

ISSN 0104-1347

Zoneamento de arroz irrigado por épocas de semeadura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina

Zoning of paddy rice by sowing dates in the states of Rio Grande do Sul and Santa Catarina, Brazil

Silvio Steinmetz¹ e Hugo José Braga²

Resumo - Os estados do Rio Grande do Sul (RS) e de Santa Catarina (SC) são os principais produtores de arroz do Brasil. Embora, a produtividade média seja alta (acima de 5 t/ha), em alguns anos, ocorrem quedas acentuadas devido às condições climáticas adversas. A definição das épocas mais apropriadas de semeadura, nas regiões climaticamente aptas, pode contribuir para reduzir riscos nessa cultura. O objetivo desse trabalho foi caracterizar os períodos favoráveis de semeadura de arroz irrigado nas distintas regiões agroecológicas desses dois estados. Os critérios utilizados para o RS foram: temperatura do solo desnudo, a 5 cm de profundidade, maior ou igual a 20°C, como indicador do início da semeadura; probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, durante os períodos de pré-floração e floração, e disponibilidade de radiação solar nas fases reprodutiva e de maturação. Para SC: usou-se a temperatura média do ar, acima de 15°C, como indicativo de início de semeadura de sementes pré-germinadas, e o software ZonExpert 1.0 como ferramenta de cálculo e estimativa de variáveis climatológicas, e cruzamento com os dados de exigências climáticas em cada fase da cultura. Para o risco de ocorrência de frio, em SC, usou-se o critério em que, nos períodos de pré-floração e floração, a temperatura média das mínimas deve ser maior ou igual a 17,6°C. Os resultados indicaram os períodos favoráveis de semeadura de cultivares de ciclos precoce e médio para o RS e de ciclos precoce, médio e tardio para SC. O Rio Grande do Sul possui 462 municípios climaticamente aptos ao cultivo de arroz irrigado, sendo os períodos favoráveis de semeadura de 21 de setembro a 10 de dezembro, variáveis conforme o ciclo da cultura e o município; em Santa Catarina, o seu cultivo é possível em 106 municípios, e os períodos favoráveis de semeadura vão de 11 de agosto até 10 de janeiro.

Palavras-chave: risco climático, zoneamento agrícola, *Oriza sativa* L., Brasil.

Abstract - The states of Rio Grande do Sul (RS) and Santa Catarina (SC) are the two most important rice producers in Brazil. In some years, despite the relatively high average yields (above 5 t/ha), the yields are reduced due to adverse weather conditions. The choice of the appropriate sowing time in the regions climatically suitable for the crop can contribute to reduce the climatic risk. The objective of this article is to characterize the favorable sowing periods in the distinct agroecological regions of these two states. The criteria used to define these sowing periods for RS were: bare soil temperature at 5 cm depth higher or equal to 20°C, as an indicator of the beginning of the sowing period; probability of having minimum air temperatures lower or equal to 15°C during booting and flowering stages, and availability of solar radiation in the reproductive and maturing periods. For SC it was used the average air temperature higher than 15°C, as an indicator of the beginning

of the sowing period of the pre-germinated seeds and the software ZonExpert 1.0 as a tool to calculate and to estimate the climatic variables and to match them with the crop requirements; for the risk of having low temperatures during booting and flowering periods, it was used the criterion in which the average of the minimum air temperature has to be higher than 17,6°C. The results indicated the favorables sowing periods for cultivars of short and medium cycles for RS and for cultivars of short, medium, and long cycles for SC. The state of Rio Grande do Sul has 462 counties climatically suitable for growing rice with the sowing period from 21 September to 10 December, varying according to the cycle of the crop and the municipal district. In Santa Catarina, its cultivation is possible in 106 counties and the sowing periods go from 11 August to 10 January.

Key words: *climatic risk, agricultural zoning, *Oriza sativa* L., Brazil.*

Introdução

Os estados do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC) são os principais produtores de arroz do Brasil, tendo contribuído com 54% da produção nacional, na safra 1999/2000 (GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES, 2000). Em geral, a produtividade é alta, tendo atingido, na safra em questão, 5,6 t/ha no RS e 5,8 t/ha em SC, pois quase toda a área é irrigada por inundação. Entretanto, em alguns anos, ocorrem quedas na produtividade causadas, fundamentalmente, por condições climáticas adversas, tais como a ocorrência de baixas temperaturas (“frio”) e baixa disponibilidade de radiação solar durante os períodos críticos da planta. Outras variáveis que podem afetar a produtividade, em determinados anos e localidades, são as chuvas excessivas (inundações), as estiagens (implantação e/ou irrigação da lavoura), os vendavais e granizos.

As temperaturas ótimas para o desenvolvimento do arroz variam de 20 a 35°C para a germinação, de 30 a 33°C para a floração e de 20 a 25°C para a maturação (YOSHIDA, 1981).

A temperatura do solo exerce um papel de destaque nos períodos iniciais da cultura e, em particular, na germinação e na emergência. KWON et al. (1996) mostraram que 12,3°C foi o limite inferior de temperatura para que ocorresse a emergência das plântulas e que a porcentagem de emergência aumentou consideravelmente até 20°C. Essa variável tem grande importância para o RS, onde predomina o sistema de semeadura de sementes secas em solo seco. Em SC predomina a semeadura em solo inundado, com sementes pré-germinadas.

O arroz é mais sensível às baixas temperaturas nos períodos de pré-floração, ou mais especificamente na microesporogênese, e de floração (SATAKE, 1976; TERRES & GALLI, 1985), podendo apresentar perdas superiores a 25% no rendimento de grãos, e de até 50% em algumas lavouras (TERRES et al., 1994). A temperatura mínima do ar de 15°C tem sido usada como referência em estudos climatológicos relacionados com essa cultura (MOTA, 1994; STEINMETZ et al., 1999a).

Os períodos reprodutivo e de maturação são os mais críticos à radiação solar (STANSEL, 1975; YOSHIDA & PARAO, 1976). A baixa disponibilidade de energia solar nesses dois períodos causa decréscimos acentuados na produtividade devido à redução do número de espiguetas e da porcentagem de grãos cheios (YOSHIDA & PARAO, 1976).

Os Zoneamentos Agroclimático e Pedoclimático, indicando as regiões com melhores condições de clima e de solo e a definição das épocas de semeadura mais apropriadas, dentro dessas regiões, são ferramentas importantes para reduzir o risco climático de arroz irrigado no RS e SC. Trabalhos anteriores realizados nesses dois estados classificaram as regiões de cultivo em “Preferencial”, “Tolerada” e “Inapta” (MOTA et al., 1974; EMPASC, 1978; RIO GRANDE DO SUL, 1994; EPAGRI, 1996). Em 1995, teve início o Projeto de Redução de Riscos Climáticos na Agricultura, que originou o Zoneamento Agrícola do Brasil, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, cujas características são descritas por ROSSETTI (1999) e por ASSAD (1999). A partir dessa data, todos os anos são publicadas,

no Diário Oficial da União, Portarias contendo as regras para fins de cobertura do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO), para as principais culturas do país (ZONEAMENTO AGRÍCOLA, 2000). O conteúdo dessas Portarias inclui informações metodológicas, tipos de solos aptos para a semeadura, períodos favoráveis de semeadura em nível de município, cultivares recomendadas e condições para a cobertura do PROAGRO em relação a incidência de pragas e doenças. Além dessas Portarias, outras publicações relativas aos Zoneamentos Agroclimático e Pedoclimático foram geradas para o arroz irrigado cultivado no RS e em SC (STEINMETZ et al., 1996; THOMÉ et al., 1997; EPAGRI, 1999; STEINMETZ et al., 1999b; EMBRAPA SOLOS, 2000).

O objetivo deste trabalho é caracterizar os períodos favoráveis de semeadura de arroz irrigado no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina.

Material e métodos

Para o Rio Grande do Sul, foram definidos os períodos de semeadura dos municípios pertencentes às regiões consideradas como “Preferencial” e “Tolerada” pelo zoneamento agroclimático de arroz irrigado (RIO GRANDE DO SUL, 1994). Considerou-se que a semeadura pode ser iniciada no decêndio em que a temperatura média do solo desnudo, a 5 cm de profundidade for maior ou igual a 20°C. Esse valor representa o limite inferior da temperatura ótima para germinação das sementes de arroz (YOSHIDA, 1981). Foram usados valores médios decendiais, de um período mínimo de dez anos, de 14 estações meteorológicas que dispunham dessas informações. A partir desses dados, foram desenvolvidas equações de regressão entre as temperaturas do solo e do ar podendo-se, desta forma, estimar a temperatura do solo a partir da temperatura do ar, variável essa, disponível para um maior número de localidades (41). Uma vez definido o período de início de semeadura, foram estabelecidas as demais épocas recomendadas da seguinte forma: a) definiu-se um período de vinte dias, envolvendo os períodos de pré-floração (microesporogênese) e floração, como o mais crítico às baixas temperaturas (SATAKE, 1976;

TERRES & GALLI, 1985), e um período de 42 dias, em torno da floração, como o mais crítico à radiação solar (STANSEL, 1975; YOSHIDA & PARAO, 1976); b) baseando-se em dados de experimentos de campo disponíveis na literatura, foram estabelecidas as datas médias de floração, para as diferentes épocas de semeadura, de cultivares de ciclos precoce e médio. Dessa forma, foi possível determinar a época de ocorrência dos períodos críticos da planta; c) utilizando as informações geradas no item (b), e os dados de probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar iguais ou menores que 15°C, nos decêndios dos meses de dezembro a março, para as diversas localidades do Rio Grande do Sul (STEINMETZ et al., 1997; BURIOL et al., 1998; STEINMETZ et al., 1999a; BURIOL et al., 2000), e a disponibilidade de radiação solar (INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1989; MOTA, 1995) durante os respectivos períodos críticos da planta, e baseando-se nos critérios, previamente citados, foram definidas as épocas recomendadas de semeadura. Para as regiões onde não se dispunha de dados de probabilidade de ocorrência de $t < 15^{\circ}\text{C}$, usou-se a classificação de risco regional, proposta por MOTA (1995), que utiliza a média das temperaturas mínimas do mês de fevereiro como referência.

Pelo fato do número de estações meteorológicas ser relativamente pequeno, em relação ao número de municípios existentes, optou-se por definir os períodos de semeadura para doze regiões e suas sub-regiões agroecológicas do estado (RIO GRANDE DO SUL, 1994), e, posteriormente, atribuir esses períodos de semeadura a cada um dos municípios pertencentes a essas sub-regiões. Dessa forma, é possível que municípios situados relativamente próximos, possam apresentar diferentes períodos recomendados de semeadura. Essas possíveis diferenças devem estar mais relacionadas com os períodos de início e término da semeadura. A relação de municípios utilizada é a do IBGE (1999).

Para Santa Catarina, foram utilizados os dados de 26 estações agrometeorológicas, com períodos de observação variáveis entre dez e trinta anos, sendo os índices calculados por decêndios. Os índices utilizados para delimitar as regiões recomendadas ao cultivo de arroz irrigado foram

determinados por meio de revisão bibliográfica, juntamente com as respostas biológicas observadas por técnicos da EPAGRI, em sua rede experimental, no período de 1970 a 1995. Pelo fato da semeadura de arroz irrigado em SC ser feita a partir de sementes pré-germinadas, considerou-se que essa pode ser iniciada no decêndio em que a temperatura média do ar seja superior a 15°C (YOSHIDA, 1981; DOORENBOS & KASSAM, 1994). Para se chegar aos períodos favoráveis de semeadura, os índices adotados foram calculados decendialmente. Utilizou-se o software ZonExpert 1.0, desenvolvido por PANDOLFO et al. (1999), como ferramenta auxiliar para o cálculo e estimativa das variáveis climatológicas e cruzamento com os critérios da cultura. O princípio de funcionamento do ZonExpert 1.0 é de simular o crescimento e desenvolvimento de uma determinada cultura em decêndios, de acordo com as condições climáticas observadas e/ou estimadas de uma determinada região e as necessidades climáticas da cultura a ser zoneada. Na simulação, o sistema analisa as exigências climáticas da cultura, para cada estágio, com as condições climáticas prováveis da região, que ocorrerão quando a planta atingir o estágio que está sendo analisado. Para tanto, o programa toma três pontos com latitude, longitude e altitude conhecidos em cada município. Quanto à altitude, toma-se, propositalmente, um ponto que represente as mais baixas cotas do município, outro que represente as cotas mais altas e um terceiro ponto que represente a altitude média do município. Para cada variável estudada (temperatura média do decêndio, por exemplo) calcula-se o valor em cada um desses pontos, por meio de equações de regressão, obtidas a partir das séries históricas das estações meteorológicas disponíveis. Em seguida o programa verifica ponto a ponto, em todo o estado, se o valor da variável em questão encontra-se dentro dos limites pré-estabelecidos. Quando todas as variáveis climáticas analisadas estão dentro desses parâmetros em pelo menos dois dos três pontos considerados, então, o decêndio naquele município é considerado favorável à semeadura. Quando essas exigências da cultura não forem satisfeitas, o sistema considera o decêndio não recomendado para a semeadura. Desta forma, o sistema faz a inferência para todos os pontos contidos nele, do 1º ao 36º decêndio.

As variáveis climáticas pertinentes aos critérios modelados para a cultura de arroz em Santa Catarina foram:

- ciclo da cultura: as cultivares indicadas para plantio se dividem quanto ao ciclo em precoces, médias e tardias, adotando-se para fins de simulação, ciclos de 110, 120 e 140 dias, respectivamente;
- índice de ocorrência de frio no período reprodutivo do arroz irrigado desenvolvido por MOTA (1995). De acordo com este índice, o período crítico das cultivares, em função do seu ciclo, ocorre nas cultivares precoces no 8º e 9º decêndios, nas cultivares médias no 10º e 11º decêndios e nas cultivares tardias, no 11º e 12º decêndios, assim, durante os períodos da microesporogênese e da floração, a temperatura média das mínimas deve ser maior ou igual a 17,6°C.

Visando atender aos critérios estabelecidos pelo projeto de Zoneamento Agrícola, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, as épocas de semeadura foram espaçadas de dez em dez dias.

Resultados e discussão

O risco de ocorrência de frio durante as fases críticas do arroz foi um dos fatores mais importantes na definição das épocas favoráveis de semeadura, principalmente, no RS.

Num trabalho, em parceria, utilizando a mesma metodologia, STEINMETZ et al. (1997) e BURIOL et al. (1998), calcularam as probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas do ar, inferiores ou iguais a 13, 15 e 17°C, nos decêndios dos meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, em 16 localidades situadas nas principais regiões produtoras de arroz irrigado do Rio Grande do Sul. Os dados obtidos nesses dois trabalhos, foram espacializados por STEINMETZ et al. (1999a), com o auxílio de técnicas de geoprocessamento e foram muito importantes na definição dos períodos favoráveis de semeadura. A Figura 1 mostra a probabilidade de ocorrência de três ou mais dias com temperatura menor ou igual a 15°C, em oito localidades. Ela indica que o período de menor risco de ocorrência de $t < 15^\circ\text{C}$ compreende os decêndios dos meses de janeiro e fevereiro e o 1º decêndio

de março, mas há uma variabilidade acentuada entre as distintas localidades.

As épocas favoráveis de semeadura são aquelas em que os períodos de pré-floração e floração coincidem com as menores probabilidades de ocorrência de temperaturas mínimas do ar menores ou iguais a 15°C, e, em que os períodos reprodutivo e de maturação tenham a maior disponibilidade possível de radiação solar.

Os resultados obtidos mostram que os períodos favoráveis de semeadura variam em função das regiões e sub-regiões do estado e do ciclo das cultivares (Tabela 1 e Figura 2). Foram estabelecidos oito grandes grupos de períodos de semeadura, sendo quatro para cultivares de ciclo médio e quatro para cultivares de ciclo precoce. Para as cultivares de ciclo médio, o período de semeadura pode estender-se de 21 de setembro a 20

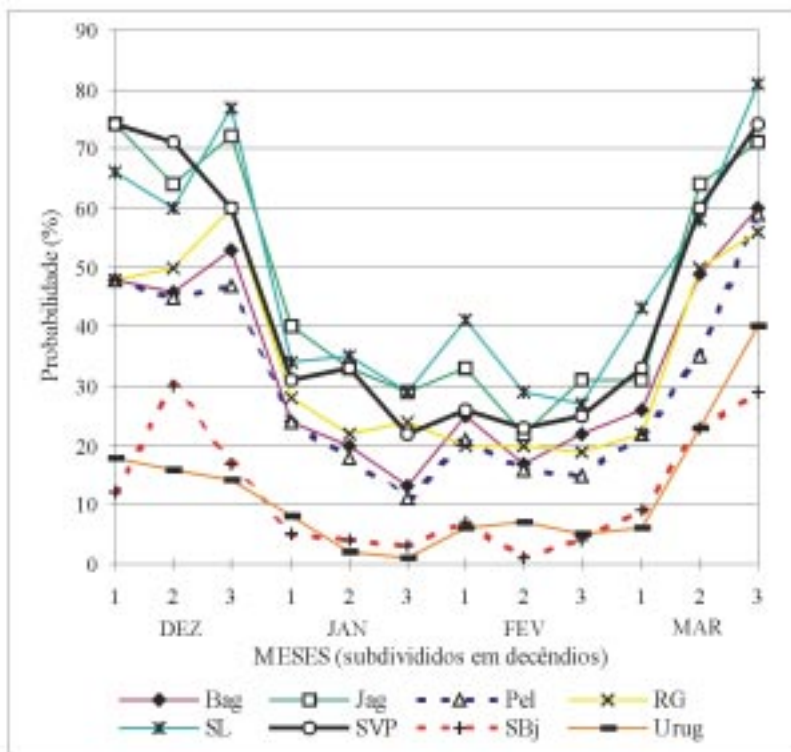


Figura 1. Probabilidade de ocorrência de três ou mais dias com temperatura mínima do ar menor ou igual 15°C, nos decêndios de dezembro, janeiro, fevereiro e março, nas localidades de Bagé (Bag), Jaguarão (Jag), Pelotas (Pel), Rio Grande (RG), Santana do Livramento (SL), Santa Vitória do Palmar (SVP), São Borja (SBj) e Uruguaiana (Urug) – RS.

Tabela 1. Períodos favoráveis de semeadura para cultivares de arroz irrigado, de ciclos precoce e médio, nas regiões e sub-regiões agroecológicas do estado do Rio Grande do Sul.

Região agroecológica	Sub-região agroecológica	Período favorável de semeadura	
		Ciclo precoce	Ciclo médio
7- Alto Vale do Uruguai 9- São Borja – Itaqui 10- Campanha	7a, 7b, 7c	11 de outubro a	21 de setembro a
		10 de dezembro	20 de novembro
	10a		
1- Depressão Central 2- Litoral 3- Missioneira de Santo Ângelo - São Luiz Gonzaga	1a, 1b, 1c	11 de outubro a	01 de outubro a
	2a, 2b	10 de dezembro	20 de novembro
	2c	21 de outubro a	11 de outubro a
2- Litoral 5- Planalto Médio 6- Encosta Inferior da Serra do Nordeste 10- Campanha 11- Serra do Sudeste 12- Região das Grandes Lagoas	5a, 5b, 5c, 5d, 5e	10 de dezembro	20 de novembro
	6a, 6b		
	10b		
3- Planalto Superior 4- Serra do Nordeste	3b	01 de novembro a	21 de outubro a
	4a, 4b	30 de novembro	20 de novembro
3- Planalto Superior	3a	Cultivo não recomendado	

de novembro nas regiões mais quentes (Fronteira Oeste e Alto Vale do Uruguai) e de 21 de outubro a 20 de novembro nas regiões mais frias (Serra do Nordeste e Planalto Superior). Para as cultivares de ciclo precoce, para essas mesmas regiões, esse período varia, respectivamente, de 11 de outubro a dez de dezembro e de 1º a 30 de novembro (Tabela 1 e Figura 2).

Embora, a temperatura do solo permita que o início da semeadura, de cultivares com diferentes comprimentos de ciclo, possa ocorrer na mesma época, definiu-se que, para as cultivares de ciclo precoce, essa data seja atrasada em cerca de 10 a 15 dias para evitar que o período crítico da planta ao frio ocorra durante o mês de dezembro, pois nessa época, a maioria das localidades apresenta alta probabilidade de ocorrência de temperaturas prejudiciais à cultura (Figura 1).

A participação na área semeada com as cultivares de ciclo superprecoce, é ainda muito pequena. Para essas cultivares, como recomendação geral, pode-se considerar que o início e o término da semeadura podem ser retardados em cerca de dez dias, em relação às cultivares de ciclo precoce.

Na região norte do Litoral Norte do Rio Grande do Sul são semeadas algumas cultivares de ciclo tardio, as quais são recomendadas para o estado de Santa Catarina. Para os municípios que utilizam essas cultivares, sugere-se usar os mesmos períodos utilizados para as cultivares de ciclo médio, mas a data de término de semeadura deve ser antecipada em cerca de dez dias.

A participação do arroz pré-germinado na produção do Rio Grande do Sul é ainda pequena. Resultados preliminares obtidos nesse sistema indicam que há uma redução no período em que a cultura permanece no campo. Entretanto, ainda não existem informações suficientes, no contexto do estado, sobre o desempenho das cultivares nas distintas épocas de semeadura. Resultados de dois anos, em Pelotas, mostraram que as maiores produtividades foram obtidas nas semeaduras de 28 de outubro na safra 1994/1995 e de 20 de novembro na safra 1995/1996 (PETRINI et al., 1997). Assim, recomenda-se para cultivares de ciclos médio e precoce, manter os mesmos períodos indicados na Tabela 1. Para as cultivares de ciclos superprecoce e tardio, prevalece o que foi mencionado nos dois parágrafos anteriores.

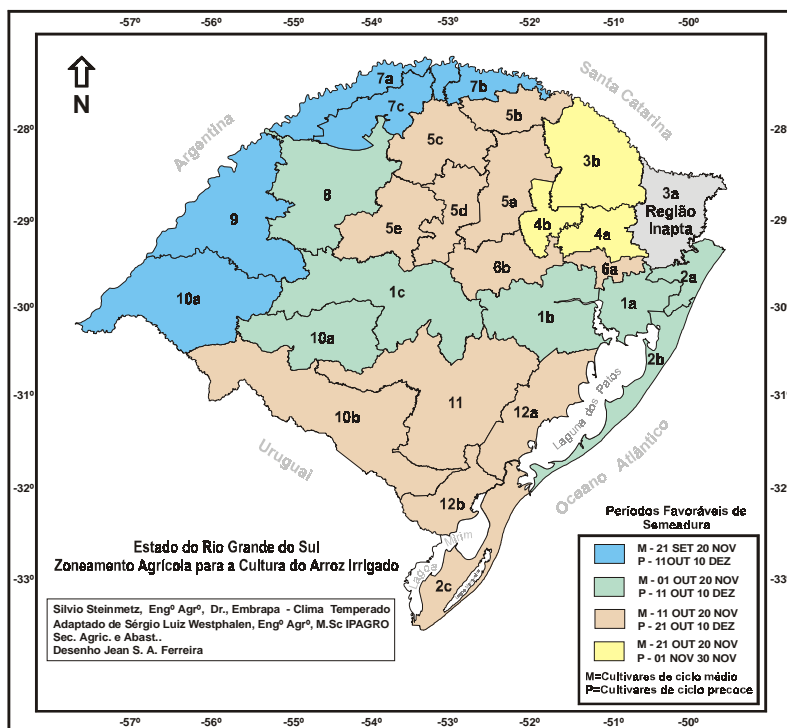


Figura 2. Períodos favoráveis de semeadura para cultivares de arroz irrigado de ciclos precoce e médio no estado do Rio Grande do Sul.

A análise da Figura 2 e da Tabela 1, mostra que a época de semeadura se inicia mais cedo (21 de setembro para cultivares de ciclo médio) nas regiões do Alto Vale do Uruguai (7a, 7b e 7c), São Borja-Itaqui (9) e Campanha (10a: Uruguiana, Barra do Quaraí e Alegrete), pois o valor da temperatura do solo estabelecido ($> 20^{\circ}\text{C}$, a 5 cm de profundidade) é atingido mais cedo do que nas demais regiões. Esses dados são corroborados pelos resultados obtidos por MALUF et al. (1999). Por outro lado, verifica-se que vinte de novembro é a data limite, para as cultivares de ciclo médio, em todas as regiões. A razão disso é que, em semeaduras feitas após essa data, aumenta o risco de ocorrência de frio durante as fases críticas da cultura, como indica a Figura 1. Resulta-

dos experimentais mostram que as semeaduras tardias apresentam altos índices de esterilidade de espiguetas e, conseqüentemente, baixos níveis de produtividade (INFELD et al., 1985; TERRES & GALLI, 1985). Além do frio, a menor disponibilidade de radiação solar em março, comparada com dezembro, janeiro e fevereiro, também pode contribuir para reduzir os níveis de produtividade (INFELD & ZONTA, 1986; STEINMETZ et al., 1996).

Baseando-se nas informações do Zoneamento Agroclimático por épocas de semeadura (STEINMETZ et al., 1996), sintetizadas na Tabela 1 e na Figura 2, foram caracterizadas três classes de aptidão pedoclimática (Preferencial, Tolerada e Não recomendada) para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul (EMBRAPA SOLOS, 2000). Dentre os resultados obtidos, observou-se que as áreas com potencial para a exploração dessa cultura são superiores, cerca de sete vezes, às utilizadas atualmente.

A análise da Figura 3 e da Tabela 2, mostra que as regiões recomendadas para o

cultivo de arroz em Santa Catarina restringem-se a faixa litorânea e Vale do Rio Itajaí. Dentro dessa área, é possível identificar cinco regiões distintas: Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte; Litoral Centro; Litoral Sul e Região Sul; Médio Vale do Itajaí; Alto Vale do Itajaí.

A região do Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte apresentou maior amplitude no período recomendado para todos os ciclos de cultivo estudados, iniciando em 11 de agosto e estendendo-se até dez de janeiro. Nesta região, a semeadura pode ser iniciada mais cedo, a partir de 11 de agosto para as cultivares de ciclo médio e tardio e

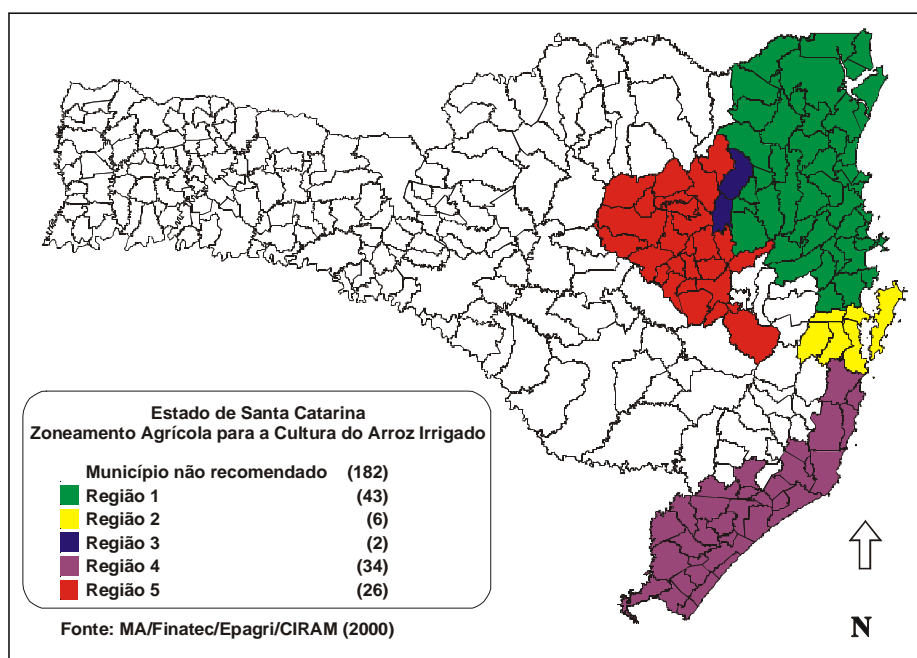


Figura 3. Zoneamento agrícola da cultura de arroz irrigado no estado de Santa Catarina.

Tabela 2. Períodos favoráveis de semeadura para cultivares de arroz irrigado, de ciclos precoce, médio e tardio no estado de Santa Catarina.

Região	Período favorável de semeadura		
	Ciclo precoce	Ciclo médio	Ciclo tardio
1 - Baixo e Médio Vale do Itajaí e Litoral Norte	21 de agosto a 10 de janeiro	11 de agosto a 20 de dezembro	11 de agosto a 10 de dezembro
2 - Litoral Centro	11 de setembro a 31 de dezembro	01 de setembro a 10 de dezembro	21 de agosto a 30 de novembro
3 - Litoral Sul e Região Sul	21 de setembro a 20 de dezembro	11 de setembro a 10 de dezembro	01 de setembro a 20 de novembro
4 - Médio Vale do Itajaí	21 de setembro a 10 de dezembro	21 de setembro a 30 de novembro	21 de setembro a 20 de novembro
5 - Alto Vale do Itajaí	11 de outubro a 10 de dezembro	11 de outubro a 30 de novembro	11 de outubro a 20 de novembro

a partir de 21 de agosto para as cultivares de ciclo precoce. O período favorável encerra-se em dez de janeiro para as cultivares precoces, 20 de dezembro para as médias e dez de dezembro para as tardias.

A região do Litoral Sul apresentou um período recomendado menos amplo que a região norte, variando de 1º de setembro a 20 de dezembro, ou seja, o início da época recomendada se dará somente vinte dias depois e terminará vinte dias antes do que na região norte. Já na região do Alto Vale do Itajaí o período recomendado vai de 11 de outubro a dez de dezembro, com uma amplitude de apenas sessenta dias. Nesta região, o período recomendado para as cultivares de ciclo tardio restringe-se à apenas quarenta dias (11 de outubro a 20 de novembro). A razão dessa amplitude bastante reduzida da região do Alto Vale do Itajaí em relação às demais, deve-se ao fato de ser a região com maiores altitudes, o que implica em incidência de frio nas fases críticas da cultura.

A Tabela 2 mostra, que as cultivares de ciclo precoce apresentam maior flexibilidade quanto à época de semeadura do que as tardias em todas as regiões zoneadas.

Para as cultivares de ciclo precoce, o final da época de semeadura se dá em dez de dezembro na região do Alto Vale do Itajaí, pois semeaduras após esta data implicam num grande risco de temperaturas baixas na fase de floração. Em contrapartida, na região do Baixo Vale e Litoral Norte, este limite estende-se até dez de janeiro, em função das temperaturas mais altas.

Conclusões

- O estado do Rio Grande do Sul possui 462 municípios aptos ao cultivo de arroz irrigado, sendo os períodos favoráveis de semeadura compreendidos entre 21 de setembro a dez de dezembro, variáveis conforme o ciclo da cultura e o município; em Santa Catarina, o seu cultivo é possível em 106 municípios, e os períodos favoráveis de semeadura vão de 11 de agosto até dez de janeiro.
- A utilização correta das épocas de semeaduras

recomendadas neste, e nos demais trabalhos/Portarias mencionados, é uma maneira de aumentar os potenciais de produção e de reduzir os riscos climáticos inerentes ao cultivo do arroz irrigado nesses dois estados, e ao mesmo tempo, de contar com a cobertura do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO).

Referências bibliográficas

- ASSAD, E.D. Metodologias para zoneamento de riscos climáticos no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Programa e Resumo dos Anais**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p.79-85.
- BURIOL, G.A., ESTEFANEL, V., GRAVE, R.A. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz na região de Depressão Central, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.1, p.1-9, 1998.
- BURIOL, G.A., ESTEFANEL, V., STEINMETZ, S. et al. Regionalização das temperaturas mínimas do ar prejudiciais à fecundação das flores de arroz para a região climática da Depressão Central, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.1-10, 2000.
- DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. Arroz. In: DOORENBOS, J., KASSAM, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. p.190-207.
- EMBRAPA SOLOS (Rio de Janeiro, RJ). **Zoneamento pedoclimático do Rio Grande do Sul para a cultura do arroz irrigado**. Rio de Janeiro, 2000. CD-ROM (Documentos, 20).
- EMPASC. **Zoneamento agroclimático do estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1978. 150p.
- EPAGRI. **Recomendação de cultivares para o estado de Santa Catarina 1996-1997**. Florianópolis, 1996. 152p. (Boletim técnico, 74).
- EPAGRI. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do estado de Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1999. CD-ROM.
- GAZETA GRUPO DE COMUNICAÇÕES. Perfil da cultura. In: **Anuário Brasileiro do Arroz**. Santa Cruz do Sul, 2000. p.13-24.
- IBGE. **Malha municipal digital do Brasil**. Situação em 1997. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. CD-ROM.

INFELD, J.A., SILVEIRA JÚNIOR, P., ZONTA, E.P. Potencial de produção em função de épocas de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas de Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a cultura do arroz irrigado**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.95-112.

INFELD, J.A., ZONTA, E.P. Épocas de semeadura em onze cultivares e linhagens. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 15., 1986, Pelotas. **Anais...** Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1986. p.175-181.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS – Seção de Ecologia Agrícola. **Atlas Agroclimático do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1989. 3v.il.:296 mapas, 28 tab.

KWON, Y.W., KIM, D.S., PARK, S.W. Effect of soil temperature on the emergence-speed of rice and barnyardgrasses under dry direct-seeding conditions. **Korean Journal of Weed Science**, v.16, n.2, p.81-87, 1996.

MALUF, J.R.T., MATZENAUER, R., CAIAFFO, M.R. Análise e espacialização da temperatura do solo desnudo a 5 cm de profundidade, visando antecipação da semeadura de culturas de verão no estado do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. CD-ROM.

MOTA, F.S. da. Influência da radiação solar e do “frio” no período reprodutivo sobre o rendimento do arroz irrigado em Pelotas e Capão do Leão. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.47, n.413, p.22-23, 1994.

MOTA, F.S. da. Disponibilidade de radiação solar e risco de frio no período reprodutivo do arroz irrigado em diferentes regiões do Rio Grande do Sul. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v.48, n.424, p.8-10, 1995.

MOTA, F.S. da, BEIRSDORF, M.I.C., ACOSTA, M.J.C. et al. **Zoneamento Agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: IPEAS, 1974. 122p. (Circular técnica, 50, v.2).

PANDOLFO, C., PEREIRA, E.S., RAMOS, A.M. et al. Sistema computacional para elaborar o zoneamento agrícola para o estado de Santa Catarina – Zonexpert 1.0. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p.325.

PETRINI, J.A., TAVARES, W.R.F., FRANCO, D.F. Comportamento de oito cultivares de arroz irrigado em diferentes épocas de semeadura no sistema pré-germinado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO,

22., 1997, Balneário Camboriú. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 1997. p.197-199.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura e Abastecimento. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, 1994. 2v.

ROSSETTI, L.A. Seguridade e zoneamento agrícola no Brasil. Novos rumos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Programa e Resumo dos Anais**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999. p.57-78.

SATAKE, T. Sterile-type cool injury in paddy rice plants. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). **Climate and rice**. Los Baños, 1976. p.281-300.

STANSEL, J.W. Effective utilization of sunlight. In: SIX DECADES OF RICE RESEARCH IN TEXAS, 4., Texas, 1975.

STEINMETZ, S., ASSIS, F.N. de, BURIOL, G.A. et al. Regionalização do risco de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais ao arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1999a. CD-ROM.

STEINMETZ, S., ASSIS, F.N. de, DIDONET, I.A. et al. Probabilidade de ocorrência de temperaturas mínimas do ar prejudiciais à cultura do arroz irrigado em distintas regiões produtoras do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.80-82.

STEINMETZ, S., INFELD, J.A., MALUF, J.R.T. et al. **Zoneamento agroclimático da cultura do arroz irrigado no estado do Rio Grande do Sul**: recomendação de épocas de semeadura por município. Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1996. 30p. (Documentos, 19).

STEINMETZ, S., INFELD, J.A., MALUF, J.R.T. et al. **Zoneamento agroclimático do arroz irrigado por épocas de semeadura no estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999b. 28p. (Documentos, 56).

TERRES, A.L., GALLI, J. Efeitos do frio em cultivares de arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária de Terras Baixas e Clima Temperado (Pelotas, RS). **Fundamentos para a**

cultura do arroz irrigado. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.83-94.

TERRES, A.L., RIBEIRO, A.S., MACHADO, M.O. Progress in breeding for cold-tolerant semidwarf rice in Rio Grande do Sul, Brazil. In: TEMPERATE RICE CONFERENCE, 1994, Yanco. **Proceedings...** Riverina: Charles Sturt University, 1994. v.1, p.43-50.

THOMÉ, V.M.R., ZAMPIERI, S.I., BRAGA, H.J. et al. Zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado em Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.327-329.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science.** Los Baños: IRRI, 1981. 269p.

YOSHIDA, S., PARAO, F.T. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (Los Baños, Philippines). **Climate and rice.** Los Baños, 1976. p.471-494.

ZONEAMENTO AGRÍCOLA. SAFRA 99/2000. **Brasil, culturas:** algodão, arroz, feijão, maçã, milho, soja e trigo. Estados: RS, SC, PR, MG, RJ, SP, DF, GO, MT, MS, TO, AL, BA, CE, MA, PB, PI, RN E SE. Brasília: MA/CER/Coordenação Nacional do Zoneamento Agrícola, 1999. 1ª ed., jan 2000.