

MELHORES ÉPOCAS DE PLANTIO PARA ARROZ DE SEQUEIRO, CV. IAC-1246 EM FUNÇÃO DE ÍNDICES BIOMETEOROLÓGICOS¹

MARCELO BENTO PAES DE CAMARGO², ORIVALDO BRUNINI³,
LUIZ ROBERTO ANGELOCCI⁴ e ALTINO ALDO ORTOLANI⁵

RESUMO - O objetivo do trabalho foi identificar as melhores épocas de plantio para a cultivar de arroz de sequeiro IAC-1246 na região de Pindorama, SP. As diferentes fases fenológicas da cultura foram estimadas em função de índices biometeorológicos previamente determinados para esta cultivar. A melhor época de plantio seria correspondente àquela em que a planta recebesse pelo menos 4 mm de chuva, em média, por dia, durante o período do florescimento, e houvesse pouca disponibilidade hídrica durante a fase de maturação e colheita. Os resultados mostraram que as melhores épocas de plantio vão de 21 de outubro a 21 de novembro, período este com uma probabilidade de ocorrência de chuva de, pelo menos, 4 mm por dia, superior a 70%, durante a fase de florescimento.

Termos para indexação: *Oryza sativa*, bioclimatologia.

THE BEST PLANTING DATES FOR UPLAND RICE CV. IAC-1246 RELATED TO BIOMETEOROLOGICAL INDEXES

ABSTRACT - The objective of the present paper was to identify the best planting dates for the upland rice variety IAC-1246 in the Pindorama Region, São Paulo, Brazil. The length of the growth period was estimated in relation to the biometeorological indexes, which had previously been developed for such variety. A good planting date has been defined, as the one, when the plant receives at least 4 mm of rainfall per day, during the flowering period, whereas at the ripening stage the rainfall is greatly reduced. The results indicated that the best planting dates lie between October 21st and November 21st, when the probability of a 4 mm rainfall per day during the flowering stage is higher than 70%.

Index terms: *Oryza sativa*, bioclimatology.

INTRODUÇÃO

A cultura de arroz de sequeiro é grandemente afetada por condições meteorológicas adversas, principalmente as de caráter hídrico, fator que tem contribuído para a redução de 40% da área total de plantio do Estado de São Paulo nos últimos cinco anos (PROGNÓSTICO 1982).

Os elementos do clima, tais como: radiação solar, vento, precipitação pluvial, temperatura, têm influência decisiva sobre o desenvolvimento e crescimento das plantas. Exceção feita à precipitação pluvial, cuja falta pode ser suprida através de irrigação suplementar, não existem métodos econô-

micos para controlar esses elementos. Assim, é necessário ajustar as culturas aos locais e épocas mais adequados ao seu desenvolvimento e à sua produção econômica.

No sistema de sequeiro, onde as condições térmicas são adequadas, a chuva é, dentre os fatores limitantes, o mais importante para o cultivo do arroz. Dada a grande variabilidade na frequência e no total anual de chuva em um determinado local, é difícil estabelecer uma relação simples entre produção de grãos e o elemento climático citado. A necessidade de água, por outro lado, depende da fase fenológica da cultura, sendo mais crítica, para a produção de grãos, no período do florescimento. Um estresse causado pela falta de água nesta fase provoca alta percentagem de esterilidade dos grãos, reduzindo drasticamente a produção final (Yoshida 1975, Doorenbos & Kassam 1979).

Em áreas rizícolas de sequeiro do Estado de São Paulo, é comum a ocorrência de períodos secos na época mais úmida do ano, fenômeno este conhecido como veranico. Tal fato ocorre com certa frequência, principalmente nos meses de ja-

¹ Aceito para publicação em 21 de maio de 1984.

² Eng. - Agr., Seção de Climatologia Agrícola, IAC, Caixa Postal 28, CEP 13100 Campinas, SP. Bolsista CNPq.

³ Eng. - Agr., Ph.D., Seção de Climatologia Agrícola, IAC, Bolsista CNPq.

⁴ Eng. - Agr., Dr., DFM, ESALQ/USP, Piracicaba, SP. Bolsista CNPq.

⁵ Eng. - Agr., Dr., Seção de Climatologia Agrícola, IAC.

nerio e fevereiro, coincidindo com a fase de florescimento, na maioria dos plantios desse Estado.

As relações clima-planta foram analisadas em grande número de trabalhos, destacando-se os de Lana & Haber (1951), Arnold (1959), Holmes & Robertson (1959), Robertson (1968), Primault (1969), Willians (1971 e 1974) e Pascale et al. (1973). Com relação específica à cultura do arroz de sequeiro, Brunini et al. (1976 b) desenvolveram um modelo para a previsão da duração das fases fenológicas, utilizando dados diários de temperatura do ar, insolação e precipitação pluviométrica.

Com base neste trabalho, procurou-se identificar as melhores épocas de plantio para o arroz de sequeiro - cultivar IAC-1246 - para a localidade de Pindorama, SP, representativa da mais importante região produtora de arroz de sequeiro do Estado de São Paulo. A melhor época ou as melhores épocas de plantio seriam aquelas em que, durante o período crítico de desenvolvimento das plantas (florescimento, ou seja, iniciação de panícula até início da formação dos grãos), apresentassem um total de precipitação maior ou igual a 40 mm por década, para suprir a demanda das plantas (Brunini et al. 1981), com uma probabilidade de 70% ou mais, utilizando-se o método da frequência relativa.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia de cálculo dos índices biometeorológicos foi a desenvolvida por Brunini et al. (1976 b); baseia-se no seguinte modelo matemático:

$$\Sigma (T - a) + i \Sigma I + p \Sigma p_k = L$$

onde:

- T = temperatura média diária do ar (°C)
- I = total de insolação diária (horas)
- p = total de precipitação considerando um fator máximo de água disponível no solo (mm)
- a = zero de vegetação (temperatura base - °C)
- i, p = pesos variáveis (índices)
- k = fator máximo de água disponível no solo (mm)
- L = valor limite da soma total (indicador biometeorológico).

A estimativa do ciclo para a cultivar de arroz IAC-1246 foi feita conforme o modelo acima para as três fases mais importantes desta cultivar, que são as seguintes:

Fase A: duração do período entre semeadura e emergência;

Fase B: duração do período entre emergência e florescimento;

Fase C: duração do período entre florescimento e maturação;

Na Tabela 1, encontra-se o modelo matemático do cálculo com os respectivos índices biometeorológicos e o indicador numérico a alcançar para as diversas fases fenológicas da cultivar IAC-1246, segundo o trabalho de Brunini et al. (1976 b).

O modelo de cálculo do indicador numérico para completar um estágio distinto de uma cultivar compreende três valores: mínimo, médio e máximo. Isto significa que, quando pelo modelo de cálculo o somatório for igual ao valor numérico mínimo, o estágio em questão estará no início; quando o somatório for igual ao valor médio, metade dos indivíduos da comunidade vegetal atingirá o determinado estágio, e, quando for igual ao valor máximo, toda a comunidade das plantas terá completado o estágio. Este fato tem comprovação experimental, pois em uma comunidade vegetal nunca se verifica a ocorrência de um estágio simultâneo em todas as plantas.

O teor máximo mensal de água disponível para a cultivar IAC-1246 foi considerado igual a 180 mm. Este parâmetro foi determinado experimentalmente por Brunini et al. (1976a) para as condições de clima e solo de Campinas, e generalizado, com certa segurança, para todo o Estado de São Paulo. Além disso, considerou-se como 6 mm/dia⁻¹ o limite máximo de água necessária para suprir a exigência da planta (~ 4 mm/dia⁻¹) mais a perda por percolação através do solo, e o escoamento superficial.

Na estimativa da duração do ciclo fenológico dessa cultura, para as diversas épocas de plantio, foram utilizados dados meteorológicos da estação de Pindorama, SP, do Instituto Agrônomo de Campinas (Lat. 21° 13'S, Long. 48° 56'W, Alt. 562 m), do período de setembro a maio, em base diária, numa série de 15 anos (1966/1980). Dessa forma, foi estimada a duração do ciclo fenológico para 14 anos agrícolas, de 1966/67 a 1979/80.

Para tal estudo, adotaram-se diferentes épocas de plantio, com intervalo de dez dias entre cada uma, a partir de primeiro de setembro até 11 de janeiro, totalizando, assim, 14 diferentes épocas de plantio.

Com base na duração do ciclo fenológico da cultura, foi feito um estudo probabilístico, de modo a se determinar a não-ocorrência de um déficit hídrico acentuado na fase do florescimento, com uma segurança de 70%, permitindo assim a recomendação de épocas de plantio que proporcionem menores riscos de perda total da cultura ou diminuição da produção final.

Admitiram-se como veranicos ou períodos de falta de água, para essa cultura, os decêndios com totais pluviométricos inferiores a 40 mm, assumindo um consumo de água de cerca de 4 mm/dia pela cultura (Brunini et al. 1981, Alfonsi et al. 1979).

Assim, com base no trabalho de Alfonsi et al. (1979), foi feito um levantamento da probabilidade da ocorrência de períodos secos nos meses de janeiro, fevereiro e março,

TABELA 1. Modelo matemático de cálculo para índices biometeorológicos e indicadores numéricos para as diferentes fases fenológicas do arroz de sequeiro, cultivar IAC-1246.

Fase	Modelo	Indicador numérico
Semeadura-emergência	$\Sigma (T - 10,5) + 0,7 \Sigma I + 0,5 \Sigma P_{180}$	200
		179
		159
Emergência-florescimento	$\Sigma (T - 8,5) + 0,6 \Sigma I + 0,9 \Sigma P_{180}$	2224
		2078
		1919
Florescimento-maturação	$\Sigma (T - 9,5) + 0,7 \Sigma I + 0,4 \Sigma P_{180}$	767
		634
		520

Fonte: Brunini et al. 1976 b.

tendo como fundamento dados de frequência relativa observada. Na obtenção da frequência relativa, observada, de ocorrência de decêndios com mais de 40 mm de chuva, optou-se pelo sistema de períodos móveis de dez dias com passo um, iniciando-se em primeiro de janeiro e encerrando-se em 31 de março. Foram utilizados totais pluviométricos de 81 decêndios, para um período total de 21 anos (1959 a 1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 mostra a frequência relativa de ocorrência de um decêndio seco nos meses de janeiro, fevereiro e março. Optou-se por esses meses porque a fase mais crítica (florescimento) ocorre, em grande maioria, neste período. Observa-se que há uma variação acentuada nestas frequências relativas. No início e no fim do mês de janeiro, a probabilidade de ocorrência de decêndios com total de precipitação acima de 40 mm é abaixo de 70%. O primeiro decêndio do mês de fevereiro apresenta probabilidade inferior a 70% para que ocorra um total de precipitação acima de 40 mm. Da metade para o final do mês, essa probabilidade é superior a 70%. Observa-se, também durante todo o mês de março, que a probabilidade de ocorrência de decêndios com total pluviométrico superior a 40 mm é inferior a 60%.

A Tabela 2 apresenta a duração média das fases fenológicas baseadas nos índices biometeorológicos, em função das diferentes épocas de plantio, refe-

rentes aos anos agrícolas 1966/67 a 1978/80. Na Fig. 1 encontram-se essas prováveis épocas de germinação, florescimento e maturação e as frequências relativas observadas de ocorrência de chuvas superiores a 40 mm por decêndios, nos meses de janeiro, fevereiro e março para os 21 anos analisados.

Os plantios precoces, ou seja, efetuados de setembro a meados de outubro, teriam pouca probabilidade de sucesso, visto que apresentariam a época de maturação em períodos chuvosos. Neste caso, a probabilidade de um decêndio com precipitação acima de 40 mm é superior a 70%. Os plantios tardios, efetuados a partir de primeiro de dezembro, apresentariam problemas na época de florescimento, dada a reduzida probabilidade (menor de 60%) de que ocorra um decêndio com total de chuva acima de 40 mm (Fig. 1).

Assim, as melhores épocas de plantio seriam aquelas efetuadas em 21.10, 01.11, 11.11 e 21.11. Neste caso, a probabilidade de ocorrer um decêndio com total de chuva acima de 40 mm durante o florescimento ou no período que o antecede é acima de 70%. Além disso o período de maturação e colheita dos grãos ocorreria em uma época relativamente seca. A Fig. 2 apresenta as frequências relativas de sucesso da cultura, durante os 14 anos de análise. Observa-se, também, neste caso, que os plantios efetuados em 21.10, 01.11, 11.11 e 21.11 situam-se na faixa de probabilidade superior a 70% para que o florescimento ocorra em um período

TABELA 2. Duração estimada em dias das fases fenológicas de cultivar de arroz IAC-1246 em função dos índices bio-meteorológicos e das diferentes épocas de plantio, referentes aos anos agrícolas 1966/67 a 1979/80, para a localidade de Pindorama, SP.

Data plantio	Plantio/emergência			Emergência/florescimento			Florescimento/maturação		
	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.	Mín.	Méd.	Máx.
01.09	10	11	12	98	102	114	29	33	36
11.09	9	10	12	97	102	114	29	32	35
21.09	10	11	12	95	102	113	28	32	35
01.10	9	10	11	93	100	113	28	32	36
11.10	9	10	11	93	100	113	29	31	36
21.10	9	10	12	94	99	112	27	30	36
01.11	9	10	11	93	98	113	27	31	35
11.11	9	10	12	91	98	112	27	32	35
21.11	9	10	11	89	98	112	29	32	37
01.12	9	10	12	89	97	110	30	33	42
11.12	9	10	12	89	97	110	31	35	45
21.12	9	10	11	98	96	105	30	36	46
01.01	9	10	11	90	98	113	31	39	49
11.01	8	9	11	91	100	115	34	40	51

TABELA 3. Valores de "frequências relativas observadas" da ocorrência de chuva > 40 mm, por decêndios móveis, nos meses de janeiro, fevereiro e março, referentes a 21 anos (59/79), para a localidade de Pindorama, SP.

Decêndios	FR	Decêndios	FR	Decêndios	FR
01.1 a 10.1	0,57	28.1 a 06.2	0,76	24.2 a 05.3	0,67
02.1 a 11.1	0,62	29.1 a 07.2	0,67	25.2 a 06.3	0,48
03.1 a 12.1	0,67	30.1 a 08.2	0,67	26.2 a 07.3	0,52
04.1 a 13.1	0,62	31.1 a 09.2	0,67	27.2 a 08.3	0,52
05.1 a 14.1	0,62	01.2 a 10.2	0,67	28.2 a 09.3	0,57
06.1 a 15.1	0,71	02.2 a 11.2	0,62	01.3 a 10.3	0,52
07.1 a 16.1	0,76	03.2 a 12.2	0,62	02.3 a 11.3	0,52
08.1 a 17.1	0,76	04.2 a 13.2	0,62	03.3 a 12.3	0,52
09.1 a 18.1	0,81	05.2 a 14.2	0,71	04.3 a 13.3	0,57
10.1 a 19.1	0,76	06.2 a 15.2	0,67	05.3 a 14.3	0,57
11.1 a 20.1	0,76	07.2 a 16.2	0,67	06.3 a 15.3	0,62
12.1 a 21.1	0,67	08.2 a 17.2	0,62	07.3 a 16.3	0,67
13.1 a 22.1	0,76	09.2 a 18.2	0,62	08.3 a 17.3	0,57
14.1 a 23.1	0,76	10.2 a 19.2	0,67	24.1 a 09.3	0,48
15.1 a 24.1	0,76	11.2 a 20.2	0,57	10.3 a 19.3	0,48
16.1 a 25.1	0,71	12.2 a 21.2	0,67	11.3 a 20.3	0,43
17.1 a 26.1	0,62	13.2 a 22.2	0,76	12.3 a 21.3	0,48
18.1 a 27.1	0,71	14.2 a 23.2	0,71	13.3 a 22.3	0,48
19.1 a 28.1	0,71	15.2 a 24.2	0,71	14.3 a 23.3	0,29
20.1 a 29.1	0,57	16.2 a 25.2	0,81	15.3 a 24.3	0,33
21.1 a 30.1	0,62	17.2 a 26.2	0,86	16.3 a 25.3	0,38
22.1 a 31.1	0,62	18.2 a 27.2	0,86	17.3 a 26.3	0,38
23.1 a 01.2	0,67	19.2 a 28.2	0,86	18.3 a 27.3	0,43
24.1 a 02.2	0,67	20.2 a 01.3	0,71	19.3 a 28.3	0,33
25.1 a 03.2	0,71	21.2 a 02.3	0,76	20.3 a 29.3	0,43
26.1 a 04.2	0,71	22.2 a 03.3	0,76	21.3 a 30.3	0,29
27.1 a 05.2	0,71	23.2 a 04.3	0,71	22.3 a 31.3	0,33

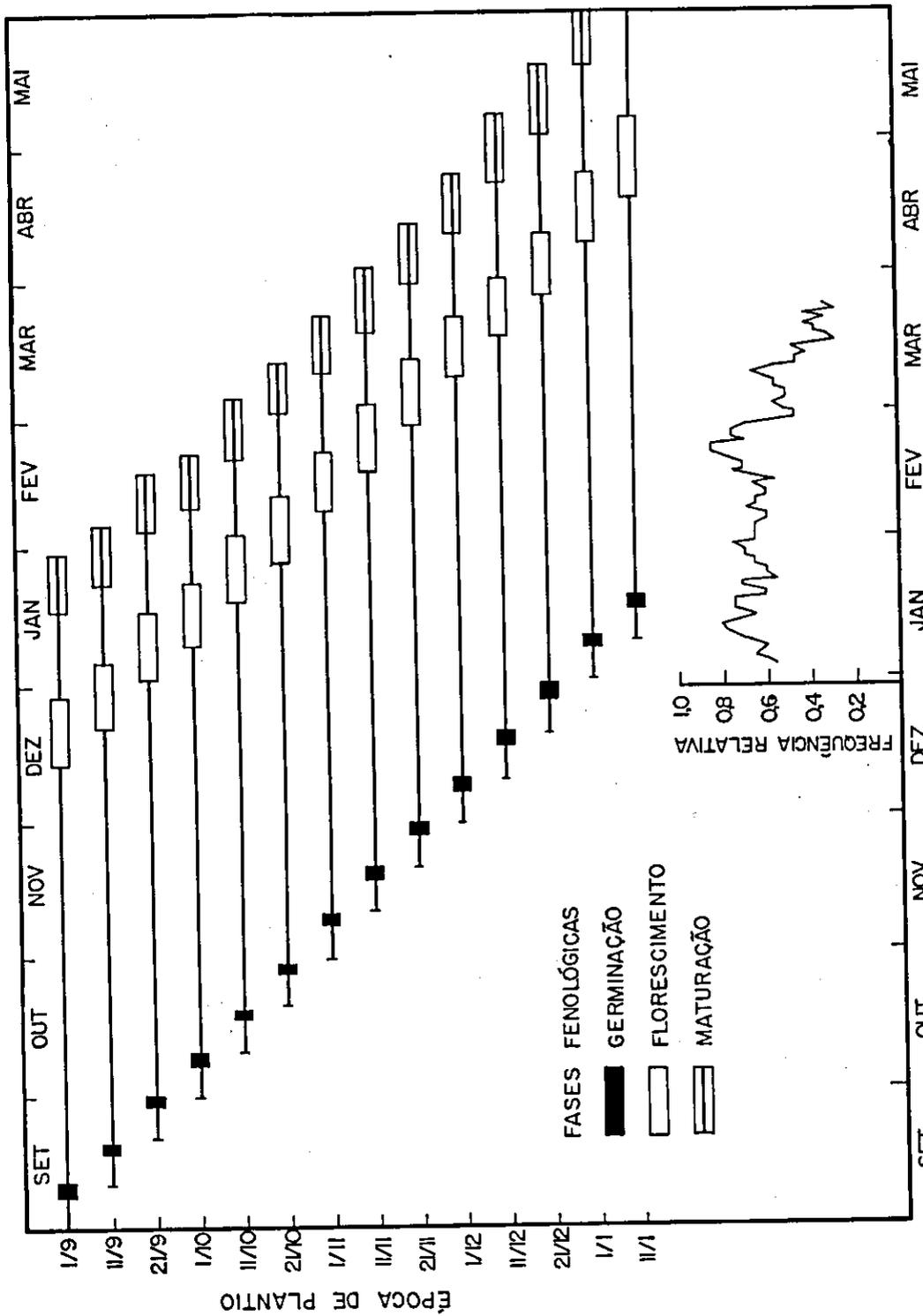


FIG. 1. Prováveis épocas médias da germinação, florescimento e maturação, para a cultivar de arroz IAC-1246 em função dos índices biometeorológicos e frequência relativa observada de ocorrência de chuva superior a 40 mm por década.

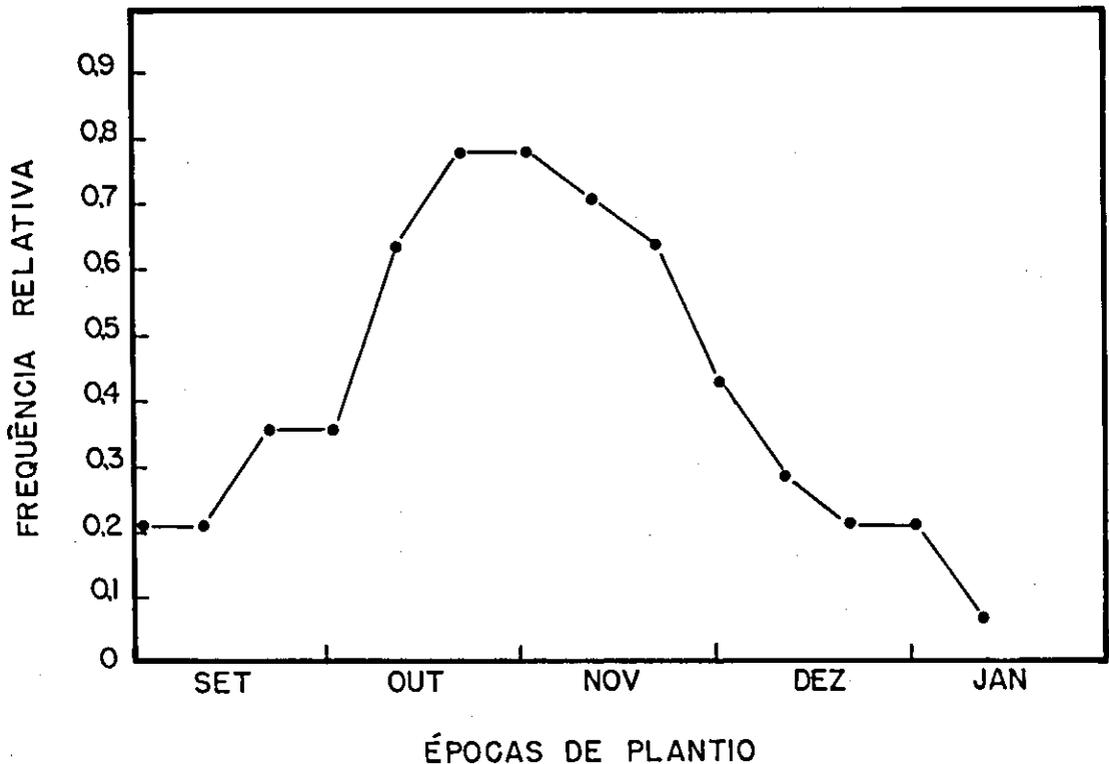


FIG. 2. Frequência relativa de sucesso da cultura durante os 14 anos analisados.

do chuvoso e a maturação em períodos relativamente secos. Destas, as épocas de plantio situadas entre fins de outubro e o primeiro decêndio de novembro apresentam uma probabilidade de até 80%

CONCLUSÕES

1. As melhores épocas de plantio situaram-se de 21 de outubro a 21 de novembro, com uma probabilidade de ocorrerem decêndios com total de chuva superior a 40 mm durante o florescimento acima de 70%. Destas épocas de plantio, as situadas entre fins de outubro e o primeiro decêndio de novembro apresentaram uma probabilidade de até 80%. Plantios efetuados em setembro e dezembro apresentaram probabilidade inferior a 40%.

2. A utilização dos índices biometeorológicos mostrou-se viável para a estimativa do ciclo da cul-

tura de arroz de sequeiro IAC-1246, demonstrando, também, ser de utilidade para futuros trabalhos de regionalização agroclimática.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Cargill, em nome do Dr. Glauco Pinto Viegas, pelo auxílio na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ALFONSI, R.R.; PINTO, H.S. & ARRUDA, H.V. Frequências de veranicos em regiões rizícolas do Estado de São Paulo. In: REUNIÃO DE TÉCNICOS EM RIZICULTURA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1, Campinas, 1979. Anais... 1979. p.147-51.
- ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. Proc. Am. Soc. Hort. Sci., Virginia, 74:430-45, 1959.

- BRUNINI, O.; REICHARDT, K. & GROHMANN, F. Determinação da água disponível em Latossolo Roxo em condições de campo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1975. Anais... Campinas, SBCS, 1976 a. p.81-7.
- BRUNINI, O.; AZZINI, L.E.; ORTOLANI, A.A. & SANTOS, J.M. Determinação dos índices biometeorológicos para variedades de arroz IAC-1246 e Pratão Precoce. *Ci e Cult.*, 28(8):928-31, 1976 b.
- BRUNINI, O.; GROHMANN, F. & SANTOS, J.M. Balanço hídrico em condições de campo para duas cultivares de arroz sob duas densidades de plantio. *R. bras., Ci. Solo*, Campinas, 5(1):1-6, 1981.
- DOORENBOS, J. & KASSAM, A.H. Yield response to water. Roma, FAO, 1979. 197p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 33).
- HOLMES, R.M. & ROBERTSON, G.W. Heat units and crop growth. Ottawa, Canada Department of Agriculture, 1959. 35p. (Publication, 1042).
- LANA, E.P. & HABER, E.S. The value of the degree-hour summation system for estimating planting schedules and harvest with sweet corn in Iowa. *Iowa State Coll. J. Sci.*, 26(1):99-109, 1951.
- PASCALÉ, A.J.; VILLEGAS, J.A. & MEDINA, L.F. Aptitud agroclimática del Noroeste Argentino para el cultivo de la soja. *R. Agron. Noroeste Argent.*, San Miguel de Tucuman, 10(3/4):173-202, 1975.
- PRIMAULT, B. D'une application pratique des indices biométéorologiques. *Agric. Meteorol.*, Amsterdam, 6(2):71-96, 1969.
- PROGNÓSTICO 1982/83. São Paulo, v.11, 1982.
- ROBERTSON, G.W. A biometeorological time scale for a cereal crop involving day and night temperature and photoperiod. *Int. J. Biometeorol.*, Amsterdam, 12(3):191-223, 1968.
- WILLIAMS, G.D.V. Deriving a biophothermal time scale for barley. *Int. J. Biometeorol.*, Amsterdam, 18(1):57-69, 1974.
- WILLIAMS, G.D.V. Physical resources for barley production on the Canadian Great Plains. Ottawa, geography Department, Carleton University, 1971. 228p.
- YOSHIDA, S. Ecophysiology of rice. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ECOPHYSIOLOGY OF TROPICAL CROPS, Manaus, 1975. *Ecophysiology of Tropical Crops*. CEPLAC, 1975. v.1.