



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE
GENÓTIPOS DE ARROZ CULTIVADO (*Oryza sativa*
L.) E DE BIÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO (*Oryza*
sativa L.).**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Simone Michelin

PPGA

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS DE
ARROZ (*Oryza sativa* L.) E DE BIÓTIPOS DE ARROZ
VERMELHO (*Oryza sativa* L.).**

por

Simone Michelin

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), com requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

Orientador: Prof. Nereu Augusto Streck

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

Michelon, Simone, 1979-

M623c

Crescimento e desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado (*Oryza sativa* L.) e de biótipos de arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) / por Simone Michelon ; orientador Nereu Augusto Streck. – Santa Maria, 2006

92 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2006.

1. Agronomia 2. *Oryza sativa* 3. Fenologia 4. Planta daninha
I. Streck, Nereu Augusto, orient. II. Título

CDU: 633.18.03

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

© 2006

Todos os direitos autorais reservados a Simone Michelon. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser com autorização por escrito do autor.

Endereço: Av. Tuparendi, n.2096, Bairro Alto do Parque, Santa Rosa, RS, 98900-000

Fone (055)5599110458 ou 5599645696; End. Eletr:alunogg9910696@gmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS DE ARROZ
(*Oryza sativa* L.) E DE BIÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO (*Oryza
sativa* L.).**

Elaborada por

Simone Michelin

Com requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Nereu Augusto Streck, Dr.
(Presidente Orientador)

Sérgio Iraçu Gindri Lopes, Dr. (IRGA)

Leandro Souza da Silva, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 10 de fevereiro de 2006

**“Ando devagar porque já tive
pressa e levo esse sorriso
porque já chorei demais.”**

**Almir Sater
(Tocando em frente)**

A Deus pela vida, a meus pais Ivo Antonio
Michelon e Eleni Terezinha Pereira Michelin,
aos meus irmãos Hércules, Moisés e Diego
Michelon e ao meu noivo Paulo César Vione.

Dedico...

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre estar comigo, principalmente nos momentos de tristeza, solidão e dificuldade.

A Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade da realização do mestrado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao professor Nereu Augusto Streck, pela orientação, amizade e pelos conhecimentos transmitidos.

Aos professores Nelson Diehl Kruse, Leandro Souza da Silva e Sidinei José Lopes pela co-orientação, amizade e colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Ao pesquisador Elio Marcolin do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) pela grande colaboração para o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores do Departamento de Fitotecnia, pela atenção e amizade. Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia pela ajuda na condução dos experimentos e pela amizade.

As amigas Rejane Cristina Roppa Kuss, Lia Reiningger, Jana Koefender e Ivonete Tazzo, pela amizade e carinho em momentos de dificuldade.

Aos amigos Hamilton Telles Rosa, Lidiane Cristine Walter e Leosane Cristina Bosco pela grande ajuda durante o mestrado e amizade.

E a todos os amigos da Fitotecnia pela amizade, descontração e esclarecimentos das dúvidas durante o trabalho.

Obrigada !

RESUMO

Dissertação de mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) E DE BIÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa* L.).

AUTORA: Simone Michelon
ORIENTADOR: Nereu Augusto Streck
Local e data da defesa: Santa Maria, 10 de fevereiro de 2006

O arroz (*Oryza sativa* L.) faz parte da dieta básica de em torno de 50% da população mundial. Portanto, pesquisa com esta espécie tem o potencial de afetar o bem-estar de um considerável número de pessoas. A soma térmica é um método simples e é uma melhor medida de tempo biológico do que dias do calendário civil ou dias após a semeadura, mas tem recebido críticas. Uma das metas do melhoramento genético de arroz no Sul do Brasil ao longo dos últimos 40 anos foi modificar a duração do ciclo de desenvolvimento das cultivares. Em geral, o ciclo de desenvolvimento foi encurtado, com o objetivo de aumentar a competição com o arroz vermelho e diminuir o banco de sementes desta invasora, a principal espécie competidora nas lavouras orizícolas. Caracterizar o crescimento e desenvolvimento de biótipos de arroz vermelho pode ajudar no seu controle e no melhoramento para aumentar a competitividade do arroz cultivado com esta invasora. O trabalho teve como objetivos: determinar a soma térmica de fases do ciclo de desenvolvimento da escala de Counce em algumas cultivares Sul Brasileiras de arroz irrigado, utilizando-se diferentes métodos de cálculo e diferentes temperaturas cardinais ao longo do ciclo de desenvolvimento; determinar se a duração do ciclo de desenvolvimento de arroz tem relação com o número final de folhas e com a velocidade de aparecimento de folhas no colmo principal; quantificar os parâmetros de crescimento e desenvolvimento mais utilizados de dois biótipos de arroz vermelho e compará-los com algumas cultivares Sul Brasileiras de arroz irrigado. Experimentos de campo durante duas safras agrícolas (2003/2004) e (2004/2005) foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS, com 5 épocas de semeadura em cada ano agrícola. As plantas de arroz foram cultivadas em baldes com capacidade de 12 litros preenchidos com solo do local e enterrados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 4 repetições. As cultivares utilizadas foram IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM, EPAGRI 109, EEA 406, um HÍBRIDO e dois biótipos de arroz vermelho, um biótipo com grãos casca preta e aristado (AVCPA) e o outro biótipo com casca amarela e aristado (AVCAA). As datas de ocorrência dos principais estágios de desenvolvimento do arroz no colmo principal, segundo a escala de Counce, foram determinadas. Mediu-se em cinco plantas/balde, a área foliar (AF) final da primeira, sexta, décima, décima segunda, décima quarta folha e folha bandeira, do colmo principal, a estatura final de planta, o comprimento da panícula, o filocrono, o número final de folhas no colmo principal e o perfilhamento. Verificou-se que a soma térmica varia com a cultivar, com a época de semeadura e com o método de cálculo. Ainda assim, a soma térmica é um melhor descritor de tempo biológico do que dias do calendário civil em arroz. Recomenda-se usar as três temperaturas cardinais de desenvolvimento constantes durante ciclo de desenvolvimento no cálculo da soma térmica. O encurtamento do ciclo das cultivares de arroz é devido à diminuição do número final de folhas no colmo principal e não à mudança de velocidade de aparecimento das folhas. Em geral o ciclo de desenvolvimento dos biótipos de arroz vermelho foi similar às cultivares precoces e médias. A área das folhas, estatura, filocrono e número final de folhas no colmo principal foi maior nos biótipos de arroz vermelho do que nos genótipos modernos de arroz cultivado. Já o perfilhamento dos biótipos de arroz vermelho em geral foi similar aos genótipos cultivados.

Palavras-chaves: Fenologia, *Oryza sativa* L., Planta daninha.

ABSTRACT

MASTER thesis

Graduation Program in Agronomy
Universidade Federal de Santa Maria – RS, Brazil

Growth and development of cultivated Rice (*Oryza sativa* L.) genotypes and Red rice (*Oryza sativa* L.) biotypes.

AUTHOR: Simone Michelin

ADVISOR: Nereu Augusto Streck

Location and date of presentation: Santa Maria, february 10th, 2006

Rice (*Oryza sativa* L.) constitutes the staple food of about half of the world's population. Therefore, research on this crop has the potential of affecting the well being of a considerable number of people worldwide. Thermal time is a wide used method to tell time in plants, but this time concept is open to criticism. One of the goals of rice breeding programs in Southern Brazil during the last 40 years has been to modify the developmental cycle of the genotypes. In general, the developmental cycle was shortened to increase rice competitiveness with red rice and decrease soil seed bank of red rice, the major weed of rice pads. Characterizing growth and developmental of red rice biotypes may help in control strategies and breeding programs to enhance competitiveness of cultivated rice with red rice. This study had the following objectives: to determine the thermal time of developmental phases of the Counce scale in some rice cultivars grown in Southern Brazil using different calculation methods and different cardinal temperatures throughout the developmental cycle; and to quantify if the duration of rice developmental cycle has any relations hip with main stem final leaf number and with main stem leaf appearance rate; to quantify some growth and developmental parameters of two red rice biotypes and compare them with cultivated rice genotypes. Field experiments were carried out at Santa Maria, RS, Brazil, during two growing seasons (2003/2004 and 2004/2005) and five sowing dates each year. Plants were grown in 12 L pots in a completely randomized design. The following genotypes were used: IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BR IRGA 409, BRS 7 TAIM, EPAGRI 109, EEA 406, a HYBRID, and two red rice biotypes (awned black haul, and awned yellow haul). The date of major developmental stages of the Counce scale, leaf area, panicle length, plant height, phyllochron, main stem final leaf number, and tillering were measured on five plants/pot. Thermal time varied with cultivars, sowing date and calculation method, but still is a better time descriptor than calendar days. It is recommended to use three constant cardinal temperatures throughout the developmental cycle in the calculation of thermal time. Shortening of rice developmental cycle is due to a decrease in main stem final leaf number and not due to change in leaf appearance rate. In general red rice biotypes had a developmental cycle similar to early and mid late genotypes, greater leaf area, greater plant height, greater phyllochron, and greater main stem final leaf number than modern rice genotypes. Tillering in red rice biotypes was also generally similar to cultivated rice genotypes.

Key Words: Phenology, *Oryza sativa* L., Weed.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Datas de semeadura usadas no experimento.....	49
TABELA 2 - Graus-dia (°C dia) do ciclo total de desenvolvimento (EM-R9) de cultivares de arroz. Os valores correspondem à média de várias épocas de semeadura em duas safras agrícolas. EM = emergência, R9 = maturação fisiológica. Santa Maria, RS, 2003-2005.....	49
TABELA 1 - Duração em °C dia, das fases EM-R2, R2-R9 e ciclo total (EM-R9) de genótipos de arroz cultivado e arroz vermelho. Santa Maria, RS, 2004-2005. EM=Emergência; R2=Aparecimento do colar da folha bandeira; R9=Maturação fisiológica.....	69
TABELA 2 - Valores de quadrado médio (QM) do quadro de análise da variância para diferentes parâmetros de crescimento e desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho. Santa Maria, RS, Brasil, 2004/2005.....	70
TABELA 3 - Diferentes parâmetros de crescimento e de desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho quando não houve interação entre genótipo e data de semeadura. Santa Maria, RS, Brasil, 2004/2005.....	71
TABELA 4 - Diferentes parâmetros de crescimento e desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho quando houve interação entre genótipo e data de semeadura. Santa Maria, RS, Brasil, 2004/2005.....	72
TABELA 5 - Diferentes parâmetros de crescimento e desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho quando houve interação entre genótipo e data de semeadura. Santa Maria, RS, Brasil, 2004/2005.....	72

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

FIGURA 1 - Representação gráfica dos três métodos de cálculo da soma térmica diária (Método 1, Método 2, Método 3) usados no estudo. As temperaturas cardinais (T_b , T_{ot} e T_{max}) são da fase de emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2): 11, 28 e 40°C. Santa Maria, RS, Brasil, 2003-2005.....34

FIGURA 2 - Duração do ciclo em dias do calendário civil e em soma térmica acumulada (°C dia) do ciclo total (EM-R9), utilizando os três métodos de cálculo (STa_1 , STa_2 , STa_3) com temperaturas cardinais constantes e diferentes ao longo do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado nas diferentes épocas de semeadura nas safras agrícolas 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil. As barras representam um desvio padrão da média.....35

FIGURA 3 - Coeficiente de variação (CV%) para os três métodos de cálculo de soma térmica (STa_1 , STa_2 , STa_3), com temperaturas cardinais constantes e diferentes, e para dias do calendário civil, do ciclo de desenvolvimento EM-R9 de cultivares de arroz irrigado nas safras agrícolas 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil. EM=Emergência, R9=Maturação fisiológica.....36

FIGURA 4 - Soma térmica acumulada (°C dia) pelo método 3 (STa_3), (média para as cultivares e para épocas de semeadura), das fases de EM-R2 e R2-R9 do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado em cinco épocas de semeadura para as safras agrícolas de 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil.....37

CAPÍTULO II

FIGURA 1 - Relação entre duração da fase EM-R2 e ciclo total EM-R9 (a, e), relação entre duração da fase R2-R9 e ciclo total EM-R9 (b, f), relação entre número final de folhas no colmo principal e duração da fase EM-R2 (c, g) e relação entre filocrono e duração da fase EM-R2 (d, h) de arroz irrigado referente as safras agrícolas de 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil. EM=emergência, R2=aparecimento do colar da folha bandeira, R9=maturação fisiológica.....50

FIGURA 2 - Duração percentual e em °C dia das fases vegetativa EM-R2 e reprodutiva R2-R9 em relação ao ciclo total EM-R9 de cultivares de arroz irrigado. Santa Maria, RS, 2003-2005. EM=emergência, R2=aparecimento do colar da folha bandeira, R9=maturação fisiológica.....51

CAPÍTULO III

FIGURA 1 - Soma térmica acumulada (°C dia) da EM-R2 e R2-R9 com média de todas as cultivares e médias de todas as épocas do ciclo de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado e de dois biótipos de arroz vermelho em cinco épocas de semeadura durante a safra agrícola 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil.

EM=Emergência, R2= Aparecimento do colar da folha bandeira, R9= todos os grãos marrons, maturação fisiológica.....68

FIGURA 2 - Número de perfilhos/planta de cultivares de arroz irrigado e de dois biótipos de arroz vermelho em cinco épocas de semeadura durante a safra agrícola 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil.....73

LISTA DE APÊNDICE

- APÊNDICE A - Duração média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) das fases de emergência ao surgimento do colar da folha bandeira (EM-R2), surgimento do colar da folha bandeira ao ponto de maturação fisiológica (R2-R9) e ciclo total (EM-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em dias do calendário civil, °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais constantes e tempo fototérmico durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004.....75
- APÊNDICE B - Duração média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) nas fases de emergência ao surgimento do colar da folha bandeira (EM-R2), surgimento do colar da folha bandeira ao ponto de maturação fisiológica (R2-R9) e ciclo total (EM-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em dias do calendário civil, °C dia calculado pelos diferentes métodos e tempo fototérmico, com temperaturas cardinais variando durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004.....77
- APÊNDICE C - Duração média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) nas fases de emergência ao surgimento do colar da folha bandeira (EM-R2), surgimento do colar da folha bandeira ao ponto de maturação fisiológica (R2-R9) e ciclo total (EM-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado e dois biótipos de arroz vermelho, em dias do calendário civil e °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2004/2005.....79
- APÊNDICE D - Duração média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) nas fases de emergência ao surgimento do colar da folha bandeira (EM-R2), surgimento do colar da folha bandeira ao ponto de maturação fisiológica (R2-R9) e ciclo total (EM-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado e dois biótipos de arroz vermelho, em dias do calendário civil, °C dia calculado pelos diferentes métodos e tempo fototérmico com temperaturas cardinais variando durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2004/2005.....81

APÊNDICE E - Duração das fases de desenvolvimento da emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2), do aparecimento do colar da folha bandeira ao emborrachamento (R2-EB), do emborrachamento ao aparecimento da panícula (EB-R3), do aparecimento da panícula a antese (R3-R4), da antese até um ou mais grãos farináceos (R4-R7), um ou mais grãos farináceos até um ou mais grãos amarelos (R7-R8), um ou mais grãos amarelos até a maturação fisiológica (R8-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004. Época 1= 01/09/2003, época 2=20/10/2003, época 3= 21/11/003, época 4= 05/01/2004, época 5=29/01/2004.....83

APÊNDICE F - Duração das fases de desenvolvimento da emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2), do aparecimento do colar da folha bandeira ao emborrachamento (R2-EB), do emborrachamento ao aparecimento da panícula (EB-R3), do aparecimento da panícula a antese (R3-R4), da antese até um ou mais grãos farináceos (R4-R7), um ou mais grãos farináceos até um ou mais grãos amarelos (R7-R8), um ou mais grãos amarelos até a maturação fisiológica (R8-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais variando durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004. Época 1= 01/09/2003, época2=20/10/2003, época 3= 21/11/003, época 4= 05/01/2004, época 5=29/01/2004.....85

APÊNDICE G - Duração das fases de desenvolvimento da emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2), do aparecimento do colar da folha bandeira ao emborrachamento (R2-EB), do emborrachamento ao aparecimento da panícula (EB-R3), do aparecimento da panícula a antese (R3-R4), da antese até um ou mais grãos farináceos (R4-R7), um ou mais grãos farináceos até um ou mais grãos amarelos (R7-R8), um ou mais grãos amarelos até a maturação fisiológica (R8-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado e de dois biótipos de arroz vermelho, em °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2004/2005, época

1=02/09/2004, época 2=07/10/2004, época 3=04/11/2004, época 4=03/12/2004,
época 5=02/03/2005.....88

APÊNDICE H - Duração das fases de desenvolvimento da emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2), do aparecimento do colar da folha bandeira ao emborrachamento (R2-EB), do emborrachamento ao aparecimento da panícula (EB-R3), do aparecimento da panícula a antese (R3-R4), da antese até um ou mais grãos farináceos (R4-R7), um ou mais grãos farináceos até um ou mais grãos amarelos (R7-R8), um ou mais grãos amarelos até a maturação fisiológica (R8-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado e de dois biótipos de arroz vermelho, em °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais variando durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2004/2005.....90

SUMÁRIO

RESUMO	8
ABSTRACT	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE APÊNDICE	13
INTRODUÇÃO GERAL	18
CAPÍTULO I Quantificação e comparação de métodos de soma térmica de fases do ciclo de desenvolvimento de algumas cultivares sul brasileiras de arroz irrigado (<i>Oryza sativa</i> L.):.....	20
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
CAPÍTULO II Associando a duração do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) com a emissão de folhas no colmo principal.....	38
RESUMO	38
ABSTRACT.....	39
INTRODUÇÃO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
CAPÍTULO III Comparação de parâmetros de crescimento e de desenvolvimento de dois biótipos de arroz vermelho (<i>Oryza sativa</i> L.) com genótipos de arroz irrigado(<i>Oryza sativa</i> L.).....	52
RESUMO.....	52

ABSTRACT.....	53
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS.....	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	60
CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74

CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS DE ARROZ CULTIVADO (*Oryza sativa* L.) E DE BIÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa* L.)

INTRODUÇÃO GERAL

O arroz faz parte da dieta básica de em torno de 50% da população mundial (FAGERIA et al., 2003; LUZZARDI et al., 2005). Portanto, pesquisa com esta espécie tem o potencial de afetar o bem-estar de um considerável número de pessoas. No Brasil existem cerca de 35 milhões de hectares de várzeas sendo 1,3 milhões utilizados na produção de arroz irrigado (FAGERIA et al., 2003). A produção Brasileira de arroz representa cerca de 1,8% da produção mundial e 52% da produção da América do Sul. A região Sul do Brasil (RS, SC e PR) é a principal produtora, com cerca de 63% do total produzido no País. O Rio Grande do Sul é o maior produtor Nacional representando 77% do arroz irrigado colhido no país (AZAMBUJA et al., 2004). No RS, a área cultivada com arroz na safra 2004/2005 foi de mais de 1 milhão de hectares e a produtividade média foi de 6,11 kg ha⁻¹ (IRGA, 2005).

Crescimento e desenvolvimento vegetal são processos independentes que podem ocorrer simultaneamente ou não. Enquanto crescimento envolve aumento irreversível de dimensões físicas como área, comprimento, largura, altura, volume, densidade ou diâmetro de órgãos, desenvolvimento refere-se a processos envolvendo diferenciação celular, iniciação e aparecimento de órgãos (HODGES, 1991; STRECK et al., 2003). A temperatura é o principal elemento meteorológico que afeta o desenvolvimento da planta de arroz (HODGES, 1991; GAO et al., 1992; SIÉ et al., 1998; INFELD et al., 1998). Além da temperatura, o fotoperíodo também afeta o ciclo de desenvolvimento em alguns genótipos de arroz, os quais geralmente são classificados como planta de dia curto (VERGARA et al., 1969; STEINMETZ et al., 2004;) embora Yin & Kropff (1996), citam que alguns poucos genótipos de arroz podem ter comportamento de planta de dia longo. A influência da temperatura nos processos de crescimento e desenvolvimento vegetal pode ser representada utilizando-se o conceito da soma térmica, com unidade °C dia, a qual é um melhor descritor de tempo biológico do que dias do calendário civil (GILMORE & ROGERS,

1958; RUSSELE et al., 1984; McMASTER & SMIKA, 1988). Uma das metas do melhoramento genético de arroz no Sul do Brasil ao longo dos últimos 40 anos foi modificar a duração do ciclo de desenvolvimento das cultivares (LOPES et al., 2005). Em geral, o ciclo de desenvolvimento foi encurtado. O encurtamento do ciclo das cultivares modernas de arroz tornou-as mais competitivas com o arroz vermelho e ajuda a diminuir o banco de sementes desta invasora, a principal espécie competidora nas lavouras orizícolas. Caracterizar o crescimento e desenvolvimento de biótipos de arroz vermelho pode ajudar no seu controle e no melhoramento para aumentar a competitividade do arroz cultivado com esta invasora. Este trabalho tem como objetivos:

- Determinar a soma térmica de fases do ciclo de desenvolvimento da escala de Counce em algumas cultivares Sul Brasileiras de arroz irrigado, utilizando-se diferentes métodos de cálculo e diferentes temperaturas cardinais ao longo do ciclo de desenvolvimento.

- Determinar se a duração do ciclo de desenvolvimento de arroz tem relação com o número final de folhas e com a velocidade de aparecimento de folhas no colmo principal.

- Quantificar alguns parâmetros de crescimento e desenvolvimento de dois biótipos de arroz vermelho e compará-los com algumas cultivares Sul Brasileiras de arroz irrigado.

CAPÍTULO I

QUANTIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE SOMA TÉRMICA DE FASES DO CICLO DE DESENVOLVIMENTO DE ALGUMAS CULTIVARES SUL BRASILEIRAS DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.)

QUANTIFYNG AND COMPARING METHODS OF THE THERMAL TIME OF DEVELOPMENTAL PHASES OF SOME IRRIGATED RICE (*Oryza sativa* L.) CULTIVARS GROWN IN SOUTHERN BRAZIL

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar a soma térmica de fases do ciclo de desenvolvimento das plantas de arroz de cultivares Sul Brasileiras utilizando-se diferentes métodos de cálculo e diferentes temperaturas cardinais ao longo do ciclo de desenvolvimento. Experimentos de campo foram conduzidos em Santa Maria, RS, durante duas safras agrícolas 2003/2004 e 2004/2005 e 5 épocas de semeadura em cada ano. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição foi um balde com 10 plantas. As datas dos principais estágios de desenvolvimento segundo a escala de Counce et al. (2000), foram registradas para 5 plantas/balde. As cultivares utilizadas foram: IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM e EPAGRI 109, todas do tipo moderno. A soma térmica variou com a cultivar, com a época de semeadura e com o método de cálculo. Ainda assim, a soma térmica é um melhor descritor de tempo biológico do que dias do calendário civil em arroz.

Palavras-chave: Temperatura, fenologia, estágios de desenvolvimento, graus-dia.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the thermal time of developmental phases of the Counce scale in some rice cultivars grown in Southern Brazil using different calculation methods and different cardinal temperatures throughout the developmental cycle. Field experiments were carried out in Santa Maria, RS, Brazil during two rice growing seasons (2003/2004 and 2004/2005). Five sowing dates were used in each growing season. The experimental design was completely randomized with four replications. Each replication was a 12L pot with ten plants. The cultivars used were: IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM, and EPAGRI 109. The date of major developmental stages of the Counce scale were recorded on the 5 tagged plants/pot. Thermal time varied with cultivars, sowing date, and calculation method. However, thermal time is still a better measure to tell time in plants than calendar days.

Key words: Temperature, phenology, developmental stages, degree-days.

INTRODUÇÃO

Crescimento e desenvolvimento vegetal são processos independentes que podem ocorrer simultaneamente ou não. Enquanto crescimento envolve aumento irreversível de dimensões físicas como área, comprimento, largura, altura, volume ou diâmetro de órgãos, desenvolvimento refere-se a processos envolvendo diferenciação celular, iniciação e aparecimento de órgãos (HODGES, 1991; STRECK et al., 2003). Um estágio de desenvolvimento é, geralmente, caracterizado pela data de aparecimento de um órgão na planta, enquanto que o intervalo de tempo entre dois estágios de desenvolvimento pode ser chamado de fase de desenvolvimento (STRECK et al. 2003). A identificação dos estágios de desenvolvimento do arroz e do tempo necessário para atingir cada estágio de desenvolvimento são importantes ferramentas que o orizicultor pode utilizar no planejamento e em práticas de manejo da lavoura orizícola (ALVES et al., 2000; STEINMETZ et al., 2004).

A temperatura é o principal elemento meteorológico que afeta o desenvolvimento da planta de arroz (HODGES, 1991; GAO et al., 1992; SIÉ et al., 1998; INFELD et al., 1998). Além da temperatura, o fotoperíodo também afeta o ciclo

de desenvolvimento em alguns genótipos de arroz, os quais geralmente são classificados como planta de dia curto (VERGARA et al., 1969; STEINMETZ et al., 2004;) embora Yin & Kropff (1996), citam que alguns poucos genótipos de arroz podem ter comportamento de planta de dia longo.

A influência da temperatura nos processos de crescimento e desenvolvimento vegetal pode ser representada utilizando-se o conceito da soma térmica, com unidade °C dia, a qual é um melhor descritor de tempo biológico do que dias do calendário civil (GILMORE & ROGERS, 1958; RUSSELE et al., 1984; McMASTER & SMIKA, 1988). Apesar de ser bastante utilizada, o conceito da soma térmica está aberto a críticas. Existem vários métodos de cálculo e freqüentemente a redação não é clara quanto ao método de cálculo utilizado (McMASTER & WILHELM, 1997). A maneira mais simples de cálculo é a que tem a pressuposição da linearidade entre crescimento ou desenvolvimento vegetal e temperatura acima de um valor crítico (temperatura base), o que não é completamente realístico do ponto de vista biológico, haja visto que a resposta dos processos biológicos à temperatura, inclusive desenvolvimento, é melhor expresso em termos das três temperaturas cardinais (temperatura mínima, ótima e máxima) (YIN et al., 1995; BONHOMME, 2000; STRECK, 2002). Também, temperaturas cardinais geralmente são consideradas constantes ao longo do ciclo da cultura, o que também muitas vezes não é uma pressuposição adequada, pois estas não são constantes durante o ciclo de desenvolvimento vegetal para muitas espécies (STRECK et al., 2003; STEINMETZ, 2004).

O ciclo de desenvolvimento do arroz tem sido frequentemente dividido em três fases (GAO et al, 1992; INFELD et al., 1998): a fase vegetativa que vai da emergência até a diferenciação da panícula; a fase reprodutiva que vai da diferenciação da panícula até a antese; e a fase de enchimento de grãos que vai da antese até a maturação fisiológica. Mais recentemente, Counce et al. (2000) propõem dividir o ciclo de desenvolvimento do arroz em três fases utilizando critérios diferentes do que vinha sendo usado: a fase de plântula que vai da semeadura até a emergência; a fase vegetativa que vai da emergência até o aparecimento do colar da última folha (folha bandeira) no colmo principal e a fase reprodutiva que vai da diferenciação da panícula até a maturação fisiológica. Neste caso, o final da fase vegetativa e o início da fase reprodutiva se sobrepõe, já que a diferenciação da panícula ocorre quando ainda faltam em média, três folhas

aparecerem no colmo principal (YIN & KROPFF, 1998). A escala de Counce vem sendo gradativamente adotada pelos Institutos de pesquisa em arroz como o IRGA, a EMBRAPA e a EPAGRI. Por ser uma escala recente, a duração das fases de desenvolvimento desta escala não está disponível para a maioria das cultivares, o que constitui o incentivo para realizar este esforço científico.

O objetivo deste trabalho foi determinar a soma térmica das fases do ciclo de desenvolvimento da planta de arroz de cultivares Sul Brasileiras utilizando-se diferentes métodos de cálculo e diferentes temperaturas cardinais ao longo do ciclo de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento a campo com as plantas cultivadas em baldes, foi conduzido durante duas safras agrícolas (2003/2004 e 2004/2005) na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 42'W e altitude: 95m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa Subtropical úmido sem estação seca definida com verões quentes (MORENO, 1961). O solo do local é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico argilúvico típico) (EMBRAPA, 1999). A variação do fotoperíodo ao longo do ano em Santa Maria é de cerca de 11 a 15 horas (KIESLING, 1982).

As plantas de arroz foram cultivadas em baldes de 30 cm de diâmetro e 26 cm de altura com capacidade de 12 litros preenchidos com solo do local e enterrados, deixando-se uma borda de 5 cm acima do nível do solo. O espaçamento entre os baldes (de centro a centro dos baldes) foi de 1,5 m x 0,8 m. Foram realizadas 5 épocas de semeadura: na safra agrícola 2003/2004 as datas de semeadura foram 01/09/2003, 20/10/2003, 21/11/2003, 05/01/2004 e 29/01/2004 e na safra agrícola 2004/2005 as datas de semeadura foram: 02/09/2004, 07/10/2004, 04/11/2004, 03/12/2004 e 02/03/2005. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição foi um balde com 10 plantas.

As cultivares utilizadas foram IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM e EPAGRI 109, todas pertencentes à subespécie *indica* e

tipo moderno, representando genótipos de diferentes ciclos, de muito precoce (IRGA 421) a tardio (EPAGRI 109). Foram semeadas 30 sementes por balde. O dia da emergência foi considerado quando 50% das plântulas estavam visíveis acima do solo. No estágio V3 (COUNCE et al., 2000) foi feito um raleio das plantas, deixando-se 10 plantas por balde, cinco das quais foram marcadas com arames coloridos. No colmo principal destas plantas observou-se a data de ocorrência dos seguintes estágios de desenvolvimento, segundo a escala de Counce et al. (2000): R2 (aparecimento do colar da folha bandeira), EB (emborrachamento) o qual não consta na escala, que foi considerado quando havia um entumescimento no colmo principal, devido à presença da panícula, entre a última e penúltima folha do colmo principal), R3 (aparecimento da panícula ou panícula visível), R4 (antese, uma ou mais flores abertas na panícula), R7 (uma ou mais espiguetas com grãos farináceos) adotado como critério diferente da escala, R8 (uma ou mais espiguetas com grãos com casca marrom) e R9 (maturação fisiológica: todas as espiguetas da panícula com grãos com casca marrom). O manejo das plantas foi baseado nas recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2003) e a irrigação foi realizada deixando-se uma lâmina de água de 5 a 7 cm nos baldes a partir do estágio V3.

A soma térmica diária (STd, °C dia) foi calculada por 3 métodos (GILMORE & ROGERS, 1958; ARNOLD, 1960; STRECK, 2002):

Método 1: $STd_1 = (T_{med} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$, se $T_{med} < T_b$ então $T_{med} = T_b$ (1)

Método 2: $STd_2 = (T_{med} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$, se $T_{med} < T_b$ então $T_{med} = T_b$ e se $T_{med} > T_{tot}$ então $T_{med} = T_{tot}$ (2)

Método 3: $STd_3 = (T_{med} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$ quando $T_b \leq T_{med} \leq T_{tot}$ e

$STd_3 = (T_{tot} - T_b) \cdot (T_{max} - T_{med}) / (T_{max} - T_{tot})$ quando $T_{tot} < T_{med} \leq T_{max}$, se $T_{med} < T_b$ então $T_{med} = T_b$ e se $T_{med} > T_{max}$ então $T_{med} = T_{max}$ (3)

Onde: **T_b**, **T_{tot}**, e **T_{max}** são as temperaturas cardinais base, ótima e máxima para o desenvolvimento do arroz e **T_{med}** é a temperatura média diária do ar calculada pela média aritmética entre a temperatura mínima e a temperatura máxima diária do ar. A representação gráfica dos três métodos de cálculo da STa está na Figura 1. A soma térmica acumulada (STa, °C dia) a partir da emergência para cada método foi calculada por $STa_1 = \sum STd_1$, $STa_2 = \sum STd_2$, $STa_3 = \sum STd_3$.

As temperaturas mínima e máxima diária do ar foram medidas em uma estação meteorológica convencional, pertencente ao 8º Distrito de meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia, localizada a aproximadamente 200 m da área

experimental. Com relação às temperaturas cardinais, considerou-se duas situações. Primeiro considerou-se que as temperaturas cardinais são constantes ao longo do ciclo de desenvolvimento. Neste caso assumiu-se $T_b=11^{\circ}\text{C}$ (INFELD et al., 1998), $T_{ot}=28^{\circ}\text{C}$ (STEINMETZ, 2004) e $T_{max}=40^{\circ}\text{C}$ (GAO et al., 1992). Na segunda situação considerou-se que as temperaturas mudam ao longo do ciclo de desenvolvimento. Neste segundo caso, dividiu-se o ciclo de desenvolvimento do arroz em duas fases: EM-R2 e R2-R9. Nesta divisão, a primeira fase (EM-R2) se refere à fase de emissão de folhas enquanto que a segunda fase (R2-R9) se caracteriza pelo aparecimento das estruturas reprodutivas e pelo enchimento de grãos, todos estágios facilmente identificáveis a campo e sem necessidade de destruir a planta. As temperaturas cardinais (T_b , T_{ot} e T_{max}) na fase R2-R9 foram 15, 25 e 30°C . Assumimos que uma T_b de 15°C na fase R2-R9 é mais realístico do que 11°C , pois o arroz é sensível à temperatura igual ou inferior a 15°C durante a microsporogênese e embriogênese (BURIOL, et al., 1991; STEINMETZ, 2004), que ocorrem no emborrachamento e durante o aparecimento do colar da folha bandeira (COUNCE et al., 2000). Já a diminuição de T_{ot} e T_{max} na fase R2-R9 em relação à fase EM-R2 foi devido ao fato de que a fase mais sensível a altas temperaturas do arroz é a floração e o enchimento de grãos que é mais eficiente quando as temperaturas não são tão elevadas (STEINMETZ, 2004).

A estatística utilizada para comparar a eficiência da soma térmica como descritor de tempo em comparação com dias do calendário civil foi o coeficiente de variação (CV, %) entre as épocas de semeadura nas duas safras agrícolas (PAULA, 2005). Quanto menor o cv, melhor é o descritor de tempo biológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano de experimento, a cultivar mais tardia (EPAGRI 109) não completou o ciclo na época 4 (05/01/2004), e na época 5 (29/01/2004) somente a cultivar muito precoce (IRGA 421) completou o ciclo. No segundo ano de experimento, na época 1 (02/09/2004), as plantas da cultivar BR-IRGA 409 foram perdidas, por isso não foi possível determinar os estágios finais da fase reprodutiva (após R4) e na época 5 (02/03/2005) as cultivares não completaram seu ciclo e a EPAGRI 109 inclusive não emitiu a folha bandeira.

A duração do ciclo total (EM-R9) das cultivares pelos diferentes métodos de soma térmica com temperaturas cardinais constantes e diferentes ao longo do ciclo estão na Figura 2. Comparando-se as cultivares, nota-se a grande diferença de ciclo entre a cultivar muito precoce (IRGA 421) e a tardia (EPAGRI 109). As cultivares BR-IRGA 409 e BRS 7 TAIM são cultivares de ciclo médio-tardio, enquanto que as cultivares IRGA 420, IRGA 417 e IRGA 416 são de ciclo precoce-médio. Entre os métodos de cálculo da soma térmica, os graus-dia diminuíram do método 1 (STa_1) para o método 3 (STa_3). Este decréscimo de graus-dia do método 1 para o método 3 foi maior quando as temperaturas cardinais foram diferentes ao longo do ciclo da cultura e ocorreu em função da T_{med} durante o ciclo de desenvolvimento ter sido em vários dias superiores a T_{ot} , o que acarreta diminuição de STa do método 1 para o método 3. Diferentes valores da soma térmica em função do método de cálculo indicam a importância de se descrever detalhadamente a metodologia utilizada, o que nem sempre se verifica nos trabalhos científicos (McMASTER & WILHELM, 1997), tornando às vezes difícil a comparação de resultados entre diferentes autores e levando a erros na simulação de processos biológicos baseados na soma térmica.

Para um mesmo método de cálculo, a soma térmica foi maior quando as temperaturas cardinais de desenvolvimento foram consideradas constantes ao longo do ciclo do que quando as mesmas foram diferentes (Figura 2 e Apêndices A-D). A menor soma térmica quando as temperaturas cardinais foram diferentes deve-se em parte ao fato de que a mudança nas temperaturas cardinais durante a fase R2-R9 resultou na diminuição da diferença entre T_b e T_{ot} , que é o máximo de acúmulo térmico diário, e em parte devido a T_{med} ter sido com mais frequência maior que a temperatura ótima de 25°C do que a temperatura ótima de 28°C durante esta fase.

O coeficiente de variação (CV %) para dias do calendário civil e para soma térmica calculada por diferentes métodos e com temperaturas cardinais constantes e diferentes ao longo do ciclo da cultura para o ciclo total de desenvolvimento (EM-R9) está na Figura 3. Quando considerou-se as temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento do arroz, o menor CV foi obtido com a soma térmica pelo método 3 (STa_3), seguidas por STa_2 , STa_1 e dias após a emergência. Isto era esperado, já que o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento vegetal é melhor representado levando-se em conta as três temperaturas cardinais (YIN et al., 1995; STRECK, 2002), o que é contemplado no método 3. Já quando as temperaturas cardinais foram diferentes na fase R2-R9, o menor CV foi com tempo

em dias do calendário civil o que representaria uma duração de ciclo de 28 dias para a cultivar EPAGRI 109 e de 18 dias para a cultivar IRGA 421 que é a mais precoce, seguido pela soma térmica STa_2 , STa_3 e STa_1 .

Estes resultados são surpreendentes, pois esperava-se que uma maior T_b e menor T_{ot} e T_{max} no final do ciclo de desenvolvimento resultaria num CV menor pois esta pressuposição é mais realística do ponto de vista biológico (STEINMETZ, 2004).

A duração, em °C dia, das fases de desenvolvimento do arroz segundo a escala de Counce et al. (2000) para as duas safras agrícolas estão na Figura 4 e nos apêndices E-H. A soma térmica usada na Figura 4 foi calculada pelo método 3 (STa_3) com temperaturas cardinais constantes, pois esta combinação resultou no menor CV (Figura 3) e também porque a resposta do desenvolvimento à temperatura é mais realística quando descrita em termos das três temperaturas cardinais (STRECK, 2002; STRECK et al., 2003). A duração do ciclo total de desenvolvimento e das fases variou entre as cultivares, entre épocas de semeadura e entre os anos. Em geral, quanto mais tardia foi a época de semeadura, menor foi o tempo térmico para completar as fases de desenvolvimento.

A fase mais longa foi a fase EM-R2 perfazendo de 55 a 80% da duração do ciclo total das cultivares (Figura 4). Quanto mais longo o ciclo total da cultivar, maior a fração da duração da fase EM-R2 em relação ao ciclo total. Por exemplo, para a cultivar IRGA 421, a duração da fase EM-R2 foi em torno de 55%, enquanto que para a cultivar EPAGRI 109, a fase EM-R2 representou em torno de 80% do ciclo total. A cultivar muito precoce (IRGA 421) completou a fase EM-R2 entre 700 e 800 °C dia nos dois anos, para as cultivares precoces e médias (IRGA 416, IRGA 417, e IRGA 420) foram necessários de 1000 a 1400 °C dia e para as cultivares médias-tardias e tardias (BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM, EPAGRI 109) foram necessários de 1300 a 1700 °C dia nesta fase. Infeld et al. (1998), também encontraram diferenças na duração da fase vegetativa (emergência até a diferenciação da panícula) para diferentes grupos de cultivares Sul Brasileiras de arroz, onde as precoces necessitaram de 536 °C dia, as cultivares de ciclo médio 638 °C dia e as cultivares tardias de 772 °C dia. A fase R2-R9 variou bem menos entre as cultivares, ficando entre 400 e 700 °C.dia e sem relação com o ciclo da cultivar.

Os resultados deste estudo indicam que utilizando-se um único valor de soma térmica (°C dia) pode levar a erros quando usado para prever as datas dos estágios

de desenvolvimento destas cultivares de arroz em diferentes épocas de semeadura. Por exemplo, a diferença de soma térmica da fase EM-R9 calculada pelo método 3 e as temperaturas cardinais constantes durante o ciclo entre a primeira e a quinta época de semeadura para a cultivar IRGA 421 na safra agrícola de 2003/2004 foi de 387,3 °C dia. Considerando-se uma T_{med} de 14 °C, esta diferença de °C dia entre as duas épocas corresponde a 28 dias do calendário civil. Uma possível causa da variação da soma térmica com a época de semeadura pode ser a linearidade entre temperatura e desenvolvimento vegetal assumida no cálculo, o que não é totalmente realístico do ponto de vista biológico, já que a resposta de processos biológicos à temperatura é linear em apenas uma faixa entre as temperaturas cardinais (STRECK, 2002; STRECK et al., 2003; STRECK, 2004a,b). Outra possível causa da variação do tempo térmico com a época de semeadura é a ação do fotoperíodo que modifica a soma térmica de genótipos responsivos ao fotoperíodo (VERGARA et al., 1969). Para testar esta hipótese incluiu-se o fotoperíodo no cálculo da soma térmica através das unidades fototérmicas de Nuttonson (1955 apud PASCALE & DAMARIO, 2004), durante a fase responsiva do arroz ao fotoperíodo, que é de 6 folhas até o número final de folhas menos três no colmo principal (YIN et al., 1997; YIN & KROPFF, 1998; LEE et al., 2001). Ainda assim o CV foi maior do que em dias do calendário civil. Outras causas da variação da soma térmica entre épocas de semeadura podem estar ligadas a outras pressuposições envolvidas no seu cálculo, como por exemplo, a de que a região de desenvolvimento (ápice meristemático) tem a mesma temperatura média diária que a temperatura média diária do ar medida na estação meteorológica e que a temperatura diária não permanece abaixo da T_b ou acima da T_{max} por muito tempo (McMASTER & WILHELM, 1997). Estas pressuposições não necessariamente são válidas em todos os dias durante o ciclo de desenvolvimento da cultura.

A cultivar BRS 7 TAIM é classificada como uma cultivar média-tardia. No entanto, esta cultivar cultivada em Santa Maria apresentou um ciclo semelhante a cultivar IRGA 416 classificada como precoce-média (Figura 4). Como a cultivar BRS 7 TAIM é mais adaptada e cultivada na fronteira oeste e campanha do Estado do Rio Grande do Sul, especula-se que quando cultivada em um local mais quente, como a região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, ela possa ter acelerado seu ciclo, comportando-se assim como uma cultivar mais precoce.

CONCLUSÕES

A soma térmica varia com o método de cálculo. Ainda assim, a soma térmica é um melhor descritor de tempo biológico do que dias do calendário civil em arroz.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C.V. et al. Exigências térmicas do arroz irrigado 'IAC 4440'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, n.2, p.171 -174, 2000.
- ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, v. 76, p. 682 – 692, 1960.
- BONHOMME, R. Bases and limits to using 'degree.day' units. **European Journal of Agronomy**, v.13, n.1, p.1-10, 2000.
- BURIOL, G.A. et al. Ocorrência e duração das temperaturas mínimas diárias do ar prejudiciais à fecundação das flores do arroz em Santa Maria, RS. 1- Probabilidades de ocorrência. **Ciência Rural**, v. 21, n. 1, p. 23-34, 1991.
- COUNCE, P. et al. A uniform, objective, and **adaptive** system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa produções de informações, 1999. 412 p.
- GAO, L., JUN, Z., HUANG, L. Rice clock model – a computer model to simulate rice development. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 60, n. 1, p. 1 - 16, 1992.
- GILMORE, E.C.Jr.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611-615, 1958.
- HODGES, T. **Predicting crop phenology**. CRC, 1991. 233 p.
- INFELD, J. A.; SILVA, J. B.; ASSIS, F. N. Temperatura base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n.2, p. 187-191, 1998.

KIESLING, T. C. Calculation of the length of the day. **Agronomy Journal**, v. 74, p.758-759, 1982.

LEE, C.K. et al. Heading date and final leaf number as affected by sowing date and prediction of heading date based on leaf appearance model in rice. **Korean Journal of Crop Science**, v.46, n.3, p. 195-201, 2001.

McMASTER, G.S.; SMIKA, D.E. Estimation and evaluation of winter wheat phenology in the Central Great Plains. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.43, n.1, p.1-18, 1988.

McMASTER, G.S.; WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.87, p.291-300, 1997.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura, 1961. 46p.

PASCALE, J.A.; DAMARIO, E.A. **Bioclimatologia agrícola y agroclimatologia**. FABUE, 2004. 550 p.

PAULA, F.L.M. **Modelagem do desenvolvimento da batata**. 2005. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria.

RUSSELE, M.P. WILHELM, W. W., OLSON, R.A. Growth analysis based on degree days. **Crop Science**, v. 24, n.1, p. 28-32, 1984.

SIÉ, M. et al. Rice crop duration and leaf appearance rate in a variable thermal environment. I. Development of an empirically based model. **Field Crops Research**, v. 57, n. 1, p. 1- 13, 1998.

SOSBAI (Sociedade Sul Brasileira de Arroz irrigado). **Arroz irrigado: Recomendações técnicas para o sul do Brasil**, SOSBAI, 2003.126p.

STEINMETZ, S. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES JR, A. M. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Embrapa, 2004. p. 45-74.

STEINMETZ, S. et al. **Uso do método de graus-dia para estimar a data de diferenciação da panícula de grupos de cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Embrapa Clima Temperado, 2004. 14 p.

STRECK, N.A. et al. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: A modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, n 3-4, p.139-150, 2003.

STRECK, N.A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.1, p.105-111, 2002.

----- . A temperature response function for development of the chrysanthemum (*Chrysanthemum x morifolium* Ramat.). **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.49-54, 2004a.

----- . A temperature response function for modeling leaf growth and development of the African violet (*Saintpaulia ionantha* Wendl). **Ciência Rural**, v.34, n.1, p.55-62, 2004b.

VERGARA, B.S.,CHANG,T.T., LILIS,R.. **The flowering response of the rice plant to photoperiod: A review of the literature**. International Rice Research Institute, 1969. 28 p. (Technical Bulletin, Nº 8).

YIN, X. et al. A nonlinear model for crop development as a function of temperature. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.77. p. 1-16, 1995.

YIN, X.; KROPFF, M. Use of the beta function to quantify effects on flowering and leaf number in rice. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 81, n. 2, p. 217 -228, 1996.

YIN, X. et al. Photoperiodically sensitive and insensitive phases of preflowering development in rice. **Crop Science**, v. 37, p. 182-190, 1997.

YIN, X.; KROPFF, M. The effect of photoperiod on interval between panicle initiation and flowering in rice. **Field Crops Research**, v. 57, p. 301- 307, 1998.

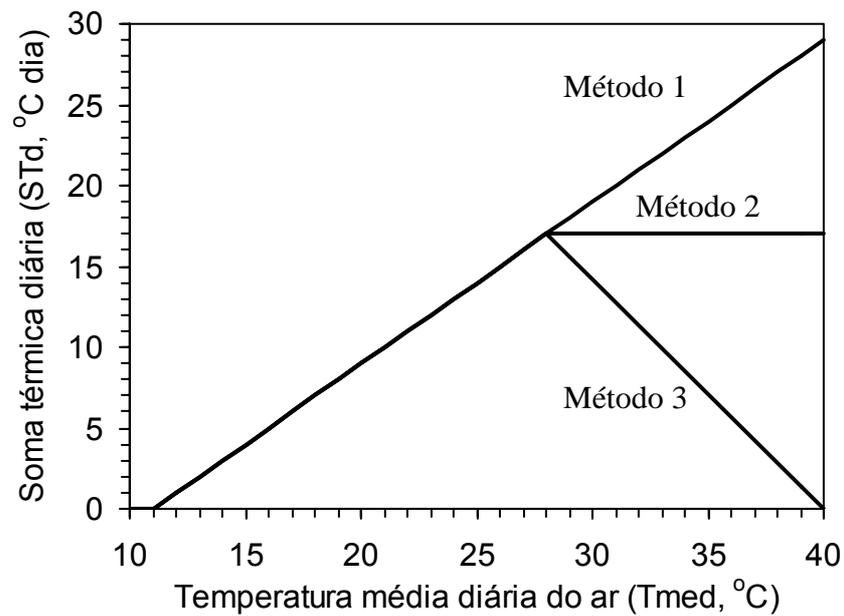


Figura 1- Representação gráfica dos três métodos de cálculo da soma térmica diária (Método 1, Método 2, Método 3) usados no estudo. As temperaturas cardinais (T_b , T_{ot} e T_{max}) são da fase de emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2): 11, 28 e 40°C. Santa Maria, RS, Brasil, 2003-2005.

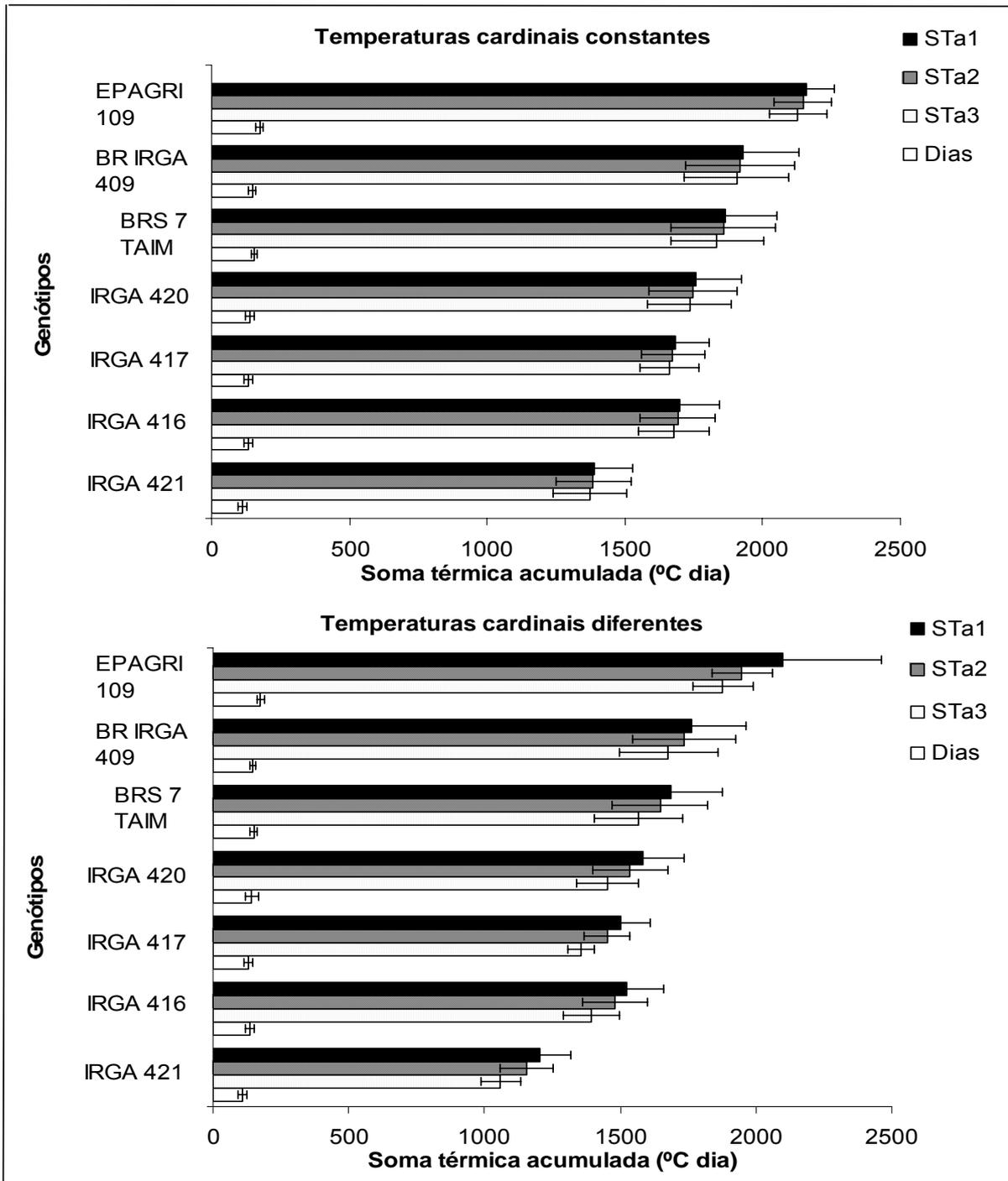


Figura 2 - Duração do ciclo em dias do calendário civil e em soma térmica acumulada (°C dia) do ciclo total (EM-R9), utilizando os três métodos de cálculo (STa₁, STa₂, STa₃) com temperaturas cardinais constantes e diferentes ao longo do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado nas diferentes épocas de semeadura nas safras agrícolas 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil. As barras representam um desvio padrão da média.

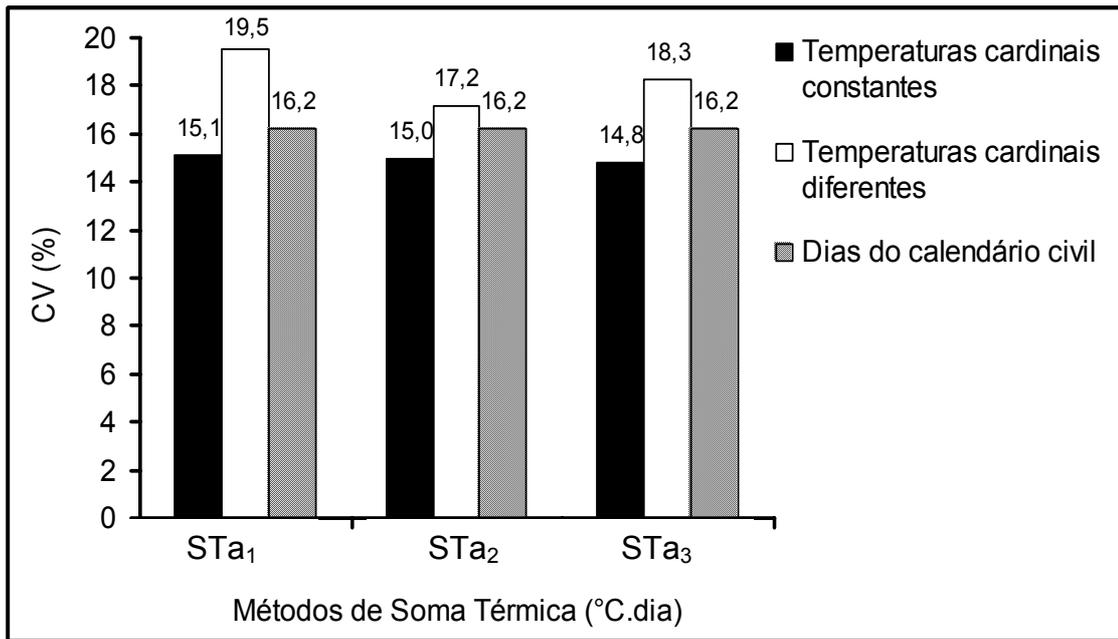


Figura 3 - Coeficiente de variação (CV%) para os três métodos de cálculo de soma térmica (STa₁, STa₂, STa₃), com temperaturas cardinais constantes e diferentes, e para dias do calendário civil, do ciclo de desenvolvimento EM-R9 de cultivares de arroz irrigado nas safras agrícolas 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil. EM=Emergência, R9=Maturação fisiológica.

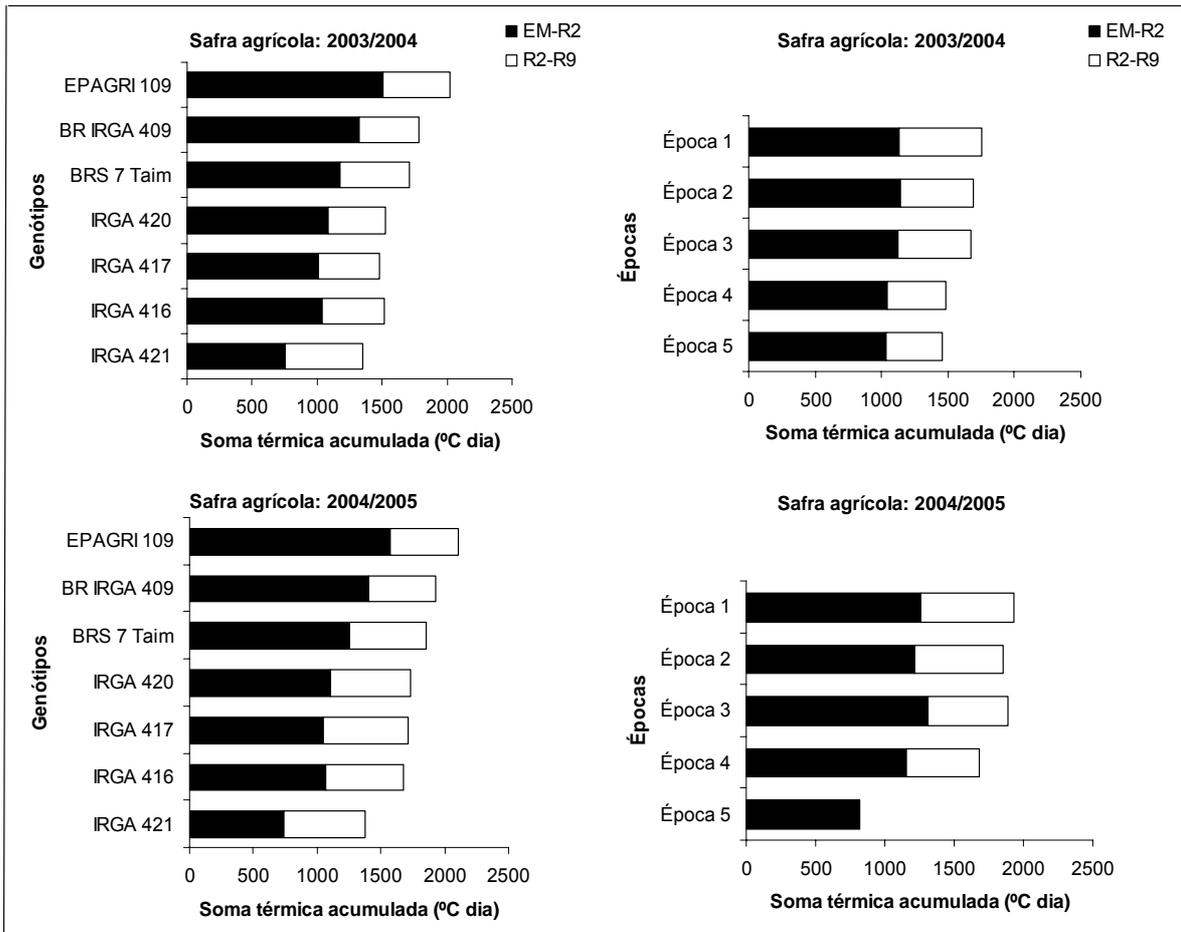


Figura 4 - Soma térmica acumulada (°C dia) pelo método 3 (ST_{a3}) (média para as cultivares e para épocas de semeadura), das fases de EM-R2 e R2-R9 do ciclo de desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado em cinco épocas de semeadura para as safras agrícolas de 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil.

CAPÍTULO II
ASSOCIANDO A DURAÇÃO DO CICLO DE DESENVOLVIMENTO DE
CULTIVARES DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) COM A EMISSÃO DE
FOLHAS NO COLMO PRINCIPAL

ASSOCIATING THE DURATION OF DEVELOPMENTAL CYCLE OF
RICE (*Oryza sativa* L.) CULTIVARS WITH MAIN STEM LEAF
APPEARANCE

RESUMO

Uma das metas do melhoramento genético de arroz (*Oryza sativa* L.) no Sul do Brasil ao longo dos últimos 40 anos foi modificar a duração do ciclo de desenvolvimento das cultivares. Em geral, o ciclo de desenvolvimento foi encurtado, com o objetivo de aumentar a competição com o arroz vermelho e diminuir o banco de sementes desta invasora, a principal espécie competidora nas lavouras rizícolas. O objetivo deste estudo foi determinar se a duração do ciclo de desenvolvimento de arroz tem relação com o número final de folhas e com a velocidade de aparecimento de folhas no colmo principal. Um experimento de campo foi realizado em Santa Maria, RS, com cinco épocas de semeadura em duas safras agrícolas (2003/2004 e 2004/2005). Foram utilizados sete genótipos de arroz da subespécie *indica* tipo moderno, variando de ciclo muitoprecoce a tardio: IRGA 421, IRGA 420, IRGA 416, IRGA 417, BRS 7 (TAIM), BR-IRGA 409, EPAGRI 109. A semeadura e o cultivo das plantas ocorreu em baldes de 12 litros enterrados no solo. Em cada cultivar e em cada época foi determinada a duração, em °C dia ($T_b=11^{\circ}\text{C}$) das fases emergência (EM) – aparecimento do colar da folha bandeira (R2) e R2 – maturação fisiológica (R9), o número final de folhas e o filocrono (tempo para aparecimento de duas folhas sucessivas) no colmo principal. O encurtamento do ciclo total (EM-R9) das cultivares de arroz é devido à diminuição do número final de folhas no colmo principal e não por variação na velocidade de aparecimento das folhas.

Palavras-chave: Soma térmica, filocrono, número final de folhas, desenvolvimento vegetal.

ABSTRACT

One of the goals of rice (*Oryza sativa* L.) breeding programs in Southern Brazil during the last 40 years has been was to modify the developmental cycle of the genotypes. In general, the developmental cycle was shortened in order to increase rice competitiveness with red rice and decrease soil seed bank of red rice, the major weed of rice pads. The objective of this study was to quantify if the duration of rice developmental cycle has any relationship with main stem final leaf number and with main stem leaf appearance rate. A field experiment was carried out in Santa Maria, RS, with five sowing dates in two growing seasons (2003/2004 and 2004/2005). Seven rice genotypes varying from very early to late maturation were used: IRGA 421, IRGA 420, IRGA 416, IRGA 417, BRS 7 (TAIM), BR-IRGA 409, EPAGRI 109.. Shortening of total developmental cycle (EM-R9) is due to a decrease in main stem final leaf number and not due to change in leaf appearance rate.

Key words: Thermal time, phyllocron, final leaf number, plant development.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) constitui o alimento básico de aproximadamente 2,4 bilhões de pessoas no mundo (LUZZARDI et al., 2005). Conseqüentemente, a pesquisa nesta cultura tem o potencial de afetar o bem estar de um considerável número de pessoas. No Brasil são produzidos aproximadamente 1,8% do total de arroz produzido a nível mundial e aproximadamente 52% do arroz produzido na América do Sul (AZAMBUJA et al., 2004). No Rio Grande do Sul a área cultivada com arroz na safra 2004/2005 foi de mais de 1 milhão de ha e a produtividade média foi de 6,11 t ha⁻¹ (IRGA, 2005).

O ciclo de desenvolvimento de gramíneas da emergência até a maturação fisiológica pode ser dividido em duas fases, a fase vegetativa e a fase reprodutiva (COUNCE et al., 2000; STRECK et al., 2003). A fase vegetativa pode ser considerada da emergência até o aparecimento do colar da folha bandeira (COUNCE et al., 2000) ou da emergência até o aparecimento da inflorescência ou

antese (STRECK et al., 2003) e a fase reprodutiva pode iniciar no final da fase vegetativa e se estender até a maturação fisiológica (STRECK et al., 2003) ou iniciar na diferenciação da estrutura reprodutiva e terminar na maturação fisiológica (COUNCE et al., 2000). A divisão do ciclo de desenvolvimento em duas fases baseada no aparecimento de órgãos da planta que são visíveis a olho nu como em Streck et al. (2003) tem como vantagens a simplicidade, a fácil identificação a campo, amostragem não destrutiva e o fato da emissão de folhas, um parâmetro de desenvolvimento vegetativo, ocorrer durante a fase vegetativa. Como desvantagem desta divisão do ciclo de desenvolvimento do arroz em apenas duas fases e baseado em órgãos visíveis (STRECK et al., 2003) é que a diferenciação da panícula não é identificada, sendo este um estágio de desenvolvimento importante do ponto de vista do manejo da cultura, pois a segunda parcela da adubação nitrogenada de cobertura é realizada neste momento (SOSBAI, 2003).

O ciclo de desenvolvimento do arroz também pode ser dividido em três fases: a fase vegetativa (da emergência até a diferenciação da panícula), a fase reprodutiva (da diferenciação da panícula até a antese) e a fase de enchimento de grãos (da antese até a maturação fisiológica) (GAO et al., 1992; INFELD et al., 1998). Esta última divisão tem a vantagem de ser mais detalhada, o que é importante no manejo da cultura, mas tem como desvantagens exigir uma amostragem destrutiva de plantas e treinamento para visualizar a diferenciação da panícula, e a emissão de folhas, um parâmetro do desenvolvimento vegetativo, se estende da fase vegetativa até quase toda a fase reprodutiva, o que tem potencial de causar alguma confusão durante a comunicação entre o pessoal técnico envolvido na cadeia produtiva do arroz.

Uma das metas do melhoramento genético de arroz no Sul do Brasil ao longo dos últimos 40 anos foi modificar a duração do ciclo de desenvolvimento das cultivares (LOPES et al., 2005). Em geral, o ciclo de desenvolvimento foi encurtado. O encurtamento do ciclo das cultivares modernas de arroz tornou-as mais competitivas com o arroz vermelho e contribuiu para diminuir o banco de sementes desta invasora, a principal espécie competidora nas lavouras orizícolas. Como resultado deste melhoramento genético, existem disponíveis no mercado cultivares variando de ciclo muito precoce até tardio (SOSBAI, 2003). Como meta, também, do melhoramento vegetal ao longo destes últimos 40 anos é o aumento do rendimento potencial de grãos de arroz, o qual alcançou 12 t ha^{-1} (LOPES et al., 2005). No

entanto, o rendimento de grãos tem, freqüentemente, relação direta com a duração do ciclo de desenvolvimento. Esta relação direta entre rendimento e ciclo está associada com a duração de ambas as fases vegetativa (emergência até o aparecimento do colar da folha bandeira ou antese) e reprodutiva (antese até maturação fisiológica). Uma fase vegetativa longa permite a planta produzir uma área folhar maior durante um período mais longo, o que contribui para aumentar as reservas de fotoassimilados no colmo que poderão ser translocados para o enchimento de grãos. Uma fase reprodutiva (ou de enchimento de grãos) longa permite um tempo maior de translocação de fotoassimilados para crescimento dos grãos. A fase vegetativa, considerando-se da emergência até o aparecimento do colar da folha bandeira, pode ser modificada pela alteração do número final de folhas, da velocidade de aparecimento das folhas no colmo principal, ou ambas.

Como o rendimento potencial de grãos de genótipos de arroz dobrou nos últimos 40 anos, passando de aproximadamente 6 t ha⁻¹ na década de 60 para aproximadamente 12 t ha⁻¹ no início dos anos 2000 enquanto que o ciclo de desenvolvimento em geral diminuiu (LOPES et al, 2005), é importante entender como as fases vegetativa e reprodutiva foram alteradas pelo melhoramento. Esse entendimento pode ajudar na escolha do genótipo mais apropriado para atingir o potencial de rendimento de grãos em diferentes regiões ecológicas, além de nos proporcionar uma medida quantitativa do resultado que o melhoramento genético alcançou. Lopes et al. (2005) mostraram que houve tendência de redução da fase vegetativa (emergência-floração) dos genótipos criados pelo programa de melhoramento do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) desde 1961 a 2004. No entanto, não se conhece quais os parâmetros de desenvolvimento (número final de folhas e velocidade de aparecimento das folhas) que são responsáveis pela modificação da fase vegetativa, e, portanto, do ciclo de desenvolvimento de genótipos de arroz no Sul do Brasil, o que constituiu o incentivo para este esforço científico.

O objetivo deste estudo foi determinar se a duração do ciclo de desenvolvimento de arroz tem relação com o número final de folhas e com a velocidade de aparecimento de folhas no colmo principal.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento a campo, com semeadura em baldes foi realizado em Santa Maria, RS (latitude: 29°43'S, longitude: 53°43'W e altitude: 95m) com cinco épocas de semeadura em duas safras agrícolas (2003/2004 e 2004/2005, Tabela 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa Subtropical úmido sem estação seca definida com verões quentes (MORENO, 1961). O solo do local é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico argilúvico típico) (EMBRAPA, 1999).

Foram utilizados sete genótipos de arroz da subespécie *índica* tipo moderno, variando de ciclo muitoprecoce a tardio: IRGA 421, IRGA 420, IRGA 416, IRGA 417, BRS 7 (TAIM), BR-IRGA 409, EPAGRI 109. A semeadura e o cultivo das plantas ocorreu em baldes de 30 cm de diâmetro e 26 cm de altura, com capacidade de 12 litros, enterrados deixando-se uma borda de 5 cm acima do nível do solo. O espaçamento entre baldes (centro a centro) foi de 1,5 m x 0,8 m. Foram semeadas 30 sementes por balde e, quando as plantas estavam no estágio V3 da escala de Counce et al. (2000), foi realizado um raleio deixando-se 10 plantas/balde. Cinco destas plantas por balde foram etiquetadas com arames coloridos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições (baldes). A adubação e o manejo das plantas seguiu as recomendações para o cultivo de arroz irrigado (SOSBAI, 2003). A irrigação foi realizada de modo a manter uma lâmina de aproximadamente 5 cm desde o estágio V3 até o estágio R9 da escala de Counce et al. (2000).

A data de emergência (50% das plantas visíveis acima do nível do solo) foi determinada em cada balde. No colmo principal das cinco plantas etiquetadas por balde foram medidos, semanalmente, o número de folhas e o comprimento da última e penúltima folha para cálculo do Estágio de Haun (HS), que representa o número de folhas completamente expandidas (NF) mais a razão entre o comprimento da última (L_n) e o comprimento da penúltima folha (L_{n-1}), através da equação (HAUN, 1973):

$$HS = (NF - 1) + L_n/L_{n-1} \quad \{\text{folhas}\} \quad (1)$$

No colmo principal destas mesmas plantas etiquetadas foram ainda contados o número final de folhas, a data do aparecimento do colar da folha bandeira (estágio R2 da escala de COUNCE et al., 2000) e a data da maturação fisiológica (estágio R9 da escala de COUNCE et al., 2000). Para fins deste estudo, considerou-se que a fase vegetativa é da emergência (EM) até R2 e a fase reprodutiva de R2 a R9. Foi feita a média das datas destes estágios de desenvolvimento nas cinco plantas por balde e depois a média das datas dos quatro baldes.

As temperaturas mínima e máxima diárias do ar durante os dois períodos experimentais foram medidas em uma estação meteorológica convencional pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia e localizada a aproximadamente 200 metros da área experimental. A soma térmica diária (STd) foi calculada por (GILMORE & ROGERS, 1958; ARNOLD, 1960):

$$STd = (Tm - Tb) \cdot 1\text{dia} \quad \{\text{°C.dia}\} \quad (2)$$

Onde Tm é a temperatura média diária do ar, calculada pela média aritmética da temperatura máxima e mínima diária do ar, e Tb é a temperatura base para o arroz que é definida como a temperatura mínima abaixo da qual não há desenvolvimento. Assumiu-se uma Tb = 11°C (INFELD et al., 1998).

A soma térmica acumulada (STa) das fases EM-R2 e R2-R9 de cada genótipo foi calculada pelo somatório da soma térmica diária, ou seja:

$$STa = \sum STd \quad \{\text{°C.dia}\} \quad (3)$$

A velocidade de aparecimento de folhas foi estimada pelo filocrono, definido como o tempo, em °C dia, necessário para o aparecimento de uma folha no colmo (SKINNER & NELSON, 1995; RICKMAN & KLEPPER, 1995; WILHELM & McMASTER, 1995). Foi realizada uma regressão linear entre HS no colmo principal e STa a partir da emergência em cada genótipo (por balde) e época de semeadura. O filocrono foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre HS e STa a partir da emergência (KLEPPER et al., 1982; KIRBY, 1995; XUE et al., 2004).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na última época de semeadura do ano agrícola 2003/2004, apenas as plantas da cultivar IRGA 421 completaram o ciclo desenvolvimento (atingiram R9) e na última época de semeadura do ano agrícola 2004/2005, nenhuma cultivar atingiu R9 devido às baixas temperaturas que ocorreram em maio de 2005. As épocas e genótipos em que as plantas não atingiram R9 não foram usados na análise. Houve variação acentuada de °C dia do ciclo total de desenvolvimento entre as cultivares (Tabela 2), de 1391,2 °C dia para o IRGA 421 até 2121°C dia para o EPAGRI 109, caracterizando genótipos de ciclo muitoprecoce a tardio, respectivamente. As cultivares de ciclo precoce e médio (IRGA 420, IRGA 417 e IRGA 416) tiveram duração do ciclo total em torno de 1700 °C dia e as cultivares médias-tardias (BR-IRGA 409 e BRS 7 TAIM) tiveram a duração do ciclo total de em torno de 1900 °C dia.

Na Figura 1 estão representadas as relações entre a duração do ciclo total (EM-R9) e a duração das fases EM-R2 e R2-R9, entre a duração da fase EM-R2 e o número final de folhas e entre a duração da fase EM-R2 e o filocrono do colmo principal em cada ano agrícola. Os pontos são a média das cultivares nas diferentes épocas de semeadura em um único conjunto de dados.

A duração do ciclo total (EM-R9) de desenvolvimento de cultivares de arroz teve relação linear positiva com a duração da fase vegetativa EM-R2 com um R^2 de 0,87 e 0,90 nos anos agrícolas 2003/2004 e 2004/2005, respectivamente (Figura 1a, 1e). No entanto, a duração de EM-R9 não teve relação com a duração da fase reprodutiva R2-R9 (Figura 1b, 1f). Estes resultados indicam que a diferença de ciclo de desenvolvimento das cultivares de arroz é uma função da duração da fase de emissão de folhas, ou seja, quanto mais precoce a cultivar, menor a fase vegetativa e quanto mais tardia, maior a fase vegetativa. Estes resultados são similares aos reportados por Streck et al (2003) para trigo de inverno. Como o coeficiente angular da relação entre a duração da fase EM-R9 e EM-R2 foi próximo de 1 nas duas safras agrícolas, pode-se interpretar que cada 100 °C dia de aumento na duração da fase vegetativa (EM-R2) aumentam 100 °C dia na duração do ciclo total (EM-R9). O encurtamento da fase vegetativa EM-R2 das cultivares mais precoces, por sua vez, se deu pela diminuição do número final de folhas no colmo principal com um R^2 de 0,72 e 0,75 nos anos agrícolas 2003/2004 e 2004/2005, respectivamente (Figura 1c, 1g) e não por mudanças na velocidade de aparecimento de folhas, já que o filocrono não mostrou relação com o ciclo total (Figura 1d, 1h).

O número final de folhas no colmo principal nas duas safras agrícolas variou de 10 a 21 folhas. Esta variação foi devido à variação entre cultivares (quanto mais precoce menor o número final de folhas) e, para uma mesma cultivar, em função da época de semeadura, com semeaduras mais cedo rendendo maior número final de folhas e semeaduras tardias com menor número final de folhas. A cultivar de ciclo mais longo (EPAGRI 109) apresentou maior número final de folhas no colmo principal com um máximo de 21 folhas na primeira época de semeadura do ano agrícola 2004/2005 enquanto que a cultivar de ciclo mais curto (IRGA 421) apresentou o menor número de folhas no colmo principal nas últimas épocas de semeadura, com 10 folhas na safra agrícola 2004/2005. Pelos coeficientes angulares das figuras 1c e 1g, estima-se que cada 100°C dia de aumento na duração da fase EM-R2 deve-se a um aumento médio de 0,5 – 0,7 folhas no colmo principal.

Na Figura 2 é apresentada a duração percentual e em °C dia das fases EM-R2 e R2-R9 em relação ao ciclo total (EM-R9) nas duas safras agrícolas. Observa-se que, nos dois anos, a maior fase é EM-R2, perfazendo aproximadamente 75% do ciclo total na cultivar tardia (EPAGRI 109) e média-tardia (BR-IRGA 409), diminuindo à medida que o ciclo total diminui, chegando a aproximadamente 55% do ciclo total na cultivar muito precoce (IRGA 421). Nota-se também na Figura 2 que, com exceção da cultivar muito precoce (IRGA 421), todas as outras cultivares tiveram a fase EM-R2 correspondendo a mais de 60% do ciclo total.

O aumento de rendimento que o programa de melhoramento do IRGA alcançou nos últimos 40 anos aconteceu mesmo com uma diminuição na fase emergência-floração (LOPES et al., 2005). Os resultados do presente estudo mostraram que a duração da fase reprodutiva R2-R9 é similar entre genótipos de ciclo total EM-R9 distintos (Figuras 1b e 1f). É importante que a fase R2-R9 seja mantida longa para maximizar o enchimento de grãos, o que foi feito pelo melhoramento genético. Como o rendimento das cultivares aumentou (LOPES et al., 2005), indica que a diminuição da duração da fase EM-R2 não comprometeu o enchimento de grãos.

A exceção é a cultivar muito precoce (IRGA 421), que tem um rendimento potencial de 3 a 4 t ha⁻¹ menor do que outras cultivares como BR-IRGA 409 e IRGA 417 (MARIOT et al., 2005). A diminuição do ciclo da IRGA 421 pelo melhoramento foi muito drástica (Tabela 2) e as custas da diminuição drástica do número final de folhas do colmo principal, o qual foi tão baixo como 10 folhas na última época de

semeadura do ano 2004/2005, tendo sempre de 2 a 6 folhas menos que as outras cultivares nas diferentes épocas. O menor rendimento de grãos potencial da cultivar IRGA 421 pode ser , portanto, devido a redução do número final de folhas, já que um menor número final de folhas significa uma área foliar menor que permanece fotossintetizando por um período de tempo menor, reduzindo assim a acumulação de reservas no colmo durante a fase EM-R2 que poderão ser translocados para os grãos. Por isso, a cultivar IRGA 421 é indicada para situações quando a semeadura das cultivares de maior rendimento potencial não é possível na época recomendada, ou seja, em semeaduras tardias como, por exemplo, em dezembro no estado do RS (MARIOT et al., 2005). Nestas situações esta cultivar completa rapidamente a fase EM-R2 e a floração ainda não é afetada pelas baixas temperaturas, o que não acontece com as outras cultivares com semeaduras em dezembro.

CONCLUSÕES

Há associação entre o ciclo das cultivares e o número final de folhas no colmo principal enquanto que o filocrono foi similar entre as cultivares, não havendo relação com o ciclo das mesmas.

REFERÊNCIAS

ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences**, v. 76, n. 1, p. 682-692, 1960.

COUNCE, P. et al. A uniform, objective, and adaptative system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa produções de informações, 1999. 412 p.

GAO, L., et al. Rice clock model – a computer model to simulate rice development. **Agricultural and Forest Meteorology**, V. 60, n. 1, p. 1 - 16, 1992.

GILMORE, E.C. Jr.; ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v. 50, n. 10, p. 611-615, 1958.

HAUN, J.R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**, v. 65, p. 116-119, 1973.

HODGES, T. **Predicting crop phenology**. CRC, 1991. 233p.

INFELD, J. A., et al. Temperatura base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n.2, p. 187-191, 1998.

IRGA – Instituto Rio Grandense do Arroz. **Dados de safra: série histórica da área plantada, produção e rendimento**. Capturado em 15 jun 2005. On line. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/dados.htm>.

KIRBY, E.J. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. **Crop Science**, v.35, n.1, p.11-19, 1995.

KLEPPER, B. et al. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v. 7, p. 780-792, 1982.

LOPES, S.I.G. et al. Avaliação do ganho genético do programa de melhoramento do IRGA no período de 1961 a 2004. In: IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, IV, 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2005. v.1, 567 p. p.67-69.

LUZZARDI, R. et al. Avaliação preliminar da produtividade em campo e qualidade industrial de híbridos de arroz no Rio Grande do Sul. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, IV, 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2005. v. 1. 567p. p. 70-72.

MARIOT, C.H.P. et al. Influência da época de semeadura no rendimento de grãos de cultivares de arroz irrigado – safras 2003/2004 e 2004/2005. In: IX Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, IV, 2005, Santa Maria, RS. **Anais...** Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado, 2005. v.1, 567 p. p.251-253.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura, 1961. 46p.

RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.L. The phyllochron: Where do we go in the future? **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 44-49, 1995.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas para o Sul do Brasil**. 2003. 126 p.

STRECK, N.A., et al. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: A modified Wang and Engel model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 115, n 3-4, p.139-150, 2003.

XUE, Q., et al. Predicting leaf appearance in field grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v. 175, p.261-270, 2004.

WILHELM, W.W.; McMASTER, G.S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.

Tabela 1- **Datas de semeadura usadas no experimento.**

Ano agrícola	Datas de semeadura
2003/2004	01/09/2003, 20/10/2003, 21/11/2003, 05/01/2004, 29/01/2004.
Emergência	17/09/2003, 30/10/2003, 26/11/2003, 09/01/2004, 04/02/2004.
2004/2005	02/09/2004, 07/10/2004, 04/11/2004, 03/12/2004, 02/03/2005.
Emergência	08/09/2004, 13/10/2004, 13/11/2004, 08/12/2004, 08/03/2005.

Tabela 2- **Graus-dia (°C dia) do ciclo total de desenvolvimento (EM-R9) de cultivares de arroz. Os valores correspondem à média de várias épocas de semeadura em duas safras agrícolas. EM = emergência, R9 = maturação fisiológica. Santa Maria, RS, 2003-2005.**

Cultivar	°C dia
EPAGRI 109	2121,0 (±102,3)
BR-IRGA 409	1903,4 (±204,5)
BRS 7 (TAIM)	1867,0 (±194,6)
IRGA 420	1731,8 (± 140,3)
IRGA 417	1681,7 (±121,5)
IRGA 416	1699,9 (±142,2)
IRGA 421	1391,2 (±138,6) ¹

¹Valores entre parêntesis correspondem a um desvio padrão da média.

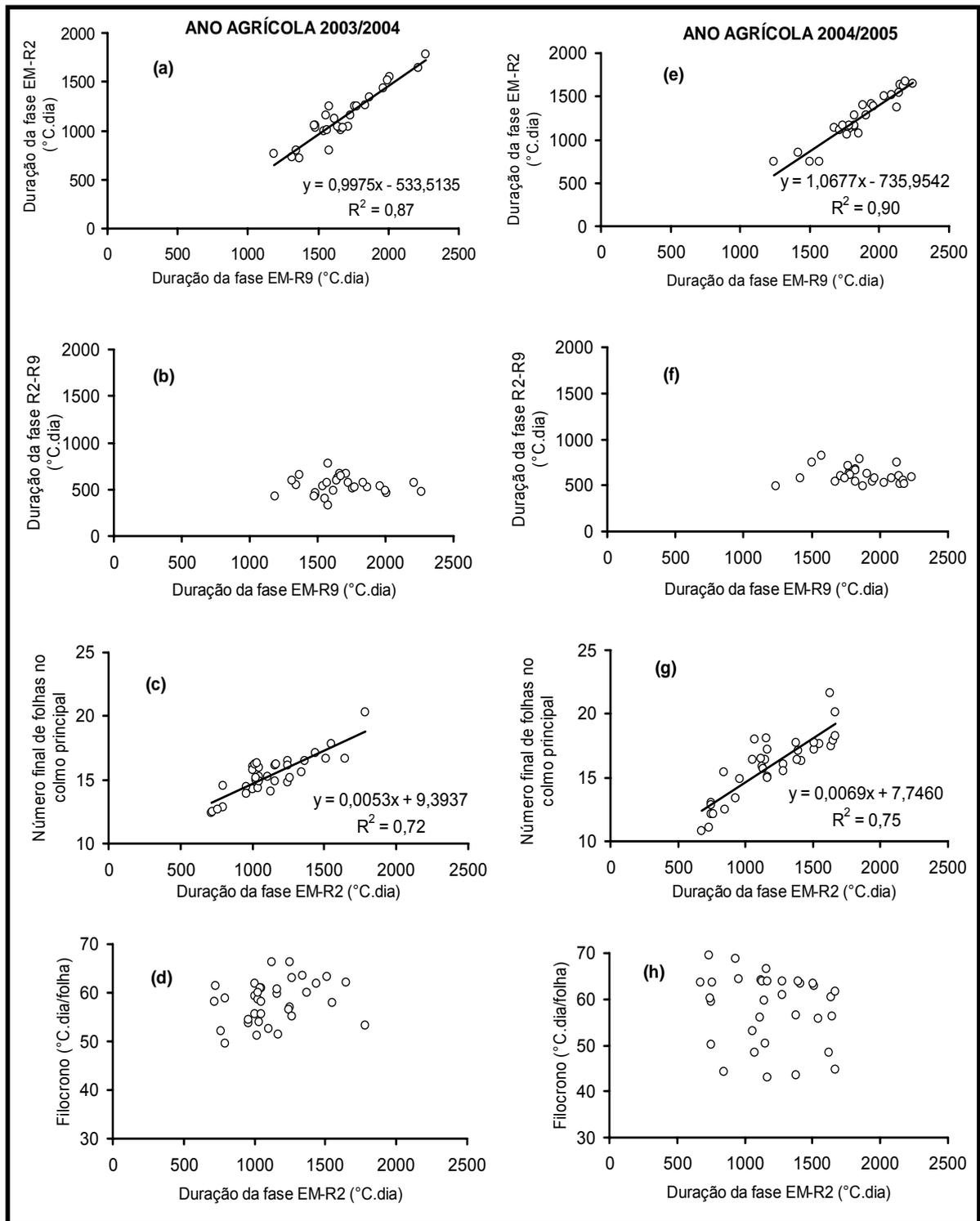


Figura 1- Relação entre duração da fase EM-R2 e ciclo total EM-R9 (a, e), relação entre duração da fase R2-R9 e ciclo total EM-R9 (b, f), relação entre número final de folhas no colmo principal e duração da fase EM-R2 (c, g) e relação entre filocrono e duração da fase EM-R2 (d, h) de arroz irrigado referente as safras agrícolas de 2003/2004 e 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil. EM=emergência, R2=aparecimento do colar da folha bandeira, R9=maturação fisiológica.

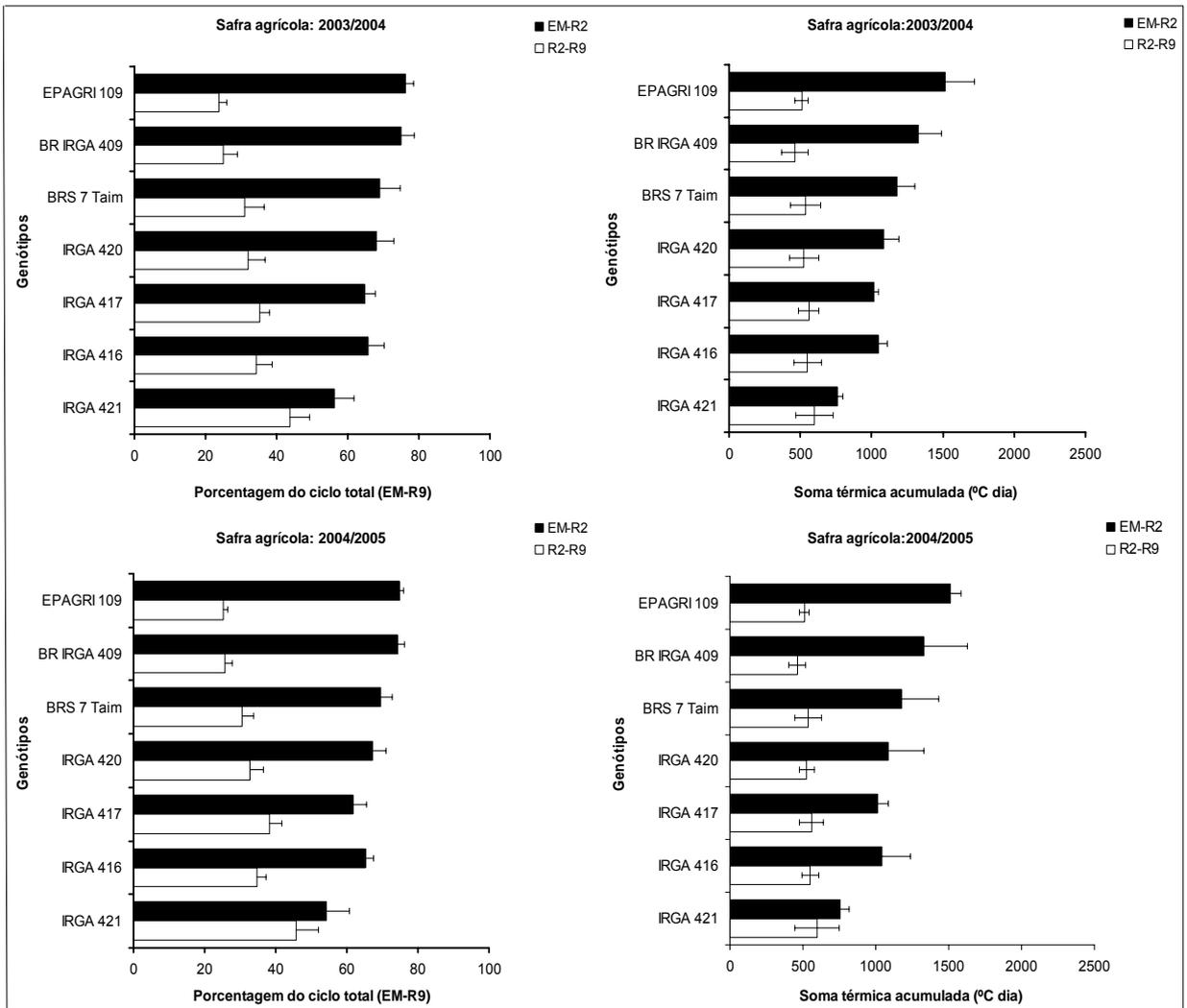


Figura 2. Duração percentual e em °C dia das fases vegetativa EM-R2 e reprodutiva R2-R9 em relação ao ciclo total EM-R9 de cultivares de arroz irrigado. Santa Maria, RS, 2003-2005. EM=emergência, R2=aparecimento do colar da folha bandeira, R9=maturação fisiológica.

CAPÍTULO III

COMPARAÇÃO DE PARÂMETROS DE CRESCIMENTO E DE DESENVOLVIMENTO DE DOIS BIÓTIPOS DE ARROZ VERMELHO (*Oryza sativa* L.) COM GENÓTIPOS DE ARROZ IRRIGADO (*Oryza sativa* L.)

COMPARING GROWTH AND DEVELOPMENTAL PARAMETERS OF TWO RED RICE (*Oryza sativa* L.) GENOTYPES WITH CULTIVATED RICE (*Oryza sativa* L.) GENOTYPES.

RESUMO

O arroz vermelho é a principal invasora de muitas lavouras de arroz. Caracterizar o crescimento e desenvolvimento de biótipos de arroz vermelho pode ajudar no seu controle e no melhoramento para aumentar a competitividade do arroz cultivado com esta invasora. O objetivo deste trabalho foi quantificar alguns parâmetros de crescimento e de desenvolvimento de dois biótipos de arroz vermelho e compará-los com algumas cultivares Sul Brasileiras de arroz irrigado. Um experimento de campo com semeadura em baldes foi conduzido em Santa Maria, RS, durante o ano agrícola 2004/2005 com 5 épocas de semeadura. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições no esquema bifatorial (cultivares e épocas de semeadura). Cada repetição foi um balde de 12 litros com 10 plantas. Os genótipos utilizados foram: IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BRS 7 TAIM, BR-IRGA 409, e EPAGRI 109 (subespécie *indica* tipo moderno.), EEA 406 (subespécie *japônica* tipo tradicional), um híbrido, Arroz vermelho casca amarela com arista (AVCAA) e arroz vermelho casca preta com arista (AVCPA). A data dos principais estágios de desenvolvimento das plantas de arroz, a área foliar, comprimento de panícula, estatura de planta, filocrono, número final de folhas no colmo principal e número de perfilhos planta⁻¹ foram registrados para 5 plantas/balde. Os biótipos de arroz vermelho tiveram ciclo de desenvolvimento em geral similar às cultivares precoces e médias, e para os

parâmetros área foliar, estatura, filocrono e número final de folhas no colmo principal o arroz vermelho apresentou valores mais elevados que as cultivares do que os genótipos modernos de arroz cultivado. O perfilhamento dos biótipos de arroz vermelho foi similar aos genótipos de arroz cultivado na maioria das datas de semeadura, com exceção de uma data de semeadura onde um biótipo teve maior perfilhamento e o outro biótipo teve menor perfilhamento do que os genótipos de arroz cultivado.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., planta daninha, características morfológicas, fenologia.

ABSTRACT

Red rice is a major weed of many rice fields. Characterizing growth and development of red rice biotypes may help in control strategies and breeding programs to enhance competitiveness of cultivated rice with this weed. The objective of this study was to quantify some growth and development parameters of two red rice biotypes and compare them with cultivated rice genotypes. A field experiment was carried out at Santa Maria, RS, Brazil during the 2004/2005 growing season with five sowing dates. The experimental design was a completely randomized with four replication in a two factorial arrangement (cultivars and sowing dates). Each replication was a 12 l pot with 10 plants. The genotypes used were: IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM e EPAGRI 109, EEA 406, a HÍBRIDO, and two red rice biotypes (awned black haul, and awned yellow haul) The date of major developmental stages of the Counce scale, leaf area, panicle length, plant height, phyllochron, main stem final leaf number, and tillering were measured in five plants/pot. Red rice biotypes had a developmental cycle similar to early and mid late genotypes, greater leaf area, greater height, greater phyllochron, and greater main stem final leaf number than modern rice genotypes. Red rice tillering was similar to cultivated rice genotypes tillering in all except one sowing date, where one biotype had greater tillering and one biotype had lower tillering than cultivated genotypes.

Key words: *Oryza sativa* L., weed, morphological characteristics, phenology.

INTRODUÇÃO

O arroz faz parte de em torno de 50% da dieta básica da população mundial (FAGERIA et al., 2003). A maior área e consumo de arroz estão no continente Asiático, sendo China, Índia e Indonésia os maiores produtores e consumidores. No Brasil existem cerca de 35 milhões de hectares de várzeas sendo 1,3 milhões utilizados na produção de arroz irrigado (FAGERIA et al., 2003). A produção Brasileira de arroz representa cerca de 1,8% da produção mundial e 52% da produção da América do Sul. A região Sul do Brasil (RS, SC e PR) é a principal produtora, com cerca de 63% do total produzido no País. O Rio Grande do Sul é o maior produtor Nacional representando 77% do arroz irrigado colhido no país (AZAMBUJA et al., 2004). A área plantada no RS na safra de 2004/2005 foi de mais de 1 milhão de ha e produtividade de 6,11 t ha⁻¹ (IRGA, 2005). No entanto, o rendimento de grãos no Estado está abaixo do potencial da cultura obtido em áreas experimentais. Por exemplo, Mariot et al. (2003), em experimento realizado utilizando as cultivares BR-IRGA 410 E IRGA 417 em diferentes densidades de semeadura e níveis de aplicação de nitrogênio, obtiveram rendimentos de grãos de 8,2 toneladas ha⁻¹ e 7,1 toneladas ha⁻¹ respectivamente.

Dentre os fatores que contribuem para que o rendimento de arroz irrigado a campo seja menor que o rendimento potencial no Rio Grande do Sul, destaca-se a presença do arroz vermelho (*Oryza sativa* L.), considerada a principal planta invasora de lavouras orizícolas (MARCHEZAN et al., 2004). O arroz vermelho pertence à mesma espécie do arroz cultivado (*Oryza sativa* L.), o que dificulta seu controle. Sua presença em áreas cultivadas resulta em competição inter-específica com o arroz cultivado pelos recursos do meio, causa acamamento de plantas de arroz cultivado e aumenta o custo de produção (MENEZES et al., 2002). O aumento do custo de produção ocorre devido à necessidade de aplicações de herbicidas para controle químico do arroz vermelho. O aumento do custo com mão-de-obra e maior custo hora máquina para preparação do solo no sistema convencional de semeadura. A presença do arroz vermelho também altera o processo de secagem, o qual, segundo Marchezan (1993), é prolongado, pois o degrane das espiguetas do arroz vermelho ocorre em torno de 15 dias após a floração plena quando a umidade dos grãos de arroz vermelho encontra-se em 32%. A colheita dos grãos deve ser feita quando estes atingirem umidade entre 18 e 23% (IRGA, 2005). Assim, se a colheita ocorrer antes do degrane do arroz vermelho, o arroz cultivado ainda

encontra-se com elevada umidade quando comparado com o grau de umidade recomendado para a colheita do arroz.

A presença de grãos de arroz vermelho diminui a qualidade do produto após o beneficiamento do arroz, necessitando de maior tempo de polimento dos grãos devido ao pericarpo serem de cor avermelhada o que resulta em maior porcentagem de grãos quebrados Marchezan (1994). Segundo as normas de identidade, qualidade e embalagem e apresentação do arroz contidas na Portaria nº. 269 do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, de 17 de novembro de 1998, o rendimento de grãos inteiros é um processo importante para a definição das classes para a comercialização (EMATER 2004). Por exemplo, para a classe longo fino, a amostra deve apresentar no mínimo 80% do peso dos grãos inteiros medindo 6,00 mm ou mais em comprimento, 1,9 mm no máximo em espessura e a relação comprimento/largura deve ser superior a 2,75 mm após o processo de polimento dos grãos.

Por fim, o arroz vermelho causa depreciação e desvalorização das lavouras e aumenta o banco de sementes no solo (MENEZES et al., 2002). Menezes et al. (1997) encontraram diminuição de 1,5% no rendimento de grãos inteiros e 0,6% na renda do benefício e aumento de 0,85% no rendimento de grãos quebrados, para cada 5% de aumento de grãos de arroz vermelho em amostras de grãos das cultivares IRGA 416 e IRGA 417, já para a cultivar BR IRGA 410 estes valores foram de 1,2%, 0,5% e 0,6%, respectivamente. De acordo com Agostineto (2003), as perdas diretas no rendimento de grãos de arroz irrigado podem chegar a 20%, o que corresponde a uma safra perdida a cada cinco anos e segundo Menezes (1996), estas são ainda maiores quando leva-se em conta as perdas indiretas por depreciação da qualidade do produto final e a desvalorização comercial das áreas.

A semelhança botânica, morfológica e fisiológica entre o arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho torna praticamente impossível o controle com um único método (AGOSTINETO, 2003), sendo necessário associar algumas ações, como utilizar sementes certificadas, mudar o sistema de cultivo, fazer rotação de culturas, manejar a água de irrigação e utilizar técnicas culturais alternativas, como rizipiscicultura ou utilização de marrecos de pequim na área e a técnica de pousio do solo (MARCHEZAN et al., 2003). Atualmente, o sistema Clearfield[®], combinado com outras formas de controle como, por exemplo, o “roguing”, está sendo considerado

como a ferramenta mais eficiente no controle do arroz vermelho (LAVOURA ARROZEIRA, 2004)

Embora sendo da mesma espécie e gênero do arroz cultivado, o arroz vermelho possui características morfológicas que o distingue do arroz cultivado. As folhas do arroz vermelho são geralmente de cor verde mais clara, colmos mais finos, a cariopse tem pericarpo de cor vermelha devido à presença de taninos ou antocianinas, com forte aderência da pálea e lema ao pericarpo, podendo estas ter variação de coloração ou pilosidade, presença ou não de arista, degrane mais precoce das espiguetas, maior dormência das sementes, maior estatura de plantas, alta capacidade de perfilhamento e ciclo mais longo (DIARRA et al., 1999). Estas diferenças morfológicas estão associadas com diferenças de crescimento e de desenvolvimento entre o arroz cultivado e o arroz vermelho.

Caracterizar o crescimento e o desenvolvimento de biótipos de arroz vermelho pode ajudar no controle desta invasora e no melhoramento para aumentar a competitividade do arroz cultivado. Variações genéticas entre biótipos de arroz vermelho são esperadas em função de poder haver cruzamento com o arroz cultivado (GEALY et al., 2003). Algumas características do arroz vermelho citadas como diferentes do arroz cultivado, no entanto, nem sempre são observadas em resultados de pesquisa. Por exemplo, Menezes et al. (2002) não encontraram diferenças para número de perfilhos/planta entre diferentes biótipos de arroz vermelho e as cultivares BR IRGA 410 e IRGA 416. Kwon et al. (1992) observaram maior número de colmos/planta aos 20 dias após a emergência (DAE) e não verificaram diferenças para número de colmos/planta aos 80 DAE. Já NOLDIN et al. (1999), encontraram 46% mais perfilhos em plantas de biótipos de arroz vermelho do que em cultivares de arroz cultivado. Estas discrepâncias entre diferentes trabalhos pode ser devido a variações genéticas dos biótipos ou pela diferença no protocolo experimental utilizado nos estudos. Por exemplo, MENEZES et al. (2002) compararam diferentes biótipos de arroz vermelho com as cultivares BR IRGA 410 e IRGA 416 utilizando semeadura em covas e após a emergência realizou-se desbaste deixando somente uma planta por cova.

Já alguns parâmetros de desenvolvimento como o filocrono e a duração do ciclo em °C dia para biótipos de arroz vermelho não foram encontrados na literatura. Nota-se que os pesquisadores têm maior preocupação em determinar parâmetros referentes a características morfológicas de biótipos de arroz vermelho e o efeito

sobre o rendimento de grãos. Estes dois parâmetros de desenvolvimento são de interesse na área de plantas daninhas, pois o filocrono é um parâmetro para caracterizar o desenvolvimento na fase vegetativa (emissão de folhas) e os °C dia do ciclo total caracteriza as necessidades térmicas do arroz vermelho comparado com o arroz cultivado.

Para quantificar o parâmetro número de perfilhos/planta de arroz vermelho comparado com arroz cultivado deve levar em conta que este parâmetro depende fortemente da densidade de plantas na parcela, o que vai afetar a competição intra específica. Assim, afirmar que uma planta de arroz vermelho perfilha mais que uma planta de arroz cultivado em uma lavoura comercial não é apropriado, pois nesta situação a competição intra específica é maior no arroz cultivado do que no arroz vermelho, já que a densidade de plantas é maior no primeiro do que no segundo (MENEZES et al. 2002).

O fato de que regiões diferentes têm biótipos de arroz vermelho diferentes e que alguns parâmetros de desenvolvimento ainda não foram quantificados para o arroz vermelho constituíram o incentivo para este trabalho. O objetivo deste trabalho foi quantificar alguns parâmetros de crescimento e de desenvolvimento de dois biótipos de arroz vermelho e compará-los com algumas cultivares de arroz irrigado.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido a campo com semeadura em baldes durante o ano agrícola (2004/2005) na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil (latitude: 29° 43'S, longitude: 53° 43'W e altitude: 95m). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa Subtropical úmido sem estação seca definida com verões quentes (MORENO, 1961). O solo do local é uma transição entre a Unidade de Mapeamento São Pedro (Argissolo Vermelho distrófico arênico) e a Unidade de Mapeamento Santa Maria (Alissolo Hipocrômico argilúvico típico) (EMBRAPA, 1999).

As plantas de arroz foram cultivadas em baldes de 30 cm de diâmetro e 26 cm de altura com capacidade de 12 litros preenchidos com solo do local e enterrados, deixando-se uma borda de 5 cm acima do nível do solo. O espaçamento entre os baldes (de centro a centro dos baldes) foi de 1,5 m x 0,8 m. Foram realizadas 5 épocas de semeadura: 02/09/2004, 07/10/2004, 04/11/2004,

03/12/2004 e 02/03/2005. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com quatro repetições no esquema bifatorial (cultivares e épocas de semeadura). Cada repetição foi constituída por um balde com 10 plantas.

As cultivares utilizadas foram IRGA 421, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420, BRS 7 TAIM, BR-IRGA 409, EPAGRI 109, EEA 406, um genótipo híbrido do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) ainda não liberado comercialmente, e por isso denominado aqui apenas como híbrido, e dois biótipos de arroz vermelho, um biótipo com grãos casca preta e aristado (AVCPA) e o outro biótipo com casca amarela e aristado (AVCAA). As sementes de arroz vermelho foram oriundas de duas plantas diferentes, a coleta foi feita desta forma em função da grande variabilidade entre biótipos de arroz vermelho, ambas as plantas cresceram na área experimental do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), em Cachoeirinha, RS. As cultivares são todas da subespécie *indica* tipo moderno exceto a cultivar EEA 406 que é da subespécie *japônica* tipo tradicional de porte alto, muito utilizada em experimentos como simuladora do arroz vermelho (AGOSTINETO, 2003). Estes genótipos apresentam variação considerável de ciclos, de muito precoce (IRGA 421) a tardio (EPAGRI 109).

Foram semeadas 30 sementes por balde. Foi quebrada a dormência das sementes dos biótipos de arroz vermelho antes da semeadura, deixando-se as sementes em estufa durante cinco dias a 42°C. O dia da emergência foi considerado quando 50% das plântulas estavam visíveis acima do solo. No estágio V3 (COUNCE et al., 2000) foi feito um desbaste das plantas, deixando-se 10 plantas por balde, cinco das quais foram marcadas para posterior coleta dos dados, somente no colmo principal.

Nos colmos marcados, observou-se a data de ocorrência dos seguintes estágios de desenvolvimento, seguindo a escala de Counce et al. (2000): R2 (aparecimento do colar da folha bandeira), EB, o qual não está presente na escala, (emborrachamento, que foi considerado quando havia um entumescimento no colmo principal, devido à presença da panícula, entre a última e penúltima folha do colmo principal), R3 (aparecimento da panícula ou panícula visível), R4 (antese, uma ou mais flores abertas na panícula), R7, definida com critérios diferentes da escala, (uma ou mais espiguetas com grãos farináceos), R8 (uma ou mais espiguetas com grãos com casca marrom) e R9 (maturação fisiológica: todas as espiguetas da panícula com grãos com casca marrom). O manejo das plantas foi baseado nas

recomendações técnicas para a cultura do arroz irrigado (SOSBAI, 2003) e a irrigação foi realizada deixando-se uma lâmina de água de 5 a 7 cm nos baldes desde o estágio V3 até a maturação fisiológica.

A soma térmica diária (STd, °C dia) foi calculada por (GILMORE & ROGERS, 1958; ARNOLD, 1960; STRECK, 2002):

$STd = (T_{med} - T_b) \cdot 1 \text{ dia}$ quando $T_b \leq T_{med} \leq T_{tot}$ e

$STd = (T_{tot} - T_b) \cdot (T_{max} - T_{med}) / (T_{max} - T_{tot})$ quando $T_{tot} < T_{med} \leq T_{max}$, se $T_{med} < T_b$ então $T_{med} = T_b$ e se $T_{med} > T_{max}$ então $T_{med} = T_{max}$ (1)

Onde T_b , T_{tot} , e T_{max} são as temperaturas cardinais base, ótima e máxima para o desenvolvimento do arroz e T_{med} é a temperatura média diária do ar calculada pela média aritmética entre a temperatura mínima e a temperatura máxima diária do ar. A soma térmica acumulada (STa, °C dia) a partir da emergência foi calculada por $STa = \sum STd$.

As temperaturas mínima e máxima diária do ar foram medidas em uma estação meteorológica convencional, pertencente ao 8º Distrito de Meteorologia/Instituto Nacional de Meteorologia (DISME/INMET) localizada a aproximadamente 200 m da área experimental. Com relação às temperaturas cardinais assumiu-se $T_b = 11^\circ\text{C}$ (INFELD et al., 1998), $T_{tot} = 28^\circ\text{C}$ (STEINMETZ, 2004) e $T_{max} = 40^\circ\text{C}$ (GAO et al., 1992). Dividiu-se o ciclo de desenvolvimento do arroz em duas fases: EM-R2 e R2-R9. Optou-se por esta divisão, pois a primeira fase (EM-R2) se refere à fase de emissão de folhas enquanto que a segunda fase (R2-R9) se caracteriza pelo aparecimento das estruturas reprodutivas e pelo enchimento de grãos, todos estágios facilmente identificáveis a campo e sem necessidade de destruir a planta.

Nos colmos marcados mediu-se o comprimento (C) e maior largura (L) (após expansão completa) da primeira, sexta, décima, décima segunda, décima quarta folha e da folha bandeira. A área foliar (AF) final de cada uma destas folhas foi calculada com base no comprimento (C) e na maior largura (L) através da fórmula $AF = C \cdot L \cdot 0,74$ (TIVET et al., 2001). Nos colmos marcados foi ainda medida a estatura final de planta, considerando a distância entre a superfície do solo e o ápice da panícula, e o comprimento da panícula. Foram medidos, semanalmente, o número de folhas e o comprimento da última e penúltima folha para o cálculo do Estágio de Haun (HS), que representa o número de folhas completamente expandidas (NF)

mais a razão entre o comprimento da última (L_n) e o comprimento da penúltima folha (L_{n-1}), através da equação (HAUN, 1973):

$$HS = (NF - 1) + L_n/L_{n-1} \quad \{\text{folhas}\} \quad (2)$$

O filocrono, foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre o (HS) e STa (KLEPPER et al., 1982; XUE et al., 2004; STRECK et al., 2005).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na data de semeadura 1 (02/09/2004), na cultivar BR-IRGA 409 não foi possível determinar os estágios da fase reprodutiva após R4 no híbrido e no AVCPA. Na data de semeadura 5 (02/03/2005) nenhum dos genótipos atingiu R9 e a cultivar EPAGRI 109 sequer emitiu a folha bandeira, morrendo devido às baixas temperaturas em maio/2005.

A duração (C° dia) do ciclo total de desenvolvimento e das fases, variou entre os genótipos e entre datas de semeadura (Figura 1, Tabela 1). Independente do genótipo, a fase mais longa foi à fase EM-R2, perfazendo de 55 a 80% da duração do ciclo total dos genótipos. Quanto mais longo o ciclo total do genótipo, maior a percentagem da duração da fase EM-R2 em relação ao ciclo total. Para a cultivar IRGA 421, a duração da fase EM-R2 foi em torno de 55%, enquanto que para a cultivar EPAGRI 109, a fase EM-R2 representou em torno de 80% do ciclo total. A cultivar muitoprecoce (IRGA 421) completou a fase EM-R2 entre 700 e 800 $^\circ C$ dia, para as cultivares precoces e médias (IRGA 416, IRGA 417, IRGA 420) foram necessários de 1000 a 1400 $^\circ C$ dia, entre 1000 e 1100 $^\circ C$ dia para o híbrido, e para as cultivares médias-tardias e tardias (BR-IRGA 409, BRS 7 TAIM, EPAGRI 109, EEA 406) foram necessários de 1300 a 1700 $^\circ C$.dia. Para os biótipos de arroz vermelho casca amarela aristado e casca preta aristado (AVCA e AVCPA) foram necessários de 1200 a 1400 $^\circ C$ dia para completar esta fase. Infeld et al. (1998) também encontraram diferenças na duração da fase vegetativa (emergência até a diferenciação da panícula) para diferentes grupos de cultivares Sul Brasileiras de arroz, onde as precoces necessitaram de 536 $^\circ C$ dia, as cultivares de ciclo médio 638 $^\circ C$.dia e as cultivares tardias de 772 $^\circ C$ dia. A fase R2-R9 variou bem menos

entre as cultivares, ficando entre 400 e 700 °C dia e sem relação com o ciclo da cultivar. Pelos dados da Figura 1 e Tabela 1, os biótipos de arroz vermelho geralmente possuem ciclo precoce a médio, sendo o biótipo AVCAA de ciclo mais longo que o biótipo AVCPA. O biótipo AVCAA apresentou ciclo bastante longo quando semeado em 07/10/2004, quase se igualando ao ciclo da cultivar tardia EPAGRI 109 nesta data de semeadura.

A análise de variância revelou que houve interação significativa genótipo x data de semeadura para as variáveis área folhar da sexta, décima, décima segunda e décima quarta folhas, estatura de planta, filocrono e número final de folhas (NF) no colmo principal (Tabela 2). A análise estatística das variáveis foi desdobrada de acordo com a significância ou não da interação (Tabelas 3 e 4). O efeito dos fatores principais foi significativo para todas as variáveis. O quadrado médio dos fatores principais foi maior para o fator data de semeadura do que para o fator genótipo para a maioria das variáveis, com exceção das variáveis área da folha bandeira e comprimento da panícula (Tabela 2), indicando que o ambiente teve um maior efeito na maioria das variáveis do que a constituição genética.

A área da 1ª folha foi maior nos dois biótipos de arroz vermelho e no híbrido e a área da folha bandeira foi maior nestes três genótipos e na cultivar EEA 406 (Tabela 3). Esta também foi a tendência para a área folhar das folhas nas outras posições no colmo principal e nas diferentes datas de semeadura (Tabela 4). Datas de semeadura mais tardias tenderam a aumentar a área das folhas independente da posição da folha no colmo principal (Tabelas 3 e 4). Menezes et al. (2002) ao compararem 7 biótipos de arroz vermelho com as cultivares IRGA 410 e IRGA 416 não observaram diferenças para área folhar da folha bandeira, mas Noldin et al. (1999) observaram diferença para este parâmetro. A grande área folhar da cultivar EEA 406 é em função deste genótipo ser do grupo tradicional e esta semelhança de tamanho de folha com o arroz vermelho tem sido o motivo de sua utilização como planta simuladora desta planta daninha em ensaios de competição (AGOSTINETTO, 2003). Já a grande área das folhas do híbrido é certamente o resultado do vigor híbrido neste genótipo. A maior estatura de planta foi observada para a cultivar EEA 406 e para os dois biótipos de arroz vermelho em todas as datas de semeadura (Tabela 4). Menezes et al. (2002) observaram estatura aos 20, 50 e 80 DAE e constataram diferenças entre biótipos de arroz vermelho e as cultivares de arroz. Kwon et al. (1992) aos 60 DAE plantas de arroz vermelho apresentaram estatura 46

e 55% superior à das cultivares Newbonnet e Lemont. Do mesmo modo Noldin et al. (1999) verificaram estaturas 31 e 26% superiores em plantas de biótipos de arroz vermelho, comparativamente as cultivares padrão. A maior estatura das plantas de arroz vermelho confere a esta planta daninha grande capacidade de competição pelo recurso radiação solar. Além disso, maior estatura confere maior suscetibilidade ao acamamento o que pode ser prejudicial em lavouras de arroz já que pode também ocorrer acamamento do arroz cultivado.

Com relação ao parâmetro comprimento da panícula, os dois biótipos de arroz vermelho e a cultivar EEA 406 apresentaram estatisticamente maior comprimento (Tabela 3). Já o parâmetro de desenvolvimento filocrono foi maior nos dois biótipos de arroz vermelho e na cultivar EEA 406 (Tabela 4). Não foram encontrados na literatura relatos de diferença de velocidade de emissão de folhas entre o arroz vermelho e o arroz cultivado. O menor filocrono (maior velocidade de emissão de folhas) dos genótipos modernos de arroz indica que estes genótipos têm alta competitividade com a planta daninha. A cultivar EEA 406 destacou-se em todas as datas de semeadura com o maior filocrono, ou seja, tem uma velocidade de emissão de folhas baixa. O número final de folhas (NF) variou com o genótipo, sendo maior no AVCPA, EA 406 e EPAGRI 109 e menor no IRGA 421 (Tabela 4). Entre datas de semeadura em geral, o NF diminuiu com o atraso da semeadura. O NF no colmo principal tem relação direta com duração do ciclo de desenvolvimento dos genótipos, quanto maior o NF, maior o ciclo de desenvolvimento.

Para o número de perfilhos/planta na primeira data de semeadura (02/09/2004) o biótipo de arroz vermelho AVCAA apresentou o maior número de perfilhos e o biótipo AVCPA o menor número de perfilhos (Figura 2). Para as outras datas de semeadura praticamente as diferenças entre genótipos foi menor. Destaca-se ainda o AVCAPA com menor número de perfilhos na semeadura de 07/10/2004.

Há semelhanças e diferenças de crescimento e desenvolvimento entre biótipos de arroz vermelho e genótipos de arroz cultivado.

O ciclo de desenvolvimento de biótipos de arroz vermelho foi similar ao ciclo de muitas cultivares precoces e médias, mas dependendo da data de semeadura pode ser tão longo como o ciclo da EPAGRI 109. Os biótipos de arroz vermelho possuem folhas maiores, estatura maior, filocrono maior e número final de folhas no colmo principal maior que os genótipos modernos de arroz cultivado.

Quanto à capacidade de perfilhamento, na maioria das datas de semeadura os biótipos de arroz vermelho tiveram comportamento similar aos genótipos de arroz cultivado, e na data de semeadura em que o comportamento não foi similar, um biótipo de arroz vermelho produziu mais perfilhos enquanto que o outro biótipo de arroz vermelho produziu menos perfilhos do que os genótipos de arroz cultivado.

CONCLUSÕES

O ciclo de desenvolvimento de biótipos de arroz vermelho foi similar ao ciclo de muitas cultivares precoces e médias, mas pode ser tão longo como o ciclo da EPAGRI 109. Os biótipos de arroz vermelho apresentaram valores maiores de folhas, estatura, filocrono e número final de folhas .

Quanto à capacidade de perfilhamento, na maioria das épocas de semeadura os biótipos de arroz vermelho tiveram comportamento similar aos genótipos de arroz cultivado, e na única época de semeadura em que o comportamento não foi similar, um biótipo de arroz vermelho produziu mais perfilhos enquanto que o outro biótipo de arroz vermelho produziu menos perfilhos do que os genótipos de arroz cultivado.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINETO, D. **Aplicação de modelos matemáticos para estimar interferência de genótipos de arroz concorrentes e níveis de dano econômico em arroz irrigado**. Porto Alegre: UFRGS, 2003, 200p. Tese (Doutorado- Plantas de lavoura)- Programa de pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.
- ARNOLD, C.Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences**, v. 76, n. 1, p. 682-692, 1960.
- AZAMBUJA, I. H.V.; F.J.V.de.Jr.; A.M.M.de. Jr. Aspectos socioeconômicos da produção do arroz. In: GOMES,A.S.da.; JUNIOR,A.M.M.de. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Embrapa, 2004. 1ed. p. 23-44.
- COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- DIARRA,A., SMITH Jr., R.J., TALBERT, R.E. Growth and morphological characteristics of red rice (*Oryza sativa* L.) biotypes. **Weed Science**, v.33, n.3, p. 310-314, 1985.
- EMATER. Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz, Portaria nº 269 do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, de 17 de novembro de 1998. Acessado em 16 de junho de 2004. Online. Disponível na internet. <http://www.emater.tche.br/index.php>
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa produções de informações, 1999. 412 p.
- FAGERIA, N.K. et al. Manejo da fertilidade do solo para o arroz irrigado. Santo Antonio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2003.1ed. 250 p.
- GAO, L. et al. Rice clock model – a computer model to simulate rice development. **Agricultural and Forest Meteorology**, V. 60, n. 1, p. 1 - 16, 1992.

GEALY, D.R., MITTEN, D.H., RUTGER, J.N. Gene flow between red rice (*Oryza sativa*) and herbicide-resistant (*O. sativa*): implications for weed management. **Weed technology**, v. 17, p. 627-645, 2003.

GILMORE, E.C.JR.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, v.50, n.10, p.611-615, 1958.

HAUN, J.R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**, v. 65, p. 116-119, 1973.

INFELD, J. A.; SILVA, J. B.; ASSIS, F. N. Temperatura base e graus-dia durante o período vegetativo de três grupos de cultivares de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n.2, p. 187-191, 1998.

IRGA. **Dados de safra. Série histórica da área plantada, produção e rendimento.** Disponível na internet. <http://www.irga.rs.gov.br/dados.htm>. Online. Acesso em junho de 2005.

IRGA. Projeto Clearfield: Um sistema de produção. **Lavoura Arrozeira**, v.52, n.435, 2004.

KIRBY, E.J. Factors affecting rate of leaf emergence in barley and wheat. **Crop Science**, v.35, n.1, p.11-19, 1995.

KLEPPER, B. et al. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, v. 7, p. 780-792, 1982.

KWON, S.L., SMITH Jr., R.J., TALBERT, R.E. Competitive growth and development of red rice (*Oryza sativa*) and rice (*Oryza sativa*). **Weed science**, v.40, n.1, p.57-62, 1992.

MARCHEZAN, E. Arroz vermelho: Caracterização, prejuízos e controle. **Ciência Rural**, v.24, n.2, p.415-421, 1994.

MARCHEZAN, E. et al. Controle do arroz vermelho. In: GOMES, A.S.da.; JUNIOR, A.M.M.de. **Arroz irrigado no Sul do Brasil**. Embrapa, 2004. 1ed. p. 547-573.

MARCHEZAN, E. **Sistemas de cultivo e rotação de cultura no controle do arroz vermelho em várzeas**. 1993, 65 p. Tese (Acesso a classe de professor titular) - Universidade Federal de Santa Maria, 1993.

MARCHEZAN, E., OLIVEIRA, A.P.B.B., AVILA, L.A., BUNDT, A.L.P. Dinâmica do banco de sementes de arroz vermelho afetado pelo pisoteio bovino e tempo de pousio da área. **Planta Daninha**, v.21, n.1, p. 55-62, 2003.

MARIOT, C.H.P., SILVA, P.R.F.da., MENEZES, V.G., TEICHMANN, L.L. Resposta de duas cultivares de arroz irrigado a densidade de semeadura e a adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.2, 2003.

MCMMASTER, G.S.; WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.87, p.291-300, 1997.

MENEZES, V.G. et al. Caracterização de biótipos de arroz vermelho em lavouras de arroz no Estado do Rio Grande do Sul. **Planta Daninha**, v.20, n.2, p.221-227, 2002.

MENEZES, V. G. et al. Interferência do arroz vermelho no rendimento de engenho de cultivares de arroz irrigado. **Ciência Rural**, v.27, n.1, p.27-30, 1997.

MENEZES, V.G. **Avaliação do arranjo de plantas de cultivares de arroz irrigado como alternativas de manejo do arroz vermelho**. UFRGS, 1996, 78p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Curso de Pós-graduação em Fitotecnia Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura, 1961. 46p.

NOLDIN, J.A., CHANDLER, J.M., McCAULEY, G.N. Red rice (*Oryza sativa*) biology. I. Characterization of red rice ecotypes. **Weed Technology**, v.13, n.1, p.12-18, 1999.

RICKMAN, R.W.; KLEPPER, B.L. The phyllochron: Where do we go in the future? **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 44-49, 1995.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Elongation of the grass leaf its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v. 35, n. 1, p. 4-10, 1995.

STEINMETZ, S. Influência do clima na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. GOMES, A.S.da.; JUNIOR, A.M.M.de. Arroz irrigado no Sul do Brasil. Embrapa, 2004. p. 45-74.

STRECK, N.A. A generalized nonlinear air temperature response function for node appearance rate in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.10, n.1, p.105-111, 2002.

STRECK, N.A. et al. Estimativa do plastocrono em meloeiro (*Cucumis melo* L.) cultivado em estufa plástica. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1275-1280, 2005.

TIVET, F. et al. Leaf blade dimensions of rice (*Oryza sativa* L. and *Oryza sativa glaberrima* Steud.) relationships between tillers and the main stem. **Annals of Botany**, v.88, p.507-511, 2001.

XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P.S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v.175, p. 261-270, 2004.

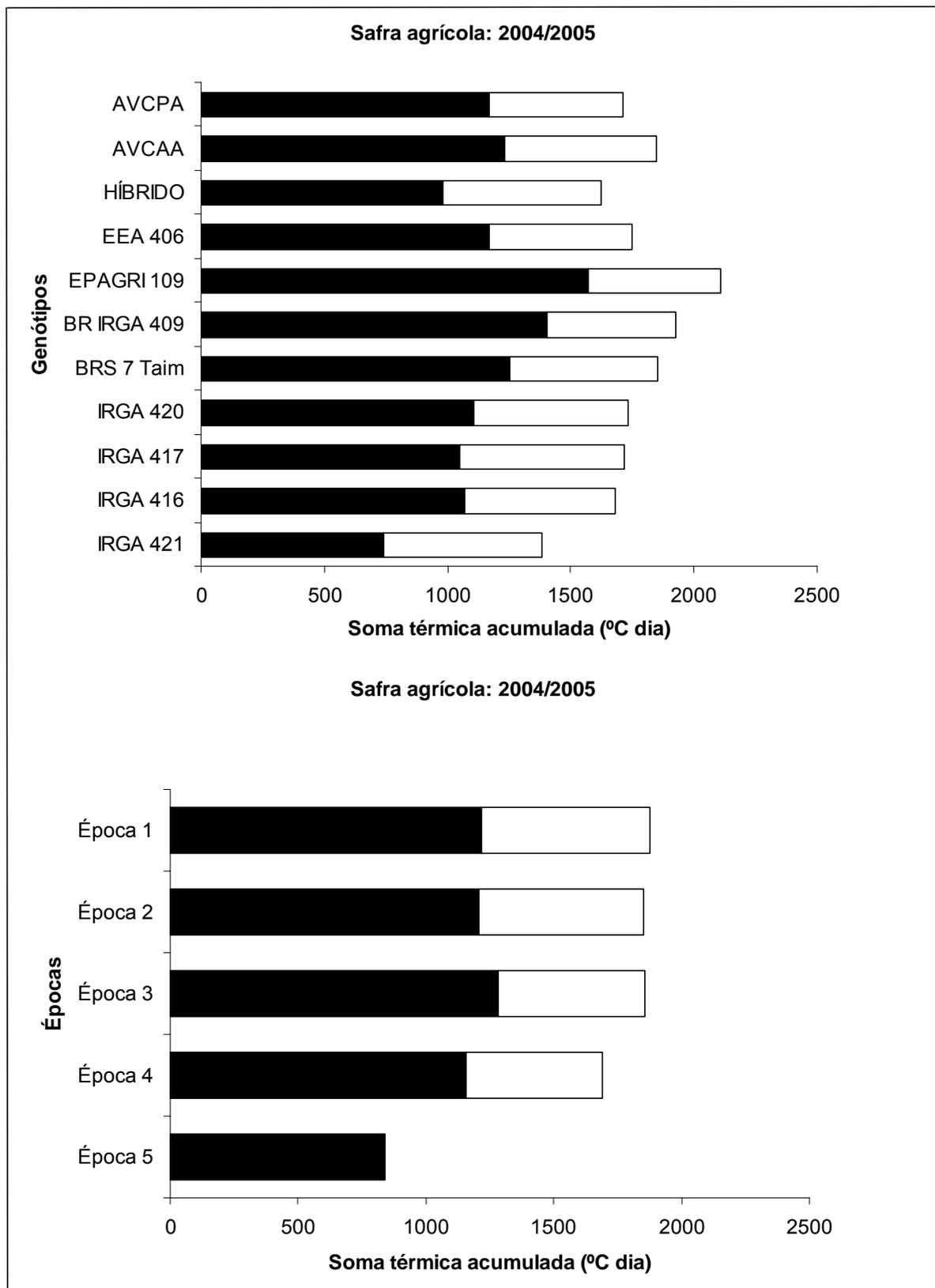


Figura 1- Soma térmica acumulada (°C dia) da EM-R2 e R2-R9 com média de todas as cultivares e média de todas as épocas do ciclo de desenvolvimento de genótipos de arroz irrigado e de dois biótipos de arroz vermelho em cinco épocas de semeadura durante a safra agrícola 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil.

EM=Emergência, R2= Aparecimento do colar da folha bandeira, R9= todos os grãos marrons, maturação fisiológica.

Tabela 1- Duração em °C dia, das fases EM-R2, R2-R9 e ciclo total (EM-R9) de genótipos de arroz cultivado e arroz vermelho. Santa Maria, RS, 2004-2005. EM=Emergência; R2=Aparecimento do colar da folha bandeira; R9=Maturação fisiológica.

Genótipos	EM-R2	R2-R9	EM-R9
AVCPA	1217,6 (36,8)*	543,1 (21,6)*	1748,6 (58,5)
AVCAA	1308,0 (54,0)	617,0 (119,1)	1925,0 (157,6)
HÍBRIDO	1036,8 (55,5)	637,6 (43,9)	1674,4 (67,3)
EEA 406	1170,0 (83,7)	577,3 (39,1)	1747,3 (108,2)
EPAGRI 109	1573,2 (75,3)	536,0 (31,2)	2109,2 (90,6)
BR-IRGA 409	1522,7(125,1)	520,7 (55,6)	2006,4 (155,0)
BRS 7 TAIM	1353,7 (98,3)	589,9 (91,7)	1957,4 (140,7)
IRGA 420	1202,3(117,9)	625,7 (128,2)	1828,0 (132,2)
IRGA 417	1074,6 (32,8)	663,5 (77,1)	1738,1 (63,9)
IRGA 416	1147,3 (63,3)	608,9 (56,1)	1756,3 (98,8)
IRGA 421	761,9 (55,2)	638,6 (144,5)	1400,5 (141,6)

* Média de 4 épocas de semeadura. Os valores entre parêntesis apresentam um desvio padrão da média.

Tabela 2- Valores de quadrado médio (QM) do quadro de análise da variância para diferentes parâmetros de crescimento e desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho. Santa Maria, RS, 2004/2005.

Fonte de variação	Quadrado médio				
	AF1	AF6	AF10	AF12	AF14
G¹	1,37**	82,61**	538,12**	487,37**	589,79**
DS²	1,86**	550,57**	639,67**	4104,55**	653,45**
G*DS³	0,052	21,03**	90,86**	46,09**	60,61**

** Significativo a 1% de probabilidade ¹G= Genótipo, ²DS= Data de semeadura, ³Interação G*DS. AF1=área folhar 1ª folha, AF6=área folhar 6ª folha, AF10=área folhar 10ª folha, AF12=área folhar 12ª folha, AF14=área folhar 14ª folha.

Continuação da tabela 2...

Fonte de variação	Quadrado médio				
	AFB	EP	F	CP	NFF
G¹	313,96**	1034,96**	1183,24**	20,05**	41,27**
DS²	268,94**	1550,53**	3484,22**	18,46**	262,93**
G*DS³	33,26	134,02**	68,33**	2,94	15,90**

AFB=área folhar da folha bandeira, NFF=número final de folhas, CP=comprimento de panícula, EP=estatura de planta, F=filocrono.

Tabela 3- Diferentes parâmetros de crescimento e de desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho quando não houve interação entre genótipo e data de semeadura. Santa Maria, RS, 2004/2005.

Genótipos	Parâmetros		
	AF1	AFB	CP
AVCPA ¹	1,78A	31,1A	20,4AB
AVCAA ²	1,45B	29,4A	21,0A
HÍBRIDO	1,45B	30,4A	18,9BCD
EEA 406	1,04CD	29,4A	20,3AB
EPAGRI 109	1,11C	19,9C	18,8BCDE
BR-IRGA 409	0,73E	21,2BC	18,2CDE
BRS 7 TAIM	0,95CDE	23,6BC	18,9BCDE
IRGA 420	0,80DE	20,0C	16,9E
IRGA 417	0,77DE	20,6C	19,6ABC
IRGA 416	1,01CDE	23,7BC	18,9BCD
IRGA 421	0,84CDE	26,8AB	17,1DE
Épocas de semeadura	Parâmetros		
	AF1	AFB	CP
Data 1		24,3b	19,7a
Data 2		22,9b	
Data 3	0,85b	28,6a	18,9b
Data 4	1,22a		18,4b
Data 5	1,19a	24,7b	

¹ Arroz vermelho casca amarela aristado, ² Arroz vermelho casca preta aristado, AF1=Área folhar da 1ª folha (cm²), AFB=área folhar da folha bandeira (cm²), CP=comprimento de panícula (cm).

Tabela 4- Diferentes parâmetros de crescimento e de desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho quando houve interação entre genótipo e data de semeadura. Santa Maria, RS, 2004/2005.

GENÓTIPO	AF6				AF10			AF12			AF14	
	D2	D3	D4	D5	D2	D3	D4	D1	D2	D1	D2	
AVCPA	8,1 ABa	13,2 ABCb	15,7Ab	23,0Ac	25,4Cdb	26,7BCb	39,2Aa	28,1 BCb	45,1 ABCa	35,9 Ba	32,1 BCDEa	
AVCAA	7,7 ABa	12,1 ABCDb	12,6ABb	21,9Ac	36,9Ba	24,3Cb	38,5Aa	17,3 DEb	40,3 BCDA	31,2 BCa	36,9 Ba	
HÍBRIDO	10,1 Aa	14,4 ABab	12,4ABCbc	16,6Bc	35,0Ca	35,3Aba	33,7Aba	34,6 ABb	47,4 ABa	36,7 Ba	35,0 BCa	
EEA 406	7,3 ABa	15,1 Ab	10,5BCDc	25,4Ad	55,2Aa	40,0Ab	39,7Ab	38,6 Ab	51,1 Aa	49,1 Ab	55,2 Aa	
EPAGRI 109	7,2 ABa	10,7BCDEab	8,7CDbc	12,8BCc	33,8BCDa	19,2Cb	20,8Cb	27,1 BCDB	31,8 DEFa	20,2 Db	33,8 BCDA	
BR-IRGA 409	5,8 Ba	9,7 CDEb	10,2BCDb	14,9BCc	31,4BCDA	22,9Cb	24,9BCab	18,1 CDEb	28,8 EFa	21,3 Db	31,4 BCDEa	
BRS 7 TAIM	6,3 ABa	9,3 DEab	8,5Db	12,3Cb	30,3BCDA	16,2Cb	25,0BCa	13,6 Eb	27,5 EFa	21,1 CDB	30,3 BCDEa	
IRGA 420	7,5 ABa	11,0 BCDEa	10,7BCDA	11,7Cb	24,5CDA	22,0Ca	26,2BCa	21,2 CDEb	34,6 DEFa	22,3 CDA	24,4 DEa	
IRGA 417	7,4 ABa	8,0 Eb	8,5Db	12,1Cb	26,8BCDA	16,0Cab	21,5Cb	17,6 DEb	26,5 Fa	17,4 Db	26,7 CDEa	
IRGA 416	6,6 ABa	11,5ABCDEa	10,6BCDA	13,2BCb	33,9BCDA	26,7BCa	30,0ABCa	21,4 CDEb	37,3 CDEa	24,2 CDB	33,9 BCDA	
IRGA 421	8,0 ABa	8,8 DEab	10,0BCDb	12,3Cb	24,1DA	25,3BCa	29,9ABCa	16,7 Eb	34,1 DEFa	23,5 CDA	24,1 Ea	

Médias separadas por letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

AVCPA= arroz vermelho casca preta aristado, AVCAA= arroz vermelho casca amarela aristado, D1=primeira data de semeadura 02/09/2004, D2=segunda data de semeadura 07/10/2004, D3=terceira data de semeadura 04/11/2004, D4=quarta data de semeadura 3/12/2004, D5=quinta data de semeadura 02/03/2005, AF6=área folhar da sexta folha, AF10=área folhar da décima folha, AF12=área folhar da décima segunda folha, AF14=área folhar da décima quarta folha.

Tabela 5- Diferentes parâmetros de crescimento e de desenvolvimento de genótipos de arroz cultivado e biótipos de arroz vermelho quando houve interação entre genótipo e data de semeadura. Santa Maria, RS, 2004/2005.

GENÓTIPO	EP				F					NFF				
	D2	D3	D4	D1	D2	D3	D4	D5	D1	D2	D3	D4	D5	
AVCPA	64,2 ABab	69,4 ABCa	58,2 BCb	51,2Bd	80,2Aab	71,5Bc	74,8Abbc	87,5Aba	17,8cA	14,8cdeB	15,4cdB	15,0cB	12,4bcC	
AVCAA	66,1 ABb	77,0 Aba	72,7 Aab	48,4Bd	68,8BCbc	61,8BCc	71,5ABCab	78,7BCa	18,3bcA	16,1bcB	16,8bcdAB	15,8bcB	11,6cC	
HÍBRIDO	49,9 CDa	48,4 Ea	42,8 Da	51,1Bd	56,3DEcd	61,3Cbc	71,7ABCa	68,7CDab	15,3deA	13,9deAB	12,6eBC	14,8cA	11,1cC	
EEA 406	71,5 Ab	81,6 Aa	65,3 ABb	69,9Ac	75,5Abbc	83,8Ab	81,6Ab	95,9Aa	14,8eA	14,9cdA	15,1dA	14,9cA	11,2cB	
EPAGRI 109	54,0 BCb	65,5 BCDA	40,3 Dc	48,3Bc	56,3DEbc	61,6BCb	63,3CDEb	77,5BCa	21,6aA	17,8aB	18,2aB	17,7aB	*	
BR-IRGA 409	59,9 ABCa	51,7 Eab	43,3 Db	44,6Bc	55,8DEb	60,5Cab	63,7CDEab	68,7CDA	20,1abA	17,6abB	17,4abB	17,0abB	13,4abC	
BRS 7 TAIM	53,9 BCa	57,1 CDEa	42,7 Db	43,5Bc	56,5DEb	62,8BCb	60,8DEb	71,5CDA	17,7cA	16,3abcAB	17,0abcAB	15,5bcB	12,0cC	
IRGA 420	53,4 BCa	55,4 DEa	46,7 CDa	42,9Bb	63,7CDA	63,4BCa	66,6BCDA	69,5CDA	17,2cdA	15,0cdB	16,3bcdAB	15,0cB	11,9bcC	
IRGA 417	46,7 CDa	50,2 Ea	46,3 CDa	48,3Bc	53,1Ec	59,8Cab	56,0Eabc	64,4Da	17,9cA	16,4abcAB	16,2bcdB	16,5abcAB	12,0bcC	
IRGA 416	50,5 CDa	54,9 DEa	46,0 CDa	50,2Bb	64,1CDA	63,7BCa	63,9CDAe	63,5Da	18,1cA	15,8bcB	16,1bcdB	15,7bcB	12,0aB	
IRGA 421	39,3 Db	69,5 ABCa	46,3 CDB	44,1Bb	50,1Eb	59,4Ca	60,2DEa	63,7Da	15,4deA	13,0eB	12,1eB	12,8dB	12,1bcB	

Médias separadas por letras maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

OBS: Não foram avaliados os parâmetros nas datas de semeadura que não estão na tabela. *=Não emitiu a folha bandeira, portanto não foi possível identificar o número final de folhas.

AVCPA= arroz vermelho casca preta aristado, AVCAA= arroz vermelho casca amarela aristado, D1=primeira data de semeadura 02/09/2004, D2=segunda data de semeadura 07/10/2004, D3=terceira data de semeadura 04/11/2004, D4=quarta data de semeadura 3/12/2004, D5=quinta data de semeadura 02/03/2005, EP=estatura de planta.

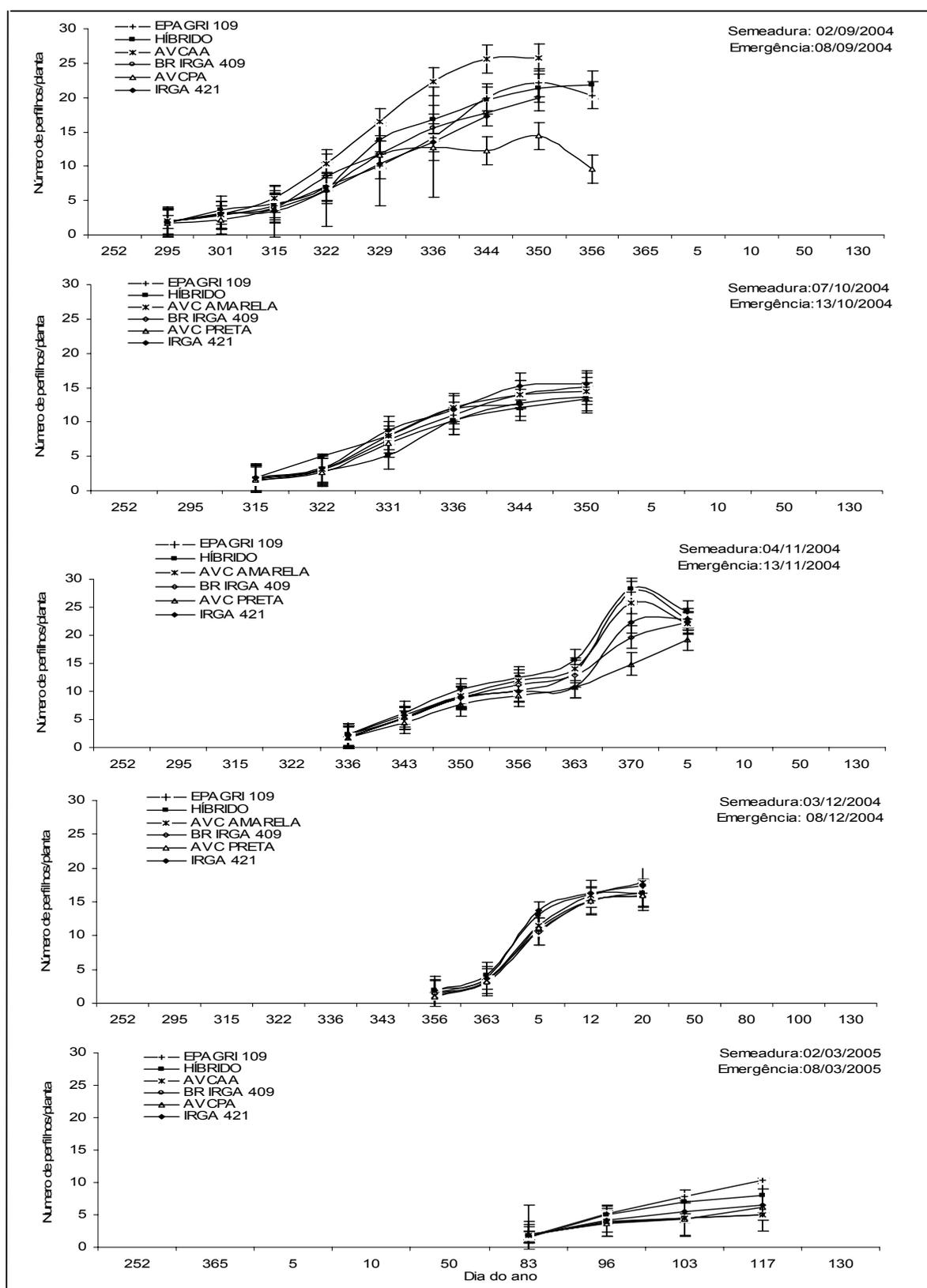


Figura 2- Número de perfilhos/planta de cultivares de arroz irrigado e de dois biótipos de arroz vermelho em cinco épocas de semeadura durante a safra agrícola 2004/2005. Santa Maria, RS, Brasil.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A soma térmica varia com a cultivar, com a época de semeadura e com o método de cálculo. Ainda assim, a soma térmica é um melhor descritor de tempo biológico do que dias do calendário civil em arroz. Recomenda-se usar as três temperaturas cardinais de desenvolvimento constantes durante ciclo de desenvolvimento no cálculo da soma térmica.

O encurtamento do ciclo das cultivares de arroz é devido a diminuição do número final de folhas no colmo principal e não à mudança de velocidade de aparecimento das folhas.

Os dois biótipos de arroz vermelho utilizados mostraram diferenças em características de crescimento e de desenvolvimento quando comparados com cultivares de arroz irrigado.

APÊNDICES

APÊNDICE A -. Duração média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) nas fases de emergência ao surgimento do colar da folha bandeira (EM-R2), surgimento do colar da folha bandeira ao ponto de maturação fisiológica (R2-R9) e ciclo total (EM-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em dias do calendário civil, °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais constantes e tempo fototérmico durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004.

	EM-R2			R2-R9			EM-R9		
	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)
Epagri 109	Com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento								
Dias	127,6	22,2	17,4	41,3	2,1	5,0	175,7	20,7	11,8
STa1	1514,7	208,9	13,8	509,5	48,1	9,4	2156,9	140,5	6,5
T. fototérmico*	21638,5	3696,3	17,1						
T. fototérmico**	100141,3	571287,4	57,0						
STa2	1513,1	207,5	13,7	509,5	48,1	9,4	2154,4	139,3	6,5
T. fototérmico*	21615,5	3675,9	17,0						
T. fototérmico**	100017,5	570481,4	57,0						
STa3	1510,9	205,6	13,6	509,5	48,1	9,4	2150,9	137,6	6,4
T. fototérmico*	21582,9	3647,4	16,9						
T. fototérmico**	998425,3	569357,0	57,0						
BR-IRGA 409									
Dias	110,2	12,0	10,9	40,3	4,9	12,2	151,0	9,6	6,3
STa1	1329,0	158,6	11,9	461,7	91,1	19,7	1831,7	197,8	10,8
T. fototérmico*	18992,1	3065,3	16,1						
T. fototérmico**	741441,5	369380,0	49,8						
STa2	1327,8	157,9	11,9	461,6	91,0	19,7	1830,1	197,3	10,8
T. fototérmico*	18975,1	3055,1	16,1						
T. fototérmico**	740604,7	368887,6	49,8						
STa3	1326,1	156,9	11,8	461,4	90,9	19,7	1827,9	196,5	10,8
T. fototérmico*	18950,9	3040,7	16,0						
T. fototérmico**	739419,2	368190,9	49,8						
IRGA 420									
Dias	86,6	12,2	14,0	41,5	3,4	8,2	131,3	13,9	10,6
STa1	1084,6	121,7	11,2	528,1	99,9	18,9	1643,5	120,5	7,3
T. fototérmico*	15544,3	2334,8	15,0						
T. fototérmico**	412572,4	223249,5	54,1						
STa2	1083,5	120,6	11,1	528,1	99,9	18,9	1642,2	119,7	7,3
T. fototérmico*	15528,6	2319,8	14,9						
T. fototérmico**	412045,5	216354,3	52,5						
STa3	1083,5	120,6	11,1	527,5	98,8	18,7	1639,7	118,0	7,2
T. fototérmico*	15528,6	2319,8	14,9						
T. fototérmico**	412045,5	216354,3	52,5						
IRGA 417									
Dias	82,2	10,8	13,2	43,5	2,6	6,1	127,8	10,7	8,4
STa1	1013,4	33,7	3,3	558,5	71,8	12,9	1585,0	78,9	5,0
T. fototérmico*	14486,5	939,9	6,5						
T. fototérmico**	445078,2	218933,5	49,2						
STa2	1012,4	33,0	3,3	558,2	71,5	12,8	1583,7	78,1	4,9
T. fototérmico*	14472,0	930,3	6,4						
T. fototérmico**	444504,3	218582,7	49,2						
STa3	1011,0	32,0	3,2	557,7	71,1	12,7	1581,2	76,3	4,8
T. fototérmico*	14451,5	916,8	6,3						
T. fototérmico**	443691,1	218086,3	49,2						
IRGA 416									
Dias	85,8	9,7	11,3	42,3	3,8	8,9	129,5	13,9	10,7
STa1	1045,2	66,8	6,4	551,0	95,0	17,3	1602,9	113,3	7,1
T. fototérmico*	14911,5	1452,0	9,7						
T. fototérmico**	459703,8	224476,9	48,8						
STa2	1044,2	67,1	6,4	550,8	94,9	17,2	1601,6	113,2	7,1
T. fototérmico*	14897,0	1451,2	9,7						
T. fototérmico**	459137,6	224194,9	48,8						
STa3	1042,8	67,4	6,5	550,2	94,2	17,1	1599,1	112,9	7,1

T.fototérmico*	14876,5	1450,3	9,7						
T.fototérmico**	458335,5	223796,0	48,8						
BRS 7 TAIM									
Dias	98,0	9,1	9,3	42,8	2,2	5,2	141,8	8,1	5,7
STa1	1178,4	124,5	10,6	536,2	103,7	19,3	1733,4	145,0	8,4
T.fototérmico*	16872,7	2432,4	14,4						
T.fototérmico**	511132,7	253604,2	49,6						
STa2	1177,3	124,1	10,5	536,0	103,4	19,3	1732,1	144,5	8,3
T.fototérmico*	16857,0	2424,6	14,4						
T.fototérmico**	510513,3	253225,8	49,6						
STa3	1175,8	123,4	10,5	535,6	102,9	19,2	1729,6	143,9	8,3
T.fototérmico*	16834,9	2413,4	14,3						
T.fototérmico**	509642,1	252692,9	49,6						
IRGA 421									
Dias	63,2	10,7	16,9	48,4	7,1	14,7	111,6	16,8	15,1
STa1	758,8	38,6	5,1	599,6	132,5	22,1	1358,3	142,2	10,5
T.fototérmico*	10831,2	696,8	6,4						
T.fototérmico**	225819,8	126864,3	56,2						
STa2	757,8	38,7	5,1	599,4	132,5	22,1	1357,4	141,6	10,4
T.fototérmico*	10817,9	695,6	6,4						
T.fototérmico**	225460,7	126622,3	56,2						
STa3	756,5	39,0	5,2	598,8	131,7	22,0	1355,3	139,9	10,3
T.fototérmico*	10799,0	694,1	6,4						
T.fototérmico**	224952,0	126280,0	56,1						

Dias = Dias do calendário civil (dias)

STa₁ = Soma térmica acumulada pelo método 1 (°Cdia)

STa₂ = Soma térmica acumulada pelo método 2 (°Cdia)

STa₃ = Soma térmica acumulada pelo método 3 (°Cdia)

* = Tempo fototérmico calculado com fotoperíodo médio durante a fase indutiva

** = Tempo fototérmico calculado com fotoperíodo acumulado durante a fase indutiva

APÊNDICE B - Duração média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) nas fases de emergência ao surgimento do colar da folha bandeira (EM-R2), surgimento do colar da folha bandeira ao ponto de maturação fisiológica (R2-R9) e ciclo total (EM-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em dias do calendário civil, °C dia calculado pelos diferentes métodos e tempo fototérmico, com temperaturas cardinais variando durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004.

	EM-R2			R2-R9			EM-R9		
	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)
Epagri 109	Com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento								
Dias	127,6	22,2	17,4	41,3	2,1	5,0	175,7	20,7	11,8
STa1	1514,7	208,9	13,8	345,8	40,8	11,8	1993,2	141,7	7,1
T. fototérmico*	21638,5	3696,3	17,1						
T. fototérmico**	918500,1	400222,9	43,6						
STa2	1513,1	207,5	13,7	329,6	36,4	11,0	1978,6	145,5	7,4
T. fototérmico*	21615,5	3675,9	17,0						
T. fototérmico**	917505,9	399436,8	43,5						
STa3	1509,6	204,6	13,6	297,1	30,0	10,1	1936,3	148,9	7,7
T. fototérmico*	21564,0	3630,9	16,8						
T. fototérmico**	915482,6	398580,6	43,5						
BR-IRGA 409									
Dias	110,2	12,0	10,9	40,3	4,9	12,2	151,0	9,6	6,3
STa1	1329,0	158,6	11,9	307,4	91,4	29,7	1677,5	197,7	11,8
T. fototérmico*	18992,1	3065,3	16,1						
T. fototérmico**	18992,1	3065,3	16,1						
STa2	1327,8	157,9	11,9	289,6	84,3	29,1	1661,1	200,7	12,1
T. fototérmico*	18975,1	3055,1	16,1						
T. fototérmico**	18992,1	3065,3	16,1						
STa3	1326,1	156,9	11,8	252,7	72,5	28,7	1619,1	201,3	12,4
T. fototérmico*	18950,9	3040,7	16,0						
T. fototérmico**	18950,9	3040,7	16,0						
IRGA 420									
Dias	86,6	12,2	14,0	41,5	3,4	8,2	131,3	13,9	10,6
STa1	1084,6	108,2	10,0	362,2	88,4	24,4	1477,6	116,3	7,9
T. fototérmico*	15544,3	2109,2	13,6						
T. fototérmico**	379368,7	105234,1	27,7						
STa2	1083,5	107,3	9,9	338,4	71,8	21,2	1452,5	112,3	7,7
T. fototérmico*	15528,6	2097,9	13,5						
T. fototérmico**	378947,2	104870,8	27,7						
STa3	1081,9	106,1	9,8	290,9	45,4	15,6	1403,1	114,5	8,2
T. fototérmico*	15506,4	2081,8	13,4						
T. fototérmico**	378350,1	104356,7	27,6						
IRGA 417									
Dias	82,2	10,8	13,2	43,5	2,6	6,1	127,8	10,7	8,4
STa1	1013,4	33,7	3,3	387,7	66,2	17,1	1414,2	74,4	5,3
T. fototérmico*	14486,5	939,9	6,5						
T. fototérmico**	14517,3	941,4	6,5						
STa2	1012,4	33,0	3,3	358,7	54,7	15,2	1383,9	60,4	4,4
T. fototérmico*	14472,0	930,3	6,4						
T. fototérmico**	14486,5	939,9	6,5						
STa3	1011,0	32,0	3,2	300,5	43,4	14,5	1324,0	40,9	3,1
T. fototérmico*	14451,5	916,8	6,3						
T. fototérmico**	14451,5	916,8	6,3						
IRGA 416									
Dias	85,8	9,7	11,3	42,3	3,8	8,9	129,5	13,9	10,7
STa1	1045,2	66,8	6,4	383,2	80,9	21,1	1435,1	97,8	6,8
T. fototérmico*	14911,5	1452,0	9,7						
T. fototérmico**	454871,6	90780,6	20,0						
STa2	1044,2	67,1	6,4	353,8	68,0	19,2	1404,4	99,0	7,0
T. fototérmico*	14897,0	1451,2	9,7						
T. fototérmico**	454418,7	90626,8	19,9						
STa3	1042,8	67,4	6,5	294,9	52,9	17,9	1343,8	111,1	8,3
T. fototérmico*	14876,5	1450,3	9,7						
T. fototérmico**	453777,0	90411,5	19,9						
BRS 7 TAIM									
Dias	98,0	9,1	9,3	42,8	2,2	5,2	141,8	8,1	5,7

STa1	1177,8	125,5	10,7	364,7	99,0	27,1	1559,4	146,7	9,4
T.fototérmico*	16863,9	2444,2	14,5						
T.fototérmico**	482724,6	126436,4	26,2						
STa2	1176,7	125,0	10,6	339,4	86,5	25,5	1532,7	153,0	10,0
T.fototérmico*	16848,2	2436,4	14,5						
T.fototérmico**	482229,1	126041,5	26,1						
STa3	1175,2	124,4	10,6	288,7	70,5	24,4	1480,1	171,4	11,6
T.fototérmico*	16826,0	2425,5	14,4						
T.fototérmico**	481527,2	125483,1	26,1						
IRGA 421									
Dias	63,2	10,7	16,9	48,4	7,1	14,7	111,6	16,8	15,1
STa1	758,8	38,6	5,1	410,8	114,6	27,9	1169,6	122,5	10,5
T.fototérmico*	10831,2	696,8	6,4						
T.fototérmico**	10831,2	696,8	6,4						
STa2	757,8	38,7	5,1	378,5	101,1	26,7	1136,4	109,3	9,6
T.fototérmico*	10817,9	695,6	6,4						
T.fototérmico**	10831,2	696,8	6,4						
STa3	756,5	39,0	5,2	313,6	76,8	24,5	1070,2	86,5	8,1
T.fototérmico*	10799,0	694,1	6,4						
T.fototérmico**	10799,0	694,1	6,4						

Dias = Dias do calendário civil (dias)

STa₁ = Soma térmica acumulada pelo método 1 (°Cdia)

STa₂ = Soma térmica acumulada pelo método 2 (°Cdia)

STa₃ = Soma térmica acumulada pelo método 3 (°Cdia)

* = Tempo fototérmico calculado com fotoperíodo médio durante a fase indutiva

** = Tempo fototérmico calculado com fotoperíodo acumulado durante a fase indutiva

APÊNDICE C -. Duração média, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV%) nas fases de emergência ao surgimento do colar da folha bandeira (EM-R2), surgimento do colar da folha bandeira ao ponto de maturação fisiológica (R2-R9) e ciclo total (EM-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado e dois biótipos de arroz vermelho, em dias do calendário civil e °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2004/2005.

	EM-R2			R2-R9			EM-R9		
	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)	Média	DP	CV(%)
Epagri 109	Com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento								
Dias	127,0	17,9	14,1	46,5	7,8	16,7	173,5	10,1	5,8
STa1	1612,1	72,4	4,5	545,5	33,1	6,1	2157,6	88,1	4,1
T. fototérmico*	23579,6	1173,5	5,0						
T. fototérmico**	1195311,8	343892,6	28,8						
STa2	1596,1	73,5	4,6	541,6	32,4	6,0	2137,7	89,2	4,2
T. fototérmico*	23344,0	1177,0	5,0						
T. fototérmico**	1183644,8	342089,1	28,9						
STa3	1573,2	75,3	4,8	536,0	31,2	5,8	2109,2	90,6	4,3
T. fototérmico*	23008,8	1184,9	5,1						
T. fototérmico**	1167044,7	339514,6	29,1						
BR-IRGA 409									
Dias	127,0	17,9	14,1	44,7	3,1	6,8	158,7	11,2	7,0
STa1	1561,3	122,7	7,9	530,3	57,5	10,8	2056,3	153,4	7,5
T. fototérmico*	22776,2	1649,4	7,2						
T. fototérmico**	1001469,8	329257,7	32,9						
STa2	1545,3	123,6	8,0	526,4	56,7	10,8	2035,6	154,0	7,6
T. fototérmico*	22542,7	1655,2	7,3						
T. fototérmico**	991535,9	327750,5	33,1						
STa3	1522,7	125,1	8,2	520,7	55,6	10,7	2006,4	155,0	7,7
T. fototérmico*	22211,5	1665,8	7,5						
T. fototérmico**	977446,8	325636,9	33,3						
IRGA 420									
Dias	101,0	24,3	24,1	46,5	7,9	17,0	155,0	30,1	19,4
STa1	1226,4	123,3	10,1	642,8	136,5	21,2	1226,4	123,3	10,1
T. fototérmico*	17877,0	2153,6	12,0						
T. fototérmico**	619854,1	147449,7	23,8						
STa2	1216,5	120,9	9,9	635,8	133,0	20,9	1216,5	120,9	9,9
T. fototérmico*	17730,9	2101,2	11,9						
T. fototérmico**	615356,0	149122,2	24,2						
STa3	1202,3	117,9	9,8	625,7	128,2	20,5	1202,3	117,9	9,8
T. fototérmico*	17522,5	2031,1	11,6						
T. fototérmico**	608934,5	151500,9	24,9						
IRGA 417									
Dias	92,6	14,4	15,5	47,8	4,6	9,6	139,3	18,5	13,3
STa1	1097,0	41,4	3,8	681,3	83,8	12,3	1778,3	57,5	3,2
T. fototérmico*	15988,6	974,5	6,1						
T. fototérmico**	605773,2	126832,5	20,9						
STa2	1087,8	37,3	3,4	674,1	81,0	12,0	1761,8	60,1	3,4
T. fototérmico*	15852,2	892,1	5,6						
T. fototérmico**	601243,0	129667,7	21,6						
STa3	1074,6	32,8	3,1	663,5	77,1	11,6	1738,1	63,9	3,7
T. fototérmico*	15657,5	780,4	5,0						
T. fototérmico**	594772,6	133666,9	22,5						
IRGA 416									
Dias	92,0	15,1	16,4	44,8	2,6	5,9	141,0	17,2	12,2
STa1	1171,4	64,6	5,5	625,5	57,1	9,1	1796,9	96,3	5,4
T. fototérmico*	17048,9	1192,7	7,0						
T. fototérmico**	575467,0	168524,6	29,3						
STa2	1161,5	63,7	5,5	618,7	56,5	9,1	1780,2	97,3	5,5
T. fototérmico*	16902,8	1148,9	6,8						
T. fototérmico**	571232,8	170086,3	29,8						
STa3	1147,3	63,3	5,5	608,9	56,1	9,2	1756,3	98,8	5,6
T. fototérmico*	16694,5	1095,0	6,6						
T. fototérmico**	565188,9	172304,1	30,5						
BRS 7 TAIM									
Dias	113,8	17,3	15,2	44,0	2,7	6,2	153,5	13,6	8,9

STa1	1387,3	95,9	6,9	613,4	93,9	15,3	2010,8	138,1	6,9
T.fototérmico*	20210,8	1631,0	8,1						
T.fototérmico**	764614,1	185181,5	24,2						
STa2	1373,4	96,8	7,0	608,5	95,0	15,6	1981,9	142,3	7,2
T.fototérmico*	20008,4	1629,9	8,1						
T.fototérmico**	757222,3	184734,5	24,4						
STa3	1353,7	98,3	7,3	598,9	91,7	15,3	1957,4	140,7	7,2
T.fototérmico*	19720,8	1630,6	8,3						
T.fototérmico**	746718,3	184101,3	24,7						
IRGA 421									
Dias	68,3	18,0	26,4	46,0	10,2	22,2	114,3	54,0	47,3
STa1	772,7	47,3	6,1	659,6	152,0	23,1	1432,2	142,1	9,9
T.fototérmico*	11175,0	325,5	2,9						
T.fototérmico**	227908,5	125815,3	55,2						
STa2	768,2	50,4	6,6	650,9	148,9	22,9	1419,1	141,9	10,0
T.fototérmico*	11108,3	341,8	3,1						
T.fototérmico**	227044,1	126501,1	55,7						
STa3	761,9	55,2	7,3	638,6	144,5	22,6	1400,5	141,6	10,1
T.fototérmico*	11014,2	389,5	3,5						
T.fototérmico**	225825,4	127471,5	56,4						
EEA 406									
Dias	100,8	9,0	8,9	42,3	1,9	4,5	150,5	23,4	15,6
STa1	1193,5	88,5	7,4	594,2	37,6	6,3	1787,8	107,3	6,0
T.fototérmico*	17475,3	1519,3	8,7						
T.fototérmico**	771258,8	121378,7	15,7						
STa2	1183,9	86,2	7,3	587,2	37,9	6,5	1771,1	107,5	6,1
T.fototérmico*	17332,9	1472,6	8,5						
T.fototérmico**	765393,2	122312,2	16,0						
STa3	1170,0	83,7	7,2	577,3	39,1	6,8	1747,3	108,2	6,2
T.fototérmico*	17127,8	1415,6	8,3						
T.fototérmico**	756910,5	123687,6	16,3						
HÍBRIDO									
Dias	88,3	9,8	11,1	46,8	4,3	9,3	135,0	10,9	8,0
STa1	1059,2	69,5	6,6	656,0	44,9	6,8	1715,2	71,9	4,2
T.fototérmico*	15439,2	1390,6	9,0						
T.fototérmico**	530397,0	91907,2	17,3						
STa2	1050,0	63,7	6,1	648,4	44,2	6,8	1698,3	69,9	4,1
T.fototérmico*	15302,3	1304,6	8,5						
T.fototérmico**	526221,7	92749,2	17,6						
STa3	1036,8	55,5	5,4	637,6	43,9	6,9	1674,4	67,3	4,0
T.fototérmico*	15108,2	1182,7	7,8						
T.fototérmico**	520306,6	94059,4	18,1						
AVC									
AMARELA									
Dias	108,8	14,3	13,2	46,3	6,7	14,5	155,0	18,6	12,0
STa1	1341,0	54,3	4,0	628,0	120,2	19,1	1969,1	156,0	7,9
T.fototérmico*	19600,8	1043,9	5,3						
T.fototérmico**	950802,0	180575,8	19,0						
STa2	1327,4	54,0	4,1	623,5	119,7	19,2	1950,8	156,6	8,0
T.fototérmico*	19400,3	1023,2	5,3						
T.fototérmico**	941458,7	181117,7	19,2						
STa3	1308,0	54,0	4,1	617,0	119,1	19,3	1925,0	157,6	8,2
T.fototérmico*	19116,2	998,5	5,2						
T.fototérmico**	928222,4	181889,7	19,6						
AVC PRETA									
Dias	101,5	14,9	14,7	40,3	2,1	5,2	134,0	6,6	4,9
STa1	1246,3	34,4	2,8	555,8	21,4	3,9	1792,3	57,6	3,2
T.fototérmico*	213390,9	319122,5	149,5						
T.fototérmico**	843781,2	184180,5	21,8						
STa2	1234,5	35,3	2,9	550,6	21,3	3,9	1774,2	57,8	3,3
T.fototérmico*	211093,4	315640,4	149,5						
T.fototérmico**	836011,9	183894,8	22,0						
STa3	1217,6	36,8	3,0	543,1	21,6	4,0	1748,6	58,5	3,3
T.fototérmico*	207838,6	310707,4	149,5						
T.fototérmico**	825005,5	183493,5	22,2						

Dias = Dias do calendário civil (dias), STa₁ = Soma térmica acumulada pelo método 1 (°Cdia)

STa₂ = Soma térmica acumulada pelo método 2 (°Cdia)

STa₃ = Soma térmica acumulada pelo método 3 (°Cdia)

*Tempo fototérmico calculado com o fotoperíodo médio durante a fase indutiva

**Tempo fototérmico calculado com o fotoperíodo acumulado durante a fase indutiva

Dias	113,8	17,3	15,2	44,0	2,7	6,2	153,5	13,6	8,9
STa1	1387,3	95,9	6,9	430,4	76,9	17,9	1817,7	130,0	7,2
T.fototérmico*	20210,8	1631,0	8,1						
T.fototérmico**	764614,1	185181,5	24,2						
STa2	764614,1	185181,5	24,2	386,6	61,0	15,8	1760,0	120,7	6,9
T.fototérmico*	20008,4	1629,9	8,1						
T.fototérmico**	757222,3	184734,5	24,4						
STa3	1373,4	96,8	7,0	300,1	32,7	10,9	1653,9	105,6	6,4
T.fototérmico*	19720,8	1630,6	8,3						
T.fototérmico**	746718,3	184101,3	24,7						
IRGA 421									
Dias	68,3	18,0	26,4	46,0	10,2	22,2	114,3	54,0	47,3
STa1	772,7	47,3	6,1	475,6	111,1	23,4	1248,2	104,2	8,3
T.fototérmico*	11175,0	325,5	2,9						
T.fototérmico**	227908,5	125815,3	55,2						
STa2	768,2	50,4	6,6	411,7	93,1	22,6	1179,9	90,9	7,7
T.fototérmico*	11108,5	341,8	3,1						
T.fototérmico**	227046,5	126498,9	55,7						
STa3	761,9	55,2	7,3	285,3	58,2	20,4	1047,2	65,5	6,3
T.fototérmico*	11014,2	389,5	3,5						
T.fototérmico**	225825,4	127471,5	56,4						
EEA 406									
Dias	100,8	9,0	8,9	42,3	1,9	4,5	150,5	23,4	15,6
STa1	1193,5	88,5	7,4	425,1	32,5	7,6	1618,6	104,2	6,4
T.fototérmico*	17475,3	1519,3	8,7						
T.fototérmico**	771258,8	129978,1	16,9						
STa2	1183,9	86,2	7,3	376,4	20,2	5,4	1560,3	105,0	6,7
T.fototérmico*	17332,9	1472,6	8,5						
T.fototérmico**	765393,2	130999,6	17,1						
STa3	1170,0	83,7	7,2	271,9	37,0	13,6	1441,9	112,8	7,8
T.fototérmico*	17127,8	1415,6	8,3						
T.fototérmico**	756910,5	132438,4	17,5						
HÍBRIDO									
Dias	88,3	9,8	11,1	46,8	4,3	9,3	135,0	10,9	8,0
STa1	1059,2	69,5	6,6	469,0	32,2	6,9	1528,2	64,4	4,2
T.fototérmico*	15439,2	1390,6	9,0						
T.fototérmico**	530397,0	91907,2	17,3						
STa2	1050,0	63,7	6,1	412,0	25,5	6,2	1461,9	70,1	4,8
T.fototérmico*	15302,3	1304,6	8,5						
T.fototérmico**	526221,7	92749,2	17,6						
STa3	1036,8	55,5	5,4	299,3	33,6	11,2	1336,1	86,6	6,5
T.fototérmico*	15108,2	1182,7	7,8						
T.fototérmico**	520306,6	94059,4	18,1						
AVC AMARELA									
Dias	108,8	14,3	13,2	46,3	6,7	14,5	155,0	18,6	12,0
STa1	1341,0	54,3	4,0	443,0	96,7	21,8	1784,1	133,8	7,5
T.fototérmico*	19600,8	1043,9	5,3						
T.fototérmico**	950802,0	180575,8	19,0						
STa2	1327,4	54,0	4,1	397,9	80,6	20,2	1725,3	123,0	7,1
T.fototérmico*	19400,3	1023,2	5,3						
T.fototérmico**	941458,7	181117,7	19,2						
STa3	1308,0	54,0	4,1	308,5	55,3	17,9	1616,5	106,5	6,6
T.fototérmico*	19116,2	998,5	5,2						
T.fototérmico**	928222,4	181889,7	19,6						
AVC PRETA									
Dias	101,5	14,9	14,7	40,3	2,1	5,2	134,0	6,6	4,9
STa1	1246,3	34,4	2,8	394,5	18,9	4,8	1630,9	57,4	3,5
T.fototérmico*	213390,9	319122,5	149,5						
T.fototérmico**	843781,2	184180,5	21,8						
STa2	1234,5	35,3	2,9	351,8	17,6	5,0	1575,5	54,1	3,4
T.fototérmico*	211093,4	315640,4	149,5						
T.fototérmico**	836011,9	183894,8	22,0						
STa3	1217,6	36,8	3,0	267,6	21,3	8,0	1473,0	49,1	3,3
T.fototérmico*	207838,6	310707,4	149,5						
T.fototérmico**	825005,5	183493,5	22,2						

Dias = Dias do calendário civil (dias), STa₁ = Soma térmica acumulada pelo método 1 (°Cdia)

STa₂ = Soma térmica acumulada pelo método 2 (°Cdia)

STa₃ = Soma térmica acumulada pelo método 3 (°Cdia)

*Tempo fototérmico calculado com o fotoperíodo médio e durante a fase indutiva

**Tempo fototérmico calculado com o fotoperíodo acumulado e durante a fase indutiva

APÊNDICE E- Duração das fases de desenvolvimento da emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2), do aparecimento do colar da folha bandeira ao emborrachamento (R2-EB), do emborrachamento ao aparecimento da panícula (EB-R3), do aparecimento da panícula a antese (R3-R4), da antese até um ou mais grãos farináceos (R4-R7), um ou mais grãos farináceos até um ou mais grãos amarelos (R7-R8), um ou mais grãos amarelos até a maturação fisiológica (R8-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais constantes durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004. Época 1= 01/09/2003, época2=20/10/2003, época 3= 21/11/003, época 4= 05/01/2004, época 5=29/01/2004.

Época 1	Método 1	Cultivares					
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1785,0	1250,0	1041,1	1034,3	1000,25	1028,0	797,0
R2-EB	22,4	15,7	17,3	17,3	18,3	63,3	21,6
EB-R3	80,8	112,3	136,3	119,6	97,5	155,9	92,7
R3-R4	23,9	30,2	33,2	16,7	35,5	15,7	9,1
R4-R7	184,3	124	222,6	223,2	226,4	221,4	277,7
R7-R8	75,2	109,2	59,5	92,1	93,7	28,8	120,6
R8-R9	91,6	132,8	201,7	148,2	192,4	160,5	260,1
Época 2	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1645,0	1550,2	1247,8	1045,7	999,9	1339,4	716,0
R2-EB	16,3	39,6	15,5	47,9	15,3	31,4	14,0
EB-R3	129,3	21,8	144,8	93,5	93,8	104,7	109,2
R3-R4	35,2	29,2	26,9	32,3	28,8		16,5
R4-R7	134,1	169,3	154,8	136,3	137,5	225,4	222,6
R7-R8	139,5	66,0	35,3	110,2	120,8	59,3	59,5
R8-R9	110,5	134,7	135,1	174,9	142,1	104,6	233,0
Época 3	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1512,2	1435,5	1125	1000,4	1159,5	1264,2	795,7
R2-EB	11,5	26,8		12,8	8,5	27,7	15,4
EB-R3	119,9	115,9	101,1	146,3	96,2	121,5	78,1
R3-R4	55	23,3	26,2	8,5	40	22,1	60,7
R4-R7	188,1	158,9	196,2	204,5	184,3	142,7	160,3
R7-R8	70,5	94,8	63,7	63	55,7	106	67,4
R8-R9	40,45	108,95	103,1	131,4	184,1	154,3	165,3
Época 4	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1366,5	1244,5	1047,9	1025,6	1047,9	1157,3	722,9
R2-EB		21,8	12,3	11,3	12,3	14,3	27,7
EB-R3	114,5	113,2	111,4	134,7	97,1	125,6	111,1
R3-R4	17,15	23,3	59,6	31,4	45,7	48,2	20,8
R4-R7	59,15	43,95	124,9	163,5	142,4	135,6	191,5
R7-R8		60,75	70,1	59,7	75,95	50	97,6
R8-R9		70,25	48,4	54,8	59,65	25,7	142,3
Época 5	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1264,7	1164,85	961	961	1018,4	1103,05	762,2
R2-EB		10,3	19,6	19,6	12,7	24,55	14,3
EB-R3			78,25	84,35	123,7	71,35	94,7
R3-R4			20,65	14,55	16,3		47,6
R4-R7							153,5
R7-R8							63,6
R8-R9							49,5
Época 1			Método 2		Cultivares		
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1782,5	1247,9	1039,5	1032,7	998,65	1026,4	795,4
R2-EB	22,4	15,7	17	17	18,3	62,8	21,6

EB-R3	80,8	112,3	136,3	119,4	97	155,9	92,7
R3-R4	23,9	30,2	33,2	16,7	35,5	15,7	9,1
R4-R7	184,3	124	222,6	223,2	226,4	221,4	277,7
R7-R8	75,2	108,8	59,5	92,1	93,7	28,8	120,6
R8-R9	91,6	132,8	201,3	147,8	192,4	160,1	260,1
Época 2	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1640,9	1547,7	1245,3	1043,6	997,8	1336,9	713,9
R2-EB	16,3	39,6	15,5	47,9	15,3	31,4	14,0
EB-R3	129,3	21,8	144,8	93,1	93,8	104,7	109,2
R3-R4	35,2	29,2	26,9	32,3	28,8	104,7	16,5
R4-R7	134,1	169,3	154,8	136,3	137,1	225,4	222,6
R7-R8	139,5	66,0	35,3	110,2	120,8	59,3	59,5
R8-R9	110,5	134,7	135,1	174,9	142,1	104,6	232,6
Época 3	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1511,3	1434,6	1124,1	999,5	1158,6	1263,3	795,2
R2-EB	11,5	26,8	12,8	8,5	27,7	15,4	15,4
EB-R3	119,9	115,9	101,1	146,3	96,2	121,5	77,7
R3-R4	55	23,3	26,2	8,5	40	22,1	60,7
R4-R7	188,1	158,9	196,2	204,5	184,3	142,7	160,3
R7-R8	70,5	94,8	63,7	63	55,7	106	67,4
R8-R9	40,45	108,95	103,1	131,4	184,1	154,3	165,3
Época 4	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1366,1	1244,1	1047,5	1025,2	1047,5	1156,9	722,5
R2-EB		21,8	12,3	11,3	12,3	14,3	27,7
EB-R3	114,5	113,2	111,4	134,7	97,1	125,6	111,1
R3-R4	17,15	23,3	59,6	31,4	45,7	48,2	20,8
R4-R7	59,15	43,95	124,9	163,5	142,4	135,6	191,5
R7-R8		60,75	70,1	59,7	75,95	50	97,6
R8-R9		70,25	48,4	54,8	59,65	25,7	142,3
Época 5	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1264,65	1164,85	961	961	1018,4	1103,05	762,2
R2-EB		10,3	19,6	19,6	12,7	24,55	14,3
EB-R3			78,25	84,35	123,7	71,35	94,7
R3-R4			20,65	14,55	16,3		47,6
R4-R7							153,5
R7-R8							63,6
R8-R9							49,5
Época 1			Método 3		Cultivares		
Fases de desenv.	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1779,0	1244,9	1037,2	1030,4	996,4	1024,2	793,1
R2-EB	22,4	15,7	16,6	16,6	18,3	62,1	21,6
EB-R3	80,8	112,3	135,8	119,1	96,3	155,9	92,7
R3-R4	23,9	30,2	33,2	16,7	35,5	15,7	9,1
R4-R7	184,3	124,0	222,6	223,2	226,4	221,4	276,5
R7-R8	75,2	108,2	59,5	92,1	93,7	28,8	120,6
R8-R9	91,6	132,8	200,7	147,2	191,4	159,5	259,1
Época 2	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1635,1	1544,2	1241,8	1040,6	994,8	1333,4	710,9
R2-EB	16,3	39,6	15,5	47,9	15,3	31,4	14,0
EB-R3	129,3	21,8	144,8	92,5	93,8	104,7	109,2
R3-R4	35,2	29,2	26,9	32,3	28,8	104,7	16,5
R4-R7	134,1	169,3	154,8	136,3	136,5	225,4	222,6
R7-R8	139,5	66,0	35,3	110,2	120,8	59,3	59,5
R8-R9	110,5	134,7	135,1	174,9	142,1	104,6	232,0
Época 3	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1510,0	1433,3	1122,8	998,2	1157,3	1262,0	794,5
R2-EB	11,5	26,8	101,1	12,8	8,5	27,7	15,4
EB-R3	119,9	115,9		146,3	96,2	121,5	77,1
R3-R4	55,0	23,3	26,2	8,5	40,0	22,1	60,7
R4-R7	188,1	158,9	196,2	204,5	184,3	142,7	160,3
R7-R8	70,5	94,8	63,7	63,0	55,7	106,0	67,4
R8-R9	40,5	109,0	103,1	131,4	184,1	154,3	165,3
Época 4	Epagri	BR-IRGA	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7	IRGA 421
	109	409				TAIM	
EM-R2	1365,5	1243,5	1046,9	1024,6	1046,9	1156,3	721,9
R2-EB	114,5	21,8	12,3	11,3	12,3	14,3	27,7
EB-R3	17,2	113,2	111,4	134,7	97,1	125,6	111,1
R3-R4	59,2	23,3	59,6	31,4	45,7	48,2	20,8
R4-R7		44,0	124,9	163,5	142,4	135,6	191,5

R7-R8		60,8	70,1	59,7	76,0	50,0	97,6
R8-R9		70,3	48,4	54,8	59,7	25,7	142,3
Época 5	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1264,6	1164,8	961	961	1018,4	1103,0	762,2
R2-EB		10,3	19,6	19,6	12,7	24,5	14,3
EB-R3			78,2	84,3	123,7	71,3	94,7
R3-R4			20,6	14,5	16,3		47,6
R4-R7							153,5
R7-R8							63,6
R8-R9							49,5

APÊNDICE F- Duração das fases de desenvolvimento da emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2), do aparecimento do colar da folha bandeira ao emborrachamento (R2-EB), do emborrachamento ao aparecimento da panícula (EB-R3), do aparecimento da panícula a antese (R3-R4), da antese até um ou mais grãos farináceos (R4-R7), um ou mais grãos farináceos até um ou mais grãos amarelos (R7-R8), um ou mais grãos amarelos até a maturação fisiológica (R8-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado, em °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais variando durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2003/2004. Época 1= 01/09/2003, época2=20/10/2003, época 3= 21/11/003, época 4= 05/01/2004, época 5=29/01/2004.

Época 1	Método 1	Cultivares					
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1784,95	1249,95	1041,05	1034,25	1000,25	1024,85	796,95
R2-EB	14,4	11,7	13,3	13,3	10,3	47,3	13,65
EB-R3	52,8	80,3	96,3	83,6	69,5	111,9	69,9
R3-R4	15,9	22,2	25,2	12,7	23,5	11,7	12
R4-R7	128,3	92	162,6	163,2	166,4	161,4	199,9
R7-R8	51,2	173,2	206,1	68,1	69,7	20,8	88,6
R8-R9	59,6	92,8	145,7	108,2	140,4	116,5	192,1
Época 2	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1645	1550,2	1247,8	1045,7	999,9	1339,4	716
R2-EB	12,3	27,6	15,5	35,9	11,3	23,4	10
EB-R3	89,3	13,8	108,3	69,5	81,1	68,7	77,2
R3-R4	23,2	21,2	18,9	24,3	20,8	157,4	12,5
R4-R7	90,1	117,3	102,8	96,3	101,5	39,3	175,1
R7-R8	99,5	42	23,3	74,2	84,8	68,6	43,5
R8-R9	78,5	94,7	95,1	118,9	178,9		169
Época 3	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1512,2	1435,5	1125	1000,4	1159,5	1264,2	795,7
R2-EB	7,5	18,8	65,1	8,8	4,5	19,7	11,4
EB-R3	87,4	75,9	18,2	102,3	64,2	85,5	58,1
R3-R4	39	15,3	136,2	4,5	28	14,1	44,7
R4-R7	136,1	114,9	43,7	140,5	128,3	94,7	112,3
R7-R8	42,7	66,8	67,1	43	35,7	74	43,4
R8-R9	17,05	65,1		87,4	128,1	184,3	113,3
Época 4	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421
EM-R2	1366,5	1244,5	1047,9	1025,6	1047,9	1157,3	722,9
R2-EB	55,3	13,8	8,3	7,3	8,3	10,3	19,7
EB-R3	5,15	77,4	79,4	94,7	69,1	89,6	79,1
R3-R4	23,85	15,3	43,6	23,4	33,7	36,2	12,8
R4-R7		20,55	88,9	115,5	102,4	68,4	127,5

R7-R8		24,75	34,9	28,5	41,6	32,35	69,6
R8-R9		24,3	24,4	26,8	68,4	7	102,3
Época 5	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA 416	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417		TAIM	421
EM-R2	1264,65	1164,85	961	961	1018,4	1103,05	762,2
R2-EB		10,3	11,6	11,6	1,3	12,55	10,3
EB-R3			39,05	41,15	55,8	17,45	66,7
R3-R4			8,65	6,6	2,25		35,6
R4-R7							86,3
R7-R8							27,6
R8-R9							12,85
Época 1		Método 2			Cultivares		
Fases de desenv.	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417	416	TAIM	421
EM-R2	1782,5	1247,9	1039,5	1032,7	998,7	1023,3	795,4
R2-EB	14,4	10	10	10	10,3	38,6	13,65
EB-R3	51,3	78,4	86,1	76,1	60,8	97,5	56,7
R3-R4	15,9	20	20	10	23,5	10	5,1
R4-R7	120,7	79,2	148,4	148,4	148,4	148,4	173,4
R7-R8	51,2	69,5	39,2	59,2	60	19,2	79,5
R8-R9	59,6	88,2	130,9	94,2	123,4	102,5	168,1
Época 2	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417	416	TAIM	421
EM-R2	1640,9	1547,7	1245,3	1043,6	997,8	1336,9	713,9
R2-EB	10	26,5	10	30	10	20	10
EB-R3	86,8	13,8	96,2	59,2	60	67,5	67,5
R3-R4	23,2	19,5	18,1	20	19,2	148,3	10
R4-R7	89,3	112,5	100,2	90,8	87,5	39,3	148,4
R7-R8	92,6	42	23,3	71,9	80,2	68,6	39,2
R8-R9	69,4	92,5	88,6	114,6	91,8	1336,9	150,8
Época 3	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417	416	TAIM	421
EM-R2	1511,3	1434,6	1124,1	999,5	1158,6	1263,3	795,2
R2-EB	7,5	18,8	63,8	8,8	4,5	18,6	10,4
EB-R3	79,3	75,9	18	96,9	62,7	79	49,2
R3-R4	37,7	15,3	128,6	4,5	26,9	14,1	39,5
R4-R7	121,2	107,2	43,7	133,9	121,8	94,7	106,2
R7-R8	41,5	61,2	67,1	40,5	35,7	72,5	42,6
R8-R9	17,1	61,9		87,4	124,5	101,2	109
Época 4	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417	416	TAIM	421
EM-R2	1366,1	1244,1	1047,5	1025,2	1047,5	1156,9	722,5
R2-EB	54,1	13,8	8,3	7,3	8,3	10	18,6
EB-R3	5,2	68,3	77,2	92,5	67,2	81,2	72,6
R3-R4	23,85	14,1	38,1	20	30	30	12,8
R4-R7		20,55	79,8	104,3	91,2	67,2	127,5
R7-R8		24,75	33,7	27,3	40,4	22	67,4
R8-R9		24,3	24,4	26,8	26,8	7	91,2
Época 5	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417	416	TAIM	421
EM-R2	1264,7	1164,9	961	961	1018,4	1103,1	762,2
R2-EB		5,8	11,6	11,6	1,3	12,55	10
EB-R3			37,85	39,95	55,8	17,45	61,2
R3-R4			8,65	6,55	2,25		30
R4-R7							81,6
R7-R8							27,6
R8-R9							12,85
Época 1		Método 3			Cultivares		
Fases de desenv.	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417	416	TAIM	421
EM-R2	1779,0	1244,9	1037,2	1030,4	996,4	1021,0	793,1
R2-EB	14,4	6,6	3,4	3,4	10,3	21,2	13,65
EB-R3	48,3	74,6	65,7	61,1	43,4	68,7	56,7
R3-R4	15,9	15,6	9,6	4,6	23,5	6,6	5,1
R4-R7	105,5	53,6	120	118,8	112,4	122,4	140,8
R7-R8	51,2	46,1	30,6	41,4	40,6	16	61,3
R8-R9	59,6	79	101,3	66,2	89,4	74,5	120,1
Época 2	Epagri	BR-IRGA	IRGA	IRGA	IRGA	BRS 7	IRGA
	109	409	420	417	416	TAIM	421
EM-R2	1628,7	1544,2	1241,8	1040,6	994,825	1333,4	710,9
R2-EB	5,4	24,3	7	18,2	7,4	13,2	10
EB-R3	81,8	13,8	87	38,6	40,4	65,1	48,1
R3-R4	23,2	16,1	16,5	11,4	16	130,1	5
R4-R7	87,7	102,9	95	79,8	59,5	39,3	120
R7-R8	78,8	42	23,3	67,3	71	68,6	30,6
R8-R9	51,2	88,1	75,6	106	87,2		114,4

R4-R7											
R7-R8											
R8-R9											
Época 1			Método 2				Cultivares				
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1611,2	1653,5	1165,9	1071,5	1150,6	1367,5	843,3	1118,2	1266,8	1266,9	955,1
R2-EB	42,35	48,8	33	31,3	48,3	37,15	31,5	48,3	49,7	32,7	103,6
EB-R3	117,3	121,75	134,7	113,1	117,7	119,95	24,35	108,7	64,45	105,1	44,2
R3-R4	37,45	16	17	34	34	30,75	283,3	32,7	63,3	28,4	164,1
R4-R7	186,1	176,4	204,8	242,2	204,8	300,85	67,4	216,6	159,5	166,3	137,8
R7-R8	52,2		68,5	97,3	68,5	81,2	154,7	78,1	66,3	132,3	199,2
R8-R9	110,9		370,55	250,8	184,45	178,5		129,2	267,25		
Época 2			Método 2				Cultivares				
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1634,3	1533,1	1154,0	1045,4	1112,9	1366,1	750,3	1181,9	1400,7	1220,8	1045,4
R2-EB	32,6	23,7	41,3	33,5	41,1	34,6	21,95	24,8	63,9	33,6	33,5
EB-R3	125,75	142,85	122,4	88,1	122,4	132,4	108,25	111,0	105,95	107,2	64,5
R3-R4	50,4	29,95	34	28,4	24,8	37,45	32,4	43,9	129,1	4,6	38,5
R4-R7	199,9	201,45	234,75	220,6	218,3	208,2	230,45	272,8	174,3	220,3	234,0
R7-R8	38,1	40,2	97,5	78	147,45	95,2	77,45	80,9	185,55	47,9	65,0
R8-R9	138,6	152,05	83,75	262,95	100,85	70	336,05	93,7	111,65	122,4	263,3
Época 3			Método 2				Cultivares				
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1650,3	1618,6	1397,5	1131,3	1263,7	1498,2	742,7	1317,0	1349,0	1263,7	1096,7
R2-EB	24,25	16,6	32,8	31,7	23,7	24,9	33,2	16,0	32,6	37,5	34,6
EB-R3	125,5	107,4	143,2	73,4	127,15	127,2	67,5	127,3	116,55	113,3	31,7
R3-R4	53,85	47,5	31,1	38,15	31,3	11,35	30,45	62,9	41,25	31,3	61,4
R4-R7	185,1	200,6	178,3	223,75	228,8	227,4	242,8	207,9	176,7	172,9	250,25
R7-R8	37,05	31,5	71,1	41,25	68,05	38	147	51,9	95,25	69,2	48,45
R8-R9	86,8	103,6	73,15	216,9	146,5	142,3	223,5	118,9	77,65	151,0	164,65
Época 4			Método 2				Cultivares				
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1488,4	1376,1	1148,5	1102,8	1118,6	1261,8	736,5	1118,6	1292,8	1186,5	1102,8
R2-EB	24,45	14,1	38	31,3	15,5	31,1	34	15,5	30,65	24,9	31,3
EB-R3	142,5	122,65	120,4	77,35	127,7	111,6	80,8	127,7	95,75	112,1	127,7
R3-R4	55,2	14,2	31,7	33,4	31,1	26,45	32,2	31,1	42,4	15,1	31,1
R4-R7	129,85	214,05	174,2	216,9	185,6	184,45	219,25	185,6	176,65	203,6	185,6
R7-R8	49,95	37,55	77,25	51,2	78	39,95	45,75	78,0	55,2	47,9	78,0
R8-R9	120,35	79,15	129,6	180,7	98,9	142,9	79,25	98,9	112,25	137,2	201,3
Época 5			Método 2				Cultivares				
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2		937,0	740,45	963,7	767,7	855,8	668,75		930,05	991,4	768,45
R2-EB		45,35	25,5	27	9,45	40,2	33,2		17,65	32,45	29,35
EB-R3			61,75			79,4	55,1				110,05
R3-R4											39,85
R4-R7											
R7-R8											
R8-R9											
Época 2			Método 3				Cultivares				
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1591,5	1633,8	1164,0	1070,7	1148,7	1352,0	842,9	1117,2	1254,1	1254,1	954,3
R2-EB	42,4	48,8	33,0	31,0	48,3	37,2		46,9	49,1	32,7	103,6
EB-R3	117,3	121,8	122,1	110,3	106,2	119,7	31,5	90,1	62,3	102,4	43,9
R3-R4	37,5	16,0	16,0	28,9	31,9	30,8	24,4	32,7	63,3	28,4	152,3
R4-R7	186,0	176,3	204,5	235,4	204,5	296,9	281,9	211,5	155,3	162,0	135,1
R7-R8	52,2		64,5	93,3	64,5	81,1	60,3	71,3	66,3	132,3	195,0
R8-R9	104,9		370,4	250,8	184,5	168,4	148,2	129,2	267,1		
Época 3			Método 3				Cultivares				
Fases de desenv.	Epagri 109	BR-IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1614,6	1513,4	1138,5	1032,6	1097,4	1346,4	749,5	1166,4	1381,0	1205,3	1032,6
R2-EB	32,6	23,7	41,3	32,9	41,1	34,6	22,0	24,8	63,9	33,3	32,9
EB-R3	125,5	142,7	122,1	85,9	122,1	132,4	108,0	110,7	106,0	103,2	62,3
R3-R4	46,1	30,0	30,0	28,4	24,8	37,5	31,6	39,9	129,0	4,6	38,5
R4-R7	197,4	195,5	234,8	216,3	214,3	208,1	216,9	272,8	168,4	220,3	229,8
R7-R8	38,1	40,2	97,4	78,0	147,5	89,3	77,5	80,8	184,7	47,9	65,0
R8-R9	138,6	151,2	83,8	262,7	100,6	70,0	331,8	93,7	111,7	122,3	263,1

	109	IRGA 409	420	417	416	TAIM	421	406	A	P	DO
EM-R2	1624,5	1592,8	1377,8	1111,6	1244,0	1478,4	733,8	1297,3	1329,3	1244,0	1077,0
R2-EB	24,3	16,6	32,7	31,7	23,7	24,9	29,4	16,0	32,60	37,5	34,6
EB-R3	124,7	107,4	139,0	73,4	126,9	121,3	64,8	127,1	116,41	113,2	31,7
R3-R4	53,9	46,7	29,4	38,2	31,3	11,4	30,5	62,9	41,25	31,3	61,4
R4-R7	180,9	197,8	177,5	223,5	222,9	226,6	238,6	201,9	170,75	166,9	250,1
R7-R8	37,1	30,2	71,1	41,3	68,1	38,0	147,0	51,1	94,40	69,2	48,5
R8-R9	86,8	103,6	73,2	211,0	145,6	138,2	223,4	118,9	77,65	150,1	158,7
Época 4	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1462,1	1350,7	1129,1	1083,3	1099,1	1238,1	721,2	1099,1	1267,5	1167,1	1083,3
R2-EB	24,5	14,1	38,0	31,3	15,5	29,4	30,0	15,5	30,7	24,9	31,3
EB-R3	139,7	121,8	114,5	77,4	123,5	111,6	80,8	123,5	95,8	106,2	123,5
R3-R4	53,9	14,2	31,7	33,1	29,4	26,5	32,2	29,4	41,6	15,1	29,4
R4-R7	129,9	209,9	173,4	210,4	184,7	183,6	219,1	184,7	176,7	202,8	184,7
R7-R8	50,0	37,6	77,3	51,2	78,0	37,1	45,8	78,0	52,4	47,9	78,0
R8-R9	120,4	79,2	125,4	177,9	96,1	141,6	79,3	96,1	111,0	133,1	197,1
Época 5	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2		930,3	733,8	957,0	761,0	849,1	662,1		923,4	984,7	761,8
R2-EB		45,4	25,5	27	9,5	40,2	33,2		17,7	32,45	29,4
EB-R3			61,8			79,4	55,1				110,1
R3-R4											39,9
R4-R7											
R7-R8											
R8-R9											

APÊNDICE H- Duração das fases de desenvolvimento da emergência ao aparecimento do colar da folha bandeira (EM-R2), do aparecimento do colar da folha bandeira ao emborrachamento (R2-EB), do emborrachamento ao aparecimento da panícula (EB-R3), do aparecimento da panícula a antese (R3-R4), da antese até um ou mais grãos farináceos (R4-R7), um ou mais grãos farináceos até um ou mais grãos amarelos (R7-R8), um ou mais grãos amarelos até a maturação fisiológica (R8-R9) de diferentes cultivares de arroz irrigado e de dois biótipos de arroz vermelho, em °C dia calculado pelos diferentes métodos com temperaturas cardinais variando durante o ciclo de desenvolvimento. Santa Maria, RS, 2004/2005. época 1=02/09/2004, época 2=07/10/2004, época 3=04/11/2004, época 4=03/12/2004, época 5=02/03/2005.

Época 1	Método 1	Cultivares									
Fases de desenv.	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1625,05	1667,4	1167,15	1071,95	1151,85	1378,35	843,6	1118,2	1275,8	1275,8	955,55
R2-EB	30,35	36,8	25	23,5	36,3	25,15		34,6	38,1	23	
EB-R3	85,3	85,75	111,6	87,1	97,8	84,15	19,5	84,7	49,95	19,45	67,55
R3-R4	25,45	12	13,7	29,6	27,5	22,75	16,35	24,7	43,3	10,5	32,35
R4-R7	138,2	128,5	144,95	183	144,95	215,65	200,3	156,6	114,5	16,4	132,4
R7-R8	36,2		47,3	72,05	47,3	61,3	56,4	58,1	46,3	10,5	103,65
R8-R9	87,05		270,65	174,75	132,45	130,5	119,35	89,2	195,35		142,2
Época 2	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	2474,8	1547	1164,85	1054,35	1123,75	1380	750,75	1192,7	1414,6	1231,6	1054,3
R2-EB	24,6	15,7	29,3	25,9	29,1	22,6	13,95	16,85	47,9	25,8	25,9
EB-R3	89,75	106,95	86,55	65,55	86,55	96,4	76,45	79,2	73,95	77,95	49,95
R3-R4	41,35	21,95	28,8	20,35	16,8	25,45	25	34,7	97,2	0,6	26,5
R4-R7	145,7	149,65	162,75	155,55	157,1	152,3	184,05	192,75	130,5	156,25	165

R7-R8	22,05	28,2	73,6	58	107,45	75,4	53,45	61	130,15	35,9	49
R8-R9	90,6	104,65	59,75	190,95	72,85	50	239,05	65,7	75,65	90,5	191,35
Época 3	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1512,2	1636,8	1411,35	1145,2	1277,6	1512,2	749,0	1330,9	1362,9	1277,6	1110,6
R2-EB	16,9	12,6	24,9	23,7	15,7	16,9	27,9	12	24,6	25,45	22,6
EB-R3	99,4	75,4	106,2	53,4	95,15	99,4	53,4	95,35	84,65	85,4	23,7
R3-R4	7,35	32,1	24,3	26,15	23,3	7,35	22,45	42,95	29,25	23,3	45,4
R4-R7	156	134,6	126,9	163,75	169	156	169,8	156,05	132,9	129,05	182,35
R7-R8	22	24,4	47,05	29,25	48,05	22	107	36,55	63,85	49,15	32,45
R8-R9	97,2	55,6	45,15	161,1	99,05	97,2	163,65	78,95	53,65	103,55	124,85
Época 4	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1506,85	1393,9	1162,2	1116,45	1132,25	1278,45	747,3	1132,2	1310,7	1200,2	1116,4
R2-EB	16,45	10,1	26	23,3	11,5	24,3	28,8	12,1	22,65	16,9	23,3
EB-R3	96,5	83,25	92,6	53,35	94,7	79,6	52,8	94,75	67,75	88,3	94,7
R3-R4	40,1	10,2	23,7	25,55	24,3	18,45	24,2	24,3	31	11,1	24,3
R4-R7	60,25	144,95	118,8	161,5	130,15	121,05	159,35	130,2	112,65	140,2	130,15
R7-R8	25,95	17,55	53,25	31,15	54	29,95	33,75	54	41,2	31,85	54
R8-R9	68,35	29,55	88,45	122,7	64,9	87,8	55,25	64,95	65,15	92,1	132,15
Época 5	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2		941,7	745,15	968,4	772,4	860,5	673,45		934,7	996,1	773,2
R2-EB		21,4	13,5	11	8,7	28,2	21,2		9,65	32,45	12,7
EB-R3			30,55			43,4	31,1				74,1
R3-R4											23,9
R4-R7											
R7-R8											
R8-R9											
Época 1											
Fases de desenv.	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1611,20	1653,5	1165,9	1071,5	1150,6	1367,5	843,3	1118,2	1266,8	1266,8	955,05
R2-EB	28,7	30	20	20	30	25,15	19,5	29,7	30	20,5	67,55
EB-R3	76,3	81,75	80	70	70	77,3	16,35	60,0	39,55	19,45	28,85
R3-R4	25,45	10	10	20	20	20	183,3	20,0	42,4	10,5	100
R4-R7	118,6	112,7	132,5	152	132,5	190,25	40	135,9	97	16,4	85,15
R7-R8	33,9		38,5	60,5	38,5	50	95,15	46,6	42	10,5	123,8
R8-R9	70		240,4	160,3	121,8	112,45		78,5	171,75		
Época 2	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1634,30	1533,1	1154,0	1045,4	1112,90	1366,1	750,25	1181,8	1400,7	1220,7	1045,3
R2-EB	20	15,7	28,4	20	26,2	22	13,95	16,85	40	20	20
EB-R3	82,5	89,75	77,9	55,2	79,7	86,3	71,55	70,5	71,75	66,4	39,55
R3-R4	30	20	20	19,5	16,6	25,45	20	25,9	80	0,6	25,6
R4-R7	132,9	129,8	150,3	136,4	135,1	132,7	139,55	174,35	112,45	143,75	145,8
R7-R8	22,1	28,1	60	49	95,2	59,7	52,4	50	121,6	30	40
R8-R9	87,9	98,55	55,6	171,4	65,2	46,25	211	62,45	74,05	78,6	171,75
Época 3	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1650,30	1618,6	1397,5	1131,3	1263,70	1498,2	742,75	1317	1349,0	1263,7	1096,7
R2-EB	16,3	10	20	20	15,7	16,9	20	12	20	25,45	22
EB-R3	81,3	73,1	92,5	47	79,8	80	40	82,1	75,55	70	20
R3-R4	36,5	28,5	20	26,2	20	7,35	19,55	42,95	26,9	20	39
R4-R7	113,3	126,9	118,4	144,2	148,7	149,6	151,4	135,45	115,45	112,45	162,75
R7-R8	21,05	20	45,7	26,9	46,9	22	96,3	32,95	59,45	45,45	32,45
R8-R9	33,2	55,6	45	142,9	93,9	86,7	144,05	77,35	52,05	98,55	105,45
Época 4	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO
EM-R2	1488,4	1376,1	1148,5	1102,8	1118,6	1261,8	736,5	1118,5	1292,8	1186,5	1102,7
R2-EB	16,5	10	25,6	20	10	20	20	12,1	20	16,9	20
EB-R3	88,8	78,55	76,9	52,5	82,5	75,45	48,5	82,95	65,45	70	82,45
R3-R4	35,7	10	20	20	20	17,65	20	24,2	27,4	10	20
R4-R7	60,3	133,05	114	142,9	121,6	115,85	141,75	121,7	109,95	134	121,6
R7-R8	26	17,55	51,7	31,2	52,4	23,85	30	52,4	35,7	31,65	52,4
R8-R9	68,35	29,55	78	114,5	58,8	83,4	52,45	58,85	61,25	81,6	121,65
Época 5	Epagri 109	BR- IRGA 409	IRGA 420	IRGA 417	IRGA 416	BRS 7 TAIM	IRGA 421	EEA 406	AVCC A	AVCC P	HÍBRI DO

