com concentração em solos). Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia/MG, 2012.
- MATTOS JUNIOR, D.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Perdas por volatilização do nitrogênio fertilizante aplicado em pomares de citros. **Revista Laranja**, v.23, n.1, p.263-270, 2002
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005, 451 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MELO JÚNIOR, H.B.; DUARTE, I.N.; SILVA, A.A.; LANA, R.M.Q. Uso de Fontes Revestidas com Polímeros de Liberação Gradual e Uréia Convencional. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11; 2010.
- MENDONÇA, V.; TOSTA, M.S.; MACHADO, J.R.; GOULART JÚNIOR, S.A.R.; TOSTA, J.S.; BISCARO, G.A. Fertilizante de liberação lenta na formação de mudas de maracujazeiro 'amarelo'. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 344-348, 2007.
- SANGOI, L.; ERNANI, P.R.; LECH, V.A.; RAMPAZZO, C. Lixiviação de nitrogênio afetada pela forma de aplicação da uréia e manejo dos restos culturais de aveia em dois solos com texturas contrastantes. **Revista Ciência Rural**, v.33, n.1, 2003.
- SHAVIV, A. Controlled release fertilizers. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ENHANCED-EFFICIENCY FERTILIZERS, Frankfurt, 2005. **Proceedings...** Paris, International Fertilizers Industry Association, 2005. 13p.
- SILVA, W. L. C.; MAROUELLI, W. A.; MORETTI, C. L.; SILVA, R. H.; CARRIJO, O. A. **Fontes e doses de nitrogênio na fertirrigação por gotejamento do tomateiro**. Workshop tomate na Unicamp: perspectivas e pesquisas. Campinas, 2003.
- SOUZA, J. P. S. P. **Resposta da cana-de-açúcar a adubação nitrogenada com uréia convencional e revestida em solo de cerrado na Fazenda Água Limpa**. 28f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília – UnB, 2012.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**, 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- TRENKEL, M.E. **Slow- and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture**. International Fertilizer Industry Association (IFA). Paris, France, 2010