

## **SIMULAÇÃO DO RENDIMENTO E RISCOS CLIMÁTICOS PARA A CULTURA DA SOJA EM PARAGOMINAS – PA, UTILIZANDO O MODELO CROPGRO-SOYBEAN**

**LUCAS RAMON TEIXEIRA NUNES<sup>1</sup>, ROGÉRIO T. DE FARIA<sup>2</sup>, EMANUEL D'ARAÚJO RIBEIRO DE CEITA<sup>3</sup>, ANCELMO CAZUZA NETO<sup>4</sup>, MARIA ALBERTINA MONTEIRO DOS REIS<sup>5</sup>, JONATHAN DOS SANTOS VIANA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Mestrando em Agronomia: Ciência do Solo, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP), Jaboticabal-SP, [lrtn.96@gmail.com](mailto:lrtn.96@gmail.com)

<sup>2</sup>Professor, Dr., Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, FCAV-UNESP, Jaboticabal-SP, [rogeriofaria@fcav.unesp.br](mailto:rogeriofaria@fcav.unesp.br)

<sup>3</sup>Mestrando em Agronomia: Ciência do Solo, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP), Jaboticabal-SP, [emanuelceita@hotmail.com](mailto:emanuelceita@hotmail.com)

<sup>4</sup>Doutorando em Agronomia: Ciência do Solo, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP), Jaboticabal-SP, [ancelmocazuza@gmail.com](mailto:ancelmocazuza@gmail.com)

<sup>5</sup>Doutoranda em Agronomia: Ciência do Solo, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP), Jaboticabal-SP, [mralbertinars@gmail.com](mailto:mralbertinars@gmail.com)

<sup>6</sup>Doutorando em Agronomia: Ciência do Solo, Depto. de Engenharia e Ciências Exatas, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV-UNESP), Jaboticabal-SP, [jonathan\\_santu@hotmail.com](mailto:jonathan_santu@hotmail.com)

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** Com 155 mil ha de área colhida e produtividade média de 3 t ha<sup>-1</sup> na safra 2018-2019, o município de Paragominas se destaca como um dos principais polos produtivos de soja do estado do Pará. No entanto, a janela de semeadura no município é limitada pelo fator precipitação, que apresenta baixíssimas médias a partir do 2º trimestre do ano. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi, a partir do uso do modelo CROPGRO-Soybean, inserido no DSSAT, avaliar os riscos climáticos e a adoção da irrigação para o cultivo de soja no município de Paragominas-PA. Foram processados 24 cenários de produção: 12 épocas de semeadura sob 2 tipos de fornecimento hídrico (sem/com irrigação). Foram considerados 37 anos de simulação, correspondentes a faixa de 1980 a 2016, com o uso de dados da série meteorológica da região. As médias de produtividade por hectare simuladas foram comparadas com as levantadas pelo IBGE para o município (faixa 2010-2016). O modelo apresentou boa precisão. A simulação apontou que com o uso de irrigação, as maiores médias de produtividade foram alcançadas nas semeaduras condizentes aos meses mais críticos do ano (maio-agosto), abrindo a possibilidade de novas janelas produtivas e novas estratégias de manejo para a cultura da soja no município.

**PALAVRAS-CHAVE:** DSSAT, irrigação, simulação

### **SIMULATION OF THE YIELD AND CLIMATE RISKS FOR SOYBEAN CULTURE IN PARAGOMINAS - PA, BRAZIL, USING THE CROPGRO-SOYBEAN MODEL**

**SUMMARY:** With 155 thousand ha of harvested area and an average yield of 3 t ha<sup>-1</sup> in the 2018-2019 harvest, the municipality of Paragominas stands out as one of the main soybean production centers in the state of Pará. However, the sowing window in the municipality is limited by the precipitation factor, which has very low averages as of the 2nd quarter of the year. Thus, the objective of this study was, using the CROPGRO-Soybean model, inserted in the DSSAT, to assess climatic risks and the adoption of irrigation for soybean cultivation in the municipality of Paragominas-PA. 24 production scenarios were processed: 12 sowing times

under 2 types of water supply (without / with irrigation). 37 years of simulation were considered, corresponding to the range from 1980 to 2016, using data from the region's meteorological series. The simulated productivity averages per hectare were compared with those raised by the IBGE for the municipality (range 2010-2016). The model showed good accuracy. The simulation showed that with the use of irrigation, the highest productivity averages were achieved in the sowing corresponding to the most critical months of the year (May-August), opening the possibility of new productive windows and new management strategies for soybean cultivation in the County.

**KEYWORDS:** DSSAT, irrigation, simulation

**INTRODUÇÃO:** O *Decision Support System for Agrotechnology Transfer* (DSSAT) (JONES et al., 1998) se destaca como um *software* fantástico, capaz de simular o desenvolvimento de diversas culturas frente à condições de clima e de solo (HOOGENBOOM et al., 1992). Presente no DSSAT, o modelo CROPGRO-Soybean foi desenvolvido para a cultura da soja e permite simular os principais processos fisiológicos, como: fotossíntese, acumulação e partição de biomassa, fenologia, evapotranspiração e produtividade (DALLACORTE et al. 2006). Com produção de soja de 46,5 mil t, 155 mil ha de área colhida e produtividade média de 3 t ha<sup>-1</sup> na safra 2018-2019 (IBGE, 2019), o município de Paragominas se destaca como um dos principais polos produtivos do estado do Pará. De acordo com Araújo (2016), a janela de semeadura da soja no município se estende entre os meses de dezembro e fevereiro, sendo inviável nos demais meses pela baixa precipitação, que, no município, apresenta boa distribuição somente entre os meses de janeiro a abril. A literatura carece de trabalhos de avaliação da semeadura da cultura nos demais meses do ano com a utilização de irrigação. Portanto, o objetivo deste estudo foi, a partir do uso do modelo CROPGRO-Soybean, inserido no DSSAT, avaliar os riscos climáticos e a adoção da irrigação para o cultivo de soja no município de Paragominas-PA.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O município de Paragominas se encontra situado na mesorregião sudeste do estado do Pará. As coordenadas utilizadas foram: latitude 3°22'32.76"S, longitude 47°25'40.10"W e altitude de 49 metros. As simulações foram realizadas no *software* DSSAT versão 4.7.5. As médias diárias de temperatura máxima e mínima do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm), radiação solar (MJ m<sup>-2</sup>) e umidade do ar (%), de uma série de 37 anos de dados da região, abrangendo os anos de 1980 a 2016, foram fornecidos por Xavier, King e Scanlon (2016). De acordo com Rodrigues et al. (2003), o solo da região é classificado como Latossolo Amarelo distrófico coeso, de textura muito argilosa (solo de alta retenção hídrica). A cultivar utilizada foi a NK7059 RR (Vmax RR), que apresenta crescimento do tipo indeterminado e grupo de maturação 6 (HIRAKURI; JUNIOR, 2015), cujos dados de coeficientes genéticos foram calibrados em estudo realizado por Faria et al. (2016). As condições de manejo de cultivo foram baseadas em sistema plantio direto, sob 2000 kg ha<sup>-1</sup> de palhada de milho. A densidade de plantio foi de 31 plantas por m<sup>2</sup> (310.000 plantas ha<sup>-1</sup>), com espaçamento entre linhas de 45 cm e profundidade de semeadura de 5 cm, conforme as recomendações da EMRAPA (2013). As simulações foram processadas em 24 cenários de produção, correspondentes a 12 épocas de semeadura, a serem iniciadas no dia 01 de cada mês do ano, sob 2 tipos de fornecimento hídrico: sem irrigação, dependente da distribuição das chuvas ao longo dos ciclos, e; com irrigação, a ser aplicada de forma "automática sempre que requerida". O manejo de água no solo foi a 30 cm de profundidade, com o momento da aplicação da irrigação se dando sempre que o solo apresentava umidade de 75% de sua capacidade de campo. O sistema de irrigação foi por aspersão (pivô central), com eficiência de 80% (0.8). As simulações foram realizadas na sub-rotina "seasonal" do sistema DSSAT (modelo CROPGRO-Soybean). Para avaliação da precisão da simulação as produtividades

simuladas foram comparadas com as médias reais de produtividade de soja do município, fornecidos pelo levantamento da produção agrícola municipal (PAM) do sistema de recuperação automática (SIDRA) do IBGE.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As produtividades alcançadas nas simulações se mostraram condizentes com as médias reais de produtividade fornecidas pelo IBGE (safras no período 2010-2016), apresentando boa correlação (Figura 1). O uso de irrigação ocasionou a obtenção das maiores produtividades nos meses mais críticos do ano (Figura 1), que, não obstante, apresentam as maiores taxas de radiação solar (Figura 2). A taxa fotossinteticamente ativa interceptada e a eficiência de utilização dessa energia pelo processo fotossintético vegetal interferem diretamente na produção de carboidratos e metabólitos secundários, fatores-chaves para o desenvolvimento e produtividade (SHIBLES; WEBER, 1965). Na soja, a radiação solar está diretamente relacionada com a alongação de haste principal e ramificações, expansão foliar, pegamento de vagens e grãos, além da fixação biológica de nitrogênio (CÂMARA, 2000). Com o correto suprimento hídrico, que na cultura varia entre 550 a 800 mm/ciclo (EMBRAPA, 2013), as simulações do uso da irrigação realizadas neste trabalho indicam um ótimo potencial de incremento produtivo nas lavouras de soja do município, indicando a possibilidade de uma nova janela produtiva. Dessa forma, demais pesquisas deverão ser realizadas para analisar a viabilidade ambiental e econômica da adoção da irrigação na região, afim de fornecer uma nova estratégia de manejo aos produtores do município de Paragominas-PA.

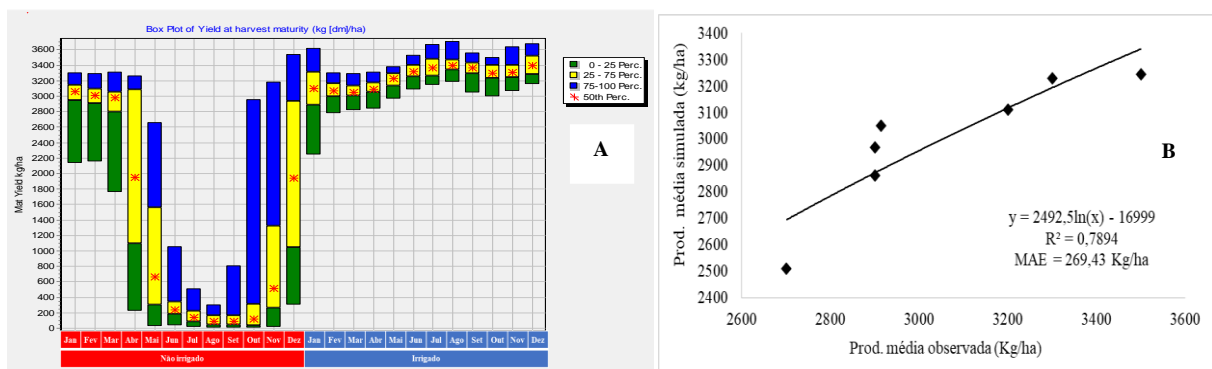


FIGURA 1. Produtividade de soja simulada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) (A) e estimativa de produtividade de soja a partir do modelo CROPGRO-Soybean (B) obtidas nos 24 cenários simulados para o município de Paragominas-PA.

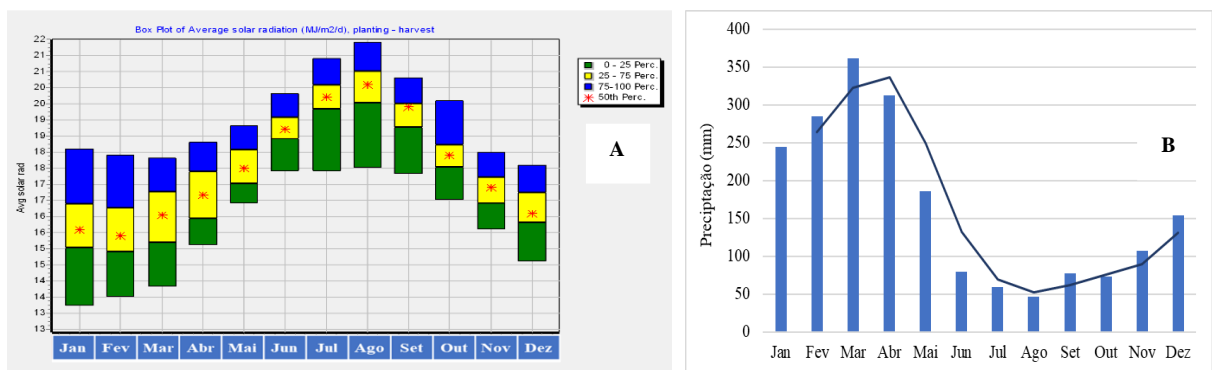


FIGURA 2. Radiação solar (plotada no *software* DSSAT) (A) e média mensal de precipitação (B) ao longo do ano no município de Paragominas-PA.

**CONCLUSÕES:** O modelo apresentou boa precisão na simulação do estabelecimento da soja mediante as condições climáticas da região em análise. A utilização de irrigação se apresentou como uma estratégia de manejo capaz de garantir boa produtividade durante todo o ano. Novas pesquisas deverão avaliar a viabilidade econômica e ambiental das estratégias simuladas.

## **REFERÊNCIAS:**

- ARAÚJO, F. T. S. **Caracterização do sistema de produção da cultura da Soja (*Glycine max* L. Merrill) no Município de Paragominas.** Paragominas, 2016. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Paragominas - PA, 2016.
- CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção II.** Gil Miguel de Sousa Câmara (editor). Piracicaba: G.M.S. Câmara, 2000. 450p.
- DALLACORT, R. Utilização do modelo Cropgro-soybean na determinação de melhores épocas de semeadura da cultura da soja, na região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Sci. Agron.**, Maringá, v. 28, n. 4, p. 583-589, Oct./Dec., 2006.
- EMBRAPA soja. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2014.** ISSN 2176-2902. Sistemas de produção, Londrina: Embrapa soja, 2013.
- FARIA, R. T. et al. Soybean yield in relation to distance from the Itaipu reservoir. **International Journal of Biometeorology**, [S.I.], v. 60, p. 1015-1028, nov. 2015.
- HOOGENBOOM, G. et al. Modeling growth, development, and yield of grain legumes using soygro, pnutgro, and beangro: a review. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 35, n. 6, p. 2043-2055, 1992.
- HIRAKURI, M. H.: JUNIOR, A. A. B. Análise econômica de diferentes densidades de semeadura na cultura da soja. Embrapa soja, Londrina – PR, 7 p. dez. 2015.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal:** Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias - soja: 2010-2018. Disponível em: < <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- JONES, J.W. et al. Decision support system for agrotechnology transfer, Dssat, v. 3. In: SHIBLES, R.M.; WEBER, C.R. Leaf area, solar radiation interception, and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v.6, p.575-577, 1965.
- RODRIGUES, T. E. et al. **Caracterização e Classificação dos Solos do Município de Paragominas, Estado do Pará.** 1 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003.
- XAVIER, A. C.: KING, C. W.: SCANLON, B. R. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980–2013). **International Journal of Climatology**, [S.I.], v. 36, n. 6, p. 2644-2659, mai. 2016.