

## **Simulação do Crescimento da Planta e da Dinâmica de Água e Nitrogênio na Cultura do Milho: 2. Dinâmica de Nitrogênio**

Camilo de L. T. de Andrade<sup>1</sup>, Ramon C. Alvarenga<sup>1</sup>, Antônio M. Coelho<sup>1</sup>, Reinaldo L. Gomide<sup>1</sup>, Paulo E. P. Albuquerque<sup>1</sup> e Frederico O. M. Durães<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Embrapa Milho e Sorgo, CP. 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, camilo@cnpms.embrapa.br

Palavras-chave: modelagem, DSSAT, cerez-maize, plantio direto.

### **INTRODUÇÃO**

O nitrogênio é um dos nutrientes mais importantes para a cultura do milho. A recomendação da dose de N tem sido baseada principalmente na produção esperada de grãos, não se levando em consideração as questões ambientais. O principal processo de perda de nitrogênio do solo, segundo comentário de Sangoi et al. (2003), é a lixiviação, especialmente na forma de nitrato. Em solos de cerrado, essas perdas variam entre 10 e 20 kg ha<sup>-1</sup> (Coelho et al., 2003). A baixa lixiviação de N nesses solos deve-se, entre outros fatores, à elevada capacidade de troca de ânions, ao baixo teor de matéria orgânica e a presença de materiais amorfos nas camadas subsuperficiais do solo (Oliveira et al., 2000).

A manutenção de plantas extraindo N do solo é uma das estratégias para minimizar as perdas, sendo fundamental, portanto, conhecer a dinâmica deste nutriente tanto no solo, quanto na planta. A modelagem é uma importante ferramenta neste tipo de estudo, pois permite um melhor entendimento dos processos que ocorrem nestes sistemas complexos (Boote et al., 1996), bem como a simulação de cenários envolvendo o manejo da fertilização nitrogenada, visando o estabelecimento de práticas que minimizem as perdas deste elemento que, na forma de nitrato, pode contaminar as águas superficiais e subterrâneas.

O pacote de modelos DSSAT (“Decision Support System for Agrotechnology Transfer”) pode simular os principais processos de crescimento das culturas (Jones et al., 1998), inclusive a dinâmica de nitrogênio (Pang et al., 1998; Garrison et al., 1999). Bowen et al. (1993) empregaram o modelo Ceres-maize do pacote DSSAT para avaliar a dinâmica de nitrogênio em uma lavoura de milho que utilizou adubação verde para fornecer parte do nitrogênio requerido pela cultura.

A utilização prática deste tipo de modelo requer, todavia, a calibração e avaliação do mesmo para as condições locais e regionais (Boote et al., 1996), sobretudo nos ecossistemas tropicais, levando-se em consideração os solos, culturas e variedades, cuja dinâmica de nitrogênio se tenciona simular.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade preditiva do modelo Ceres-maize para simular a dinâmica de nitrogênio na cultura do milho, plantada em Sete Lagoas, MG, nos sistemas de preparo convencional do solo com arado de disco e grade niveladora (DIS) e de plantio direto (SPD).

## MATERIAL E MÉTODOS

O modelo Ceres-maize foi calibrado na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo em Sete Lagoas, MG, empregando-se dados de ensaios independentes (Andrade et al., 2006a).

Os dados para avaliação do modelo foram coletados em uma área com 14 anos de histórico de plantio direto, contígua a uma faixa onde se utiliza o preparo convencional do solo com arado de disco e grade niveladora. O híbrido BRS 3060 foi plantado nos anos 1999 e 2000, seguindo um esquema de sucessão ao feijão, em condições irrigadas, embora não tenham sido oferecidas à cultura condições ótimas para a produção potencial. As adubações basearam-se na análise do solo e na expectativa de uma produtividade comercial de grãos de milho. A irrigação foi manejada de forma não muito rigorosa podendo ter ocorrido estresse hídrico.

Amostras de plantas foram colhidas ao longo do ciclo da cultura para a determinação, em laboratório, da fitomassa seca, área foliar e concentração de nitrogênio, permitindo, desta forma, a obtenção da extração de nitrogênio por unidade de área. A concentração inicial de nitrogênio no solo, as doses de fertilizantes aplicadas e as lâminas de chuva e de irrigação foram fornecidas ao modelo. Parâmetros básicos de solo, determinados por Andrade et al. (2002), dados de clima da estação meteorológica próxima e os coeficientes genéticos obtidos em ensaios independentes (Andrade et al., 2006a) foram empregados para simular o crescimento da cultura, nos dois anos. Valores simulados de concentração de nitrogênio nas folhas e da extração deste elemento pelas plantas foram comparados com os medidos, permitindo, assim, avaliar o desempenho do modelo. Simulações da percolação de água e da lixiviação de nitrogênio foram realizadas, embora não tenham sido realizadas medições destas variáveis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de nitrogênio na folha da cultura do milho foi simulada de forma razoável pelo modelo no ano de 2000, nos dois sistemas de cultivo: convencional (DIS) e plantio direto (SPD). Em 1999, o modelo tendeu a superestimar a concentração no início do ciclo e subestimar por volta dos 80 a 100 dias após o plantio (**Figura 1A**). A extração de nitrogênio pela parte aérea da planta foi muito bem simulada no ano de 1999, mas foi superestimada no ano de 2000 (**Figura 1B**). Quando o modelo simulou bem a produção de fitomassa (Andrade et al., 2006a), ele superestimou a extração de nitrogênio pela parte aérea da planta (**Figura 1B**), o que indica que o modelo não está simulando corretamente a concentração de nitrogênio nos diversos componentes da planta de milho. Será necessário que algum parâmetro dos algoritmos do modelo, responsável pela partição de fotoassimilados e de nutrientes na planta, tenha que ser ajustado para melhorar a simulação deste processo.

A percolação acumulada de água no ciclo, estimada pelo modelo, foi elevada em 1999 (**Figura 1C**), devido ao grande volume de chuvas ocorrido no período (Andrade et al., 2006b). É possível que o modelo esteja superestimando tais perdas, uma vez que valores menores que 250 mm foram medidos, ao longo do ciclo do milho, em outro ensaio empregando lisímetros (Andrade et al., 2004a). O sistema de plantio direto proporcionou perdas ligeiramente maiores (embora a diferença seja desprezível) que o sistema convencional (**Figura 1C**), em decorrência da maior infiltração de água proporcionada pela continuidade de poros no SPD (Andrade et al., 2002).

A simulação do balanço de nitrogênio indicou que ocorreram perdas por lixiviação de até 55 kg ha<sup>-1</sup> em 1999 quando comparado com apenas 10 a 15 kg ha<sup>-1</sup> verificados em 2000 (**Figura 1D**), embora uma mesma dose de nitrogênio, de 106 kg ha<sup>-1</sup>, tenha sido utilizada nos dois anos,

sendo 10 kg ha<sup>-1</sup> no plantio e o restante em cobertura. Esta maior perda simulada de nitrogênio por lixiviação em 1999 pode estar associada com a menor extração deste nutriente pelas plantas e com a maior percolação de água (**Figuras 1B e 1C**). Coelho et al. (2003) afirmaram que as perdas de nitrogênio na cultura do milho, em solos sob Cerrado, são da ordem de 10 a 20 kg ha<sup>-1</sup> e Andrade et al. (2004b) observaram perdas da ordem de 23 kg ha<sup>-1</sup> quando houve excesso de irrigação, o que indica que o modelo Ceres-maize está, de fato, superestimando tais perdas.

Perdas maiores de nitrogênio, juntamente com a menor população de plantas, parecem ser alguns dos fatores responsáveis pela baixa produtividade verificada nos dois sistemas de cultivo em 1999 (Andrade et al., 2006a). Pôde-se verificar também que, no sistema de plantio direto em 2000, a extração de nitrogênio (**Figura 1B**) foi menor e a lixiviação (**Figura 1D**) ligeiramente maior que no sistema de preparo convencional.

## CONCLUSÕES

A análise dos dados de dinâmica de nitrogênio na cultura do milho indica que o modelo Ceres-maize ainda necessita de ajustes para simular corretamente este processo, sobretudo no que diz respeito à lixiviação.

## LITERATURA CITADA

ANDRADE, C. L. T.; ALVARENGA, R. C.; FREITAS, K. E. D. Impacto do manejo em alguns atributos e na dinâmica da água no solo. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 24, 2002, Florianópolis, SC. **CD...**

ANDRADE, C.L.T., ALVARENGA, R.C., ALBUQUERQUE, P.E.P., COELHO, A.M., TEIXEIRA, E.G. Dinâmica de água e soluto em um Latossolo cultivado com milho irrigado: 1 – Percolação e produtividade da água. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14, 2004a, Porto Alegre. **Resumos expandidos...** Porto Alegre: ABID/UFV, 2004a.

ANDRADE, C.L.T., ALVARENGA, R.C., COELHO, A.M., MARRIEL, I.E., TEIXEIRA, E.G. Dinâmica de água e soluto em um Latossolo cultivado com milho irrigado: 2 – Lixiviação de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 14, 2004b, Porto Alegre. **Resumos expandidos...** Porto Alegre: ABID/UFV, 2004b.

ANDRADE, C. L. T.; ALVARENGA, R. C.; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; GOMIDE, R. L.; DURÃES, F. O. M. Simulação do crescimento da planta e da dinâmica de água e nitrogênio na cultura milho: 1. Fitomassa, área foliar e produtividade de grãos. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 26, 2006a, Belo Horizonte, MG. **CD...**

ANDRADE, C. L. T.; ALVARENGA, R. C.; VIANA, J. H. M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; GOMIDE, R. L.; DURÃES, F. O. M. Simulação do crescimento da planta e da dinâmica de água e nitrogênio na cultura milho: 1. Fitomassa, área foliar e produtividade de grãos. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 26, 2006b, Belo Horizonte, MG. **CD...**

BOOTE, K. J.; JONES, J. W.; PICKERING, N. B. Potential uses and limitations of crop models. **Agronomy Journal**, 88:704-716, 1996.

BOWEN, W. T.; JONES, J. W., CARSKY, R. J., QUINTANA, J. O. Evaluation of the nitrogen submodel of CERES-Maize following legume green manure incorporation. **Agronomy Journal**, 85:153-159, 1993.

COELHO, A. M.; CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Rendimentos do milho no Brasil: Chegamos ao máximo? **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.101, março 2003. Encarte Técnico.

GARRISON, M. V.; BATCHELOR, W. D.; KANWAR, R. S.; RITCHIE, J. T. Evaluation of the CERES-Maize water and nitrogen balances under tile-drained conditions. **Agricultural Systems**, 62(3):189-200, 1999.

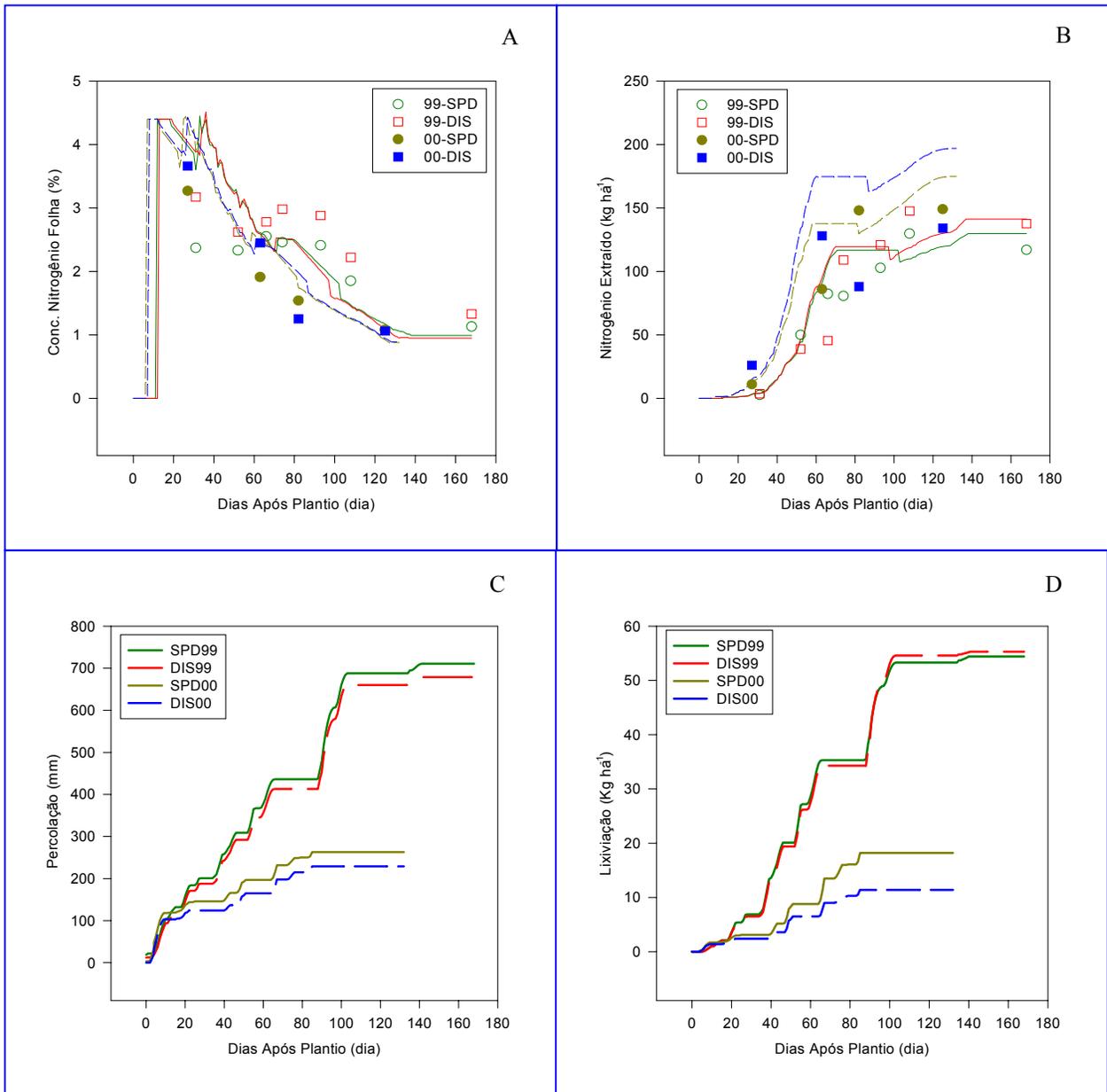
JONES, J. W.; TSUJI, G. Y.; HOOGENBOOM, G.; HUNT, L. A.; THORTON, P. K.; WILKENS, P. W.; IMAMURA, D. T.; BOWEN, W. T.; SINGH, U. **Decision support system for agrotechnology transfer: DSSAT v3**. In: Tsuji, G. Y.; Hoogenboom, G.; Thorton, P. K. Understanding options for agricultural production, Kluwer Acad. Pub., 1998.

OLIVEIRA, J.R.A., VILELA, L., AYARZA, M.A. Adsorção de nitrato em solos de cerrado do Distrito federal. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.6, p.1199-1205, 2000.

PANG, X. P.; GUPTA, S. C.; MONCRIEF, J. F.; ROSEN, C. J.; CHENG, H. H. Evaluation of nitrate leaching potential in Mennesota glacial outwash soils using the CERES-Maize model. **J. Environ. Qual**, 27:75-85, 1998.

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. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, p.65-70, 2003.

THORTON, P. K.; BAANANTE, C. A.; SINGH, U. Uso de modelos de simulacion en la evaluacion de sistemas productivos sustentables. In: Sustentabilidad de las rotaciones cultivo-pastura en el cono sur, 1991, Montevideo, Uruguay. **Anais...**



**Figura 1.** Concentração de nitrogênio nas folhas, extração de nitrogênio pela parte aérea, percolação de água e lixiviação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto (SPD) e preparo convencional (DIS), estimados pelo modelo Ceres-maize, em dois anos (1999 e 2000).