



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Filocrono em cultivares de arroz de terras baixas irrigado por aspersão



*Alex Cristiano Bartz*¹; *Martina Muttoni*²; *Gentil Félix Da Silva Neto*³; *Vanderley De Lima Tartaglia*⁴; *Gabriel Rodrigues Landskron*⁵; *Cleber Maus Alberto*⁶.

¹ Acadêmico do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica - CNPQ, UNIPAMPA, Itaqui – RS Fone: (55)9621-3878, alex_bartz@hotmail.com

² Acadêmica do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica - FAPERGS, UNIPAMPA, Itaqui – RS.

³ Acadêmico do Curso de Agronomia, Bolsista PET, UNIPAMPA, Itaqui – RS.

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia, Bolsista de Iniciação Científica - CNPQ, UNIPAMPA, Itaqui – RS.

⁵ Acadêmico do curso de Agronomia, UNIPAMPA, Itaqui – RS.

⁶ Doutor, Professor adjunto, UNIPAMPA, Itaqui – RS.

RESUMO: Objetivou-se com o este trabalho determinar o filocrono em cultivares de arroz de terras baixas irrigadas por aspersão. O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa – Campus Itaqui, o solo do local é classificado como Plintossolo Háplico e o clima do local segundo a classificação climática de Köppen é Cfa, que significa subtropical sem estação seca definida. O delineamento foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo os tratamentos compostos de cinco lâminas de irrigação (0%, 50%, 100%, 150% e 200% da evapotranspiração da cultura), três cultivares (IRGA 428, IRGA 429 e XP 102 CL – marca pré-comercial) e quatro repetições. A semeadura foi realizada no dia 17 de Novembro de 2014 sendo cada parcela composta por 18 linhas com espaçamento de 0,17 m e 5 m de comprimento. A necessidade de irrigação foi determinada a partir da evapotranspiração da cultura (ETc), multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ETo) pelo coeficiente de cultura (Kc). A ETo foi estimada através da equação de Penman-Montheith. Os dados de temperatura, precipitação pluviométrica, vento, umidade relativa do ar e radiação solar foram obtidos na estação meteorológica automática situada a 200 m do local de cultivo. Foram realizadas determinações da escala de Haun (HS) em intervalos de aproximadamente 10 dias para a estimativa do filocrono. Para isto foi ajustada uma regressão linear entre HS e a soma térmica acumulada (STa) a partir da emergência para cada cultivar e lâmina de irrigação. O filocrono foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre HS e STa. Os valores de filocrono variaram de 171,4 a 191,2 °C dia folha⁻¹, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Deste modo, pode-se adotar o valor médio de 182,3 °C dia folha⁻¹ para as cultivares e lâminas de irrigação por aspersão utilizadas neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa*, estresse hídrico, taxa de aparecimento de folhas.

Phyllochron in lowland rice cultivars irrigated by sprinkler

ABSTRACT: The aim of this work was to determine the phyllochron of cultivars of lowland rice under sprinkler irrigation. The experiment was carried out in the experimental area of the Federal University of Pampa - Campus Itaqui. The soil is classified as Haplic Plinthosol and and the Koppen climate classification is Cfa, which means humid subtropical climate. The experimental was laid out in randomized blocks design with subdivided plots, being the treatment with five irrigation depths (0%, 50%, 100%, 150% and 200% of crop evapotranspiration) and three cultivars (IRGA 428, IRGA 429 XP 102 – pre commercial), with 4 replicates. The date of sowing was November 17, 2014. Each plot consisted of 18 lines with spacing of 0.17 m and 5 m length. The depth of irrigation was determined from the crop evapotranspiration (ETc), multiplying the reference evapotranspiration (ETo) by crop coefficient (Kc). The ETo was estimated by the Penman-Montheith equation. Air temperature data, rain,



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

wind speed, relative humidity and solar radiation were obtained from the automatic weather station located 200 meters from the site of experiment. It was measured Haun stage (HS) in intervals of 10 days to estimate the phyllochron. For this, it was fitted a linear regression between HS and thermal sum accumulated from the emergence to flag leaf for each cultivar and irrigation depths. So, the phyllochron was estimated as the inverse of the slope of the linear regression between HS and STa. Phyllochron values ranged from 171.4 to 191.2 °C day leaf⁻¹, with no significant difference between treatments. Thus, is possible adopt the average value of 182.3 °C day leaf⁻¹ for the cultivars of lowland rice and irrigation depths used in this study.

KEY WORDS: *Oryza sativa*, water stress, leaf appearance rate.

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz de terras baixas no Rio Grande do Sul é realizado com irrigação por inundação, requerendo a manutenção de uma lâmina d'água sob o solo durante grande parte do ciclo de desenvolvimento da cultura. Nesse sistema, ocorre o pleno atendimento das necessidades hídricas da cultura, mas também ocorrem perdas por evaporação, fluxo lateral e percolação, possuindo baixa eficiência do uso da água (EUA) (Stone, 2005). Assim, o cultivo sob irrigação por aspersão surge como alternativa para elevar a EUA, uma vez que o fornecimento é realizado visando manter a umidade do solo próxima da capacidade de campo, diminuindo as perdas por evaporação, fluxo lateral e percolação.

Portanto, a utilização do sistema de irrigação por aspersão em arroz de terras baixas pode contribuir para diminuir consumo de energia e o impacto ambiental devido a menor exploração dos recursos hídricos. Porém, caso a irrigação não seja realizada na quantidade e no momento correto, pode ocasionar déficit hídrico ou diminuição da EUA.

A ocorrência do déficit hídrico limita a fotossíntese e a expansão foliar (Taiz & Zeiger, 2009), e pode reduzir a taxa de aparecimento de folhas (Bosco et al., 2009). Por consequência disso, menor quantidade de reservas é acumulada nos tecidos, como as folhas, limitando o crescimento e o desenvolvimento da planta, conseqüentemente, diminuindo a produtividade de grãos da cultura. A ocorrência de estresses abióticos neste período como a deficiência hídrica, pode alterar a duração da fase vegetativa e a taxa de aparecimento de folhas (Wopereis et al., 1996).

Para quantificar a duração dos estágios de desenvolvimento das plantas pode se utilizar o método da soma térmica, que é um indicador mais realista sob o ponto de vista biológico do que dias do calendário civil (McMaster et al., 2003). No período de desenvolvimento vegetativo pode ser utilizado o conceito de filocrono, que é o intervalo de tempo, em °C dia, entre a emissão de duas folhas consecutivas no colmo principal da planta (Wilhelm & McMaster, 1995).

Assim, objetivou-se determinar o filocrono de diferentes cultivares de arroz de terras baixas submetidas a diferentes lâminas de irrigação por aspersão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal do Pampa (Latitude 29°09'21.68" S; Longitude 56°33'02.58" W; altitude de 74 metros), no município de Itaqui situado na Fronteira-Oeste do Rio Grande do Sul. Segundo a classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Cfa, subtropical sem estação seca definida. O solo do local de estudo é classificado como Plintossolo Háplico (EMBRAPA, 2006).

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo os tratamentos compostos de cinco lâminas de irrigação (0%, 50%, 100%, 150% e 200% da evapotranspiração da cultura) e três cultivares (IRGA 428, IRGA 429 e XP 102 CL – marca pré-comercial) com quatro repetições. A semeadura foi realizada no dia 17 de novembro de 2014 sendo cada parcela composta por 18 linhas com espaçamento de 0,17 m e 5 m de comprimento, totalizando área de 9,18 m² por parcela. A densidade de semeadura foi de 100 kg ha⁻¹ para as cultivares IRGA 428 e IRGA 429 e de 50 kg ha⁻¹ para a cultivar XP 102 CL, que é um híbrido, o que explica a baixa densidade de semeadura.

A necessidade de irrigação foi determinada a partir da evapotranspiração da cultura (ET_c), multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) pelo coeficiente de cultura (K_c). A ET_o foi estimada através da equação de Penman-Montheith (Allen et al., 1998) a partir de dados de temperatura, umidade relativa do ar, vento e radiação solar obtidos na estação meteorológica automática situada a 200 m do local de cultivo. Os valores de coeficiente de cultura (K_c) foram de 1,05 até 20 dias após a emergência (DAE), de 1,125 de 21 até 40 DAE, de 1,2 de 41 até 95 DAE, e de 0,9 a partir da maturidade fisiológica (Allen et al., 1998).

A adubação foi realizada de acordo com a recomendação para a cultura de arroz segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo para os solos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004) com uma estimativa de produção de 12 t ha⁻¹. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil para a cultura de arroz (SOSBAI, 2010).

A data de emergência das plantas (27/11/2014) foi considerada quando 50% das plantas estavam visíveis acima do nível do solo. Duas semanas após a emergência (18/12/2015) foram demarcadas quatro plantas por parcela, nas quais foram realizadas as medidas do Estágio de Haun (HS) (Haun, 1973).

A soma térmica acumulada (ST_a, °C dia) da fase vegetativa de cada cultivar foi calculada pelo somatório da soma térmica diária (ST_d), ou seja, ST_a = ΣST_d. A temperatura base adotada foi de 9,3 °C para as cultivares e de 8,0 °C para o híbrido (Lago et al., 2009). A partir da ST_a, foi calculada a duração de cada fase de desenvolvimento vegetativo, em graus-dia (°C dia).

Uma regressão linear entre HS na haste principal e a ST_a a partir da emergência foi ajustada para cada cultivar e lâmina de irrigação. O filocrono foi estimado como sendo o inverso do coeficiente angular da regressão linear entre HS e ST_a (Streck et al., 2005).

Os dados foram submetidos a análise da variância (ANOVA) pelo teste de F, quando significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Para os tratamentos com diferentes lâminas de água aplicada foi feita análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os dados apresentados na Figura 1, verificou-se a ocorrência de precipitações frequentes e elevadas durante o período de avaliação, totalizando 31 eventos e um volume de 721,6 mm. Isto representa mais do que o dobro da evapotranspiração do período (330,4 mm). Em função disso, os tratamentos (lâminas de irrigação) foram aplicados somente em oito eventos, totalizando 114,5 mm.

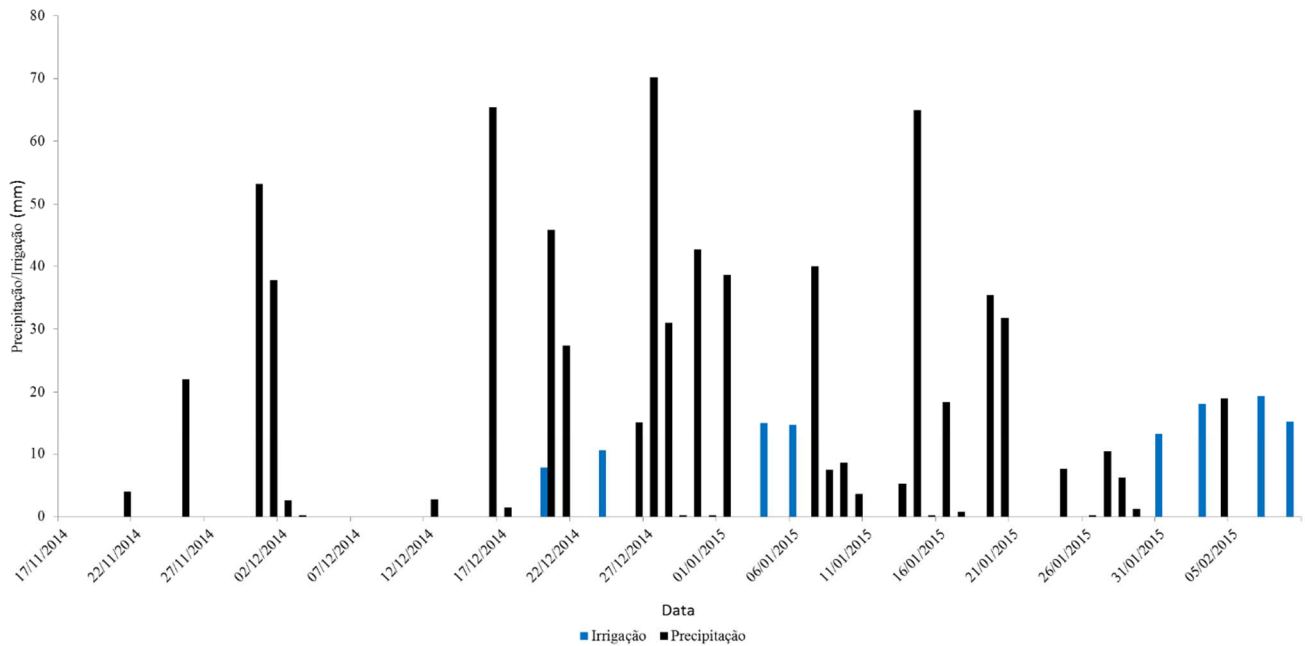


Figura 1. Dados de irrigação (lâmina de 100% da ET_c, mm) e de precipitação pluviométrica (mm) da estação meteorológica automática situada próxima do local de cultivo durante a fase vegetativa de arroz de terras baixas irrigado por aspersão. Itaqui – RS, 2015.

Com base nos resultados obtidos na análise de variância (ANOVA) deste experimento, verificou-se que não houve diferença significativa para o filocrono de cultivares de arroz de terras baixas sob lâminas de irrigação por aspersão (Tabela 1), com valores entre 171,4 a 191,2 °C dia folha⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 1. Análise de variância (ANOVA) pelo Teste F do filocrono de cultivares de arroz de terras baixas (IRGA 428, IRGA 429 e XP 102 CL) irrigadas por aspersão (0%, 50%, 100%, 150% e 200% da ET_c), em um delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas:

FV	GL	QM
Bloco	3	6797,09*
Lâmina	4	1045,40 ^{NS}
Erro 1	12	730,48
Cultivar	2	1891,45 ^{NS}
Lâmina*Cultivar	8	591,86 ^{NS}
Erro 2	30	781,27
Total	59	-

FV: fator de variação; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; * significativo P<0,05; ^{NS} não significativo.

Tabela 2. Filocrono de cultivares de arroz de terras baixas (IRGA 428, IRGA 429 e XP 102 CL) irrigadas com por aspersão (0%, 50%, 100%, 150% e 200% da ETc). Itaqui – RS, 2015.

LÂMINAS	FILOCRONO (°C dia folha ⁻¹)
0%	188,46
50%	187,63
100%	191,21
150%	172,07
200%	172,34
CULTIVARES	FILOCRONO (°C dia folha ⁻¹)
IRGA 428	171,40
IRGA 429	185,73
XP 102 CL	189,90
MÉDIA	182,34

As cultivares IRGA 428 e XP 102 CL tiveram duração média de ciclo vegetativo de 58 e 60 dias, respectivamente, e a cultivar IRGA 429 de 67 dias. Conforme a classificação proposta por Alonço et al. (2005), são classificadas como cultivares de ciclo médio e semi-tardio, respectivamente. Streck et al. (2007), em estudo com sete genótipos de arroz, evidenciou diferença estatística no filocrono, mas que esta pode ser desconsiderada, pois a diferença de valores de soma térmica ao longo do ciclo de desenvolvimento correspondeu a aproximadamente um dia do calendário civil.

Os valores obtidos neste trabalho foram bem superiores aos encontrados por Streck et al. (2007), que obteve uma média de filocrono com 60 °C dia folha⁻¹, sendo praticamente um terço dos valores do presente trabalho. A grande diferença entre os valores pode ser devido as diferentes condições de cultivo nos dois trabalhos. O sistema de irrigação por aspersão possui um microclima diferente daquele encontrado na condição de inundação, fato este que pode ter contribuído para os maiores valores do filocrono.

As diferentes condições hídricas propiciadas pelas lâminas de irrigação não modificaram o filocrono das cultivares. Fato este que não corrobora com resultados obtido por outros autores, como Silva et al. (2005), em cultivo de gramíneas forrageiras sob diferentes regimes hídricos e Bosco et al. (2009), em cultivo de arroz com e sem irrigação, em que definiram que a ocorrência de restrição hídrica afetou o filocrono das plantas.

Conforme observado na Figura 1, a precipitação superou a evapotranspiração no período de avaliação, evitando a ocorrência de déficit hídrico para a cultura devido estas terem ocorrido em intervalos frequentes. Assim, justifica-se a ausência de significância entre as lâminas de irrigação, que mesmo na sua ausência, não haveria alteração nos resultados.

Porém, justifica-se o uso do sistema de irrigação por aspersão devido a economia de água em relação ao sistema de irrigação por inundação. Segundo as recomendações de cultivo de arroz inundado, a área deve ser alagada desde o perfilhamento da cultura, com uma vazão de 1,4 a 2,1 L s⁻¹ ha⁻¹ para manutenção da lâmina d'água no solo (SOSBAI, 2010). Como foi um ano muito chuvoso haveriam grandes perdas de água por infiltração, percolação e escoamento superficial além do que ocorre em anos em que a precipitação é menor do que a evapotranspiração, fato este que possibilitaria a redução da vazão para o mínimo recomendado.

Estimando-se o consumo de água pelo sistema de inundação, seguindo a recomendação de 1,4 L s⁻¹ ha⁻¹, somente no período de avaliação seriam consumidos 8568 m³ ha⁻¹. Estes valores são bem superiores ao consumido no sistema de aspersão. Para exemplificar, na lâmina de maior consumo (200% da ETc), seriam gastos 2290 m³ ha⁻¹, suprimindo assim as demandas da cultura com apenas 26,7% do volume de água consumido no sistema tradicionalmente adotado.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Considerando que dos custos de produção, o sistema de irrigação por inundação corresponde a aproximadamente 20% do custo total da lavoura orizícola (IRGA, 2013), o maior custo inicial de instalação do sistema de aspersão poderia apresentar retorno num curto intervalo de tempo. Além disso, a utilização deste sistema de irrigação ainda traria outros benefícios como a possibilidade de rotação de culturas, redução dos impactos do preparo de solo, menor necessidade de mecanização, e principalmente benefícios ambientais, sendo que a inexistência de lâmina de água sobre a superfície do solo reduz a emissão de metano para a atmosfera e o consumo de água.

Apesar dos resultados promissores obtidos com a utilização do sistema de irrigação por aspersão em cultivo de arroz de terras baixas, ainda são necessários mais estudos. A realização de experimentos em outras condições meteorológicas permitirá um maior conhecimento das respostas desta cultura em diferentes condições hídricas.

CONCLUSÕES

O filocrono não foi alterado para as cultivares e lâminas de irrigação utilizadas nas condições de estudo, podendo ser adotado o valor médio de 182,3 °C dia folha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G. et al. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p.
- ALONÇO, A. S. et al. **Cultivo de arroz irrigado no Brasil**. Embrapa Clima Temperado, 2005. (Versão eletrônica).
- BOSCO, L. C.; GRIMM, E. L.; STRECK, N. A. Crescimento e desenvolvimento de genótipos de arroz cultivados em solo alagado e não alagado. **Revista Ceres**, v. 56, p. 796-804, 2009.
- CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: CQFS-RS/SC 2004.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306p.
- HAUN, J. R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**. v.65, p.116-119, 1973.
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. **Custo de produção do arroz irrigado médio ponderado no Rio Grande do Sul no sistema de cultivo mínimo**, 2013. Disponível em: <http://www.irga.rs.gov.br/upload/20140318133121custo_de_producao_medio_ponderado_arroz_irrigado_2013_14.pdf> Acessado em: 11/06/2015.
- LAGO, I.; STRECK, N. A.; CARVALHO, M. P.; FAGUNDES, L. K.; PAULA, G. M.; LOPES, S. J. Estimativa da temperatura base do subperíodo emergência – diferenciação da panícula em arroz cultivado e arroz vermelho. **Revista Ceres**, v. 56, p. 288-295, 2009.
- MCMMASTER, G. S.; WILHELM, W. W.; PALIC, D. B.; PORTER, J. R.; JAMIESON, P. D. Spring wheat leaf appearance and temperature: extending the paradigm. **Annals of Botany Company**, 2003.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

SILVA, M. M. P.; ERBESDOBLER, E. D.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F. C.; ANDRADE JUNIOR, P. S. C.; BRESSAN-SMITH, R. E. Respostas Morfogênicas de Gramíneas Forrageiras Tropicais sob Diferentes Condições Hídricas do Solo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2005.

SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil In: **SOSBAI, Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado**. SOSBAI: Bento Gonçalves, 2010. 188 p.

STONE, L. F. **Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 48 p.

STRECK, N. A.; BOSCO, L. C.; MENEZES, N. L.; GARCIA, D. C.; ALBERTO, C. M.; LAGO, I. Estimativa do filocrono em cultivares de trigo de primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Piracicaba, v. 13, n.3, p. 423-429, 2005.

STRECK, N. A.; MICHELON, S.; ROSA, H. T.; WALTER, L. C.; BOSCO, L. C.; PAULA, G. M. de; CAMERA, C.; SAMBORANHA, F. K.; MARCOLIN, E.; LOPES, S. J. Filocrono de genótipos de arroz irrigado em função da época de semeadura. **Ciência Rural**, v. 37, p. 323-329, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, Ed. 3, 2004.

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

WOPEREIS, M. C. S.; KROPFF, M. J.; MALIGAYA, A. R.; TUONG, T. P. Drought-stress responses of two lowland rice cultivars to soil water status. **Field Crops Research**, v. 46, p. 21-39, 1996.