

## Validação do modelo CERES-Rice para a cultivar IRGA 424 no Rio Grande do Sul

Evaluation of the CERES-Rice for the rice variety IRGA 424 in Rio Grande do Sul

Wendler de Almeida Dockhorn, Virnei Silva Moreira, Tamires Zimmer, Débora Regina Roberti e Silvana Maldaner

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil

### Resumo

*O objetivo do presente trabalho foi calibrar e validar o modelo CERES-Rice em relação à estimativa de produtividade para a cultivar IRGA 424 no Rio Grande do Sul, utilizando apenas informações encontradas na literatura. O CERES-Rice é um modelo que simula o desenvolvimento e produtividade de uma cultivar; para realizar tal feito, é necessário obter os coeficientes genéticos da cultivar, através do processo de calibração. Os coeficientes genéticos descrevem o comportamento da planta no sistema solo-planta-atmosfera. Foi utilizado o módulo GENCALC para a calibração, presente no DSSAT. Após o processo de calibração com 30% dos experimentos reunidos, foi realizada a validação nos demais. Os resultados para produtividade foram considerados aceitáveis, uma vez que maior parte dos valores encontravam-se abaixo de 15%, apenas um dos resultados apresentou erro de 16,88%. Ressaltando que o modelo não considerou nem estágios fenológicos e nem adubação ou questões hídricas no processo de calibração e validação.*

**Palavras-chave:** DSSAT; produtividade; calibração; coeficientes genéticos.

### Abstract

*The objective of this paper was to calibrate and validate the CERES-Rice model in relation to the productivity estimate for the cultivar IRGA 424 in Rio Grande do Sul, using only information found in the literature. CERES-Rice is a model that simulates the development and productivity of a cultivar. To achieve this goal, it is necessary to obtain the genetic coefficients of the cultivar through the calibration process. The genetic coefficients describe the behavior of the plant in the soil-plant-atmosphere system. The GENCALC module present in the DSSAT was used for the calibration. After the calibration process with 30% of the assembled experiments, the validation was performed in the others. The results for productivity were considered acceptable, since most of the values were below 15%, only one of the results showed an error of 16,88%. Note that the model did not consider neither phenological stages nor fertilization or water issues in the calibration and validation process.*

**Keywords:** DSSAT; productivity; calibration; genetic coefficients.

## 1 Introdução

No Brasil, a produção de arroz (*Oryza sativa L.*) é oriunda dos sistemas de cultivo irrigado e de sequeiro, sendo a orizicultura irrigada, responsável por 70% da produção nacional. Aproximadamente 90% do arroz irrigado do país é cultivado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, nas chamadas terras baixas (Petrini et al., 2010). O Rio Grande do Sul se destaca como maior produtor nacional, sendo responsável por mais de 61% do total produzido no Brasil, com produtividade acima de 7.000 kg/ha. Segundo a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2016), esse desempenho da lavoura de arroz irrigado é similar ao obtido em países tradicionais no cultivo desse cereal e abaixo do obtido nos EUA, na Austrália e Japão.

A fim de realizar o planejamento de ações futuras, visando o aumento da produtividade e da obtenção de lucros, existem diversos modelos que buscam simular fenômenos naturais, que auxiliam o planejamento, sendo a modelagem agrometeorológica um exemplo da aplicação desse conhecimento. A produção de culturas envolvem uma interação complexa entre o solo, planta e atmosfera, além das técnicas de manejo (Saseendran et al., 1998). Os dados obtidos através de experimentos permitem a criação de modelos que simulem o crescimento, desenvolvimento e produção como uma função da dinâmica solo-planta-atmosfera.

Entretanto, a quantidade de informação necessária para tomada de decisão na agricultura está subindo rapidamente devido ao aumento da demanda por produtos agrícolas ao mesmo tempo que aumenta a pressão em relação à conservação de solo, água e outros recursos naturais. A velocidade de geração de novos dados através de pesquisas agronômicas e sua publicação não suprime a necessidade. Os métodos tradicionais utilizados nos experimentos agrícolas são conduzidos em pontos específicos no tempo e espaço, obtendo resultados particulares para as condições que foi realizado, consumindo tempo e dinheiro (Jones et al., 2003; Tao et al., 2008).

Com o intuito de resolver esse problema, surgiram os modelos CERES (Crop Estimation Through Resources and Environment Synthesis), que foram o resultado de uma tentativa de produzir um modelo de simulação geral para várias culturas. Os modelos simulariam a performance de uma cultivar em particular, semeada a qualquer tempo em qualquer clima, o que levaria a transferência de informação agrotecnológica. Esses modelos ajudaram a alcançar seu objetivo, definindo um conjunto mínimo de dados de solo, meteorológicos, manejo e informação genética, que poderiam ser coletados em praticamente todo experimento de campo. Com isso, criou-se uma ferramenta que pode ser utilizada para explicar os resultados obtidos a campo e assim, transferir o conhecimento além do local e ano do experimento (Saseendran et al., 1998; Jones et al., 2003).

No Brasil, Cuadra et al. (2015) calibraram os coeficientes genéticos e validaram o modelo CERES-Rice para quatro cultivares com ciclo de desenvolvimento distintos, entre os principais grupos de maturação (Muito Precoce, Precoce, Médio I e Médio II). Os dados foram coletados em cinco safras agrícolas, de 2004/05 a 2008/09, para as cultivares BRS ATALANTA, muito precoce, de 101 a 105 dias; BRS QUERÊNCIA, precoce, de 106 a 110 dias; BR-IRGA410, médio I, de 121 a 130 dias e BRS 7 TAIM, médio II, de 131 a 135 dias, de acordo com Steinmetz et al. (2014). Constatou-se que o modelo simulou coerentemente as médias de produtividade e também a tendência de decréscimo para semeaduras tardias, tendo como principal exceção, a cultivar BRS Querência, no qual o modelo apresentou inflexão da curva de resposta oposta à observada.

Segundo Hunt et al. (1993), a habilidade dos modelos CERES de trabalhar com genótipos específicos foi alcançada incorporando um arquivo de coeficientes que especificam como um determinado genótipo vai responder a fatores do ambiente, como temperatura máxima e mínima, duração do dia, solo, água e disponibilidade de nitrogênio, ou características de certos aspectos do ciclo de vida da morfologia da cultivar. Esses coeficientes foram chamados de coeficientes genéticos, para cada nova cultivar inserida é necessário calibrar os coeficientes, para utilizar o modelo CERES-Rice.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho é calibrar os coeficientes genéticos para a cultivar IRGA 424 e validar o modelo CERES-Rice em relação a capacidade de estimar a produtividade de grãos nas regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, utilizando somente dados encontrados na literatura.

## 2 Materiais e métodos

As simulações foram realizadas utilizando o modelo CERES-Rice através do DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer). Inicialmente desenvolvido pela IBSNAT, a plataforma DSSAT é formada por um grupo de módulos independentes que operam em conjunto. Modelos agrometeorológicos estão no centro do seu funcionamento, contém diversos modelos incluindo CERES-Rice. Além disso, possui um banco de dados, composto pelo conjunto de arquivos de entrada, que contém as informações do experimento poderão ser utilizados no modelo, inseridas por colaboradores, além de oferecer ferramentas do usuário inserir seus próprios dados para análise.

A cultivar escolhida para testar a capacidade de predição da produtividade de arroz do modelo CERES-Rice foi a IRGA 424. Segundo SOSBAI (2016), a cultivar é especialmente indicada para cultivo nas regiões da Zona Sul e Campanha, onde apresenta boa adaptação às condições de temperatura média baixa, porém mostra excelente desempenho também nas demais regiões do Estado do RS. Para a obtenção dos dados realizou-se uma busca bibliográfica de trabalhos científicos nos quais eram relatados valores de produtividade de grãos em experimentos conduzidos em diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul.

Devido a falta de dados completos de todas as informações publicados nos artigos, as opções que calculavam os recursos (balanço hídrico, nitrogênio, carbono) foram desativados, resultando na exclusão de alguns experimentos que não seguiam a

recomendação da SOSBAI. Entretanto, para utilizar o modelo, necessitou apenas de informações mais básicas, como local do experimento, dados meteorológicos, data de semeadura e/ou emergência e produtividade para a validação. Os dados meteorológicos diários (temperatura mínima, máxima e radiação solar), necessários para o modelo CERES-Rice em cada experimento da Tabela 1, foram obtidos de estações meteorológicas do INMET do município ou mais próximo a este. Após a reunião dos dados de experimentos obtidos em artigos, ocorreu um processo de exclusão devido a ausência de dados meteorológicos do INMET. Além disso, valores de rendimento de grãos acima de 13000kg/ha foram removidos da lista por terem sido considerados como casos de alta resposta a adubação. A lista com os municípios, safras e referências pode ser conferida na Tabela 1.

Tabela 1: Trabalhos utilizados como fonte dos dados de entrada para o modelo.

Município	Safras	Referências
Cachoeirinha	2011/12, 2014/15 e 2012/13	Lopes et al. (2013), Marcolin et al. (2015), Sartori et al. (2013) e Waldow et al. (2013)
Cachoeira	2014/15	Marcolin et al. (2015)
Uruguaiana	2014/15	Marcolin et al. (2015)
Capão do Leão	2012/13	Martini et al. (2013)
Dom Pedrito	2011/11	Sartori et al. (2013)
Santa Maria	2010/11 e 2011/12	Sartori et al. (2013)
Camaquã	2012/13	Waldow et al. (2013)

O DSSAT conta uma base de dados que possui diversas cultivares já calibradas por colaboradores do projeto, entretanto, ao inserir uma nova cultivar que não consta na base de dados, é necessário calibrar os coeficientes genéticos antes de utilizar o modelo. Para o ajuste de coeficientes foi utilizado o módulo GENCALC (Genotype Coefficient Calculator), que é um software que facilita o cálculo dos coeficientes genéticos para uso em modelos existentes. No GENCALC, os coeficientes para um genótipo são obtidos através de um método iterativo: a partir de coeficientes iniciais, novos coeficientes são estimados e inseridos no modelo, o resultado encontrado é comparado com os dados experimentais e então os valores são ajustados até que os valores sejam o mais próximo possível (Hunt et al., 1993).

A seleção dos experimentos que iriam compor o processo de calibração foi realizada de forma aleatória com 30% do total dos experimentos. Após este processo, foi validado os coeficientes obtidos nos restantes dos experimentos. Para a escolha dos valores de coeficientes iniciais, rodou-se todos os valores dos coeficientes já presentes na base de dados do DSSAT, a fim de escolher o conjunto de coeficientes que obteve-se menor erro.

### 3 Resultados e discussões

De acordo com o processo para a escolha dos coeficientes genéticos iniciais para a calibração, os coeficientes da cultivar denominada Japanese no banco de dados obteve o menor erro e foram utilizados como iniciais para o ajuste. Os coeficientes obtidos no final do processo de calibração, pode ser observado na Tabela 2. Todos os coeficientes obtidos através do ajuste para a cultivar IRGA 424 foram próximos aos valores assumidos inicialmente.

Tabela 2: Coeficientes genéticos para a cultivar IRGA 424 ajustados para as condições agroclimáticas do Rio Grande do Sul.

Coeficiente genético	Valor para IRGA 424	Valor para Japanese
P1	242.5	220.0
P2O	38.58	35.0
P2R	617.1	510.0
P5	13.23	12.0
G1	68.09	55.0
G2	.0260	.0250
G3	1.0	1.0
G4	1.0	1.0

No final do processo de calibração, os coeficientes obtiveram um erro menor que 5% para todos os experimentos utilizados no processo. Os coeficientes obtidos foram utilizados para validação nos experimentos descritos na Tabela 1. As diferenças entre os valores observados e simulados não foram particularmente grandes. Maior partes das diferenças entre produtividade simulada e observada foram abaixo de 15%, exceto para um único experimento que possuiu 16,88% de diferença. A diferença entre os valores simulados e observado pode ser conferido na Figura 1.

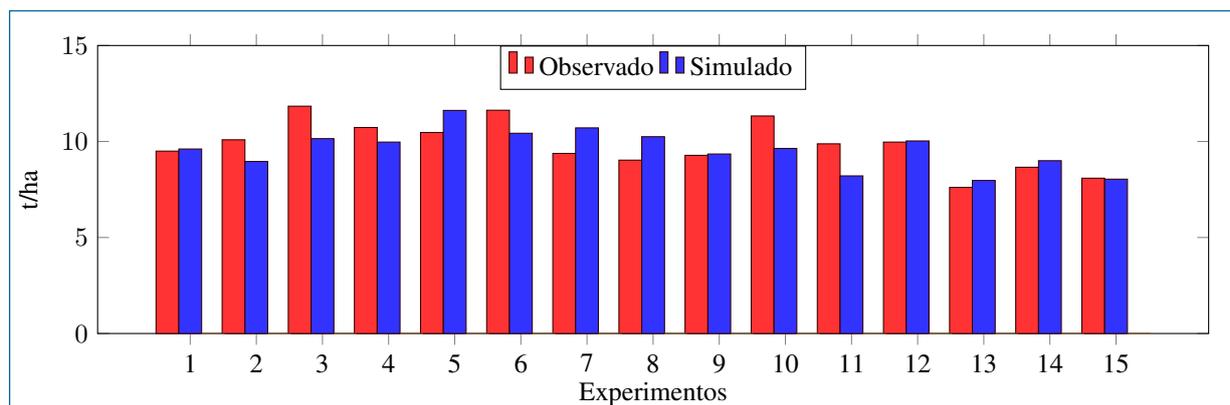


Figura 1: Comparação entre os valores observados e simulados.

Saseendran et al. (1998) validaram o modelo CERES-Rice para as condições climáticas para o estado de Kerala na Índia, através de dados obtidos em quatro datas de transplante, o sítio experimental não possuía nenhum sistema de irrigação, sendo assim, a produção era irrigada somente através da chuva. A produção de grãos foi prevista com um erro de 3% para todos os experimentos. Apesar de o valor ter sido inferior ao encontrado no presente trabalho, Segundo Ritchie et al. (1998), os valores simulados para a produtividade que são obtidos dentro de uma margem de  $\pm 5\%$  a  $15\%$  são considerados aceitáveis.

As diferenças entre observado e simulado são atribuídas a diversos fatores que o modelo não considera. Vilayvong et al. (2015) obteve resultados abaixo de 10% entre os valores simulados e observados. O autor atribuiu o erro a fatores como pestes doenças e outros fatores que o modelo não considera. No caso do presente trabalho, também há a questão da distância entre a torre meteorológica e o experimento, onde, em muitos casos nem as coordenadas geográficas do sítio/estação experimental é divulgada no artigo.

Em relação aos estágios fenológicos, o modelo em média simulou a maturidade em 120 dias e a data de floração em 80. Segundo a SOSBAI (2016), para a cultivar IRGA 424 o padrão é 132 dias para maturidade e 96 para floração. A diferença nos prazos pode representar um erro em relação à simulação do desenvolvimento da cultivar. Entretanto, deve-se considerar que para a calibração dos coeficientes, utilizou-se apenas valores de produtividade e nenhuma informação fenológica.

Como não foram utilizadas nenhuma informação fenológica para calibrar os coeficientes, não havia forma do software GENCALC ter como base as datas de floração e maturação como referência para realizar o ajuste. Portanto não é possível afirmar se os coeficientes são capazes de simular todo o crescimento da cultivar. Além disso, os mecanismos que calculavam a influência dos nutrientes no desenvolvimento da cultivar foram desativados. Por este motivo, caso ativado, não há como afirmar que irá representar a resposta no desenvolvimento sem realizar um novo estudo.

## 4 Conclusão

Segundo os critérios presentes na literatura, pode-se afirmar que o modelo CERES-Rice foi capaz de prever a produtividade dentro dos limites aceitáveis. Apesar de considerar adequado os coeficientes genéticos obtidos para a cultivar IRGA 424, é necessário realizar uma nova análise, utilizando dados completos dos experimentos, incluindo os valores da adubação.

## Referências

- Cuadra, S. V., Steinmetz, S., Heineman, A. B. (2015). Calibração do modelo CERES-Rice para cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Em: *IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado*.
- Hunt, L. A., Pararajasingham, S., Jones, J. W., Hogenboom, G., Imamura, D. T., Ogoshi, R. M. (1993). GENCALC: Software to facilitate the use of crop models for analyzing field experiments. *Agronomy Journal*, 85, 1090–1094.
- Jones, J. W., Hoogenboom, G., Porter, C. H., Boote, K. J., Batchelor, W. D., Hunt, L., Wilkens, P. W., Singh, U., Gijssman, A. J., Ritchie, J. T. (2003). The DSSAT cropping system model. *European Journal of Agronomy*, 18(3), 235–265.
- Lopes, M. C. B., Lopes, S. I. G., Weiler, R. L., Avozanil, O., Funck, G. R. D., da CostaTrojan, S., Jaeger, R. L., Lima, L. S., Cremonese, J. L., Neves, G., Piazzetta, D. (2013). Avaliação regional do ensaio de valor e cultivo e uso (VCU) de linhagens de arroz irrigado do programa de melhoramento genético do IRGA, safra 2011/12. Em: *VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado*, vol 8.

- Marcolin, E., Ramão, C. J., Grohs, M., Wolter, R. C. D., Neto, A. F. (2015). Produtividade de grãos de arroz irrigado em função da drenagem da água a partir do florescimento pleno. Em: *IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado*, vol 9.
- Martini, L. F. D., Noldin, J. A., de Avila, L. A., da Silva Moura, D., Piveta, L., Zimmer, M. (2013). Fitotoxicidade de herbicidas na cultura do arroz irrigado submetida ao estresse por frio nos anos 2010/11 e 2011/12. Em: *VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado*, vol 8.
- Petrini, J. A., Azambuja, I. H. V., Magalhães, A. M. (2010). Estratégia de irrigação para redução do uso da água em arroz irrigado. *Embrapa Clima Temperado*.
- Ritchie, J. T., Singh, U., Godwin, D., Bowen, W. (1998). Cereal growth, development and yield. Em: *Understanding options for agricultural production*, Springer, pp. 79–98.
- Sartori, G. M. S., Marchesan, E., Azevedo, C. F., Streck, N. A., Roso, R., Coelho, L. L., de Oliveira, M. L. (2013). Rendimento de grãos e eficiência no uso de água de arroz irrigado em função da época de semeadura. *Ciência Rural*, 43(3), 397–403.
- Saseendran, S. A., Singh, K. K., Rathore, L. S., Rao, G. S. L. H. V. P., Mendiratta, N., Narayan, K. L., Singh, S. V. (1998). Evaluation of the CERES-Rice version 3.0 model for the climate conditions of the state of Kerala, India. *Meteorological Applications*, 5, 385–392.
- SOSBAI (2016). *ARROZ IRRIGADO: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil*. Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, Pelotas.
- Steinmetz, S., Cuadra, S. V., Pereira, C. B., dos Santos, E. L., de Almeida, I. R. (2014). *GD Arroz: Programa Baseado em Graus-dia para Estimar a Data de Diferenciação da Panícula Visando a Adubação Nitrogenada em Cobertura*. Embrapa, Pelotas - RS.
- Tao, F., Hayashi, Y., Zhang, Z., Sakamoto, T., Yokozawa, M. (2008). Global warming, rice production, and water use in China: Developing a probabilistic assessment. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148, 94–110.
- Vilayvong, S., Banterng, P., Patanothai, A., Pannangpetch, K. (2015). CSM-CERES-Rice model to determine management strategies for lowland rice production. *Scientia Agricola*, pp. 229–236.
- Waldow, D. A. G., de Rosso, A. F., Valentini, A. P., da Fonseca, G. M., Avozani, O. A., Funck, G. R. D., da Costa Trojan, S., Jaeger, R. L., Piazeetta, D., Neves, G., Cremonese, J. L. C., Tomazi, I., da Costa, M. S., Barrozo, E., de Oliveira, I. C. P., A. C. P. V. (2013). Ensaio de valor de cultivo e uso (VCU) de híbridos avaliados pelo Instituto Rio Grandense do Arroz na safra 2012/13. Em: *VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado*, vol 8.

Wendler de Almeida Dockhorn

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil  
E-mail: wendler.dockhorn@gmail.com

Virnei Silva Moreira

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil  
E-mail: virneimoreira@gmail.com

Tamires Zimmer

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil  
E-mail: tz.tamireszimmer@gmail.com

Débora Regina Roberti

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil  
E-mail: debora@ufsm.br

Silvana Maldaner

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil  
E-mail: silvana.maldaner@gmail.com