

ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR E DA TEMPERATURA DO SOLO PARA A UM SÍTIO EXPERIMENTAL DE SOJA NO RS UTILIZANDO O MODELO Agro-IBIS

Geovane Webler¹; Débora Regina Roberti²; Santiago Vianna Cuadra³; Virnei Moreira⁴

¹ Msc em Meteorologia, Laboratório de Micrometeorologia, UFSM, Santa Maria-RS.
E-mail: gwebler83@yahoo.com.br.

² Professora Adjunta, Departamento de Física, UFSM. E-mail: debora@ufsm.br

³ Dr. em Meteorologia. Professor CEFET/RJ. E-mail: santiagosub@gmail.com

⁴ Doturando em Física, UFSM. E-mail: virneimoreira@gmail.com

Abstract

This paper presents the results of the validation of Agro-IBIS model for the soybean crop in Rio Grande do Sul. The analysis was made for the LAI (leaf area index) and the soil temperature. Regarding the LAI, the results indicate that the model simulates the crop properly in most of the cycle, with considerable errors only during leaf senescence. The soil temperature was adequately represented throughout the period.

1. Introdução

Nos últimos anos foram desenvolvidos diversos trabalhos no sentido de adaptar modelos que descrevem a interação biosfera-atmosfera para simular diferentes ecossistemas agrícolas. O trabalho de Kucharik e Twine (2007), por exemplo, consiste em avaliar o modelo Agro-IBIS (Foley et al., 1996; Kucharik et al., 2000; Kucharik e Brye, 2003) para culturas de soja e milho. Os dados experimentais foram obtidos em um sítio experimental localizado no Nebraska, região central dos EUA. Os resultados obtidos nesse estudo indicam que o modelo é capaz de simular os principais processos relacionados ao desenvolvimento das culturas agrícolas de forma satisfatória.

Apesar das validações da cultura da soja (representada no Agro-IBIS) para as condições Norte-americanas, mudanças nas condições do solo, clima e características das variedades cultivadas em outras partes do mundo podem alterar significativamente os parâmetros considerados no modelo e, por consequência, os resultados das simulações. No estado do Rio Grande do Sul o planalto médio, região com predominância de solos do tipo Latossolos, é a principal região produtora de soja (Cunha et al., 2001). É nessa região que se localiza o sítio experimental analisado neste estudo.

Com isso, o objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da validação do IAF e da temperatura do solo do modelo Agro-IBIS para a cultura da soja em uma área experimental no município de Cruz Alta-RS, cultivada em sistema de plantio direto.

2. Material e Métodos

O experimento usado para este trabalho foi realizado em uma área experimental agrícola localizada na Fundação Centro de Experimentação e Pesquisa Fecotrigó (FUNDACEP), em Cruz Alta - RS (28°36'S, 53°40'O).

O IAF foi determinado pela obtenção de plantas representativas, cujas folhas foram retiradas e dispostas de forma estendida sobre uma superfície branca de área conhecida e, em seguida, fotografadas. Posteriormente as imagens foram processadas através do programa *Assess 2.0: Image Analysis Software for Plant Disease Quantification*.

As medidas horárias da temperatura do solo foram obtidas a -2cm pelo sensor Campbell Scientific - Termopar Tipo E – TCAV-L.

3. Resultados e Discussão

A figura 1 apresenta o Índice de Área Foliar (IAF) simulado e experimental para o ciclo da soja 2009/2010. O IAF simulado acompanha em fase o ciclo dos valores observados. Porém, em termos quantitativos, o modelo tende a subestimar as observações. No início do ciclo da cultura o Agro-IBIS não acompanha o aumento do IAF observado. No 30^o DAP, por exemplo, o IAF experimental é em torno de 1 m².m⁻², e o valor simulado foi de aproximadamente 0.5 m².m⁻². Esta tendência de subestimativa do IAF segue até o início do período de maturação fisiológica da cultura.

O IAF no final do ciclo da cultura não é representado adequadamente pelo modelo. A partir do 100^o DAP, quando se intensifica a senescência e queda foliar os valores simulados passam a ser superestimados. Isso indica que a parametrização da senescência foliar das plantas no final do ciclo cultura pode estar com problemas. Essa conclusão não é definitiva, visto que os dados observados podem estar contaminados com os efeitos da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), uma doença que atingiu o sítio experimental que traz, entre outras consequências, uma aceleração na queda das folhas. Apesar dos efeitos da doença, ela não é a única justificativa pelo resultado insatisfatório no período de senescência foliar. A parametrização do IAF é um aspecto que precisa ser reavaliado na estrutura do modelo.

Em linhas gerais, modelo mostra-se adequado para simular a fenologia da cultura, antes do período de senescência foliar. Uma fonte constante de incerteza em termos de simulação é como tratar adequadamente a senescência foliar em sistemas agrícolas. Essa dificuldade é recorrente e tem sido citada em trabalhos semelhantes anteriormente (Suyker et al., 2005).

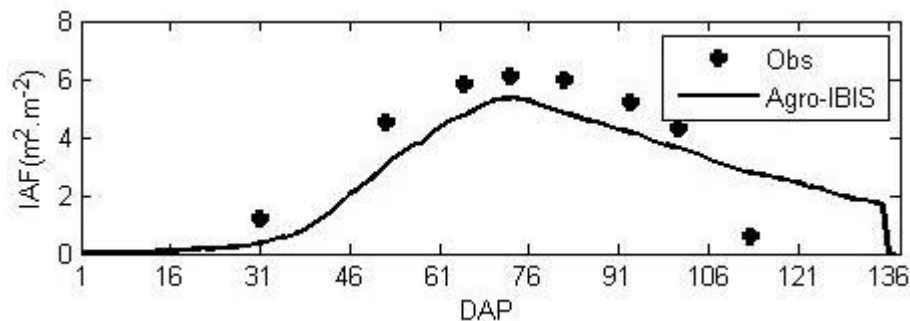


Figura 1 – (a) Índice de área foliar simulado e observado.

Kucharik e Twine (2007) também relatam a importância e a necessidade de melhorias na representação de senescência foliar dos agroecossistemas. Além dos problemas identificados no estudo relacionado à soja, a avaliação do modelo SiB2 (Simple Biosphere Model, Sellers et al. 1996c) adaptado para a cultura do trigo realizada por Hanan et al. (2005) também citaram problemas com a simulação da senescência foliar. Segundo eles, isso ocorre em virtude da dificuldade em parametrizar a relação entre a mudança na área foliar causada pela senescência e a atividade fisiológica das plantas. O Agro-IBIS usa, atualmente, coeficientes empíricos da folha após o pico do IAF ser alcançado, que agem em combinação com uma redução do volume de carbono alocado no tecido das folhas, que harmoniza a senescência foliar, após enchimento de grãos ser iniciado. Outra fonte de erro do modelo pode estar ligada ao uso de um valor constante de área foliar específica (AFE) durante todo o ciclo de crescimento da cultura. De acordo com Yin et al. (2000) a AFE varia significativamente com as variáveis ambientais e o estágio de desenvolvimento das plantas. Além disso, há uma

série de outros fatores, relacionados aos nutrientes do solo, idade das plantas, o genótipo de cultura, e os impactos de pragas e doenças que não são tratadas pelo modelo, mas são importantes para mudanças no cômputo da área foliar verde (Birch et al., 1998).

As melhorias sugeridas para a senescência foliar em modelagem de culturas agrícolas, focam na ligação do IAF com o Nitrogênio foliar (Yin et al., 2000). A abordagem de Yin et al. (2000) pressupõe que as folhas morrem quando a concentração de Nitrogênio na folha é menor do que o necessário para a realização da fotossíntese. Nesta simulação, foi assumido que o nitrogênio não é limitante para o desenvolvimento da cultura, mas esta é uma generalização do que acontece na realidade. Na prática, é provável que se tenha variações nos níveis de nitrogênio, principalmente no final do ciclo das culturas.

A figura 2(a) mostra as médias diárias da temperatura do solo experimentais e simuladas para os 137 dias do ciclo. Pela figura, nota-se que o modelo tem bom desempenho na simulação dessa variável, principalmente entre os dias 20 e 120 após o plantio. Nesse período o solo está sombreado pela soja que passa pelo seu estágio máximo de desenvolvimento com rápido crescimento do IAF. O período que antecede o dia 20 compreende o período de emergência e início de crescimento da cultura. Com isso o solo ainda não está coberto. Após o dia 120 a soja está no período de senescência foliar. Sendo assim as folhas verdes das plantas, que antes cobriam o solo, agora formam uma camada de palha sobre a superfície.

A figura 2(b) mostra a diferença entre a temperatura do solo simulada e experimental. É possível notar que no início do ciclo da cultura, o modelo chega a superestimar a temperatura do solo em 5 °C. À medida que a cultura vai se desenvolvendo os valores simulados se aproximam dos experimentais. Ao final do ciclo, após a senescência foliar, os valores simulados voltam a se afastar dos experimentais.

O diagrama de dispersão entre os valores simulados e observados da temperatura do solo está na figura 2(c). Os coeficientes de correlação (R) e determinação (R²) entre as duas variáveis são, respectivamente, 0,89 e 0,80. Esses valores mostram o bom desempenho do modelo na simulação dessa variável.

A superestimativa da temperatura do solo pelo modelo no início e no final do ciclo da soja pode ser justificada pela presença da palha sobre o solo. A superfície que se encontra coberta pela palha recebe uma quantidade menor de radiação se comparada ao solo nu causando, conseqüentemente, uma redução na temperatura. O modelo, como não tem a parametrização dos resíduos culturais, não é capaz de simular os efeitos de sua presença.

O efeito da presença da palha na temperatura do solo diminui à medida que a soja vai crescendo. Isso ocorre, pois, com o aumento do IAF, a radiação solar passa a ser interceptada pelas folhas das plantas. Assim, a presença da palha sobre a superfície não afeta a temperatura do solo com tanta intensidade.

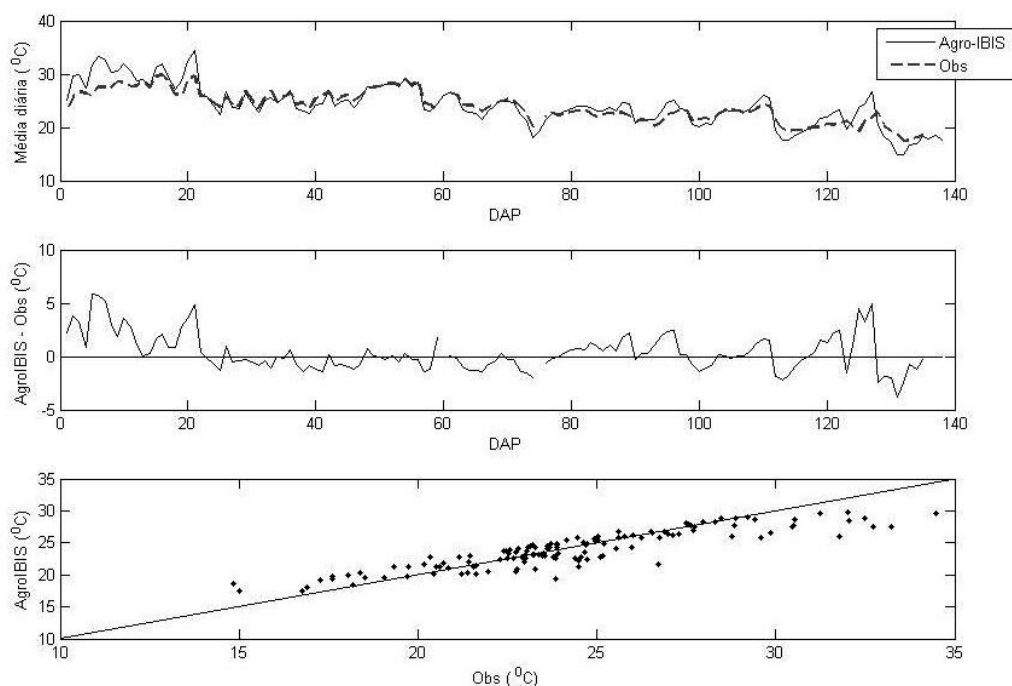


Figura 2 - Temperatura do solo: (a) Média diária simulada e experimental. (b) Média diária simulada – média diária experimental. (c) Diagrama de dispersão entre valores simulados e experimentais.

4. Conclusões

O IAF do período de senescência foliar, a partir do 100^o DAP, não está sendo bem representado pelo modelo. Como foi mencionado nos resultados, esse problema já foi encontrado em outros trabalhos que modelam o IAF de acordo com a metodologia da área foliar específica. No entanto, para o caso da soja ainda pode ser bastante melhorado.

A temperatura do solo foi bem representada pelo modelo. Como os valores experimentais analisados são do SD, pelo efeito da cobertura da superfície pela palha, é esperado que no início e no final do ciclo o modelo apresente valores superestimados. À medida que o IAF aumenta sombreando a superfície o efeito da palha na temperatura é atenuado fazendo com que o modelo represente bem o comportamento observado experimentalmente.

5. Referências Bibliográficas

Birch, C. J.; Hammer, G. L.; Rickert, K. G. Improved methods for predicting individual leaf area and leaf senescence in maize (*Zea mays*). **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 49, p. 249-262, 1998.

Cunha, G.R. et al. **Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira Agrometeorologia, 9 (Nº Especial: Zoneamento Agrícola): 446-459, 2001.

Foley, J.A. et al. **An integrated biosphere model of land surface processes, terrestrial carbon balance and vegetation dynamics**. Global Biogeochemical Cycles, v.10, p. 603-628, 1996.

Hanan, N.P. et al. **Testing a model of CO₂, water and energy exchange in Great Plains tallgrass prairie and wheat ecosystems.** Agricultural and Forest Meteorology 131, 162–179, 2005.

Kucharik, C.J. et al. **Testing the performance of a dynamic global ecosystem model: water balance, carbon balance and vegetation structure.** Global Biogeochemical Cycles, v.14, p. 795-825, 2000.

Kucharik, C.J.; Brye, K.R. **Integrated Biosphere Simulator (IBIS) Yield and Nitrate Loss Predictions for Wisconsin Maize Receiving Varied Amounts of Nitrogen Fertilizer.** Journal of Environmental Quality, v. 32, 247-268, 2003.

Kucharik, C.J.; Twine, T.E. **Residue, respiration, and residuals: Evaluation of a dynamic agroecosystem model using eddy flux measurements and biometric data.** Agricultural and Forest Meteorology 146, 134–158. 2007.

Sellers, P.J. et al. **A revised land surface parameterization (SiB2) for atmospheric GCMs. Part I. Model formulation.** J. Climate 9, 676–705, 1996c.