

ISSN 0104-1347

Caracterização do período semeadura-floração, de cultivares de arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais¹

Characterization of period seedling-flowering the cultivars of dry farming rice in the State of Minas Gerais, Brazil¹

Alexsandra Duarte de Oliveira², José Maria Nogueira da Costa³, Roberto de Aquino Leite⁴, Plínio César Soares⁵ e Antonio Alves Soares⁶

Resumo - No trabalho foi estabelecido o requerimento térmico de sete cultivares de arroz de sequeiro durante o subperíodo semeadura-floração utilizando-se do método de graus-dias dados pela temperatura média do ar e temperatura-base. Os cultivares Caiapó, Canastra, Confiança, Douradão, Guarani, Rio Doce e Rio Paranaíba necessitaram de 1421, 1351, 1462, 1175, 1151, 1179 e 1471 graus-dia, respectivamente. Uma comparação entre a variabilidade do total de graus-dias acumulados da semeadura à floração e a variabilidade no total de dias da semeadura à floração para esses cultivares, considerando diferentes datas de semeadura, diferentes localidades e vários anos agrícolas, não mostrou superioridade do método de graus-dias em relação ao método convencional baseado em número de dias do calendário.

Palavras-chave: graus-dias, arroz, sequeiro

Abstract - In the work the thermal solicitation of cultivars seven of sequeiro rice was established during the period sowing to flowering used of the method of degree-days based by medium temperature of the air and temperature-base. The cultivars Caiapó, Canastra, Confiança, Douradão, Guarani, Rio Doce and Rio Paranaíba needed 1421, 1351, 1462, 1175, 1151, 1179 and 1471 degree-days, respectively. A comparison among the variability of the total of accumulated degree-days of the sowing to flowering and the variability in the total of days from the sowing to flowering for those cultivars, considering different sowing dates, different places and several agricultural years, it didn't show superiority of the method of degree-days in relation to the conventional method based on days of calendar.

Key words: degree-days, rice, dry farming

Introdução

O arroz é uma cultura típica dos trópicos úmidos, sendo o segundo cereal mais cultivado no mundo, superado apenas pelo trigo. Dados da safra de 1997/98 fornecidos pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos revelam que a produção mundial nesse ano agrícola foi de 562.042 milhões de toneladas. A participação do Brasil nessa produção foi apenas 1,66%, com uma área cultivada de 2.071.728ha e produtividade média de 3.449kg/

ha, ocupando o 11º lugar no ranking mundial (FAEMG, 1999).

O arroz é cultivado em uma ampla faixa de condições climáticas. Do ponto de vista térmico, LEONARD & MARTIN (1963) afirmam que o cultivo de arroz é muito bem sucedido em regiões que apresentam temperatura média do ar, durante toda a estação de crescimento, superior ou igual a 22°C. MOTA (1980) analisou as regiões produtoras de arroz na América Latina com relação à temperatura

¹Parte da dissertação de Mestrado do 1º autor, financiada pela UFV e pelo CNPq

²Aluna de Doutorado em Ciência do Solo/UNESP-Jaboticabal, e-mail: aduarte@fcav.unesp.br

³Professor PhD do Departamento de Engenharia Agrícola da UFV, CEP 36571 Viçosa-MG

⁴Professor Dr do Departamento de Fitotecnia da UFV, CEP 36571 Viçosa - MG

⁵Pesquisador da EPAMIG, CEP 36570 Viçosa - MG

⁶Professor Dr do Departamento de Agricultura da UFLA, CEP 36200 Lavras - MG

média do ar no mês de janeiro e constatou que não existe nenhuma região produtora de arroz onde a temperatura é inferior a 20°C. Segundo GRIST (1975) as exigências térmicas do arroz, da semeadura à maturação, variam de 16 a 38°C.

Uma das técnicas comumente utilizadas para se quantificar a resposta das plantas à temperatura ambiental é o conceito de graus-dia. Este conceito, proposto por Reaumur (1735), citado por ROBERTSON (1973), assume que o crescimento e o desenvolvimento das plantas estão mais relacionados com o acúmulo de temperaturas acima da temperatura-base do que com o número de dias do calendário. Temperatura-base é conceituada como a temperatura abaixo da qual não ocorre crescimento. Os graus-dia são calculados pelo somatório das diferenças entre a temperatura média diária e a temperatura-base, a partir de uma data especificada. Nesse conceito está implícito a existência de uma relação linear entre a temperatura do ar e o crescimento e desenvolvimento da planta, embora tenha sido observado que nem sempre essa condição é assegurada, podendo ser comprovada no trabalho de MASSIGNAM & ANGELOCCI (1993).

A utilização desse conceito em regiões tropicais pode nem sempre apresentar os mesmos resultados satisfatórios obtidos em regiões temperadas. Diversos são os trabalhos de graus-dias que mostram superioridade do método em relação aos dias do calendário (ARNOLD, 1959; MILLS, 1964; STANSEL, 1975) nos Estados Unidos, OWEN (1971) na Austrália, embora OLIVEIRA et al. (1998) não tenham encontrado diferenças entre graus-dias e dias do calendário, o que não invalida o método, apenas sugere cautela na sua utilização. Nos trópicos, as variações sazonais da temperatura do ar são, em geral, menores do que em regiões temperadas (MOTA, 1983). Além disso, a variação de altitude entre localidades, como é o caso de Minas Gerais, deve ser considerada no desenvolvimento das culturas, uma vez que a temperatura do ar decresce em média 0,6 °C para cada 100m de elevação. A Tabela 1 apresenta resultados de exigências térmicas de vários cultivares de arroz, da semeadura à floração e da semeadura à maturação, obtidos no Brasil, onde os resultados apresentados mostram claramente a carência de informações básicas sobre a agroclimatologia da cultura de arroz no Brasil.

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo determinar a soma de graus-dias e dias do calendário necessários para o subperíodo semeadura-floração de sete cultivares de arroz de sequeiro, além de comparar o método de graus-dias e dias do calendário para o mesmo subperíodo.

Material e métodos

O trabalho foi realizado utilizando-se dados experimentais obtidos em onze localidades produtoras de arroz de sequeiro do Estado de Minas Gerais, Figura 1. Os dados diários de precipitação pluvial, temperatura máxima, mínima e média do ar, referentes aos anos agrícolas apresentados na forma de médias na Tabela 2, foram fornecidos pela EPAMIG e pelo INMET. As temperaturas diárias máxima (T_{máx.}) e mínima do ar (T_{mín.}) foram utilizadas na soma dos graus-dia acumulados (GDA), da semeadura à floração, conforme a equação:

$$GDA = [(T_{\max.} + T_{\min.})/2] - T_b \quad (1)$$

Obtiveram-se os dados fenológicos datas de semeadura, floração e maturação de sete cultivares de arroz de sequeiro, durante os anos agrícolas de 1984-96, em 11 localidades produtoras do Estado de Minas Gerais, a partir de experimentos conduzidos pela EPAMIG. O estágio de floração, que se inicia com a emergência da panícula, através da bainha da "folha bandeira", foi definido quando cerca de 50% das plantas apresentavam flores abertas. O estágio de maturação foi definido quando os 2/3 superiores das panículas estavam amareladas.

A temperatura-base (T_b) adotada foi de 10°C, conforme recomendação feita por Nuttonson (1965), citado por McMASTER & WILHELM (1997) que testou três diferentes temperaturas-base para cultivares de arroz, concluindo que a de 10°C foi a que apresentou melhor consistência, como a temperatura mínima para germinação e crescimento da cultura. Não houve necessidade de se aplicar um limite superior para as temperaturas, uma vez que as temperaturas máximas observadas durante a estação de crescimento das localidades estudadas estão na faixa adequada para o crescimento e desenvolvimento da cultura do arroz.

A data de ocorrência da floração de cada cultivar foi determinada para cada ano agrícola e localidade, com base no método de graus-dia e do calendário. A variabilidade desses métodos foi quantificada pelo desvio-padrão expresso em dias, de acordo com a equação (ASPIAZU & SHAW, 1972):

$$d_d = \frac{d_{GDA}}{\bar{X}_{GDA}} \quad (2)$$

em que d_d é o desvio-padrão, expresso em dias; d_{GDA} o desvio-padrão, dos graus-dias, e \bar{X}_{GDA} a média diária dos graus-dias, durante o subperíodo semeadura-floração.

Tabela 1. Soma de graus-dia dos subperíodos semeadura-floração (S-F) e semeadura-maturação (S-M) de cultivares de arroz de diferentes ciclos, localidades e períodos experimentais.

Cultivar	Local*	Período	Ciclo	Soma de graus dias		Fonte
				S-F	S-M	
IAC-47	MG	1977-80	Médio	1.555	1.957	SOUZA (1989)
IAC-164	MG	1977-80	Curto	1.229	1.608	SOUZA (1989)
IAC-165	MG	1977-80	Curto	1.210	1.611	SOUZA (1989)
IAC-25	MG	1977-80	Curto	1.193	1.615	SOUZA (1989)
IRGA117-23-2p-1	MS	1987-88	Curto	935	1.499	SOUZA et al. (1991)
CNA 5206	MS	1987-88	Médio	1.310	1.894	SOUZA et al. (1991)
CNA 3886	MS	1987-88	Médio	1.495	1.997	SOUZA et al. (1991)
METICA-1	PI	1988-90	Curto	1.244	1.802	VIEIRA & LUNARDI (1997)
CICA-8	PI	1988-90	Curto	1.288	1.858	VIEIRA & LUNARDI (1997)
Caiapó	MG	1991-95	Médio	1.435	1.854	OLIVEIRA et al. (1998)
Rio Paranaíba	MG	1985-95	Médio	1.442	1.860	OLIVEIRA et al. (1998)

* MG: Minas Gerais. MS: Mato Grosso do Sul. PI: Piauí.

Resultados e discussão

Um resumo de algumas características climatológicas de seis localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais está ilustrado na Tabela 2. Os dados usados nessa caracterização foram extraídos das normais climatológicas referentes ao período de 1961 a 1990, publicadas pelo INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, (1992).

A influência da latitude e altitude na variação das características climáticas na estação de crescimento das localidades estudadas, especialmente entre Araçuaí e Lavras, é evidenciada. A latitude das localidades apresentadas na Tabela 2 varia de 16°52'S a 21°14' S e a altitude variou de 284m a 905m, respectivamente em Araçuaí e em Lavras.

As localidades de Viçosa e Paracatu apresentam altitudes semelhantes, 690 e 711 m, respectivamente, porém diferem em 3° 22' de latitude. Os

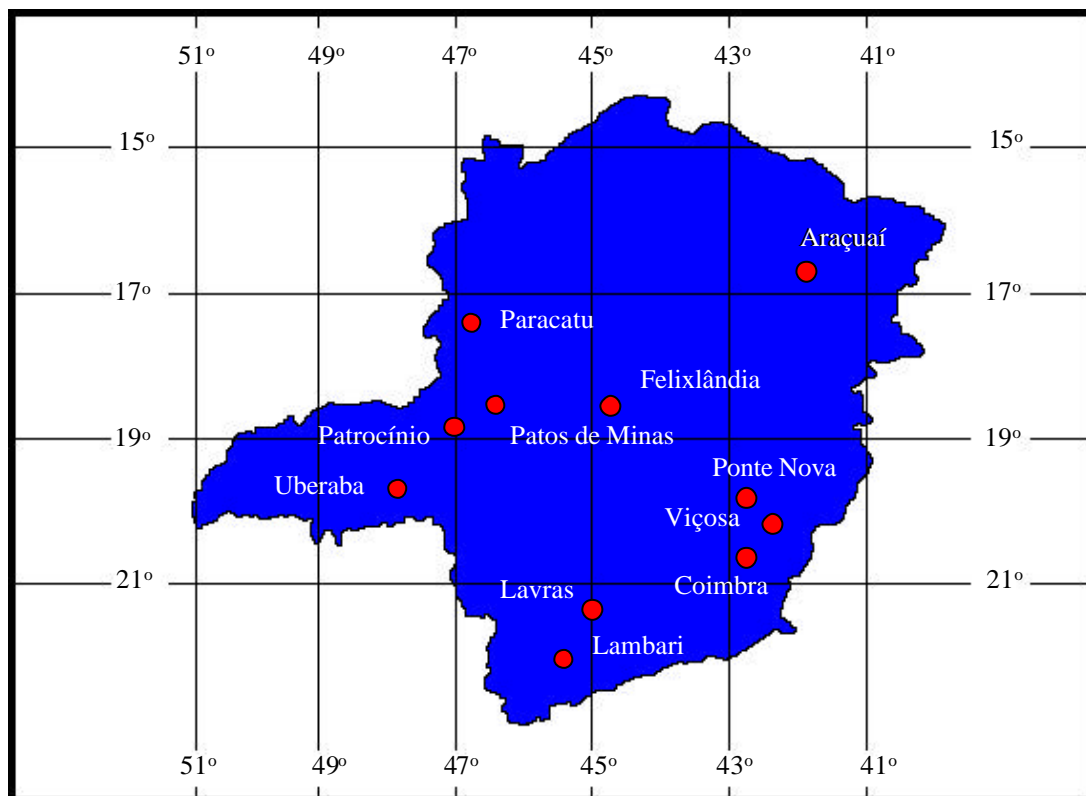


Figura 1. Localidades do Estado de Minas Gerais, estudadas no presente trabalho.

Tabela 2 Coordenadas geográficas e valores médios de precipitação, temperatura do ar, soma de graus-dias, evapotranspiração de referência (ET_o) e deficiência e excesso hídricos de seis localidades produtoras de arroz de sequeiro em Minas Gerais.

Local	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)	Precipitação out-abr (mm)	Temperatura média out-abr - (°C)	Graus-dias out-abr	Eto out-abr (mm)	Deficiência out-abr (mm)	Excesso out-abr (mm)
Araçuaí	16 ^o 52'	42,04	284	798	25,55	5416	890	109	0
Paracatu	17 ^o 13'	46,52	711,4	1336	23,71	5028	744	3	524
Patos de Minas	18 ^o 36'	46,31	895	1368	22,00	4673	649	0	632
Uberaba	19 ^o 45'	47,55	742,6	1430	23,09	4894	713	0	634
Viçosa	20 ^o 45'	42,51	690	1076	21,13	4479	629	2,4	396
Lavras	21 ^o 14'	45,00	905	1340	20,99	4447	620	0	672

valores médios de temperatura do ar, total de graus-dias e evapotranspiração de referência durante a estação de crescimento foram de 21,1°C, 4.479 graus-dias e 629mm em Viçosa, enquanto os correspondentes valores para Paracatu foram de 23,7°C, 5.028 graus-dias e 744mm, respectivamente.

Comparando os valores médios, na estação de crescimento, de temperatura do ar, graus-dias e evapotranspiração de referência para localidades com latitudes semelhantes e altitudes diferentes, como Araçuaí e Paracatu, são evidentes os maiores valores de temperatura do ar em Araçuaí; conseqüentemente, o total de graus-dias e a evapotranspiração de referência durante a estação de crescimento são também maiores em Araçuaí do que em Paracatu.

A Tabela 3 apresenta os totais de graus-dias acumulados da semeadura à floração e a correspondente duração em número de dias de sete cultivares de arroz de sequeiro. Na Tabela 3 também está incluída a variabilidade dos totais de graus-dias e dias do calendário, da semeadura à floração, apresentados pelo desvio-padrão expresso em dias (d_d) e pelo coeficiente de variação (CV).

Os resultados apresentados na Tabela 3 podem ser considerados representativos das exigências

térmicas e da duração do subperíodo semeadura-floração, para esses cultivares de arroz de sequeiro em Minas Gerais, considerando que essas determinações foram baseadas em dados experimentais coletados em vários anos, diferentes localidades e várias épocas de semeadura. Combinando os resultados das Tabelas 3 e 5, somando-se a Tabela 2, pode-se afirmar que, do ponto de vista térmico, todas as localidades apresentam potencial para a obtenção de mais de uma safra durante a estação de crescimento, desde que ocorra adequada disponibilidade de água durante o ciclo da cultura.

Comparando a variabilidade observada no total de graus-dias acumulados e no total de dias do calendário do semeadura à floração (Tabela 4), com base no desvio-padrão expresso em dias, verifica-se que não houve superioridade do método de graus-dias, em relação aos dias do calendário, para expressar a duração do subperíodo semeadura-floração do arroz de sequeiro em Minas Gerais, resultado contrário ao que tem sido constatado em trabalhos para várias culturas (CROSS & ZUBER, 1972; MILLS, 1964), especialmente nos Estados Unidos da América do Norte.

Uma possível explicação para esse resultado é que uma das suposições básicas implícitas no

Tabela 3. Valores médios do total de graus-dias acumulados (GDA) da semeadura à floração e a correspondente duração em dias para sete cultivares de arroz de sequeiro, desvio-padrão expresso em dias (d_d) e coeficiente de variação (CV).

Estimativas	Cultivar/Ciclo						
	Caiapó/ médio	Canastra/ médio	Confiança/ médio	Douradão/ curto	Guarani/ curto	Rio Doce/ curto	Rio Paranaíba/ médio
Graus-dia acumulados (GDA)							
Média	1421	1351	1462	1175	1151	1179	1471
d_d	7,60	8,04	7,18	11,00	10,29	9,92	9,51
CV	7,40	8,29	6,72	12,69	12,07	11,31	8,57
Dias após a semeadura							
Média	102	97,00	107	87,00	85,00	88,00	111
d_d	10,40	7,58	7,50	9,81	10,34	9,97	10,52
CV	10,13	7,82	7,00	11,31	12,15	11,37	9,46

Tabela 4. Análise de variância do método de graus-dias acumulados (GDA) em comparação ao convencional baseado em dias do calendário.

Fonte da variação	SQ	Gl	QM	F
Entre grupos	0.475457	1	0.475457	0.243 ^{ns}
Dentro dos grupos	23.46171	12	1.955143	
Total	23.93717	13		

método de graus-dias consiste na existência de uma relação linear entre a temperatura do ar e o desenvolvimento da cultura, que pode ser considerada válida quando não há restrições de umidade do solo, condição que não se aplica para a maioria das situações de agricultura de sequeiro em regiões tropicais.

A Tabela 5 apresenta a variação no total de dias e de graus-dias da semeadura à floração entre cultivares de arroz de sequeiro nas localidades de Lambari, Lavras, Patos de Minas e Patrocínio. Constatam-se variações entre anos agrícolas, entre localidades e entre cultivares referente à duração do

subperíodo semeadura-floração, expressa pelo método de graus-dias e dias do calendário. Os resultados sugerem que a maior variabilidade ocorreu entre as localidades.

Conclusões

Os totais de graus-dias acumulados da semeadura à floração, considerando diferentes épocas de semeadura, vários anos agrícolas e diferentes localidades, são, em média, de 1.421, 1.351, 1.462, 1.175, 1.151, 1.179 e 1.471 para os cultivares Caiapó, Canastra, Confiança, Douradão, Guarani, Rio Doce e Rio Paranaíba, respectivamente.

Uma comparação entre a variabilidade no total dos graus-dias acumulados da semeadura à floração e a variabilidade obtida pelo número de dias do calendário referente ao mesmo período não mostra diferença estatisticamente significativa entre os métodos de graus-dias e o convencional, expresso pelos dias do calendário.

Tabela 5. Desvio-padrão expresso em dias (d_d) e coeficiente de variação (CV) médios do total de graus-dias acumulados (GDA) e número de dias da semeadura à floração, correspondente à variação de seis cultivares de arroz de sequeiro por localidade.

Cultivar	Estimativa	Lambari		Lavras		Patos de Minas		Patrocínio	
		GDA	Dias	GDA	Dias	GDA	Dias	GDA	Dias
Caiapó	\bar{X}	1359	106	1453	108	1447	107		
	d_d	4,03	2,39	7,11	9,07	1,65	2,88		
	CV	3,80	2,25	6,55	8,35	1,56	2,70		
Confiança	\bar{X}	1399	108	1455	108	1467	107		
	d_d	8,63	5,07	11,76	12,88	1,86	2,06		
	CV	7,99	7,61	10,88	11,93	1,74	1,93		
Douradão	\bar{X}	1085	85	1248	93	1161	86	1110	90
	d_d	6,84	6,57	10,60	9,81	11,19	10,96	4,54	4,65
	CV	8,04	7,69	11,54	10,52	13,01	12,73	5,04	5,14
Guarani	\bar{X}	1056	83	1261	92	1148	84		
	d_d	9,50	9,72	11,25	10,67	8,65	8,69		
	CV	11,44	11,65	12,22	11,41	10,29	10,28		
Rio Doce	\bar{X}	1116	90	1241	95	1140	86	1123	90
	d_d	7,52	5,72	7,18	8,44	10,25	9,25	6,27	7,19
	CV	8,36	6,35	7,72	8,88	11,93	10,77	6,97	7,94
Rio Paranaíba	\bar{X}	1403	111	1501	112	1451	107	1435	116
	d_d	10,12	9,88	5,38	5,98	3,80	2,74	9,58	7,39
	CV	9,11	8,88	4,80	5,34	3,55	2,55	8,26	6,37

Referências bibliográficas

- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceeding American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 74, p. 430-445, 1959.
- ASPIAZÚ, C., SHAW, R.M.H. Comparison of several methods of growing degree unit calculations for corn (*Zea mays* L.). **Journal Science**, Iowa State, v. 46, p. 435-442. 1972.
- CROSS, H.Z., ZUBER, M. S. Prediction of flowering dates in maize based on different methods of estimating thermal units. **Agronomy Journal**. Madison, v. 64, p. 351-355, 1972.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DE MINAS GERAIS – 13 mar. 1999. FAEMG. <http://www.faemg.org.br/> **Estatísticas Agropecuárias**.
- GRIST, D.M. **Rice**. London : Longmans, 1975. 601 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, DF : INEMET, 1992. 84 p.
- LEONARD, W.M., MARTIN, J.H. **Cereal crops**. New York : Macmillan, 1963. 824 p.
- KASSAM, A.N., KOWAL, J.M., SARRAF, S. **Report on the agroecological zones project**, Rome : FAO, 1978. v. 1. (World Soil Resources Report, 40).
- MASSIGNAM, A., ANGELOCCI, L.R. Determinação da temperatura-base e de graus-dias na estimativa da duração dos subperíodos de desenvolvimento de três cultivares de girassol. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 71-79, 1993.
- MCMMASTER, G.S., WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agriculture and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 87, n. 4, p. 291-300, 1997.
- MILLS, W.T. Heat unit system for predicting optimum peanut-harvesting time. **Trans ASAE**. Chicago, v. 7, p. 307-312. 1964.
- MOTA, F. S. da. Meteorological aspects of rice production in Central and South America current and future. In: SYMPOSIUM ON THE AGROMETEOROLOGY OF THE RICE CROP, 7., Filipines, 1980. **Proceedings...** Filipines : WMO/IRRI, 1980. p. 9-17.
- MOTA, F.S. da. **Meteorologia agrícola**. São Paulo : Nobel, 1983. 375 p.
- OLIVEIRA, A.D., COSTA, J.M.N., LEITE, R.A. et al. Caracterização do período plantio-floração de 7 cultivares de arroz de sequeiro no Estado de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília, DF. **Anais...** Brasília : SBMET, 1998. (CD-ROM).
- OWEN, P.C. The effects of temperature on the growth and development of rice. **Field Crop Abstracts**. Canberra, v. 24, n. 1, p. 1-8, 1971.
- ROBERTSON, G.W. Development of simplified agroclimatic procedures for assessing temperature effects on crop development. Plant response to climatic factors. In: UPPSALA SYMPOSIUM/RESPONSE DES PLANTES AUX FACTEURS CLIMATIQUES, 1973, Paris, **Proceedings...** Paris : UNESCO, 1973. p. 327-43.
- SOUZA, A. **Avaliação agroclimática para o manejo da cultura do arroz, para as microrregiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba**. Viçosa : Universidade Federal de Viçosa, 1989. 91 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Curso de pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- SOUZA, A., OLIVEIRA, C.R., LAURETTO, M. Análise de um calendário de cultivo do arroz irrigado em Dourados – MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 7., 1991, Viçosa, **Anais...** Viçosa : Sociedade Brasileira de Agrometeorologia/ Universidade Federal de Viçosa, 1991. p. 46.
- STANSEL, J. W. **The rice plant its development and yield**. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS. Beaumont : Texas Agricultural Experiment Station. 1975. p. 9-21.
- VIEIRA, V.C.B., LUNARDI, D.M.C. Graus-dia na cultura do arroz. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba : Sociedade brasileira de Agrometeorologia/FEALQ, 1997. p. 47-49.

