DURAÇÃO DO CICLO DE DESENVOLVIMENTO DE ARROZ IRRIGADO EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Lidiane Cristine Walter[1]; Hamilton Telles Rosa[2]; Nereu Augusto Streck[3]

Palavras-chave: *Oryza sativa*, fases fenológicas, soma térmica, aquecimento global.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz (Oryza sativa L.) ocupa uma importante posição no cenário agrícola mundial, sendo um dos três cereais mais produzidos e consumidos no mundo. O estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor nacional, sendo responsável por cerca de 60% de todo arroz produzido no País (IRGA, 2009).

Parece haver um consenso na comunidade científica que o clima terrestre está mudando e que a temperatura do ar está aumentando em muitas regiões do Planeta (IPCC, 2007). Esse aumento de temperatura do ar influencia diretamente a duração do ciclo da cultura do arroz (LAGO et al.,2008) para a qual a temperatura do ar é o principal elemento meteorológico a governar o desenvolvimento. O objetivo deste trabalho foi estimar a duração de diferentes fases do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado para o município de Santa Maria, RS, em cenários de mudanças climáticas.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo numérico foi realizado para as condições de Santa Maria, RS (29°43'S, 53°43'W e altitude: 95 m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, isto é, Subtropical úmido, sem estação seca definida, com verões quentes. As simulações foram realizadas considerando três datas de semeadura: 20 de setembro, 20 de outubro e 20 de novembro, compreendendo semeaduras antes, durante e após o período recomendado para os diferentes ciclos de desenvolvimento das cultivares (SOSBAI, 2007).

O ciclo de desenvolvimento da cultura do arroz irrigado foi simulado com o modelo InfoCrop (AGGARWAL et al., 2006), que utiliza o conceito da soma térmica para a simulação do desenvolvimento da cultura. A duração de cada uma das fases considerada foi controlada pelo tempo térmico necessário para completar a respectiva fase. O ciclo da cultura foi dividido em quatro fases: a fase de emergência, que vai da semeadura até a emergência (SEM-EM), a fase vegetativa, da emergência até a diferenciação do primórdio floral (EM-DPF), a fase reprodutiva, da diferenciação do primórdio floral até a antese (DPF-ANT) e fase de enchimento de grãos, da antese até a maturidade fisiológica (ANT-MF).

O cálculo da soma térmica foi realizado segundo metodologia utilizada por Lago (2008), baseada na temperatura mínima e máxima diária do ar e acumulada diariamente (Soma Térmica acumulada, STa). Para o cálculo da soma térmica foram consideradas as três temperaturas cardinais do desenvolvimento da cultura, temperatura base inferior (Tb – abaixo da qual a planta não se desenvolve), temperatura ótima (Tot – em que o desenvolvimento é máximo) e temperatura base superior (TB – acima da qual a planta não se desenvolve), variando de acordo com a fase de desenvolvimento, sendo: Tb=11°C, Tot=30°C e TB=40°C para a fase de emergência e para a fase vegetativa; Tb=15°C, Tot=25°C e TB=35°C para a fase reprodutiva; Tb=15°C, Tot=23°C e TB=35°C para a fase de enchimento de grãos (LAGO et al., 2008).

As simulações foram realizadas para três cultivares de arroz irrigado: IRGA 421 (ciclo muito precoce), IRGA 417 (ciclo precoce) e EPAGRI 109 (ciclo tardio) (SOSBAI,

[1] Eng. Agrônoma, Doutoranda, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, UFSM. lidianewalter@gmail.com
[2] Eng. Agrônomo, Doutorando, Programa de Pós Graduação em Agronomia, UFSM. hamiltontellesrosa@gmail.com
[3] Eng. Agrônomo, Prof. PhD, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Avenida Roraima, nº 1.000, Camobi, CEP 97105‑900, Santa Maria - RS. nstreck2@yahoo.com.br

2007). A duração das fases do ciclo de desenvolvimento das três cultivares utilizadas, em graus dias, foi obtida por Lago (2008), em experimentos conduzidos durante quatro anos agrícolas, também em Santa Maria. Para a cultivar IRGA 421, a STa necessária é de 437,9°C dia para a fase vegetativa, 108,2°C dia para a fase reprodutiva e 113,1°C dia para o enchimento de grãos. A cultivar IRGA 417 necessita de 560,0°C dia para completar a fase vegetativa, 146,3°C dia para a fase reprodutiva e 109,7°C dia para o enchimento de grãos. A cultivar EPAGRI 109 necessita de 753,4°C dia para completar a fase vegetativa, 241,8°C dia para a fase reprodutiva e 98,9°C dia para o enchimento de grãos (LAGO, 2008). A soma térmica necessária na fase de emergência foi de 50°C dia para as três cultivares. Quando a STa calculada no modelo InfoCrop atingiu o valor da duração de cada fase, considerou-se que esta estava completa, e contabilizou-se sua duração, em dias do calendário civil.

Os cenários climáticos utilizados neste estudo são cenários sintéticos: um cenário sem aumento na temperatura do ar, como testemunha (cenário Atual) e outros cinco cenários com aumentos simétricos de +1°C, +2°C, +3°C, +4°C e +5°C na temperatura média do ar em um período de 100 anos (LAGO et al., 2008). O modelo Infocrop foi implementado em linguagem Fortran, com o compilador Force – Versão 2.0.8p.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo foi eficiente em estimar a duração do ciclo das cultivares de arroz. Para o cenário atual, na média das três datas de semeadura, os ciclos foram de 97, 113 e 143 dias para as cultivares IRGA 421, IRGA 417 e EPAGRI 109, respectivamente, os quais se aproximam dos valores de duração de ciclo característicos dessas cultivares (SOSBAI, 2007).

A duração do ciclo diferiu entre datas de semeadura e nos diferentes cenários de aumento de temperatura (Figura 1). Cenários com aumentos de até 4°C na temperatura média do ar resultaram em durações de ciclo decrescentes quando a data de semeadura avançou de setembro até novembro. Isso ocorre porque as temperaturas médias tendem a aumentar a partir do início da primavera, fazendo com que a cultura tenha suas exigências térmicas atingidas em um menor período de tempo. Estes resultados também foram observados por Steinmetz et al. (2006). No entanto, esta tendência de redução do ciclo não foi totalmente confirmada nos cenários com aumento de temperatura de 5°C, provavelmente devido ao cálculo da soma térmica considerar penalizações em temperaturas acima da ótima. De modo geral, nos cenários com aumentos de temperatura a partir de 4°C, dentro de cada data de semeadura, a tendência de redução do ciclo em relação ao cenário atual foi amenizada, inclusive com aumento na duração do ciclo na semeadura de novembro.

Como se observa na Figura 1 e na Tabela 1, a duração do ciclo de desenvolvimento varia, basicamente, em função da variação da fase vegetativa (EM-DPF), concordando com resultados encontrados na bibliografia científica (LAGO et al., 2008). Os maiores desvios ocorreram na duração da fase vegetativa, sendo desvios negativos e mais expressivos nas semeaduras de setembro e outubro (Tabela 1).

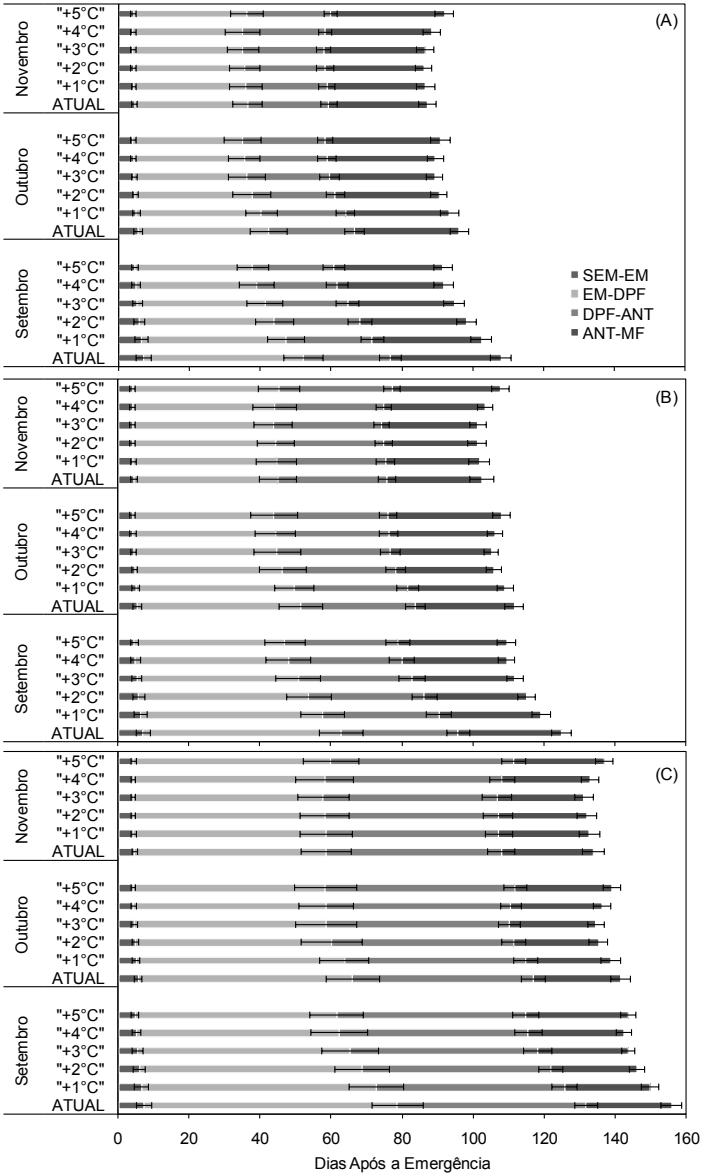

Figura 1. Duração média das fases do ciclo de desenvolvimento, em dias, das cultivares de arroz irrigado IRGA 421 (A), IRGA 417 (B) e EPAGRI 109 (C), em cenários de mudanças climáticas, com semeaduras nos dias 20 de setembro, 20 de outubro e 20 de novembro. As barras representam o desvio padrão das médias. Fases do ciclo de desenvolvimento: emergência (SEM-EM); vegetativa (EM-DPF); reprodutiva (DPF-ANT) e enchimento de grãos (ANT-MF).

Tabela 1. Desvios (em dias) da duração das fases de emergência (SEM-EM), vegetativa (EM-DPF), reprodutiva (DPF-ANT) e de enchimento de grãos (ANT-MF), em relação ao cenário atual, de três cultivares de arroz irrigado, simulados em diferentes datas de semeadura e cenários de aumento da temperatura média do ar em Santa Maria, RS.

Cultivar	Fase	20 de Setembro					20 de Outubro					20 de Novembro				
		+1°C	+2°C	+3°C	+4°C	+5°C	+1°C	+2°C	+3°C	+4°C	+5°C	+1°C	+2°C	+3°C	+4°C	+5°C
IRGA 421	SEM-EM	-1	-1	-2	-2	-3	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
	EM-DPF	-4	-7	-9	-11	-12	-2	-4	-5	-6	-6	0	0	-1	-1	0
	DPF-ANT	0	0	-1	-2	-2	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	1
	ANT-MF	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	1	3	0	0	1	2	4
IRGA 417	SEM-EM	-1	-1	-2	-2	-3	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
	EM-DPF	-5	-8	-10	-13	-13	-2	-4	-6	-6	-6	0	0	-1	-1	1
	DPF-ANT	0	0	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	ANT-MF	0	0	0	0	2	0	0	1	2	4	0	0	0	2	4
EPAGRI 109	SEM-EM	-1	-1	-2	-2	-3	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0
	EM-DPF	-5	-9	-12	-14	-15	-2	-5	-6	-6	-6	0	0	0	0	2
	DPF-ANT	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	-1	0	0	1	2
	ANT-MF	0	0	1	3	5	0	-1	0	1	3	0	-1	-1	-1	-1

CONCLUSÃO

A duração do ciclo de desenvolvimento das cultivares de arroz irrigado variou em função da data de semeadura e dos cenários climáticos. Em geral a duração do ciclo de desenvolvimento diminuiu com o aumento da temperatura do ar.

As variações na duração da fase vegetativa são responsáveis pela maior parte da variação da duração do ciclo da cultura do arroz irrigado.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de mestrado aos autores Lidiane Cristine Walter e Hamilton Telles Rosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGGARWAL, P.K.; KALRA, N.; CHANDER, S.; PATHAK, H. InfoCrop: a dynamic simulation model for the assessment of crop yields, losses due to pests, and environmental impact of agro□ecosystems in tropical environments. I. Model description. **Agricultural Systems**, v.89, p.1□25, 2006.

IPCC. **Climate change 2007**: the physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge University, 2007. 996p.

IRGA. **Dados de safra**. Porto Alegre: IRGA, 2009. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=dados_safra>. Acesso em: 20 out. 2009.

LAGO, I. **Desenvolvimento do arroz e do arroz vermelho**: modelagem e resposta à mudança climática. 2008. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

LAGO, I.; STRECK, N.A.; ALBERTO, C.M.; OLIVEIRA, F.B.; PAULA, G.M. de. Impact of increasing mean air temperature on the development of rice and red Rice. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.1441□1448, 2008.

SOSBAI. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o sul do Brasil. Pelotas: Sociedade Sul Brasileira de Arroz Irrigado, 2007. 161p.

STEINMETZ, S. et al. Impacto do aquecimento global sobre a duração da fase vegetativa do arroz irrigado, estimada pelo método de graus-dia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ, 2.; REUNIÃO NACIONAL DA PESQUISA DE ARROZ, 8., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 1 CD-ROM.