

Volatilização de Nitrogênio na aveia com fertilizantes de liberação controlada

Nitrogen volatilization in oat cultivation with controlled release fertilizer

RESUMO

O nitrogênio aplicado na adubação de cobertura pode ser volatilizado na forma de amônia, causando perdas econômicas, sendo na forma de ureia pode causar contaminação de rios e lagos. O presente estudo teve como objetivo desenvolver fertilizantes nitrogenados de liberação controlada e avaliar o efeito na volatilização em comparação com fertilizantes comerciais no cultivo de aveia. Os tratamentos analisados foram: filmes de amido com 50% de ureia (FA50), filmes com 50% de amido/50% quitosana com 50% de ureia (FAQ50), cápsulas de amido com 50% de ureia (CA50), cápsulas de amido/quitosana adicionadas de 50% de ureia (CAQ50), ureia comercial (UC), ureia comercial de liberação lenta (UCL) e sem aplicação de ureia (testemunha). Foram realizadas 4 repetições por tratamento seguindo um delineamento inteiramente ao acaso. As cápsulas CAQ50 apresentaram taxas de liberação de nitrogênio por volatilização similar ao tratamento UCL, sendo que a perda de nitrogênio por volatilização reduziu de 90% com uso da UC para 9% com uso das CAQ50. O efeito foi relacionado à barreira física entre substrato e enzima causada pelo encapsulamento da ureia nos materiais poliméricos.

PALAVRAS-CHAVE: Biopolímeros. Nitrogênio. Liberação Controlada.

ABSTRACT

The nitrogen applied in the fertilizing can be volatilized as ammonia, occurring economic lost and applied in the soluble forms as urea can to cause contamination of the rivers and lakes. The present study has aim to develop nitrogen fertilizer of controlled release and evaluate the effect in the nitrogen volatilization in comparison with commercial fertilizers in the cultivation of oat. The evaluated treatments were: starch films added 50% urea (FA50), 50% starch/50% chitosan films added 50% urea (FAQ50), starch capsules added 50% urea (CA50), starch/chitosan capsules added 50% urea (CAQ50), commercial urea (UC), commercial urea of the controlled release of nitrogen (UCL) and without added fertilizer serve as control. The treatments were realized in four repetition, following a random design. The capsules CAQ50 showed release fees of nitrogen similar at UCL treatments, being that the loss of nitrogen by volatilization reduced of 90% with use of UC to 9% with use of CAQ50. The effect is due to the physical barrier between substrates and enzymes that occur by encapsulation of urea in the polymeric materials

KEYWORDS: Biopolymers. Nitrogen. Controlled Release.

Guilherme Landim Santos

guisaan.gui@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Renata Paula Herrera Brandelero

renatapherrera@gmail.com

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Evandro Martin Brandelero

ebrandelero@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

O Nitrogênio (N) é o nutriente que oferece maiores efeitos na produtividade de culturas anuais e perenes, com grandes influências no seu crescimento e desenvolvimento (MOTA et al, 2014). O N liberado no solo é formado através das reações bioquímicas que acontecem com a ureia em contato com o solo. Através da disponibilidade de N no solo, o mesmo é absorvido pelas raízes das plantas na forma de NH_4^+ formado quando a ureia em contato com a água do solo e com a enzima urease produz o carbonato de amônio que se decompõem originando o íon amônio, no entanto, o íon amônio pode ser absorvido pelas plantas, pode ser convertido em amônia (NH_3) e volatilizado, pode ser convertido em NO_3^- pela ação das bactérias nitrificantes e pode ser lixiviados para camadas mais profundas no solo ou ainda pode ser imobilizado na biomassa do solo pelos microrganismos (MOTA et al, 2014).

Entretanto, o efeito da eutrofização em corpos hídricos pode ser considerado como um efeito lento e contínuo, sendo resultante da sedimentação de nutrientes que foram levados pela chuva e águas superficiais através do efeito de lixiviação (MACEDO e SIPAÚBA-TAVARES, 2011). Todavia, são necessárias metodologias que supram as necessidades do solo e que também tenha grande eficiência para o desenvolvimento sustentável.

Um dos grandes efeitos que facilitam a volatilização do N no solo, está relacionado ao efeito da enzima urease que depende da umidade e do pH do solo para a sua atividade. Estima-se que em umidades acima de 20% e elevado pH a ação da urease seja maior, gerando maiores efeitos de produção de amônio no solo, conseqüentemente elevando o teor de NH_3 o que ocasiona elevadas perdas de N pelo efeito da volatilização (SOARES, 2011).

O uso de filmes biopoliméricos pode ser uma grande fonte de estudo como forma de retardo da liberação da ureia no solo, através da incorporação da ureia em seu perfil como análise de sua eficiência em cultivos. Portanto, o presente estudo tem como objetivo desenvolver e avaliar a eficiência de fertilizantes produzidos pela incorporação de ureia em filme e em cápsulas de amido e quitosana no controle da volatilização de nitrogênio no cultivo de aveia em comparação com fertilizantes comerciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolvimento dos Filmes

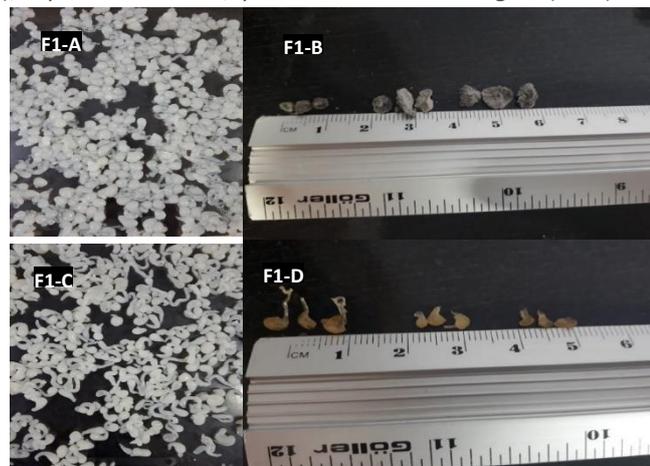
Foi pesada a quitosana e diluída em 50ml de ácido acético. A pesagem do amido e do glicerol foram realizadas. Adicionando água essa solução foi misturada até gelatinizar para isso a solução foi aquecida até atingir a temperatura de $\pm 70^\circ\text{C}$. Após esse procedimento foi deixado por alguns minutos para atingir a temperatura de $\pm 25^\circ\text{C}$. Após isso foi misturado a solução de quitosana. Nos filmes com cristais de celulose foram adicionadas ao final da mistura amido/quitosana. A mistura foi colocada em uma placa de acrílico com medições de 25x25cm. Posteriormente foi colocada a placa com a solução numa estufa por 12 horas numa temperatura de $\pm 40^\circ\text{C}$.

Desenvolvimento das Cápsulas

O amido foi pesado e adicionado em água destilada na proporção de 4% (m/v) e 0,4% de reticulante. A solução foi aquecida a 75° C permanecendo nesta temperatura por 5 minutos, após as soluções foram resfriadas e adicionou cerca de 50% sobre a massa de amido de ureia comercial com 46% de nitrogênio. A solução de polímero foi então gotejada em solução contendo um iniciador de reticulação, ao despejar a solução foram formadas esferas de amido com ureia (conforme Figura 1), as esferas receberam cerca de 20g de calcário para auxiliar na secagem foram secas em estufa a 50° C.

As esferas de quitosana/amido foram obtidas pesando cerca de 2% (m/v) de amido e adicionando em água, sendo a solução aquecida até 75° C, permanecendo por 5 minutos nesta temperatura para completar a gelatinização. A quitosana foi pesada cerca de 2% (m/v) e dissolvida em solução de ácido acético a 2%. As soluções foram misturadas e agitadas em agitador Marconi para obter uma mistura mais homogênea. Após foram adicionados 50% sobre a massa de polímeros de ureia comercial contendo 46% de nitrogênio. A solução polimérica foi então gotejada em uma solução de reticulante a 2% para obter as cápsulas, conforme Figura 1. As cápsulas foram secas a 50°C até descolarem das placas de acrílico.

Figura 1 - Aparência geral das cápsulas de amido (F1-A) antes da secagem e após a secagem (F1-B), cápsulas de amido/quitosana antes da secagem (F1-C) e após a secagem (F1-D).



Fonte: Autores, 2019.

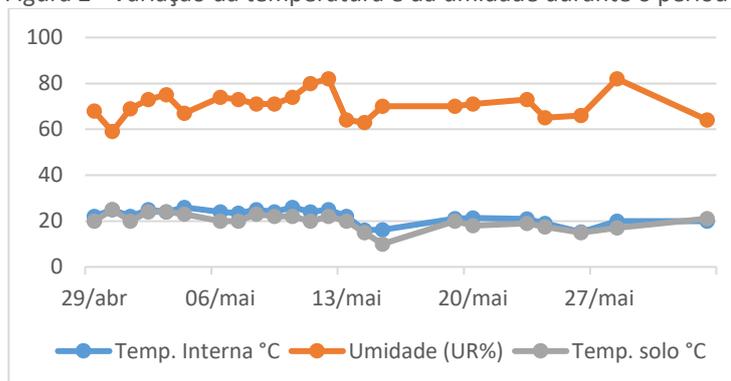
Determinação da volatilização de nitrogênio à campo

Filmes de amido e de amido/quitosana incorporados de 50% de ureia e capsulas de amido e amido/quitosana adicionadas de 50% ureia, foram avaliados quanto a eficiência no controle da volatilização de nitrogênio. Os tratamentos analisados foram: filmes de amido com 50% de ureia (FA50), filmes com 50% de amido/50% quitosana com 50% de ureia (FAQ50), cápsulas de amido com 50% de ureia (CA50), cápsulas de amido/quitosana adicionadas de 50% (CAQ50), ureia, ureia comercial (UC), ureia comercial de liberação lenta (UCL) e sem aplicação de ureia (testemunha), os tratamentos foram realizados em 4 repetições, sendo utilizado um delineamento inteiramente ao acaso.

O experimento foi conduzido utilizando uma variedade de aveia de inverno, chamada comercialmente de aveia preta, cultivar GMX Bagual da Agrivi Sementes (Rio Grande do Sul-Brasil), sendo o número de plantas padronizado para cerca de 20 em cada vaso. O solo utilizado foi caracterizado e apresentou as seguintes características 23,55 mg/dm³ de P, 22,43 cmol/dm³ de Ca²⁺, 3,62 cmol/dm³, 0,83 cmol/dm³ de K⁺, matéria orgânica de 41,93% e pH igual a 6,2. O experimento foi conduzido em vasos circulares de 15 cm de diâmetro e a adubação nitrogenada foi calculada para 150 kg N/ha, sendo realizadas 4 repetições para cada tratamento, inteiramente aos acasos. O experimento foi conduzido em estufa no período de 29 de abril a 02 de junho no Estado do Paraná (Brasil). O teor de nitrogênio volatilizado foi determinado conforme Comunicado Técnico n. 87 da Embrapa (2006), utilizando o método de digestão em Kjeldahl seguido de titulação de neutralização. Os valores de nitrogênio volatilizado na forma de N-NH₃ foram determinados em diferentes tempos ao longo do período de 35 dias após a aplicação dos fertilizantes (filmes, cápsulas e ureias comerciais).

Os valores da temperatura e da umidade no ambiente da estufa foram determinados, utilizando um termo higrômetro. Os valores de temperatura do solo também foram determinados utilizando termômetro que foi introduzido a 5 cm do solo, permanecendo no local por até 35 dias. Os valores registrados estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Variação da temperatura e da umidade durante o período de cultivo.



Fonte: Autores, 2019.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

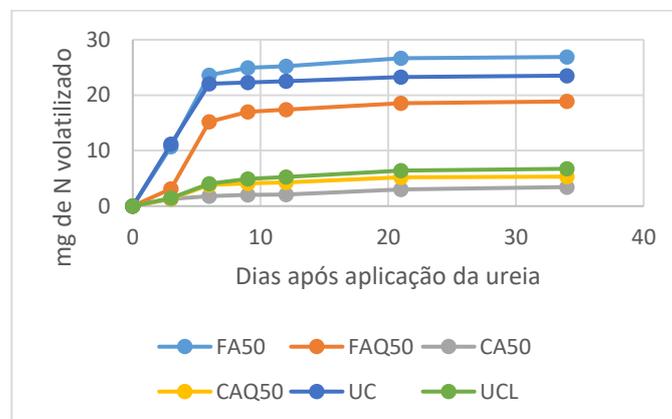
Os valores de volatilização para os filmes biodegradáveis, cápsulas e ureia comercial foram obtidos e podem ser observados conforme indica a Figura 3. Após o quinto dia de aplicação do material, observou-se um grande aumento em teor de nitrogênio volátil para os filmes de amido e amido/quitosana e para a ureia comercial. Pereira et. al, (2009) também determinaram o nitrogênio volatilizado em culturas agrícolas, observaram maiores efeitos de pico de volatilização no quinto dia após a aplicação. Os autores afirmam que as condições do solo associadas à umidade possuem grande influência na perda de nitrogênio.

Os valores de perda acumulada de nitrogênio foram iguais a 136 mg de N, ou seja, cerca de 90% da dose de nitrogênio aplicada para ureia comercial foi volatilizada ao longo do ciclo da cultura, cerca de 60% para filmes de amido, 56% para filmes de amido/quitosana, 17% na ureia comercial de liberação lenta, 15,33% na cápsulas de amido/quitosana e cerca de 9% nas cápsulas de amido, indicando que houve redução da volatilização em todos os fertilizantes elaborados, sendo os

fertilizantes em forma de cápsulas os que reduziram com maior eficiência as perdas de nitrogênio.

Devido à queda de umidade no quinto dia houve uma diminuição da volatilização de nitrogênio, conforme indica a Figura 2 e 3, além da umidade o aumento de temperatura também beneficiou a maior liberação de NH_3 no solo, resultando no pico de perdas de N volátil no solo aos 5 dias de contato entre fertilizante e solo. Os filmes de amido e amido/quitosana por serem aplicados na camada superficial do solo, provavelmente foram mais sensibilidade à umidade e exposição à fatores antrópicos que reduziram sua durabilidade, ocasionando maiores efeitos de volatilização de N no solo quando comparado com as cápsulas.

Figura 3 - Volatilização da ureia quando adicionadas em filmes biodegradáveis (FA50 e FAQ50), cápsulas (CA50 e CAQ50) em comparação com ureia comercial (UC), ureia comercial de liberação lenta (UCL).



Fonte: Autores, 2019.

As cápsulas apresentaram maior efeito na redução da volatilização que os filmes, provavelmente, porque o sistema de encapsulamento criou mais barreiras físicas para a associação enzima substrato que nos filmes, onde a ureia está apenas incorporada nos materiais poliméricos, assim podemos considerar que a ureia estava mais protegida, reduzindo a liberação da ureia no solo e consequentemente retardando a volatilização de N. A redução da liberação de ureia pode melhorar o aproveitamento do nitrogênio pelas plantas uma vez que serão supridas com doses menores e constantes, assim o efeito dos fatores bioquímicos e climáticos na volatilização de nitrogênio são reduzidos.

A ureia comercial de liberação lenta apresentou comportamento similar a das cápsulas de amido e amido-quitosana com ureia. O fato comprova o potencial econômico dos materiais desenvolvidos, outro fato reside que no fertilizante comercial há uso de redutores de ureases, tais como trifosfato de N-butiltriamida (NBPT) em associação com dicianodiamida e N-metil-2-pirrolidona que embora sejam autorizados para uso em fertilizantes são substâncias químicas classificadas como agentes que apresentam toxicidades, ainda não são biodegradáveis e altamente solúveis conforme dados apresentados nas fichas de segurança destas substâncias químicas, enquanto que a incorporação da ureia em polímeros biodegradáveis resultaram em materiais eficientes para controle da volatilização, porém sem danos à saúde dos manipuladores e ao meio ambiente.

CONCLUSÃO

O uso de cápsulas de amido e amido/quitosana permitiram a obtenção de materiais que retardaram a volatilização da ureia, sendo comparável em eficiência a ureia comercial de liberação controlada em maior uso na área de grandes culturas. A ureia adicionada em filmes de amido/quitosana apresentou menor volatilização que a ureia convencional, sendo também um sistema que pode beneficiar culturas que precisam de maior liberação de nitrogênio em fases iniciais de cultivo pois a maior volatilização pode indicar maior liberação do fertilizante para o sistema solo-planta, já as cápsulas liberam a ureia de forma constante e controlada, não apresentando picos de volatilização. O efeito pode estar associado ao encapsulamento da ureia em sistemas polímeros na metodologia de formação das cápsulas, enquanto em filmes a ureia está apenas incorporada aos polímeros, portanto nos sistemas de encapsulamento o isolamento enzima substrato mostrou-se mais efetivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo fomento à pesquisa. Também agradecemos à Fundação Araucária pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

MOTA, M. R.; SANGOI, L.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M.; DALL'IGNA, L. Fontes estabilizadas de nitrogênio como alternativa para aumentar o rendimento de grãos e a eficiência de uso do nitrogênio pelo milho. **R. Bras. Ci. Solo**, **39:512-522**, 2015, [2014].

MACEDO, C. F.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Eutrofização e qualidade da água na piscicultura: consequências e recomendações. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, p. 149 – 163, 4 nov. 2010.

SOARES, J. R. **Efeito de inibidores de urease e de nitrificação na volatilização de NH₃ pela aplicação superficial de ureia no solo**. 2011. 150 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical). Instituto Agrônomo. IAC: São Paulo, 2011.

ARAUJO, E. da S. BODDEY, R. M. URGUAGA, S. ALVES, B. J. R. **Câmara Coletora para quantificação de N-NH₃ volatilizado do solo**. Seropédica: EMBRAPA, Embrapa Agrobiologia- Comunicado técnico, 4p. n. 87, 2006.

PEREIRA, H. S. LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S. l.], p. 1685-1694, 1 out. 2009.