

Calibração e validação da produtividade agrícola municipal para cultura da soja na região sul do Brasil simuladas através do modelo sarrazon

Marcelo de Aquino Galiano¹

Santiago Vianna Cuadra²

Bruno Sakumoto Higa³

Aryeverton Fortes de Oliveira⁴

José Eduardo Boffino de Almeida Monteiro⁵

Renato José Santos Maciel⁶

Resumo: Este trabalho apresenta três modelos estatísticos que visam estimar a produtividade real da cultura de soja na região Sul do País, com base nos valores do Índice de Satisfação da Necessidade de água (ISNA) gerados para o Zoneamento Agrícola de Risco Climático da soja. A fim de se avaliar a confiança dos métodos e como ferramenta de comparação entre eles, obtiveram-se os erros de estimativa destes com a produtividade observada.

Palavras-chave: ISNA, modelagem, produtividade, soja.

¹ Estudante de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), estagiário da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

² Meteorologista, doutor em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

³ Estudante de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), estagiário da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

⁴ Economista, doutor em Economia, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

⁵ Engenheiro agrônomo, doutor em Agrometeorologia, pesquisador da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

⁶ Cientista da Computação, analista da Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, SP.

Introdução

Quando nos referimos à quebra de produtividade nas safras de grãos, uma das principais causas relacionadas é a falta de água em conjunto com os longos períodos de temperatura elevada na estação de chuvas, principalmente no caso da soja, que tem alta dependência desses fatores (ASSAD, et al., 1998). Em 1996, o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) virou referência para os instrumentos da Política Agrícola e com o passar do tempo passou a orientar seguros, tanto de caráter governamental como particular. O ZARC vem usando os resultados do modelo do Sistema de Análise Regional dos Riscos Agroclimáticos (SARRAZON), que permite o conhecimento da simulação do balanço hídrico da cultura e a razão entre a evapotranspiração real (ET_r) e a evapotranspiração máxima (ET_m). Essa razão é normalmente referenciada como ISNA (CUNHA, ASSAD et al., 2001; FARIAS et al., 2001).

Nesse contexto, é essencial que os resultados das simulações do SARRAZON sejam comparados com os dados históricos, das ocorrências de eventos climáticos prejudiciais a estas, para validar a sua interpretação e aumentar a credibilidade da ferramenta. Este trabalho teve como objetivo analisar a produtividade observada, adquirida com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e simulá-la por meio de modelos estatísticos com base nos dados do ISNA.

Materiais e Métodos

O trabalho utilizou as saídas do modelo SARRAZON e das produtividades agrícolas municipais do IBGE, integrados pelo software estatístico R. Com o intuito de avaliar apenas os danos causados por adversidades climáticas na produtividade, fez-se o uso de um método para a remoção das tendências temporais das séries históricas de produtividade agrícola para o período de 1990 até 2013.

Três modelos foram construídos com base nos resultados do modelo SARRAZON. Foi considerado para cada ciclo da cultura o valor do ISNA, dado pela razão entre a Evapotranspiração real da cultura (ET_r) e evapotranspiração potencial da cultura (ET_{Pc}). Foram considerados para execução do SARRAZON: a) a cultura da soja com ciclo

médio (115 dias); b) solo com média capacidade de armazenamento de água (CAD = 55 mm); c) os valores de ISNA da fazenda reprodutiva (estádios R1 ao R5); d) semeadura em 11 de novembro. Por meio das séries temporais anuais, ao nível municipal, do ISNA e das produtividades do IBGE, construíram-se equações de 1, 2 e 3 expressas a seguir:

$$prod. ISNA_{mun} = (a_{mun} * (ISNA^{b_{mun}})) * pstm_{mun} \quad (1)$$

$$prod. ISNA_{global} = (a_{global} * (ISNA^{b_{global}})) * pstm_{mun} \quad (2)$$

$$prod. ISNA_{global\ sem\ ext.} = (a_{global\ sem\ ext.} * (ISNA^{b_{global\ sem\ ext.}})) * pstm_{mun} \quad (3)$$

Onde, Prod.ISNA = Produtividade estimada através do ISNA; a e b = Coeficientes ajustados dos métodos; ISNA = Valores anuais do ISNA nos municípios; Pstm = Produtividade máxima encontrada na série (t ha-1).

Os coeficientes (a e b) foram ajustados com os valores de ISNA e do índice de produtividade (razão entre a produtividade anual e a produtividade máxima da série do município). Para o primeiro método (Prod.ISNAmun) os coeficientes foram ajustados para cada um dos municípios. Para os métodos global (Prod.ISNAglobal) e global sem extremos (Prod.ISNAglobal.sem.ext) os coeficientes foram ajustados para todo o conjunto de calibração – dois pares únicos de coeficientes para cada método. Para o método global foram consideradas todas as observações do conjunto de calibração, e no tratamento global sem extremo excluíram-se os pares de dados ISNA/Produtividade das extremidades da distribuição do ISNA (20% mais baixos e mais altos) por faixa do índice de produtividade (Figura 1) – os dados foram divididos em quintis.

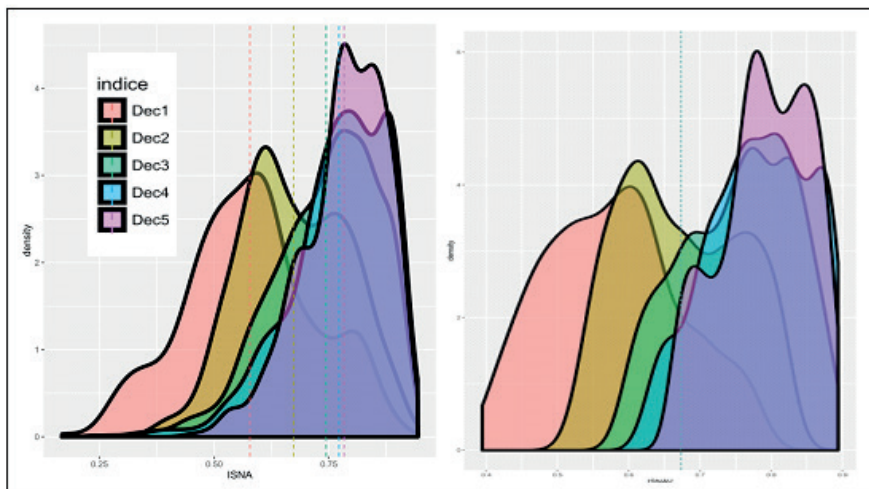


Figura 1. Representação das distribuições de ocorrência por quintis (Dec) dos valores de ISNA para os métodos (a) global e (b) global sem extremos por quintil.

Resultados e Discussão

A comparação global dos resultados dos modelos em relação às produtividades observadas é apresentada na Figura 2, com gráficos de dispersão e histogramas para cada método. Como esperado, o modelo Prod.ISNAMun apresentou resultados mais próximos aos dados observados, fato associado ao ajuste dos coeficientes para cada um dos municípios (Figura 2, dispersões). Entretanto, observa-se que os modelos com ajuste unitário para todo o conjunto de dados (Prod.ISNA_{global} e Prod.ISNA_{global.sem.ext}) obtiveram dispersão um pouco abaixo do Prod.ISNA_{mun}, mas com menor inclinação da reta ajustada de acordo com o gráfico. Pela análise da correlação entre as curvas, observa-se que o método utilizando os coeficientes municipais apresentou melhor resultado, com um $r^2=0,65$. Os outros dois modelos apresentaram correlações semelhantes entre si.

Considerando as distribuições dos eventos de produtividade, como observados pelos histogramas, o modelo Prod.ISNA_{mun} tende a subestimar a frequência de ocorrência dos valores extremos (superiores e inferiores) de produtividade, com tendência de menor variabilidade interanual das produ-

tividades. Nesse contexto, o modelo que mais se aproximou da distribuição observada foi o modelo Prod.ISNA_{global.sem.ext}¹ em particular com melhor representação dos eventos extremos inferiores de produtividade.

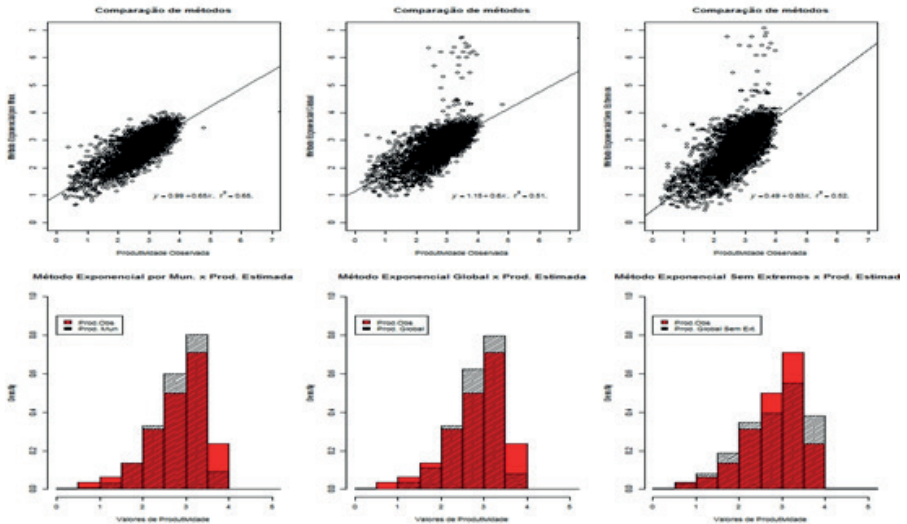


Figura 2. Gráficos de dispersão e histogramas comparando os modelos construídos com a produtividade observada.

A Tabela 1 apresenta a média dos índices de erros estatísticos obtida dos 201 municípios da região Sul. As estatísticas reafirmam que o modelo com base nos coeficientes municipais apresentou melhores resultados.

Tabela 1. Resultados do EMA e do RMSE dos modelos projetados.

Método	Erro Médio Absoluto	RMSE
Municipal	0,2975	0,3834
Global	0,3508	0,4428
Global Sem Extremos	0,4146	0,5114

Considerações Finais

O modelo de estimativa de produtividade agrícola para cultura da soja com base no ajuste exponencial, ao nível municipal, apresentou os melhores resultados, tanto na correlação com os dados da produtividade real, quanto em relação aos erros do método calculados. Entretanto, os demais ajustes globais (ajustes únicos para toda a população do conjunto de calibração dos modelos) apresentaram erros similares, com a vantagem de representarem melhor os extremos de produtividade.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer, pela realização desse trabalho, à empresa Embrapa Informática Agropecuária e aos pesquisadores e colaboradores do projeto ZARC, em especial ao meu supervisor Santiago Vianna Cuadra, pela ajuda e pelo conhecimento durante todo esse período.

Referências

ASSAD, E. D.; SANO, E. E.; BEZERRA, H. S. Uso de modelos numéricos de terreno na espacialização de épocas de plantio. In: ASSAD, E. D.; SANO, E. E. (Ed.). **Sistemas de Informações Geográficas: aplicações na agricultura**. 2. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. p. 311-327.

CUNHA, G. R.; ASSAD, E. D. Uma visão geral do número especial da RBA sobre zoneamento agrícola no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 377-385, dez. 2001. Número especial.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; MARIN, F. R. Modelagem para estimativa de perdas de rendimento de grãos de soja em função da disponibilidade hídrica. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 3., 2005, Sete Lagoas. [Anais...]. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo: UFV, 2005. 1 CD-ROM.