

MODELO DE DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DA SOJA A PARTIR DO BALANÇO DE NITROGÊNIO

José Renato Bouças FARIAS¹, Thomas R. SINCLAIR², Alexandre Lima NEPOMUCENO¹, Norman NEUMAIER¹, Lincoln ZOTARELLI³

Introdução

Os modelos de simulação das respostas das culturas aos fatores do ambiente constituem-se em ferramenta de grande valia em várias áreas do conhecimento agrônomo, tanto permitindo uma perfeita descrição e entendimento do conjunto, como estimando o desempenho das culturas em diferentes áreas e situações. A idéia básica em modelagem é expressar um conhecimento de forma quantitativa (em termos de equações preditivas) e combiná-las de forma integrada, permitindo perfeita descrição e um pleno entendimento do conjunto.

O modelo ajustado por SINCLAIR (1986), estima a área foliar como uma função da temperatura. A biomassa é estimada pela radiação solar. E, finalmente, o rendimento de grãos depende do aumento linear do índice de colheita. O modelo também calcula diariamente o balanço de água no solo e quando o solo torna-se suficientemente seco, há inibição do desenvolvimento foliar, do acúmulo de matéria seca e da fixação do nitrogênio. A fixação biológica do nitrogênio é sensível à ocorrência de déficit hídrico, podendo resultar numa significativa influência nos resultados da simulação. Níveis insuficientes de nitrogênio causam inibição do desenvolvimento da área foliar e, persistindo, acúmulo de massa e encurtamento do ciclo.

A proposta de JAMIESON & SEMONOV (2000) para estimar o acúmulo diário de N em trigo baseia-se nas exigências de nitrogênio para o desenvolvimento de nova área foliar e de matéria seca. Este conceito pode ser aplicado diretamente à soja. Pela sua simplicidade, a proposta de JAMIESON & SEMONOV (2000) pareceu adequada e indicada para sua aplicação em modelos de acúmulo de N em soja. Porém, o ajuste do modelo requer a consideração da possibilidade de fixação de N₂ como uma fonte de N. O fato da soja usar a fixação de N₂ como uma fonte de N para compensar níveis inadequados de N no solo, pode inviabilizar ou interferir na simulação do balanço de N no solo.

A demanda por modelos confiáveis e precisos tende a ser cada vez maior, principalmente com os avanços da agricultura de precisão, com os trabalhos de avaliação de riscos climáticos, zoneamento agrícola e monitoramento de safras em tempo real. O objetivo deste trabalho foi aplicar os conceitos apresentados por JAMIESON & SEMONOV (2000) para a cultura da soja e ajustar um novo modelo de simulação de N, desenvolvimento da planta e rendimento de grãos.

Material e métodos

Os dados meteorológicos, fenológicos e agrônômicos foram obtidos em experimentos conduzidos na área experimental da Embrapa Soja, em Londrina, PR. Para o ajuste do modelo, incorporando os conceitos apresentados por JAMIESON & SEMONOV (2000), partiu-se de um modelo básico desenvolvido e descrito por SINCLAIR (1986), o qual tem mostrado grande adaptação a diferentes regiões produtoras de soja.

Para ajustar as estimativas do modelo envolvendo N, foram usados os dados obtidos por ZOTARELLI (2000), em experimento conduzido na safra 1998/99, sem irrigação, no qual o balanço de nitrogênio na cultura da soja foi monitorado ao longo de todo ciclo, tanto em plantio convencional quanto em semeadura direta. Foram comparadas as estimativas do modelo com os valores efetivamente observados de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, ao longo da estação de crescimento, assim como do rendimento de grãos, na colheita.

Resultados obtidos em experimentos conduzidos durante nove safras (1991/92 a 1999/2000), envolvendo 10 cultivares de soja submetidas a dois níveis de disponibilidade hídrica no solo em cada ano, foram usados, também, para ajustar e validar o modelo. Para cada safra e nível de disponibilidade de água, foram obtidas as estimativas da fenologia, matéria seca e rendimento de grãos. Considerando que o modelo calcula o rendimento potencial para cada ambiente, os rendimentos simulados foram comparados àquele obtido pela cultivar mais produtiva em cada condição (safra x nível de água). A fenologia desta mesma cultivar foi usada para ajustar as estimativas fenológicas do modelo.

Em cada safra, foram coletados dados diários de temperatura do ar, precipitação pluviométrica e de radiação solar, em estações automáticas e convencionais, situadas em local próximo aos experimentos, além das principais características físicas do solo.

Selecionaram-se, como melhores ajustes, aqueles cujos valores estimados se mostraram mais próximos dos valores observados em campo e que, também, apresentaram, na análise de regressão em que forçou-se a passagem pela origem, o valor do coeficiente angular mais próximo da unidade.

Resultados e discussão

A estrutura básica do modelo foi alterada para adaptar-se ao ciclo da cultura da soja no Brasil, cuja semeadura começa em um ano e a colheita ocorre no ano seguinte, para a maioria das regiões

¹ Embrapa Soja, Caixa Postal 231, 86.001-970, Londrina-PR. E-Mail: jrenato@cnpso.embrapa.br.

² USDA – ARS, Department of Agriculture, University of Florida, Gainesville, FL, USA.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutorando pela UFRRJ.

produtoras. Na forma básica, o modelo foi definido para simular o ciclo da cultura com início e término num mesmo ano. Outros ajustes foram necessários para adequá-lo às condições edafoclimáticas brasileiras, bem como adaptá-lo às características dos genótipos hoje desenvolvidos e recomendados para as regiões de baixa latitude. Ajustaram-se, ainda, a retenção de água do solo para cada localidade, profundidade efetiva do sistema radicular, final do desenvolvimento foliar, início da formação do rendimento de grãos e as unidades de medida das variáveis climáticas.

Como não foram detectadas diferenças significativas entre os diferentes sistemas de preparo do solo (ZOTARELLI, 2000), as estimativas do modelo foram comparadas aos resultados de ambos sistemas, conjuntamente. O ponto crítico para o novo modelo era a simulação do acúmulo de N pela cultura ao longo do ciclo. Após os ajustes, verificou-se uma aproximação entre os valores simulados e observados (Figura 1), mostrando a adequação do conceito incorporado ao modelo. Os valores simulados de peso da matéria seca ao longo do ciclo também aproximaram-se bastante aos valores observados (Figura 2), verificando-se uma pequena defasagem entre os tempos de ocorrência dos valores máximos. Nesta simulação, os rendimentos de grãos ficaram muito próximos, com um desvio de 3% dos valores observados.

Para os dois níveis de disponibilidade hídrica, em cada uma das nove safras, foi estimado o rendimento de grãos. Na Figura 3, verifica-se que somente três estimativas apresentaram um desvio superior a 18% dos valores observados. A maioria das estimativas ficou dentro da faixa de 13%. A maior diferença ocorreu na condição irrigada em 1996/97, onde o rendimento estimado ficou 37% menor que observado. Neste caso, a simulação considerou excessiva a irrigação em algumas fases e afetou negativamente a fixação de nitrogênio resultando, conseqüentemente, em baixo rendimento. Experimentalmente, parece que a irrigação excessiva não afetou o rendimento observado.

Conclusão

A proposta de JAMIESON & SEMONOV (2000) adaptou-se perfeitamente para a simulação do acúmulo de N em soja. Os cálculos de absorção de N pela soja foram mais fáceis que em trigo porque foi admitido que a fixação de N_2 em soja supriu qualquer deficiência de N no solo. O modelo ajustado permitiu estimativas satisfatórias do desenvolvimento da soja, concluindo-se que o mesmo pode ser empregado para estimar o rendimento de grãos da cultura.

Referências bibliográficas

JAMIESON, P.D.; SEMONOV, M.A. Modeling nitrogen uptake and redistribution in wheat. *Field Crops Research*. 68:21-29. 2000.

SINCLAIR, T.R. Water and nitrogen limitations in soybean grain production. I. Model development. *Field Crops Research*. 15:124-141. 1986.

ZOTARELLI, L. Balanço do nitrogênio na rotação de culturas em sistema de plantio direto e convencional na região de Londrina-PR. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro. 2000. 133p.

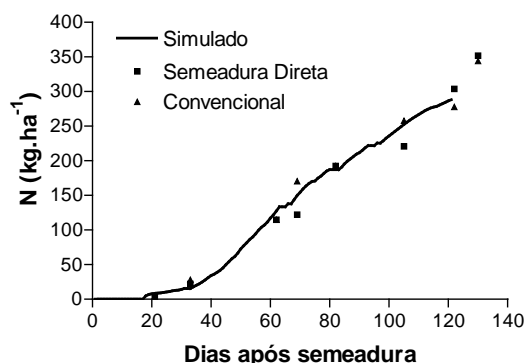


Figura 1. Valores estimados e observados de nitrogênio total (N), ao longo do ciclo. Embrapa Soja, Londrina, 2003.

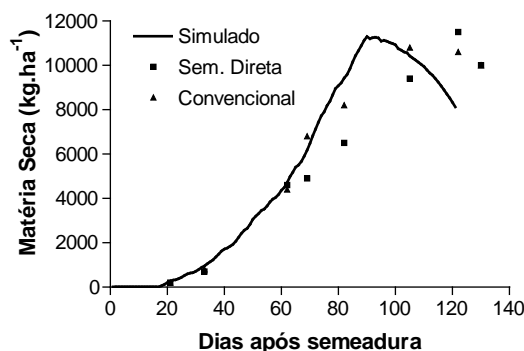


Figura 2. Peso da matéria seca estimada e observada, ao longo do ciclo. Embrapa Soja, Londrina, 2003.

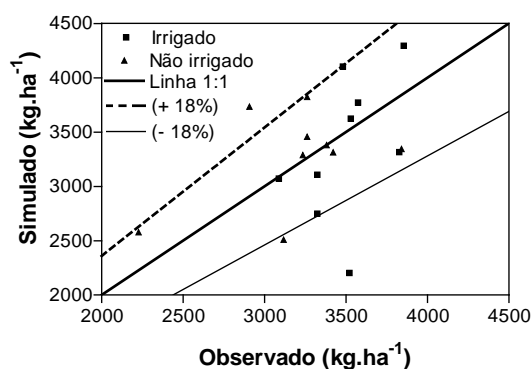


Figura 3. Desvios das observações de rendimento de grãos em relação à linha 1:1 e às retas com desvio de 18%. Embrapa Soja, 2003.