

¹POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE DO ARROZ NA ARGENTINA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA POR DOIS MODELOS DE SIMULAÇÃO DE CULTURAS

María Sol Zelaya Arce¹; Lorenzo Dalcin Meus²; Camille Flores Soares³; Alencar Junior Zanon⁴;

Palavras-chave: ORYZA v3, SimulArroz, Janela de Semeadura, Potencial de Produtividade, Lacuna de Produtividade.

INTRODUÇÃO

Devido à alta concentração da produção de arroz na Ásia, estudos abrangentes de cadeias produtoras de arroz fora deste continente, como na Argentina, são fundamentais para garantir a segurança alimentar global. Dessa forma, estudos com o objetivo de entender o potencial e variação da produtividade do arroz argentino fornecerão uma base para melhorar o manejo da cultura e elevar a produção de alimentos do país. O Potencial de Produtividade (Pp) é a produtividade de uma cultura quando ela cresce sem limitações por nutrientes, estresses bióticos (doenças, insetos e plantas daninhas) e água. Portanto, o crescimento e a produtividade são determinados pela radiação solar, temperatura do ar, CO₂ e genética (Van Ittersum e Rabbinge, 1997). A determinação de campo do (Pp) é difícil, pois o crescimento, o desenvolvimento e a produtividade do arroz irrigado podem ser afetados por fatores bióticos e abióticos, que comprometem a estimativa do (Pp). Modelos baseados em processos, como SimulArroz e ORYZA têm sido uma das principais ferramentas para estimar (Pp). O modelo SimulArroz descreve muito bem as diferenças complexas “on farm” nos sistemas de produção de arroz no Brasil com um desempenho semelhante a ORYZA. No entanto, o SimulArroz ainda não foi comparado a um modelo baseado em processos amplamente utilizado como o ORYZA fora do Brasil. A fim de avaliar os dois modelos contrastantes, suprir a falta de informação e quantificar a variabilidade do (Pp) do arroz na Argentina, os objetivos deste estudo foram, validar a capacidade dos modelos SimulArroz e ORYZA para simular o desenvolvimento de arroz 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.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado para a região nordeste da Argentina, em uma região chamada "Mesopotâmia Argentina" onde está localizada a produção de arroz (Fig. 1). A produção média de arroz no período 2004-2019 foi de 6,6 t ha⁻¹, e os agricultores do Sul da região relataram maiores produtividades em relação a os agricultores da região norte do estudo (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 o sul (Fig. 1A). O índice de aridez (Fig. 1B) diminui para oeste, enquanto a sazonalidade da temperatura é menor no norte (Fig. 1C). A versão 1.1 do modelo SimulArroz, que foi utilizada neste estudo está disponível em www.ufsm.br/simularroz; foram utilizados dados meteorológicos diários de T° máx e T° mín (°C), radiação solar (MJ m⁻² dia⁻¹), parâmetros de cultura, número de anos simulados, nível tecnológico e concentração de CO₂. O Modelo ORYZA versão 3, simula o crescimento diário, desenvolvimento e produtividade, ORYZA é um modelo mais detalhado e abrangente com um

¹ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima n° 1000, Bairro Camobi, Santa Maria - RS. solzelaya1997@gmail.com

² Eng. Agr. Me./(UFSM), e-mail: lorenzo_meus@hotmail.com

³ Eng^a. Agr., Me/UFSM, e-mail: Camille-flores@hotmail.com

⁴ Eng. Agr. Dr./UFSM, e-mail: alencarzanon@hotmail.com

grande número de coeficientes do que o SimulArroz, e é capaz de simular não apenas Pp, mas também limitações causadas por água e nitrogênio. A calibração e avaliação de SimulArroz e ORYZA foi com a cultivar IRGA 424. Para avaliar os dois modelos, foram utilizados dados de experimentos de campo. Os experimentos foram semeados em cinco locais da Argentina (Fig. 1d) durante três safras (2017/18, 2018/19 e 2019/20).

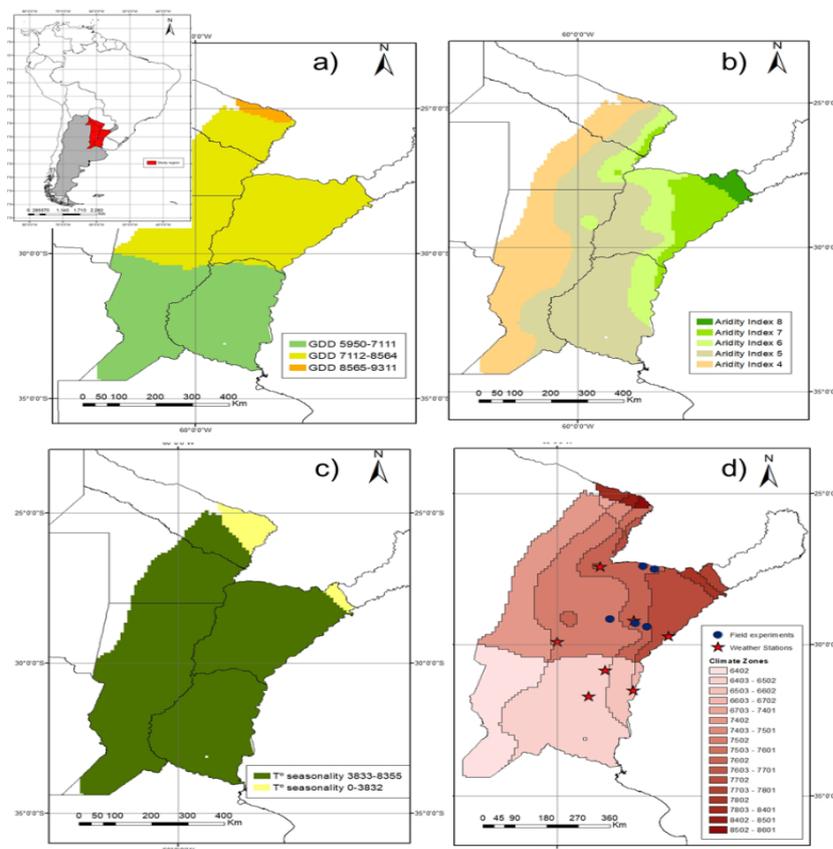


Figura 1. Divisão da região de cultivo de arroz em regiões climáticas na Argentina. (a) acúmulo anual de grau dias de crescimento (GDD, °C dia⁻¹ ano⁻¹), (b) índice de aridez, (c) sazonalidade da temperatura (°C) e (d) zonas climáticas presentes na região de cultivo de arroz na Argentina; as estrelas vermelhas representam a localização das estações meteorológicas de referência (RWS) utilizadas para simular o Pp; os círculos azuis escuros representam a localização dos experimentos de campo para validar os modelos. O mapa no canto superior esquerdo é o mapa da América do Sul, com a Argentina destacada em cinza, e a região de estudo em vermelho.

Para as estimativas dos (Pp) de culturas a partir de modelos se requer o uso de um robusto banco de dados meteorológicos de longo prazo para representar os impactos da variabilidade de temperatura e da radiação solar (Grassini et al., 2015). Entre tanto, a densidade de estações meteorológicas com dados confiáveis e de longo prazo é baixa em várias partes do mundo, incluindo a Argentina. Para superar esse problema, uma abordagem aceitável é o uso de estações meteorológicas de referência (RWS) e zonas tampão (van Wart et al., 2013). Nesse sentido foram utilizados como fonte de dados de longo prazo (2008-2020) variáveis meteorológicas das estações meteorológicas de referência (RWS) que são apresentadas na (Fig.1D). Nas simulações para estimativa de (Pp) em todo o país, as datas de semeadura foram definidas a cada cinco dias, de agosto a fevereiro, com o objetivo de capturar toda a gama da janela de semeadura. Para calcular o quanto pode aumentar a produção de arroz, o (Pp) usado na estimativa foi de 14,1 Mg ha⁻¹ que foi calculado utilizando-se o modelo ORYZA v3, (Pp médio para as datas de semeadura mais

utilizadas de acordo com a área de arroz semeada na Argentina). A produtividade explorável foi liquidada em 80% do (Pp), seguindo a abordagem proposta por Pilleco et al. (2020). A Lacuna de produtividade (Lp) foi determinada pela diferença entre o Pp e a produtividade média do país, indicando quanto é possível produzir sem aumentar a área cultivada, modificada apenas com ajustes no manejo da cultura. A produtividade real foi obtida do Ministério da Agricultura, Ganaderia y Pesca (MAGYP) durante as últimas cinco safras (2015 a 2020). A área de arroz colhida na Argentina foi definida como a área média de colheita das últimas três safras disponíveis (2018, 2019 e 2020). O possível aumento da produção de arroz foi determinado multiplicando-se a produtividade por hectare alcançado se os campos que atingiram 80% do (Pp) pelo número de hectares semeados anualmente, e subtraindo esse valor da produção atual do país.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

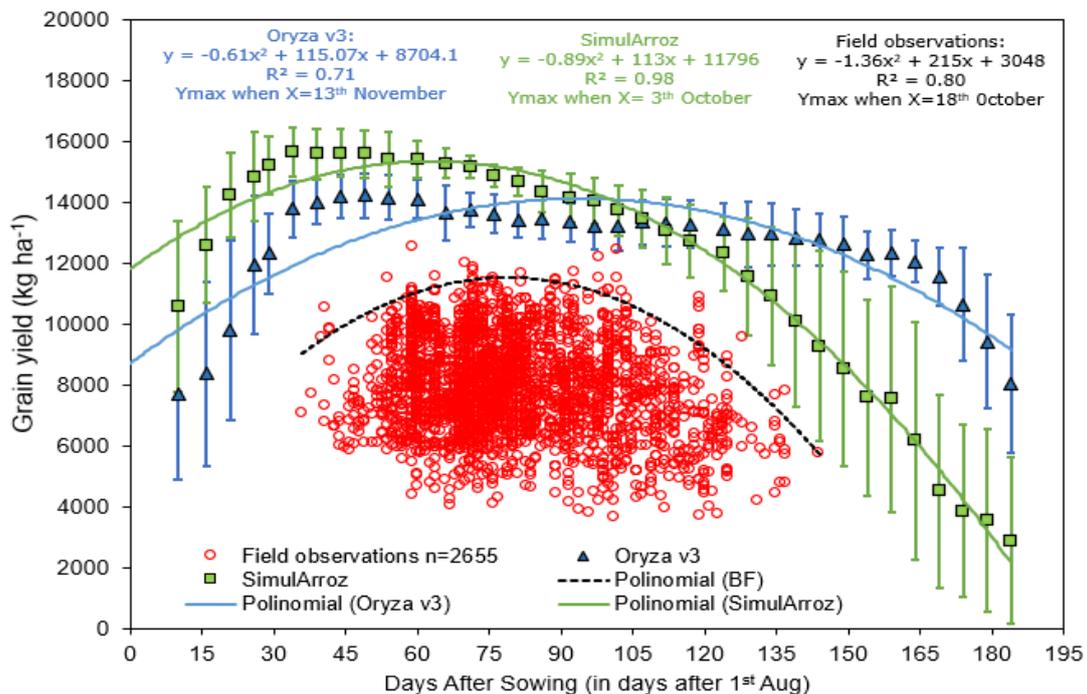


Figura 4. Produtividade de arroz em função da data de semeadura (expressa em dias após 1º de agosto) na Argentina subtropical. Os quadrados verdes representam o (Pp) médio simulado com o SimulArroz e os triângulos azuis representam o (Pp) simulado com o ORYZA v3, ambos modelos foram executados para 10 estações de cultivo (2009-2019) e sete estações meteorológicas de referência (RWS) representando as zonas climáticas onde o arroz é cultivado na Argentina (n = 4760). Os círculos vermelhos representam a produtividade observada de experimentos de campo e campos agrícolas (n = 2655) durante 11 estações de cultivo (2009-2020). BF = Função de limite do percentil superior de 5%. As barras indicam o desvio padrão para o potencial de produtividade (Pp) simulado. A umidade do grão foi expressa em 14% de umidade.

O Potencial de produtividade (Pp) de arroz irrigado em função a data de semeadura para a Argentina subtropical estimada variou de 3,8 a 15,6 Mg ha⁻¹ com SimulArroz, e de 7,6 a 14,3 Mg ha⁻¹ com ORYZA v3 (Fig. 4). As maiores estimativas de (Pp) foram encontradas em setembro e outubro em ambos modelos, isso é devido à maior disponibilidade de radiação solar e fotoperíodo mais longo durante as fases de floração e enchimento de grãos (Ribas et al., 2021), enquanto as maiores produtividades foram observadas em outubro e novembro nos dados observados. No início da janela de semeadura (agosto) baixas temperaturas afetam as plantas e no final da estação (janeiro), a temperatura causa esterilidade por picos superiores a 50%. Essa

redução no (Pp) foi verificada pelas produtividades relatadas pelos agricultores (Fig. 4), e bem representado pelo modelo SimulArroz. No entanto, o modelo ORYZA v3 não foi capaz de capturar essas perdas causadas por temperaturas frias para datas de semeadura tardias. Estudos anteriores mostraram que o modelo ORYZA não simula bem a esterilidade induzida pelo frio e que mudanças estruturais no modelo são necessárias para corrigir essa fraqueza do modelo (Espe et al., 2016).

Argentina consegue aumentar a produção de arroz na área agrícola atual (188.918 ha), a em 916.091 toneladas adicionais, isso implica que os agricultores locais devem aumentar sua produtividade real para 11,5 Mg ha⁻¹, gerando um aumento de 42% na produção anual de arroz sem aumento da área semeada, apenas o teto da lacuna explorável (80% do Pp). Isso é bastante possível, uma vez que esse rendimento está sendo alcançado pelos agricultores em algumas lavouras. Assim, a Argentina, que já é um dos principais fornecedores globais de alimentos, se tornará ainda mais proeminente na segurança alimentar global nesse cenário.

CONCLUSÃO

Os modelos SimulArroz e ORYZA v3 foram capazes de simular o desenvolvimento do arroz e o Potencial de Produtividade (Pp) na Argentina. O Pp medio de arroz irrigado para a Argentina subtropical estimado 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 gama de (Pp) foi devido a uma ampla gama de datas de semeadura. Se a Argentina fechar a lacuna explorável, a produção de arroz pode aumentar em 916.091 toneladas anualmente na área agrícola atual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Espe, M.B.; Cassman, K.G.; Yang, H.; Guilpart, N.; Grassini, P.; Van Wart, J.; Andres M.; Beighley D.; Harell D.; Liscombe S.; Mckenze K.; Mutters R.; Wilson L.T.; Linquist. B.A., 2016. **Yield gap analysis of US rice production systems shows opportunities for improvement.** Field Crops Research. 196, 276-283. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.07.011.

Grassini, P., Van Bussel, L. G. J., Van Wart, J., Wolf, J., Claessens, L., Yang, H., Boogaard, H., De Groot, H., Van Ittersum, M. K., & Cassman, K. G., 2015. **How good is good enough? Data requirements for reliable crop yield simulations and yield-gap analysis.** Field Crops Research, 177, 49–63. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2015.03.004>

Pilecco, I. B.; Silva, M. R.; Ribas, G. G.; Duarte Junir; A. J.; Streck, N. A.; Zanon, A. J., 2020. **Can Brazil Produce Enough Rice To Meet Demand In 2028?** Ciência e Natura, 42. DOI:10.5902/2179460X42318

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>

Van Ittersum, M. K., & Rabbinge, R., 1997. **Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations.** Field Crops Research, 52(3), 197–208. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(97\)00037-3](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(97)00037-3)

Van Wart, J., Van Bussel, L.G.J., Wolf J, Licker, R., Grassini, P., Nelson, A., Boogaard, H., Gerber, J., Mueller N.D., Claessens L., Van Ittersum M.K., Cassman K.G., 2013. **Use of agro-climatic zones to upscale simulated crop yield potential.** Field Crops Research. 143, 44-55.