



UREIA REVESTIDA POR POLÍMEROS E A ADUBAÇÃO NITROGENADA DO CAFEIRO (*Coffea arabica* L.)

Jorge Luiz Abranches

Marcos José Perdoná

Fernando Takayuki Nakayama

RESUMO

O café é uma das culturas de maior importância econômica mundial. Considerando o alto potencial produtivo da planta, a produção da cultura pode ser aumentada, uma vez verificadas as diversas dificuldades no adequado fornecimento dos nutrientes. Nas condições em que o café é cultivado no Brasil, o nitrogênio é o elemento que mais limita as produções, em razão da pobreza desse elemento na maioria dos solos brasileiros. Em anos de alta produtividade, ou em longos períodos de estiagem, na época quente do ano, essa deficiência assume importância significativa e, com frequência, afeta a produtividade dos cafezais. Problemas de manejo, como o uso incorreto de fertilizantes são frequentes, o que também aumenta o risco de contaminação ambiental. Uma possibilidade de aumentar a eficiência no aproveitamento dos fertilizantes, minimizar as perdas na produtividade e diminuir o risco de contaminação ambiental é a utilização de fertilizantes revestidos por polímeros, que tem apresentado relativo sucesso em outros cultivos. A presente revisão objetivou agregar informações sobre a eficiência da ureia revestida e suas possibilidades de sucesso em fornecer N de forma adequada para o cafeeiro.

PALAVRAS-CHAVE: manejo de fertilizantes, produtividade, liberação controlada.

UREA IN POLYMER COATED AND FERTILIZATION OF COFFE (*Coffea arabica*L.)

ABSTRACT

Coffee is one of the most economically important crops in the world. Considering the high yield potential of the plant, the crop yield can be increased, since the various problems noted in adequate supply of nutrients. In conditions where coffee is grown in Brazil, nitrogen is the element that most limits



the productions, because of the poverty of this element in most Brazilian soils. In years of high productivity, or long periods of drought, the hot time of year, this deficiency assumes significant importance and often affects the productivity of coffee plantations. Management problems, such as incorrect use of fertilizers are frequent, which also increases the risk of environmental contamination. One possibility to increase the efficiency in the use of fertilizers, minimize losses in productivity and decrease the risk of environmental contamination is the use of fertilizers coated polymers, which have shown relative success in other crops. This review aimed to add information about the efficiency of coated urea and its possibilities of success in providing N appropriately for the coffee.

KEY-WORDS: *fertilizer management, productivity, controlled release.*

COATED UREA EN POLÍMEROS Y FERTILIZANTE NITROGENADO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

RESUMEN

El café es uno de los cultivos de importancia económica más importante del mundo. Considerando el alto potencial de rendimiento de la planta, el rendimiento de los cultivos se puede aumentar, como se observa en las diversas dificultades de suministro adecuado de nutrientes. En condiciones donde el café se cultiva en Brasil, el nitrógeno es el elemento que más limita la producción, debido a la pobreza de este elemento en la mayoría de los suelos brasileños. En los años de alta productividad, o largos periodos de sequía, el tiempo caliente del año, esta deficiencia tiene una importancia significativa y con frecuencia afecta a la productividad de las plantaciones de café. Los problemas de gestión, como el uso incorrecto de los fertilizantes son comunes, lo que también aumenta el riesgo de contaminación del medio ambiente. Una posibilidad para aumentar la eficiencia en el uso de fertilizantes, minimizar las pérdidas en la productividad y reducir el riesgo de contaminación del medio ambiente es el uso de fertilizantes recubiertos de polímeros, que ha tenido cierto éxito en otros cultivos. Esta revisión tuvo como objetivo brindar información general sobre la eficacia de urea recubierta y sus posibilidades de éxito en el suministro de N apropiadamente para el café.

PALABRAS CLAVE: *gestión de los fertilizantes, la productividad, la liberación controlada.*

1. INTRODUÇÃO

Com vendas globais alcançando cerca de noventa bilhões de dólares, o café é a segunda “comoditie” mais comercializada nas bolsas de mercadorias. Neste cenário, o Brasil tem papel de destaque, sendo o maior produtor e exportador mundial (DA MATTA et al., 2007). Nas condições em que o café é cultivado no Brasil, o nitrogênio é o elemento que mais limita as produções (SILVA et al., 2003). Isto ocorre em razão da alta demanda pelo cafeeiro cultivado a pleno sol e da pobreza desse elemento, em formas disponíveis para as plantas, na maioria dos solos brasileiros. A



deficiência desse nutriente fica mais evidente em anos de alta produtividade, longos períodos de estiagem e épocas quentes do ano. O uso e o manejo correto de fertilizantes tem impacto direto no fornecimento de N, sendo essencial para a obtenção de altas produtividades.

De uma forma geral, as perdas de N para o ambiente, assim como o consequente menor aproveitamento pelas culturas, estão associadas à concentração de N na solução do solo, à concentração de formas solúveis de N em geral, ou das formas mais susceptíveis às perdas. Uma das maneiras de aumentar a eficiência de aproveitamento de fertilizantes nitrogenados é o uso de fertilizantes de liberação lenta, controlada, ou com inibidores, que evitem a rápida transformação do N contido nos fertilizantes, em formas mais estáveis (CANTARELLA, 2007). O uso de novos fertilizantes, com tecnologias mais avançadas, além de oferecer menor risco de contaminação ambiental, permite a diminuição das perdas, aumentando a eficiência da absorção e, conseqüentemente, promovendo a elevação nas produtividades das lavouras (ZAVASCHI, 2010).

Os fertilizantes de liberação controlada atrasam a disponibilidade inicial dos nutrientes, estendendo assim o acesso dos nutrientes para as culturas por maior período e otimizando a absorção pelas plantas, reduzindo perdas. Este tipo de fertilizante é caracterizado pelo recobrimento do grânulo por películas de enxofre, ou polímeros de natureza diversa. Para Zavaschi (2010), o uso de polímeros no revestimento da ureia vem sendo apresentado como nova opção na redução de perdas de N, assim, presume-se que existe a possibilidade de que o uso dessa tecnologia apresente maior eficiência para fornecimento de N aos cafeeiros que a ureia convencionalmente utilizada. A presente revisão tem como objetivo reunir informações sobre o uso do nitrogênio na cafeicultura brasileira, assim como investigar as possibilidades de benefícios pelo uso da ureia revestida por polímeros nessa cultura.

2. ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CAFEICULTURA BRASILEIRA



Considerando todas as espécies mundialmente cultivadas, o cafeeiro está no grupo daquelas que mais utilizam o nitrogênio. As plantas absorvem preferencialmente o amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-), que correspondem a cerca de 80% do total de cátions e ânions absorvidos. A maior parte do N no solo provém do ar, por deposições atmosféricas de formas combinadas de N e da fixação biológica de N_2 (CANTARELLA, 2007). O NH_4^+ é incorporado a compostos orgânicos das raízes, o NO_3^- é prontamente móvel no xilema e pode ser acumulado nos vacúolos das raízes, folhas e órgão de reserva. Para ser incorporado a estruturas orgânicas e cumprir suas funções de essencialidade como nutriente, o NO_3^- deve ser reduzido a NH_4^+ , reação mediada por duas enzimas, a nitrato redutase e a nitrito redutase (MARSCHNER, 1995). Dessa forma, o suprimento de nitrogênio ao solo depende da mineralização de sua matéria orgânica, que é função do teor de água, da temperatura, do pH do solo, e da quantidade e natureza dessa mesma matéria orgânica, em particular, de sua relação C/N (MALAVOLTA, 1986).

O nitrogênio pode, ainda, ser disponibilizado para as plantas pela prática de adubações químicas. No Brasil, essa prática ainda apresenta aspectos tradicionalistas, decorrentes das recomendações baseadas na remoção dos nutrientes, mas, em quantidade bastante mais elevada do que a necessária para sua simples reposição, predominando a aplicação da fórmula 20-05-20 (GALLO et al., 1999). Segundo as recomendações oficiais de adubação para essa cultura, no estado de São Paulo, dependendo das condições da lavoura e da expectativa de produção, a recomendação de nitrogênio pode variar de 150 a 450 $\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N (RAIJ et al., 1997). Nessa recomendação, as quantidades adicionadas pelas adubações podem variar em função do ciclo bienal de produção da cultura. Porém, dados experimentais mostram que não é possível reduzir muito as adubações nos anos de safra baixa, e que o uso de adubações maiores, principalmente de nitrogênio, tende a aumentar a média de produção da lavoura, já que a planta tem sua vegetação e reservas aumentadas e pode se preparar melhor para o ano de safra alta (VIANA et al., 1989).

2.1 UREIA COMO FONTE DE NITROGÊNIO



Aproximadamente 60% dos fertilizantes nitrogenados empregados na agricultura brasileira, são utilizados na forma de ureia. Porém, esta apresenta limitações quanto à aplicação superficial, devido à grande possibilidade de perdas por volatilização de NH_3 . Isso ocorre porque, nas imediações dos grânulos desse fertilizante, a reação inicial pode elevar consideravelmente o pH do solo, chegando próximo de 9 e intensificando a volatilização de NH_3 (RODRIGUES, 2013).

Para Nascimento et al. (2013), a adubação nitrogenada é um dos principais componentes na formação do custo de produção, por causa da baixa eficiência desse fertilizante. No caso, a baixa eficiência deve-se, principalmente, às perdas por volatilização, que se intensifica em sistemas de cultivo com preservação de restos culturais sobre o solo, como as folhas do cafeeiro.

2.2 PERDAS POR VOLATILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO

Para Miyazawa et al. (2012), as perdas por volatilização podem chegar à 78%, após a aplicação de ureia sobre a superfície do solo, fazendo com que este mecanismo de perda de N seja bastante estudado. Para Oliveira & Balbino (1995), a perda do nitrogênio ocorre principalmente quando o solo apresenta pH alcalino, baixa capacidade de troca de cátions, baixa capacidade tampão do hidrogênio, alta temperatura, baixa umidade e altas doses de nitrogênio, ou pela ação conjunta de dois ou mais destes fatores. Isto, em parte, ocorre por meio dos processos de lixiviação do nitrato, volatilização da amônia, desnitrificação e erosão do solo, (CIVARDI et al., 2011). Assim, verifica-se que a volatilização de NH_3 da ureia e outros fertilizantes nitrogenados é controlado por um número de diversas propriedades do solo e condições ambientais. Em geral, um pH mais elevado, temperatura elevada e condições de resíduos e umidade aumentam o potencial para volatilização, enquanto um aumento da profundidade de incorporação do adubo, plantio direto, chuva, ou irrigação, diminuem o potencial de volatilização (JONES et al., 2007). Oliveira et al. (2007) alertam que as perdas de nitrogênio amoniacal da ureia aplicada na superfície são significativas em solos de clima tropical e subtropical, devido às condições climáticas, tais como altas temperaturas, ventos e alta umidade relativa do ar.



2.3 MANEJOS DA ADUBAÇÃO COM NITROGÊNIO

Diferentes formas, doses e épocas de aplicação dos adubos nitrogenados são indicadas para as diferentes culturas, tendo como objetivo o máximo aproveitamento desse nutriente nas diferentes condições. Como já visto, o N é indispensável para aumentos significativos de produtividade do cafeeiro e representa, entre outros aspectos, uma parcela considerável do custo de produção do café. O seu uso irracional muitas vezes é caracterizado pela aplicação de doses desnecessárias, em épocas não adequadas, constituindo-se uma maneira de não minimizar a contaminação ambiental, maximizando as perdas por lixiviação do nitrogênio (COSTA, 2006). A dificuldade em se achar a forma mais eficiente de aplicação reside no fato de que o nitrogênio possui uma dinâmica complexa no sistema solo-planta-atmosfera. Assim, realizar um manejo adequado da adubação nitrogenada é considerado uma tarefa difícil devido à multiplicidade de reações químicas e biológicas no solo, dependência de condições edafoclimáticas, vulnerabilidade e perdas ocorridas no sistema solo-planta (ZAVASCHI, 2010). Considera-se, por exemplo, que o nitrogênio é um dos nutrientes mais afetados pela disponibilidade hídrica, principalmente na fase de frutificação, quando é intensamente transportado das folhas para os frutos, seja em condição de suprimento adequado ou deficiente, o que dificulta sua calibração (LEMOS et al., 2010).

Por ocasião das adubações com ureia, a uréase, normalmente presente em resíduos vegetais e no solo, provoca a hidrólise da ureia, produzindo carbonato de amônio $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3]$. Esse, por sua vez, causa aumento no pH, que provoca a emissão de NH_3 . Assim, a presença de resíduo vegetal no solo (palhada, por exemplo) favorece a ocorrência de volatilização quando o adubo nitrogenado é aplicado sobre a superfície do solo.

Para os cafeeiros, o caráter ácido de grande parte dos solos de cerrado, onde é cultivado, associado ao elevado nível de intemperismo, exige que, adubações periódicas sejam realizadas (ALVAREZ et al., 2006). Assim, recomenda-se o parcelamento das aplicações de fertilizantes químicos lixiviáveis, como recurso para reduzir as perdas do N, o que assegura maior disponibilidade às plantas, quando estas atingem estádios máximos de absorção (CERVELLINI et al., 1986). Segundo as



recomendações oficiais de adubação para o cafeeiro, no estado de São Paulo, o parcelamento da adubação anual deve ser feito em quatro vezes (RAIJ et al., 1997). Porém, mesmo com o parcelamento das adubações, grande parte do nitrogênio é perdido, aumentando os custos de produção e a poluição ambiental, requerendo alternativas mais eficazes, no fornecimento desse nutriente, na agricultura moderna.

Novos produtos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de minimizar as perdas de N. As principais estratégias incluem o uso de inibidores de uréase (N-(n-butil) tiofosfóricotriamida, NBPT) e de nitrificação, a adição de compostos acidificantes, a incorporação de ureia ao solo e o uso de ureia revestida com polímeros ou gel também conhecidos como fertilizantes de liberação lenta ou controlada (CANTARELLA E MARCELINO, 2007).

3.0 O USO DA UREIA REVESTIDA

A ureia apresenta a vantagem de ser bastante concentrada e apresentar menor custo por unidade de N, entretanto, essa fonte apresenta como desvantagens uma alta higroscopicidade e maior suscetibilidade a perda por volatilização principalmente quando aplicado superficialmente no solo (SILVA et al., 2012). Para Cantarella (2007), uma das maneiras de aumentar a eficiência de aproveitamento de fertilizantes nitrogenados é o uso de fertilizantes de liberação lenta, controlada, ou com inibidores, para evitar a rápida transformação do N contidos nos fertilizantes em formas de N menos estáveis, em determinados ambientes. O inibidor (NBPT) ocupa o local de atuação da enzima uréase, atrasando a hidrólise da ureia, reduzindo assim o potencial de volatilização de NH_3 . Já o revestimento com polímeros consiste no recobrimento da superfície do grânulo de fertilizantes solúveis com uma barreira física semipermeável, que permite a solubilidade gradual do nutriente no solo (PEREIRA et al., 2009).

Shaviv (2001) explica que as principais vantagens dos fertilizantes de liberação lenta envolvem a redução de perdas de nutriente devido à volatilização, lixiviação e imobilização, maior praticidade no manuseio dos fertilizantes, contribuição à redução da poluição ambiental, diminuindo a lixiviação do NO_3 , menor contaminação de águas



subterrâneas e superficiais, diminuição da salinização do solo, fornecimento regular e contínuo de nutrientes para as plantas, menor frequência de aplicações; eliminação de danos causados a raízes pela alta concentração de sais; e redução nos custos de produção.

De acordo com Chien et al. (2009), os fertilizantes revestidos se enquadram em dois tipos: os de liberação lenta ou controlada e os estabilizadores. Os fertilizantes de liberação lenta ou controlada tem a função de atrasar a disponibilidade inicial dos nutrientes estendendo assim o acesso dos nutrientes para as culturas por maior período, otimizando a absorção pelas plantas e reduzindo perdas. Este tipo de fertilizante é caracterizado pelo recobrimento do grânulo por películas de enxofre, que são revestimentos dos quais a ureia granulada ou perolada é recoberta de S elementar e de cera. O produto normalmente contém 35% de N (75% de ureia) e 19% de enxofre (S), sendo o enxofre fundido pulverizado sobre a ureia pré-aquecida. Já os fertilizantes estabilizadores são aqueles que geralmente apresentam solubilidade em água e são recobertos com polímeros ou aditivos que possuem a capacidade de alterar ou inibir alguns dos processos enzimáticos e microbianos do solo (ZAVASCHI, 2010).

3.1 UREIA REVESTIDA POR POLÍMEROS

Mais de 10.000 polímeros, com diferente comportamento para o encapsulamento, estão disponíveis para serem testados. A liberação pode ser controlada pela umidade ou pela temperatura, de modo que se faz necessário conhecer o comportamento destes polímeros aplicados em adubos para que o resultado seja satisfatório (VASCONCELOS et al., 2010). Os polímeros são cadeias formadas pela composição de unidades estruturais repetidas chamados monômeros. A nova tecnologia de encapsulamento de fertilizantes pretende que estes formem uma camada protetora contra os agentes causadores da perda de nutrientes e que esta proteção não interfira na disponibilização do nutriente a planta (SILVA et al., 2012).



Para Guareschi et al. (2011), os fertilizantes revestidos por polímeros apresentam menores perdas de nutrientes por lixiviação, volatilização e fixação, possibilitando a redução da dose aplicada, assim a diferença entre eles ocorre quanto à eficiência da adubação. Jones et al. (2007) afirmam que revestimentos poliméricos, assim como os revestimentos de enxofre, controlam a liberação de N, mas os primeiros utilizam um mecanismo diferenciado. Os autores explicam que os polímeros atuam como uma membrana semi-permeável que permite que a água a mova-se através do revestimento e a ureia dissolvida saía. A maior eficiência ocorre pela estrutura dos grânulos dos fertilizantes revestidos, os quais, ao absorverem água do solo, solubilizam os nutrientes no interior das cápsulas, liberando lentamente, pela estrutura porosa, na região da raiz (GUARESCHI et al., 2011).

3.2 RESULTADOS EM OUTROS CULTIVOS

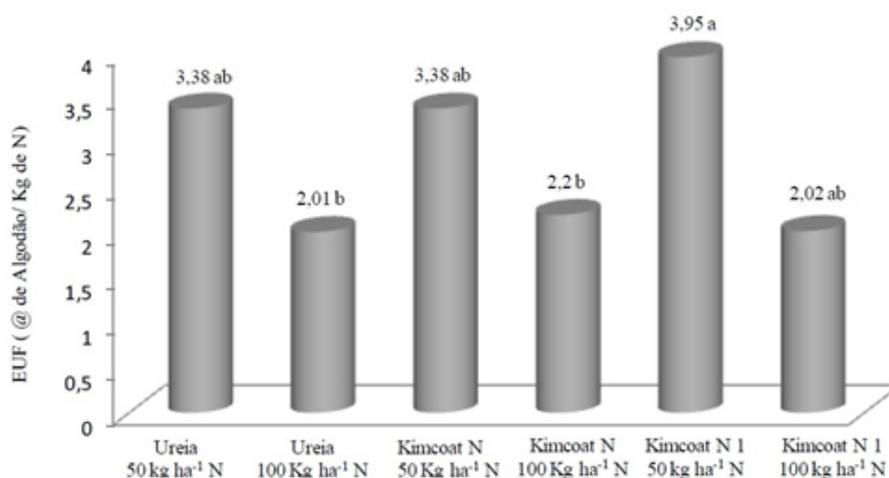
Cantarella (2008), também trabalhou com a cultura do milho, nos Estados Unidos, e verificou que houve uma maior eficiência do nitrogênio presente na ureia revestida por polímeros em relação a ureia convencional sem revestimento, principalmente em solos arenosos. Valderrama et al. (2011) e Civardi et al. (2011) compararam o desenvolvimento e a produtividade em plantas de milho que receberam uréia convencional incorporada e uréia polimerizada a lanço e não observou diferença entre as fontes para altura da planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo. Entretanto, a produtividade de grãos foi maior quando usou uréia convencional. Trabalhando com a cultura do milho, em Uberlândia (MG), Silva et al. (2012) não encontraram diferenças significativas no rendimento de grãos quando utilizaram ureia convencional ou revestida, embora tenham observado incremento de produtividade com aumento das doses de nitrogênio. Os mesmos resultados foram relatados por Secretti et al. (2013), em Dourados (MS).

Prando et al. (2013), avaliando o efeito de fontes e doses de nitrogênio, em cobertura, sobre as características produtivas do trigo (*Triticum aestivum* L.), cultivado em sistema de semeadura direta, não verificaram diferenças na produtividade pelo uso da ureia revestida. Trabalhando com a cultura do algodão, Souza et al., (2013) observam superioridade dos tratamentos de ureia



revestida (Kimcoat), especialmente na dose inferior de 50 % da dose recomendada, cujos resultados são apresentados na Figura 1.

Figura 1. Eficiência no uso de fertilizante em @ de algodão por quilograma de nitrogênio aplicado, em função das doses de N em cobertura. Fundação Chapadão, safra 2009/10. DMS: 1,53; CV %: 12.



Fonte: Souza et al., 2013

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O adequado fornecimento do N é fator preponderante na boa nutrição dos cafeeiros e na obtenção de altas produtividades. A principal fonte de N utilizada nas lavouras de café é a ureia que, por suas características, aliadas às condições de aplicação desse adubo na cafeicultura, favorecem grandes perdas ou mesmo poluição do ambiente. Entre as diversas soluções apresentadas para esses problemas, teoricamente, o uso de polímeros no revestimento da ureia apresenta bom potencial. Porém, os resultados a campo, com as diversas culturas, ainda são insipientes e divergentes. Dessa forma, a necessidade de trabalhos a campo se faz presente, em especial em culturas como o café, onde, grandes economias e ganhos ambientais, são prováveis.



REFERÊNCIAS

ALVAREZ, Vitor Hugo et al. **Poda de raízes e adubação para crescimento do cafeeiro cultivado em colunas de solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 30, p.111-119, 2006.

CANTARELLA, Heitor. **Nitrogênio**. In NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F. FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo p.375-470, 2007.

CANTARELLA, Heitor. **Fontes alternativas de nitrogênio para a cultura do milho**. Informações Agronômicas. N.º12, Viçosa, 2008.

CERVELLINI, Genésio da Silva et al. **Nitrogênio na adubação química do cafeeiro: Doses e parcelamento do nitrocálcio**. Revista Bragantia, p. 45-55, 1986.

CHIEN, Sen Hsuing et al. **Recent development of fertilizer production and use to improve nutrient efficiency and minimize environmental impacts**. Advances In Agronomy. San Diego. v. 102 p. 267-322, 2009.

CIVARDI, Ederson Antônio et al. **Uréia de liberação lenta aplicada superficialmente e ureia comum incorporada ao solo no rendimento do milho**. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 1, p. 52-59, 2011.

COSTA, Flavio Murilo Pereira. **Crescimento e desenvolvimento do cafeeiro sob efeito da adubação nitrogenada**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2006.

DA MATTA, Fábio Murilo et al. **Ecophysiology of coffee growth and production**. Brazilian Journal of Plant Physiology, v. 19, n. 04, p. 485-510, 2007.

FERREIRA, Danilo Alves. **Eficiência agrônômica da ureia revestida com polímero na adubação do milho**. Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba-SP, 2012.

FREITAS, Rupert Barros et al. **Adubação do cafeeiro com nitrato de potássio via solo e folha, no outono-inverno e primavera-verão: efeitos na atividade da redutase do nitrato, no crescimento das plantas e na produção**. Ciênc. agrotec. v. 31, n 4, p.945-952, 2007.

GALO, Paulo Booter et al. **Resposta de cafezais adensados à adubação NPK**. VI. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. Revista Bragantia, Campinas, 58 (2): 341-351, 1999.

GUARESCHI, Roni Fernandes et al. **Adubação antecipada na cultura da soja com superfosfato triplo e cloreto de potássio revestidos por polímeros**. Ciência e Agrotecnologia. Lavras, v. 35, n. 4, p. 643-648, 2011.

JONES, Clain A. **Management of urea fertilizer to minimize volatilization**. Montana State University Extension Service. Bozeman, Montana. 12p. 2007.

LEMOS, Carmem Lacerda et al. **Metabolismo de nitrogênio em dois sistemas de cultivo de café sob veranico da estação úmida**. Rev. Ceres, Viçosa, v. 57, n.1, p. 034-041, 2010.

MALAVOLTA, Eurípedes; MORAES, Milton Ferreira. **O nitrogênio na agricultura brasileira**. Série estudos e documentos. Disponível em: <www.cetem.gov.br/publicacao/series_sed/sed-70.pdf>. Acesso em 28 ago 2014.



MALAVOLTA, Eurípedes. **Nutrição, adubação e calagem para o cafeeiro**. In: RENA, A. B. MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, E. (Ed.) *Cultura do café: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, p.165-274, 1986.

MALTA, Marcelo Ribeiro et al. **Composição química, produção e qualidade do café fertilizado com diferentes fontes e doses de nitrogênio**. *Ciênc. agrotec. Lavras*. V.27, n.6, p.1246-1252, nov./dez., 2003.

MARQUES, Harielly Marianne Costa et al. **Desenvolvimento inicial do cafeeiro (*Coffea arabica* L.), com doses de co-polímero hidroabsorvente em adubação convencional e de liberação controlada**. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia*. 2013; 9(16): 2994, 2013.

MARSCHNER, Horst. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. San Diego: Academic Press.889p. 1995.

MATIELLO, José Braz et al. **Adubação do cafeeiro em função do ciclo bienal, na região norte-fluminense**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 15., 1989. Maringá-PR Anais... Rio de Janeiro: IBC, p.187-188, 1989.

MIYAZAWA, Mario et al. **Eficiência da Adubação Nitrogenada Com Ureia Revestida Por Polímero na Cultura do Milho**. XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO - Águas de Lindóia, 2012.

NASCIMENTO, Carlos Antônio Costa et al. **Volatilização de amônia oriunda de ureia em razão de seus recobrimentos**. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, vol.37 n.4 Viçosa Julho/Agosto. 2013.

OLIVEIRA, E. F. de; BALBINO, L. C. **Efeitos de fontes e doses de nitrogênio aplicado em cobertura nas culturas de trigo, milho e algodão**. In: OLIVEIRA, E. F. de; BALBINO, L. C. *Resultados de pesquisa, 1/95*. Cascavel: Ocepar, 1995.

OLIVEIRA, Patrícia Peronche Anchão et al. **Balço de nitrogênio (¹⁵N) da ureia nos componentes de uma pastagem de capim-marandu sob recuperação em diferentes épocas de calagem**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol. 36 p.1982-1989, 2007.

PEREIRA, Hamilton Seron et al. **Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33 n. 6, p. 1685-1694, 2009.

PRANDO, André Mateus. et al. **Características produtivas do trigo em função de fontes e doses de nitrogênio**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.43, p.34-41, 2013.

RAIJ Bernardo Van et al. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo; Campinas: Boletim 100, p. 97, 1997.

RATKE, Rafael Felipe et al. **Production and levels of foliar nitrogen in rocket salad fertilized with controlled-release nitrogen fertilizers and urea**. *Horticultura Brasileira*. vol.29 n.2 Brasília Apr./June 2011.

RODRIGUES, José de Oliveira. **Maximização do uso da ureia em lavoura de *Coffea canéfora***. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo. São Mateus – ES, 2013.

SHAVIV, Aviv. **Advances in controlled-release fertilizers**. *Advances in Agronomy, Technion*, v.71, p.1-49, 2001.



SECRETI, Mateus Luis et al. **Produtividade de milho produzido sob diferentes adubos nitrogenados e doses incorporado em cobertura.** XII Seminário Nacional de Milho Safrinha. Dourados-MS.

SILVA, Antonio Marciano da Silva et al. **Evaluation of split fertilizer applications and irrigation starting time over coffee bean yield.** Ciênc. agrotec. Lavras. v. 27 n.6: p.1354-1362, 2003.

SOUZA, Juscelio Ramos et al. **Manejo de nitrogênio revestido com polímeros na cultura do algodão.** Acta Iguazu, Cascavel, v.2, n.1, p. 43-49, 2013.

VALDERRAMA, Marcio et al. **Fontes e doses de NPK em milho irrigado sob plantio direto.** Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 41, n. 2, p. 254-263, 2011.

VASCONCELOS, Ana Carolina Pereira et al. **Conteúdo de fósforo e nitrogênio na massa seca do milho após aplicação de diferentes fontes de MAP revestidos com polímeros de liberação gradual.** In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 18., 2010, Teresina. Trabalhos...Teresina: Embrapa meio-norte, 2010. CD-ROM

VIANA, A. S. et al. **Adubação do cafeeiro em função do ciclo bienal, em solo.** Led. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 15, 1989, Maringá, PR. Anais... Rio de Janeiro: IBC. p.150-153.

ZAHRANI, Saeed. **Utilization of polyethylene and paraffin waxes as controlled delivery systems for different fertilizers.** Industrial & Engineering Chemistry Research, Washington, v.39, n.3, p.367-371, 2000.

ZAVASCHI, Eduardo. **Volatilização da amônia e produtividade do milho em função da aplicação de ureia revestida com polímeros.** Dissertação de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010.