

# APLICABILIDADE DO MODELO DE PERDA DE PRODUTIVIDADE EM ARROZ DEVIDO À COMPETIÇÃO DE ARROZ DANINHO

Gean Leonardo Richter<sup>1</sup>; Nereu Augusto Streck<sup>2</sup>; André da Rosa Ulguim<sup>3</sup>; Alencar Junior Zanon<sup>3</sup>; Isabel Lago<sup>3</sup>; Nelson Diehl Krueze<sup>4</sup>; Gionei Alves de Assis dos Santos<sup>5</sup>; Giovana Gislaine Ribas<sup>6</sup>; Michel Rocha da Silva<sup>7</sup>; Jossana Ceolin Cera<sup>8</sup>; Ary Jose Duarte Junior<sup>9</sup>; Bruna San Martin Rolim Ribeiro<sup>9</sup>; Kelin Pribes Bexaira<sup>9</sup>; Isabela Bulegon Pilecco<sup>9</sup>; Ioran Guedes Rossato<sup>9</sup>; Mattheus Beck<sup>10</sup>

Palavras-chave: Hipérbole retangular, *Oryza sativa*, interferência, modelagem matemática.

## INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul são produzidos anualmente em torno de 67% da produção nacional, numa área ao redor de 1,1 milhão de hectares (CONAB, 2017; IRGA, 2017). A produtividade média de arroz do Rio Grande do Sul de 2010 a 2015 é de 7,5 Mg.ha<sup>-1</sup> e está abaixo da produtividade obtida em experimentos e lavouras de alto nível tecnológico (12 a 15 Mg.ha<sup>-1</sup>), e isto deve-se, em parte, ao controle insatisfatório das plantas daninhas (AGOSTINETTO et al, 2001). Destaca-se como uma das principais plantas daninhas da cultura o arroz daninho (*Oryza sativa*), pois pertence à mesma espécie do arroz cultivado, e compete pelos recursos do meio (radiação solar, nutrientes e água) (FLECK et al., 2004).

A abordagem clássica utilizada para modelar a competição de plantas daninhas sobre os cultivos agrícolas ocorre através da penalização da produtividade da cultura em função da densidade das plantas daninhas, da área foliar, da matéria seca das plantas daninhas e da cobertura do solo pela folhagem da planta daninha (AGOSTINETTO et al., 2005a; AGOSTINETTO et al., 2005b; COUSENS, 1985; FLECK et al., 2004). O modelo da hipérbole retangular é o que melhor explica biologicamente a perda de produtividade das culturas devido à competição com plantas daninhas (MAMUN, 2014; MOON et al., 2011; COUSENS, 1985). Isso se deve ao modelo representar a resposta linear da perda de produtividade em baixas densidades de plantas daninhas (quando predomina a competição interespecífica entre a cultura a planta daninha), e também consegue representar a estabilização da curva de perda da produtividade quando a densidade de plantas daninhas é elevada, quando aumenta a competição intraespecífica, isto é, quando inicia a competição entre as plantas daninhas (ADATI et al., 2006).

Os coeficientes destes modelos são empíricos e necessitam ser estimados a partir de observações, que geralmente são realizadas através de experimentos de campo, variando a densidade das plantas daninhas (ADATI et al., 2006). Porém esses coeficientes variam de acordo com a habilidade competitiva da cultivar, do manejo utilizado na lavoura, como a densidade da cultivar, a época de entrada da água, adubação, também depende da planta daninha infestante e da sua emergência em relação a emergência da cultura (AGOSTINETTO et al., 2005a; AGOSTINETTO et al., 2005b; FLECK et al., 2004). Tornando necessário à validação desses modelos em lavouras comerciais, onde as condições não são controladas.

O objetivo desse trabalho é validar três parametrizações do modelo da hipérbole retangular com dados observados de lavouras comerciais com diferentes densidades de arroz daninho.

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), geanleonardorichter@gmail.com

<sup>2</sup> PhD em Agrometeorologia, Prof. Associado UFSM.

<sup>3</sup> Doutor(a) em Agronomia, Prof. Adjunto UFSM.

<sup>4</sup> Doutor em Agronomia, Prof. Associado UFSM.

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Instituto Riograndense do Arroz (IRGA).

<sup>6</sup> Doutoranda em Eng. Agrícola, UFSM.

<sup>7</sup> Doutorando em Agronomia, UFSM.

<sup>8</sup> Doutora em Eng. Agrícola, IRGA.

<sup>9</sup> Graduando(a) em Agronomia, UFSM.

<sup>10</sup> Graduando em agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

## MATERIAL E MÉTODOS

A interferência da competição do arroz daninho sobre a produtividade da cultura do arroz foi modelada pelo método de perda da produtividade (ADATI et al., 2006), utilizando-se a equação hipérbole retangular (COUSENS, 1985):

$$Y_L = (iD) \cdot [1 + (i/a)D]^{-1} \quad (1)$$

em que  $Y_L$  é a perda da produtividade em porcentagem de grãos do arroz,  $D$  é a densidade populacional da planta daninha em plantas.m<sup>2</sup>,  $i$  é a perda de produtividade em porcentagem de grãos do arroz por unidade de planta daninha quando a densidade de plantas daninhas se aproxima de zero e  $a$  é a perda da produtividade em porcentagem de grãos do arroz quando a densidade de plantas daninhas se aproxima do infinito (COUSENS, 1985). Foram testadas três parametrizações da hipérbole retangular (Equação 1). Os coeficientes  $i$  e  $a$  de cada uma das parametrizações da equação 1 referentes ao arroz daninho foram obtidos de trabalhos realizados com a cultura do arroz no Rio Grande do Sul e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Coeficientes  $i$  e  $a$  das três parametrizações da equação 1 para o arroz daninho na cultura do arroz.

Parametrizações	Coeficiente $i$	Coeficiente $a$	Cultivar	Fonte
Parametrização 1	4.07	100	IRGA 417	AGOSTINETO et al., 2005a
Parametrização 2	1.37	100	IRGA 417	AGOSTINETO et al., 2005b
Parametrização 3	0.32	100	BR-IRGA 409	AGOSTINETO et al., 2005a

Como dados independentes para testar as parametrizações da equação 1, foram realizadas avaliações de densidade de plantas daninhas e produtividade em duas lavouras comerciais com diferentes níveis populacionais de arroz daninho, durante o ano agrícola 2016/17, localizadas nos municípios de São João do Polêsine e Santa Maria. Cada lavoura foi cultivada com as cultivares IRGA 424 RI e PUITÁ INTA CL, respectivamente. O manejo das áreas seguiu aquele adotado pelo agricultor, com semeadura em 25/11/2016 na lavoura de São João do Polêsine e 06/11/2016 na lavoura de Santa Maria, em densidade de plantas de arroz de 406 e 241 plantas.m<sup>2</sup>, respectivamente.

As avaliações das densidades de arroz daninho foram realizadas com 30 dias após a emergência (DAE) e 110 DAE mediante contagem dos indivíduos presentes em área de 0,5 m<sup>2</sup>, subdividida em dois locais de cada parcela, as quais foram escolhidas aleatoriamente dentro da lavoura avaliada, e as densidades de arroz daninho variaram de 0 a 163 plantas.m<sup>2</sup>. A quantificação da produtividade de grãos foi obtida pela colheita na área útil (5,1 m<sup>2</sup>) de cada parcela, quando a cultivar estava próxima da maturação fisiológica, sendo os pesos corrigidos para 13% de umidade. As relações entre perdas percentuais de produtividade de grãos do arroz cultivado e densidades de plantas do arroz daninho foram determinadas separadamente para cada lavoura.

O desempenho dos modelos de competição de arroz daninho foi avaliado pelas estatísticas raiz do quadrado médio do erro (RQME) – equação 2 (JANSSEN; HEUBERGER, 1995), índice “BIAS” – equação 3 (SAMBORANHA et al., 2013) e índice de concordância modificado (dw) – equação 4 (WILLMOTT et al., 1985), dadas a seguir:

$$RQME = [\sum (Si - Oi)^2 \cdot n^{-1}]^{0,5} \quad (2)$$

$$BIAS = (\sum Si - \sum Oi) \cdot (\sum Oi)^{-1} \quad (3)$$

$$dw = 1 - [\sum |Si - Oi|] \cdot [\sum (|Si - \bar{O}|) + (|Oi - \bar{O}|)]^{-1} \quad (4)$$

em que  $Si$  são os valores simulados,  $S$  é a média dos valores simulados,  $Oi$  são os valores observados,  $\bar{O}$  é a média dos valores observados e  $n$  é o número de observações.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As três parametrizações da equação 1 resulta em uma grande variabilidade de perda de produtividade decorrente da presença de arroz daninho em competição com o arroz cultivado, sendo que o principal fator decorre da habilidade da cultivar em reduzir os efeitos negativos da competição com a planta daninha (Figura 1). Como exemplo, em densidades próximas a 40 plantas m<sup>-2</sup> de arroz daninho a cultivar IRGA 424 RI perdeu 7% na produtividade, enquanto que a cultivar Puitá INTA CL evidenciou perdas de 58% na produtividade.

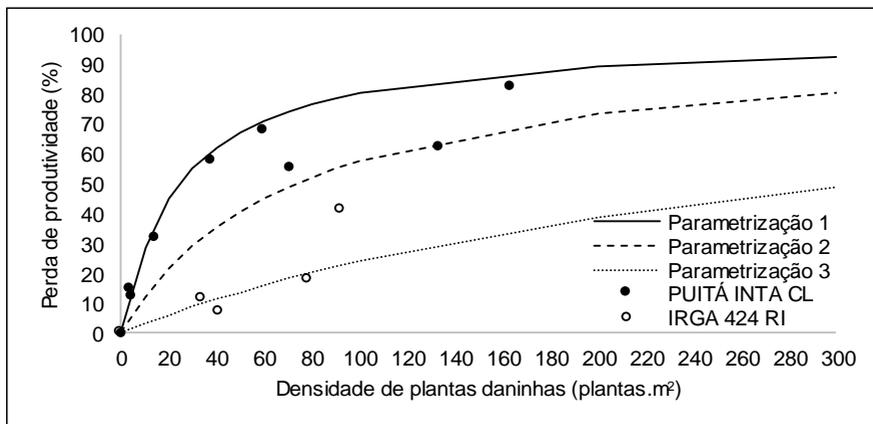


Figura 1: Perda de produtividade ( $Y_L$ ) de grãos de arroz em função da densidade de arroz daninho em duas lavouras comerciais, cultivadas com PUITÁ INTA CL (●) e IRGA 424 RI (○), considerando três parametrizações da hipérbole retangular.

A resposta observada da perda de produtividade de grãos em função da densidade de plantas daninhas na cultivar PUITÁ INTA CL é mais próxima da Parametrização 1 da hipérbole retangular, enquanto na cultivar IRGA 424RI/CL é mais próxima da Parametrização 3 (Figura 1). E a uma relação pela cultivar PUITÁ INTA CL ter sua base genética originada da IRGA 417, e na cultivar IRGA 424 RI pertencer ao mesmo ciclo que a BR-IRGA 409.

Tabela 2: Estatísticas da capacidade preditiva das três parametrizações da hipérbole retangular para estimar os valores de perda de produtividade em função da densidade de arroz daninho, em duas lavouras comerciais, cultivadas com PUITÁ INTA CL e IRGA 424 RI.

Parametrizações	PUITÁ INTA CL			IRGA 424 RI		
	RQME	BIAS	dw	RQME	BIAS	dw
Parametrização 1	10.00	0.13	0.97	44.61	2.50	0.45
Parametrização 2	14.18	-0.26	0.93	22.59	1.23	0.68
Parametrização 3	34.74	-0.70	0.63	8.69	-0.18	0.84

As estatísticas de desempenho das parametrizações confirmam a tendência na Figura 1. Para a cultivar Puitá INTA CL a parametrização 1 tem menor RQME, e a melhor concordância da parametrização com os dados observados, enquanto que a parametrização 3 apresentou pior ajuste dos dados (Tabela 2.). Entretanto, observou-se o inverso para a cultivar IRGA 424 RI, cujo parametrização 3 demonstrou RQME menor (Tabela 2).

A calibração e validação dos modelos de perda de produtividade tem como aplicabilidade a introdução em modelos agrícolas tornando-o mais eficiente, como exemplo o SimulArroz (WALTER et al., 2012). Atualmente, o modelo SimulArroz não leva em conta a competição com plantas daninhas dentro de níveis tecnológicos “alto, médio e baixo”, podendo o usuário definir na simulação qual o nível da lavoura que mais se aproxima à sua condição real, e um nível potencial, o qual não prevê danos bióticos. Desse modo, ao realizar-se a validação dos modelos de perda de produtividade por competição com arroz daninho em lavouras comerciais, almeja-se obter subsídios para a inclusão da previsão dessas perdas no modelo SimulArroz.

## CONCLUSÃO

O modelo da hipérbole retangular com as parametrizações certas é o mais recomendado para avaliar a perda de produtividade em decorrência da presença de arroz daninho nas lavouras comerciais, sendo que para a cultivar PUITÁ INTA CL utilizar os coeficientes  $i=4,07$  e  $a=100$  e para a cultivar IRGA 424 RI os coeficientes  $i=0,32$  e  $a=100$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADATI, C.; OLIVEIRA, V.A.; KARAM, D. Análise matemática e biológica dos modelos de estimativa de perdas de rendimento na cultura devido à interferência de plantas daninhas. Planta daninha, v.24, n.1, p.1-12, 2006.
- AGOSTINETTO, D. et al. Arroz-vermelho: ecofisiologia e estratégias de controle. Ciência Rural, v.31, n.2, 2001
- AGOSTINETTO, D. et al. Dano econômico como critério na decisão sobre manejo de genótipos de arroz concorrentes em arroz irrigado. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 40, n. 1, p. 1-9, jan. 2005a.
- AGOSTINETTO, D. et al. Níveis de dano econômico para decisões de controle de genótipo simulador de arroz-vermelho em arroz irrigado. Revista Brasileira de Agrociência, v. 11, n. 2, p. 175-183, abr./jun. 2005b.
- CONAB. Série histórica de área e produção plantada por unidades da federação. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/>. Acesso em 10 de maio 2017.
- COUSENS, R., A simple model relating yield loss to weed density. Annals of Applied Biology, 107: 239–252. 1985.
- FLECK, N.G. et al. Interferência de plantas concorrentes em arroz irrigado modificada por métodos culturais. Planta daninha, v. 22, n. 1, p. 19-28, mar. 2004.
- IRGA. Série Histórica de Produção e Produtividade - RS x BR. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/>. Acesso em 10 de maio 2017.
- JANSEN, P.H.M.; HEUBERGER, P.S.C. Calibration of process-oriented models. Ecological Modelling, v.83, p.55-56, 1995.
- MAMUN, M. A. A. Modelling Rice-Weed Competition in Direct-Seeded Rice Cultivation. Agricultural Research. Vol 3, Issue 4, pp 346–352. 2014
- MOON, B. C. et al. Prediction of Rice Yield and Economic Thresholds by Some Weeds-Rice Competition in Transplanted Rice Cultivation. Korean Journal of Weed Science. Vol. 31, Issue 3, pp.289-293, 2011.
- SAMBORANHA, F.K. et al. Modelagem matemática do desenvolvimento foliar em mandioca. Revista Ciência Agronômica, v.44, p.815-824, 2013.
- WILLMOTT, C.J. et al. Statistics for the evaluation and comparison of models. Journal of Geophysical Research, v.90, p.8995-9005, 1985.