

CALIBRAÇÃO E AVALIAÇÃO DE MODELOS AGRÍCOLAS PARA ESTIMAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE DE ARROZ NA ARGENTINA

Kátia Mileni Manzke¹; Lorenzo Dalcin Meus²; Cintia Pioversan Pegoraro³; Renan Augusto Schneider⁴; Bruna Pinto Ramos⁵, Nereu Augusto Streck⁶

Palavras-chave: Lacuna de produtividade, *Oryza sativa* L., Oryza v3, SimulArroz.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é o principal alimento básico para quase metade da população mundial, respondendo por 21% da ingestão global de calorias e usando apenas 11% das terras cultivadas (FAN et al., 2016; FAOSTAT, 2021). A maior produtora mundial de arroz é a Ásia, mas a tendência é de que o consumo desse grão aumente nos próximos anos e estudos abrangentes de cadeias produtoras de arroz fora deste continente, como a Argentina, são importantes para garantir a segurança alimentar mundial.

Sendo o 4º maior produtor da América do Sul, a produção de arroz na Argentina é altamente mecanizada. A zona de produção de arroz na Argentina está concentrada no Nordeste, em latitudes entre 27 e 34° S. O clima da região é subtropical úmido, o que permite apenas uma safra de arroz por ano devido às geadas no inverno (FERNANDEZ et al., 2017). O sistema de cultivo é irrigado e monocultura sem rotação com outras culturas. Com produtividade média na Argentina é inferior a produtividade nos países vizinhos.

Dessa forma, estudos visando entender o potencial e a variação da produtividade do arroz na Argentina servirão de base para melhorar o manejo das culturas e aumentar a produção no país. Potencial Produtivo (PP) pode ser definido como a produtividade determinada pela radiação solar interceptada, temperatura do ar, CO₂ e genética sem levar em consideração estresse ou limitação por água, nutrientes, doenças, insetos e ervas daninhas (EVANS, 1993).

Portanto, uma estimativa confiável de PP é crucial para otimizar o manejo da cultura e formular políticas públicas adequadas. O modelo SimulArroz e ORYZA, são as principais ferramentas para estimar PP entre culturas. Os objetivos deste estudo foram validar a capacidade dos modelos SimulArroz e ORYZA para simular o desenvolvimento do arroz e produção na Argentina, estimar o PP de arroz para diferentes datas de semeadura na Argentina, e estimar quanto a Argentina pode aumentar a produção de arroz na área agrícola atual.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado para a região nordeste da Argentina onde está localizada a produção de arroz na Argentina, em uma região denominada “Mesopotâmia Argentina”. Os agricultores do sul da região de estudo relataram rendimentos mais altos em comparação com os agricultores da região de estudo do norte (MAGYP, 2021). Essa diferença pode ser explicada pelas condições climáticas, pois a temperatura e a radiação solar diferem entre as regiões de cultivo de arroz, onde a região norte é mais quente que a sul.

SimulArroz é um modelo baseado em processos bastante recente para simular estágios de desenvolvimento, acúmulo de matéria seca da cultura e produtividade para diferentes níveis tecnológicos de fazendas e PP de arroz irrigado. O desenvolvimento da cultura é simulado usando a abordagem de tempo térmico ($^{\circ}\text{C dia}^{-1}$), considerando as três temperaturas cardinais de desenvolvimento (mínima, ótima e máxima) (STRECK et al., 2011).

O modelo ORYZA versão 3 (LI et al., 2017) simula o crescimento diário, desenvolvimento e rendimento de arroz. ORYZA requer calibração de coeficientes genéticos, como taxas de desenvolvimento, sensibilidade ao fotoperíodo, desenvolvimento da panícula e partição da matéria seca. O ORYZA é um modelo mais detalhado e abrangente com um grande número de coeficientes comparado com o SimulArroz, e é capaz de simular não apenas PP, mas também limitações causadas por água e nitrogênio.

Para avaliar os modelos SimulArroz e ORYZA na Argentina, foram utilizados dados independentes de dados de experimentos de campo. Os experimentos foram semeados em cinco locais na Argentina durante três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) a cultivar utilizada foi IRGA 424. Todos os experimentos foram semeados diretamente e a irrigação por inundação começou no estágio V3 (três folhas totalmente expandidas no colmo principal). A avaliação foi fenologia e mensuração e partição da massa seca da parte aérea. Ervas daninhas, insetos e doenças foram controlados profilaticamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ajuste entre as variáveis de cultura simuladas e medidas é apresentado na Tabela 2 para o conjunto de dados de validação. O coeficiente de correlação linear ajustado (R^2) entre os valores simulados e medidos foi de pelo menos 0,74. Os valores de RQME para fenologia variaram de 5,7% a 9,4% (Tabela 2). O rendimento de grãos medido variou de 11,3 a 15,9 $Mg\ ha^{-1}$, e os valores simulados variaram de 12,3 a 14,7 $Mg\ ha^{-1}$ (Fig. 2), ambos os modelos simularam o rendimento de grãos com relativa precisão em um nível de alto rendimento ($>11\ Mg\ ha^{-1}$).

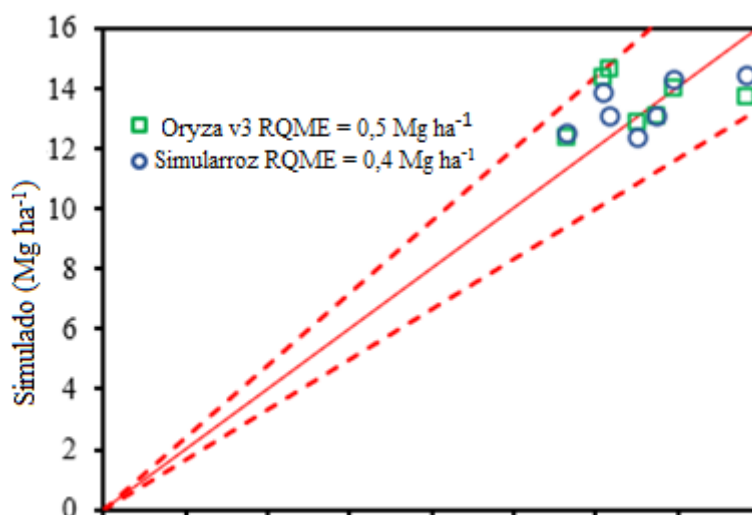
Tabela 2 - Resultados da avaliação para simulações SimulArroz e ORYZA v3 de variáveis de crescimento e desenvolvimento de culturas ao longo de três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20) e cinco locais para a cultivar IRGA 424 no conjunto de dados de validação.

Modelo	Variável	N	Xobservado	Xsimulado	R^2	RQME	RQMEn (%)	BIAS		
SimulArroz	Rendimento de grãos ($Mg\ ha^{-1}$)	7			13.2	13.4	0.75	0.4	4.6	0.01
	Iniciação da panícula - R1 (dias)			108	56.5	60.7	0.97	4.9	8.5	0.05
	Florescimento - R4 (dias)			108	89	97.6	0.97	8.9	9.4	0.05
	Maturidade da panícula -R9 (days)			94	120.6	125.7	0.97	10.2	8	0.02
Oryza v3	Rendimento de grãos ($Mg\ ha^{-1}$)	7			13.2	13.6	0.74	0.5	5.1	0.03
	R1 dia	108	56.5	56.1	0.98	3.3	5.8	0		
	R4 dia	108	89	89.2	0.98	5.1	5.7	-0.01		
	R9 dia	94	120.6	117	0.97	7.5	6.2	-0.03		

N, número de pares de dados; Xobservado, média dos valores medidos; Xsimulado, média dos valores simulados; R^2 , coeficiente de correlação quadrática ajustado entre os valores simulados e medidos; RQME, erro quadrático médio da raiz absoluta; RQMEn, erro quadrático médio normalizado (%); BIAS, índice BIAS comparativo.

No procedimento de avaliação do modelo foi testado o desempenho dos modelos SimulArroz e ORYZA na simulação da fenologia e produtividade do arroz para a cultivar IRGA 424 sob condições potenciais. Houve concordância satisfatória entre PP simulado e medido (Fig. 2).

Com exceção das datas de semeadura em dezembro e janeiro, o SimulArroz apresentou maiores valores de potencial produtivo que ORYZA v3.



CONCLUSÃO

Os modelos SimulArroz e ORYZA v3 foram capazes de simular o desenvolvimento e o potencial produtivo do arroz na Argentina. O PP médio de arroz irrigado para a Argentina subtropical estimada com o modelo SimulArroz variou de 3,8 a 15,6 Mg ha⁻¹ e de 7,6 a 14,3 Mg ha⁻¹ com o modelo ORYZA v3. A ampla variação de PP deveu-se a uma grande variedade de datas de semeadura. Os maiores PP foram encontrados nas datas de semeadura de setembro e outubro com ambos os modelos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agustiani, N., Deng, N., Rattallino Edreira, J. I., Girsang, S. S., Syafruddin, S., Sitaresmi, T., Pasuquin J. M. C., Agus F., & Grassini, P., 2018. Simulating rice and maize yield potential in the humid tropical environment of Indonesia. *European Journal of Agronomy*. 101, 10-19. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.08.002>
- Counce, P.; Keisling, T.C.; Mitchell, A. J., 2000. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development, *Crop Science*, v.40, p.436-443.
- Duarte Junior, A., Streck, N., Zanon, A., Ribas, G.G., Silva, M., Cera, J., Nascimento, M., Pilecco, I., Puntel, S., 2021. Rice yield potential as a function of sowing date in Southern Brazil. *Agronomy Journal*. 113, 1-12. <https://doi.org/10.1002/agj220610.20610>
- Evans, L. T., 1993. *Crop evolution, adaptation and yield*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Fan, X., Tang, Z., Tan, Y., Zhang, Y., Luo, B., Yang, M., Lian, X., Sheng, Q., Miller, A., Xu, G., 2016. Overexpression of a pH-sensitive nitrate transporter in rice increases crop yields. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 113, 7118-7123.
- FAOSTAT., 2021. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. *Agricultural production [Database]*. FAO, Rome, Italy. Available in: < <http://faostat.fao.org/home/>>. (accessed on Jul. 2021).
- Fernandez, J.P.R., Franchito, S.H., Rao, V.B. And Llopart, M., 2017. Changes in Koppen-Trewartha climate classification over South America from RegCM4 projections. *Atmos. Sci. Lett*, 18. 427-434. <https://doi.org/10.1002/asl.785>.
- Li, T., Angeles, O., Marcaida, M. Iii, Manalo, E., Manalili, M. P., Radanielson, A., & Mohanty, S., 2017. From ORYZA2000 to ORYZA (v3): An improved simulation model for rice in drought an nitrogen-deficient environments. *Agricultural and Forest Meteorology*, 237-238, 246-256. <http://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.02.025>
- Ribas, G.G., Zanon, A.J., Streck, N. A., Pilecco, I.B., Souza, P.M De., Heinemann, A.B. & Grassini, P., 2021. Assessing yield and economic impact of introducing soybean to the lowland rice system in southern Brazil, *Agricultural Systems*, 188, <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103036>.
- Streck, N. A.; Lago, I.; Oliveira, F. B.; Heldwein, A. B.; Avila, L. A. De; Bosco, L. C., 2011. Modeling the development of cultivated rice and weedy red rice. *Transactions of the ASAE*, 54, 371-384. <https://doi.org/10.13031/2013.36234>
- Timsina, J., Wolf, J., Guilpart, N., Van Bussel, L., Grassini, P., Vanwart, J., Hossain A., Rashid H., Islam S., & Van Ittersum, M., 2016. Can Bangladesh produce enough food to meet future demand?. *Agricultural Systems*, 163, 36-44. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.11.003>