

ISSN 0104-1347

Variabilidade temporal e espacial do quociente fototermal no Rio Grande do Sul e suas implicações para a expressão do potencial de rendimento de grãos de trigo

Time and spatial variability of photothermal quotient in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, and their implications on expression of wheat grain yield potential

Gilberto Rocca da Cunha¹, João Leonardo Fernandes Pires¹, Aldemir Pasinato² e Genei Antonio Dalmago³

Resumo - Um mapeamento do quociente fototermal (índice Q 25 dias, cujo valor médio nos 25-30 dias antes da antese do trigo apresenta uma forte relação com o número de grãos por unidade de superfície) foi realizado para o Rio Grande do Sul, usando-se dados diários de 27 estações meteorológicas com séries históricas de observações variando de 10 a 30 anos, sendo a maioria superior a 20 anos. Para supostas datas de antese (floração) passíveis de ocorrerem entre 1° de julho e 31 de outubro, foram traçadas cartas dos valores médio do índice Q 25 dias, admitindo-se como datas centrais os dias 5, 10, 15, 20, 25 e 30 de cada mês. Os resultados mostraram que há variabilidade espacial e temporal do quociente fototermal no Rio Grande do Sul, com conseqüências para a expressão do potencial de rendimento de grãos de trigo. Valendo-se do critério do quociente fototermal (Q 25 dias), as áreas de maior potencial de rendimento estão localizadas no nordeste do estado (Planalto, Campos de Cima da Serra e Serra do Nordeste). Também se destaca uma área situada no sudoeste do território rio-grandense, região da Campanha (fronteira com o Uruguai).

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., regionalização, época de semeadura, data de antese, produtividade, Brasil.

Abstract - A mapping of the variability in time and space of photothermal quotients (Q 25 days index) in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, and their likely implications on wheat grain yield potential yield was made using daily weather variables from 27 meteorological stations. Historical observations varied from 10-30 years, being the great majority higher than 20 years. Possible flowering date between July 1st and October 31st were used. Maps were generated using the mean Q 25 days index. The central date was empirically set to be the 5th, 10th, 15th, 20th, 25th and the 30th day of each month. The results showed that the photothermal quotients of the state of Rio Grande do Sul vary in both in time and space, influencing wheat yield potential expression. This result showed that there is spatial and temporal variability of the photothermal quotient for state of Rio Grande do Sul which in turn influence the wheat yield potential. Based on the photothermal quotient index (Q 25 days) the areas with higher potential yield are the northeastern (Planalto, Campos de Cima da Serra and Serra do Nordeste). An area located at southeastern known as Campanha was also identified as potentially good for wheat production based solely in this criterium.

Key words: *Triticum aestivum* L., regional analysis, sowing date, anthesis date, wheat productivity, Southern Brazil.

¹Pesquisador da Embrapa Trigo. Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: cunha@cnpq.embrapa.br. Bolsista do CNPq-PQ.

²Técnico de Nível Superior (Analista de Sistemas) da Embrapa Trigo.

³Bolsista do CNPq-AP.

Introdução

A diversidade climática regional e o nível de tecnologia usado nos sistemas de produção podem ser considerados como as principais causas de variação no rendimento de grãos de trigo entre locais e anos no Rio Grande do Sul.

Apesar da variabilidade interanual, os dados de rendimento médio de lavouras de trigo no RS (IBGE, 2001) e de experimentos de avaliação de cultivares (MOREIRA *et al.*, 1998; 2001) mostraram, entre 1990 e 2000, por exemplo, uma diferença consistente nos rendimentos entre locais. Este fato, considerando-se particularmente as variações nos rendimentos máximos, e admitindo-se tecnologia de produção similar nos experimentos de avaliação de cultivares de trigo, indica que outras causas, não de natureza tecnológica, podem estar limitando a expressão do rendimento potencial das cultivares atualmente em uso, e assim contribuindo para as diferenças entre regiões.

Dois conceitos de difícil definição, pelo menos de forma rigorosa, e por isso muitas vezes usados de maneira vaga e equivocada são rendimento potencial e potencial de rendimento. EVANS & FISCHER (1999) definem rendimento potencial como: “rendimento de uma cultivar em um dado ambiente ao qual está adaptada, sem limitações de água e de nutrientes; e com pragas, doenças, plantas daninhas, acamamento e outros estresses efetivamente controlados”. Nessa definição, ficam implícitos alguns aspectos relevantes para a interpretação de rendimentos de plantas cultivadas. São eles: (1) fundamenta-se exclusivamente na visão de produção de matéria seca e não considera características intrínsecas de qualidade de produto; (2) a referência a cultivar e ao ambiente implica que o rendimento potencial é função da interação genótipo x ambiente; (3) a citação sobre a adaptação da cultivar ao ambiente não se restringe a uma necessidade de adaptação perfeita, tanto ao meio físico quanto ao sistema de tecnologia de produção e (4) a ausência de estresses abióticos (água, nutrientes e acamamento) e bióticos (pragas, doenças e plantas daninhas) é de difícil verificação prática, dando possibilidade ao surgimento de níveis de estresses que passam despercebidos. Além de que, freqüentemente, ignora-se os danos causados por patógenos de solo e/ou efeitos alelopáticos e microbiológicos associados às culturas antecessoras.

O termo potencial de rendimento, embora tenha sido usado em algumas ocasiões como sinônimo de rendimento potencial, conforme sugerem EVANS & FISCHER (1999), deveria ser exclusivo para indicar o rendimento máximo possível de ser obtido por uma cultura em um dado ambiente. Pode ser determinado via modelagem e simulação, desde que sejam consideradas pressuposições fisiológicas e agrônomicas plausíveis. Na prática, a noção de rendimento potencial deveria ser empregada principalmente para mensurar comparações entre cultivares de uma dada espécie, e potencial de rendimento quando envolver o confronto de diferentes culturas e ambientes distintos, bem como em estimativas de limitações futuras para o aumento de rendimento dos cultivos agrícolas.

O ciclo de desenvolvimento da cultura de trigo pode ser dividido em três fases principais, que ocorrem em seqüência: vegetativa, reprodutiva e enchimento de grãos. Conforme SLAFER & RAWSON (1994), a fase vegetativa se estende da sementeira, envolvendo germinação das sementes e emergência das plantas, até o estágio de duplo-anel (manifestação inequívoca de que a planta efetivamente entrou na etapa reprodutiva. De fato isto ocorreu um pouco antes deste estágio, porém não se observa visualmente), e compreende uma etapa em que no ponto de crescimento são diferenciadas somente estruturas foliares. Por sua vez, a fase reprodutiva, que engloba o período que vai do estágio de duplo-anel até a antese (floração), abrange dois subperíodos muito importantes para a definição do rendimento potencial, que estão delimitados pelos estágios de duplo-anel e o de início de formação da espiguetta terminal, no primeiro caso, seguindo-se pela etapa compreendida entre o estágio de início de formação da espiguetta terminal até a antese propriamente dita. Nessa fase ocorre a diferenciação de estruturas florais e o número de flores férteis (virtualmente número de grãos) é determinado. Por último, a fase de enchimento de grãos, que vai da antese até a maturação fisiológica, definindo a massa final de cada grão. Resumidamente: antes da antese o número de grãos é determinado e após este estágio os grãos são de fato enchidos e é estabelecida a sua massa seca final no momento da maturação fisiológica. A compreensão desses aspectos relacionados com o desenvolvimento da planta de trigo, embora descritos superficialmente (maiores detalhes podem ser encontrados em RODRIGUES, 2000), é fundamental para o entendimento da formação do rendimento de grãos em trigo e as possíveis limitações causadas pelo ambiente.

O rendimento de grãos da cultura de trigo, matematicamente, pode ser obtido pelo produto entre o número de grãos por unidade de superfície e o valor médio da massa de um grão. Nesse particular, vários estudos (FISCHER, 1985; SAVIN & SLAFER, 1991, por exemplo) têm demonstrado que o número de grãos por unidade de superfície é o componente dominante para explicar variações de rendimento em trigo. Outro aspecto fundamental para o entendimento da formação do rendimento em trigo foi a identificação da existência de um período crítico concentrado num curto espaço de tempo que antecede à antese (FISCHER, 1985); mais propriamente no subperíodo delimitado pelos estádios de início de formação da espiguetta terminal e a antese.

O período crítico para a definição do rendimento potencial em trigo (espiguetta terminal-antese) se caracteriza como a etapa de crescimento da espiga no interior do colmo (pré-espigamento). Nas lavouras, o começo desse importante subperíodo quase que invariavelmente coincide com o início da elongação dos colmos, na ocasião em que há elevação do ponto de crescimento para cima da superfície do solo. Ainda cabe destacar que a maior parte dos avanços obtidos no aumento do rendimento potencial de trigo, mundialmente, via programas de melhoramento genético, foram alcançados graças às mudanças ocorridas nessa etapa de crescimento da espiga, principalmente envolvendo modificações no padrão de partição de assimilados fotossintéticos, com um maior direcionamento para as espigas (SLAFER et al., 2001). Atualmente, com as previsíveis dificuldades em se continuar aumentando a partição para as espigas, via redução da altura de planta, SLAFER et al. (2001) indicam a possibilidade de se aumentar a duração do período de crescimento da espiga, valendo-se de controles relacionados com respostas ao fotoperíodo. Sempre usando a lógica de aumento no número de grão para se obter elevação de rendimento potencial.

De modo geral, para qualquer cultura, os períodos de semeadura são definidos e as cultivares selecionadas de forma que a mesma possa completar o seu ciclo de desenvolvimento sob condições climáticas relativamente favoráveis. Muitos fatores interferem nessas escolhas. Desde, e principalmente, as características climáticas locais até os sistemas de produção agrícola da região. Todavia, sempre se deve considerar os períodos críticos das culturas em relação ao seu ciclo de desenvolvimento e as possíveis ocorrências de adversidades meteorológicas.

A semeadura de trigo, no Rio Grande do Sul, dá-se entre maio e julho, dependendo da região, começando pela parte mais quente do estado, fronteira noroeste, e terminando na região mais fria, Campos de Cima da Serra (CUNHA et al., 1999a; 1999b). Esta definição regional de períodos de semeadura visou ao escape de dois riscos climáticos: geada na floração e excesso de chuva no período de colheita.

O calendário de semeadura de trigo praticado no Rio Grande do Sul faz com que a data de antese possa ocorrer, dependendo da região, entre os meses de julho e outubro. Este fato, por si só, determina que o período crítico de formação de rendimento potencial em trigo (fase de crescimento da espiga em pré-espigamento) acabe submetido a diferentes disponibilidades de ambiente, com possíveis conseqüências para a expressão do potencial de rendimento de grãos dessa cultura por razões atreladas às variações de radiação solar e de temperatura.

A teoria exposta anteriormente e os fundamentos teóricos-experimentais do clássico trabalho de FISCHER (1985), que definiu, para trigo de primavera, sob condições potenciais de manejo, a existência de uma estreita relação entre um quociente fototermal (valor médio para 30 dias precedentes à antese) e o número de grãos por unidade de superfície, têm sido usado como ferramenta de avaliação das disponibilidades de ambiente em termos de potencial de rendimento para trigo. Nesse contexto, usando como referencial o trabalho de MAGRIN et al. (1993) para a Argentina, este estudo apresenta o mapeamento da variabilidade temporal e espacial do quociente fototermal no Rio Grande do Sul e discute as suas possíveis implicações para a expressão do potencial de rendimento de grãos de trigo.

Material e Métodos

Para a realização do trabalho foram usados dados diários de 27 estações meteorológicas do Rio Grande do Sul, integrantes das redes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro-RS), cujas séries históricas variaram de 10 a 30 anos, sendo a maioria superior a 20 anos.

O quociente fototermal foi calculado para cada dia, entre 1º de junho e 31 de outubro, conforme modelo proposto por FISCHER (1985):

$$Q = R_s / (T_{med} - 4,5) \quad (1)$$

em que Q é o quociente fototermal diário ($\text{MJ}\cdot\text{m}^2\cdot\text{dia}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$), R_s a radiação solar global ($\text{MJ}\cdot\text{m}^2\cdot\text{dia}^{-1}$) e T_{med} a temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$).

A partir dos valores diários de Q foram calculados os quocientes fototermais médios diários, considerando-se períodos de 25 dias anteriores às supostas datas de antese (nos moldes usado por MAGRIN *et al.*, 1993) passíveis de ocorrerem entre 1º de julho e 31 de outubro (Q 25 dias).

A representação espacial dos valores dos quocientes fototermais foi feita para datas centrais de antese, admitidas como ocorrendo nos dias 5, 10, 15, 20, 25 e 30 de cada mês. Tomando-se esses dias como referência, a partir dos valores médios de Q 25 dias, foram calculados os valores médios de Q dos dias referência, usando-se o intervalo de tempo entre 4 dias anteriores e quatro dias posteriores aos mesmos. Este procedimento visou a dar uma maior representatividade das cartas para datas reais de ocorrência de antese. Portanto, supondo-se a ocorrência da antese no dia 7 de um determinado mês, essa data estaria representada na respectiva carta do dia 5. Por sua vez, para a análise de ocorrência de antese no dia 8 deve ser usada a carta de referência para o dia 10. Ou seja, considerar sempre a maior proximidade da data desejada com a da carta referência, tendo em vista que cada uma delas contempla os valores dos dias mais próximos.

Os valores médios dos quocientes fototermais de referência foram espacializados pelo método de Krigagen, com interpolação de curvas obedecendo a intervalos de 0,1 unidade de quociente fototermal.

Resultados e Discussão

As cartas de quocientes fototermais (Q 25 dias) para ocorrências da antese em trigo nos meses de julho (Figura 1), de agosto (Figura 2), de setembro (Figura 3) e de outubro (Figura 4) no Rio Grande do Sul mostram uma bem definida variabilidade temporal e espacial. De forma genérica, em termos de variabilidade espacial, destaca-se que os valores mais elevados de quocientes fototermais sistematicamente concentraram-se no nordeste do estado, envolvendo uma parte do Planalto, Campos de Cima da Serra e Serra do Nordeste. Também ficou evidenciada, embora com magnitudes inferiores relativamente à parte nordeste, uma área localizada no sudoeste do território rio-grandense, região da Campanha, com valo-

res de Q 25 dias maiores do que em outras regiões do estado.

A variabilidade espacial dos valores de quociente fototermal (figuras 1 a 4) possibilita inferir que as limitações para a expressão do potencial de rendimento de grãos em trigo, impostas pelas disponibilidades de radiação solar e de temperatura, independentemente de manejo da cultura, são diferentes em cada região, refletindo-se, por essa razão, em potenciais de rendimento de trigo também diferentes.

Valendo-se do critério de quociente fototermal (Q 25 dias) como indicador exclusivo de potencial de rendimento de trigo (figuras 1 a 4) poderia se especular que as áreas de maior potencial de rendimento para trigo no Rio Grande do Sul estão localizadas no nordeste do estado (Planalto, Campos de Cima da Serra e Serra do Nordeste). E, na metade sul do RS, se destacaria uma parte da região da Campanha (fronteira com o Uruguai). Também fica expresso nas figuras 1 a 4 que na metade norte do estado, em que se concentra, atualmente, a maior área de cultivo de trigo, a existência de um gradiente nos valores de Q 25 dias, com diminuição sistemática nos valores no sentido leste para oeste. O que implicaria, também, que seja esperada uma diminuição nos valores de potencial de rendimento de trigo, por razões de ambiente, na medida que se desloca dos Campos de Cima da Serra para a região das Missões e Vale do Uruguai.

As retas de regressão (Figura 5), comparando as estatísticas de rendimento de trigo do IBGE (1975 a 2004), entre Vacaria e diferentes locais do RS (São Borja, Santa Rosa, Cruz Alta, Santa Maria, Passo Fundo e Lagoa Vermelha), corroboram a discussão realizada com base exclusivamente nos valores de Q 25 dias (figuras 1 a 4). A dominância da reta de regressão de Vacaria (município localizado na área de valores de Q 25 dias mais elevados) sobre todas as dos outros municípios fica evidente. Também se constata que a medida que se aproximam geograficamente os locais comparados a distância entre as retas de regressão diminui, refletindo a força das condições ambiente sobre os rendimentos reais das lavouras de trigo no estado (vide, na Figura 5, a mudança no distanciamento entre as retas de regressão de Vacaria *versus* São Borja e de Vacaria *versus* Lagoa Vermelha, por exemplo).

As estatísticas de rendimento médio de trigo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) no Rio Grande do Sul, agregadas por região tríticola (IPEAS, 1971), no período 1990 a 2000 (IBGE, 2001), apesar da sua variabilidade interanual,

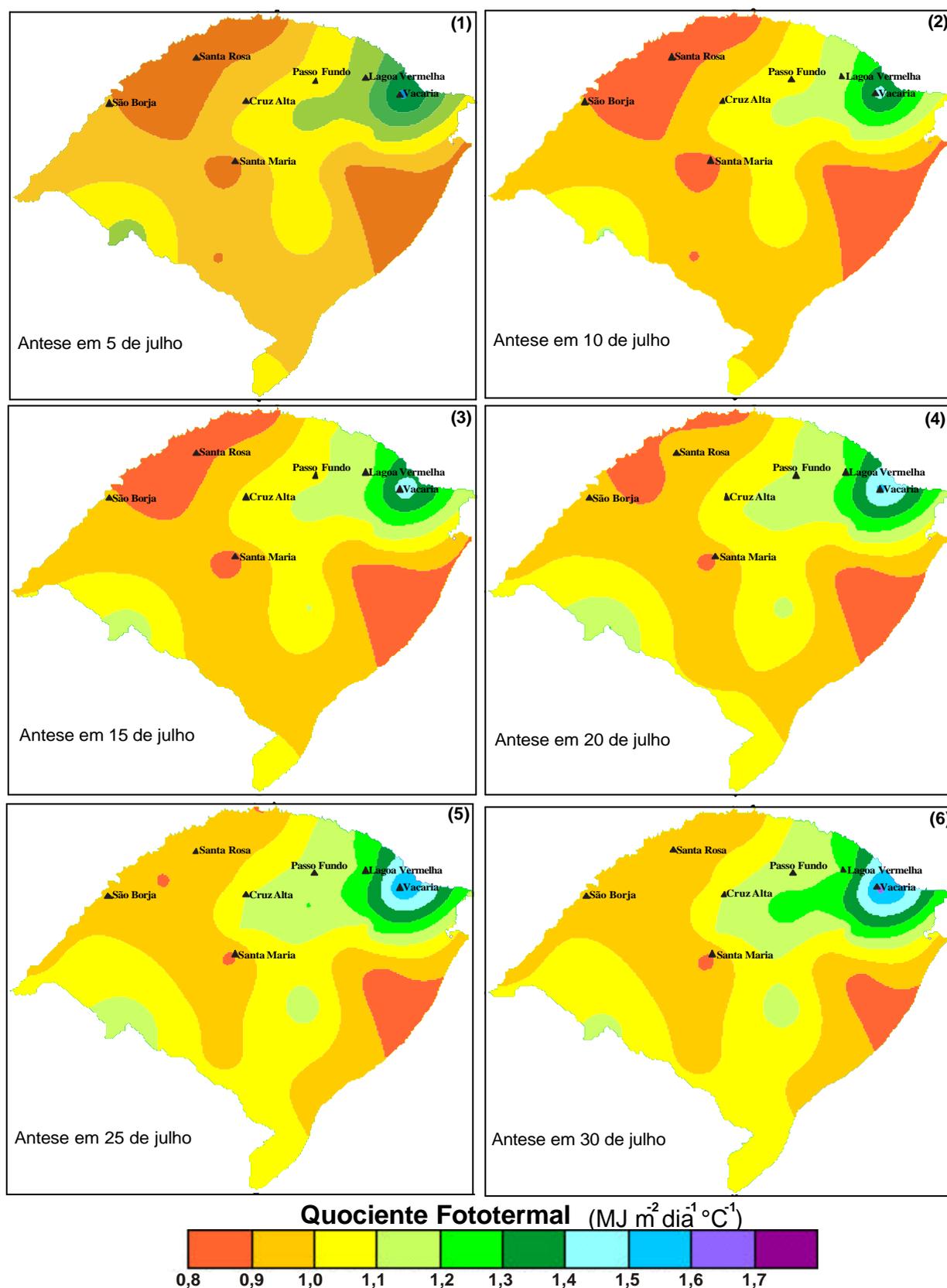


Figura 1. Quociente Fototermal médio (Q 25 dias) para trigo, considerando datas de antese em 5 de julho (1), 10 de julho (2), 15 de julho (3), 20 de julho (4), 25 de julho (5) e 30 de julho (6) no Estado do Rio Grande do Sul.

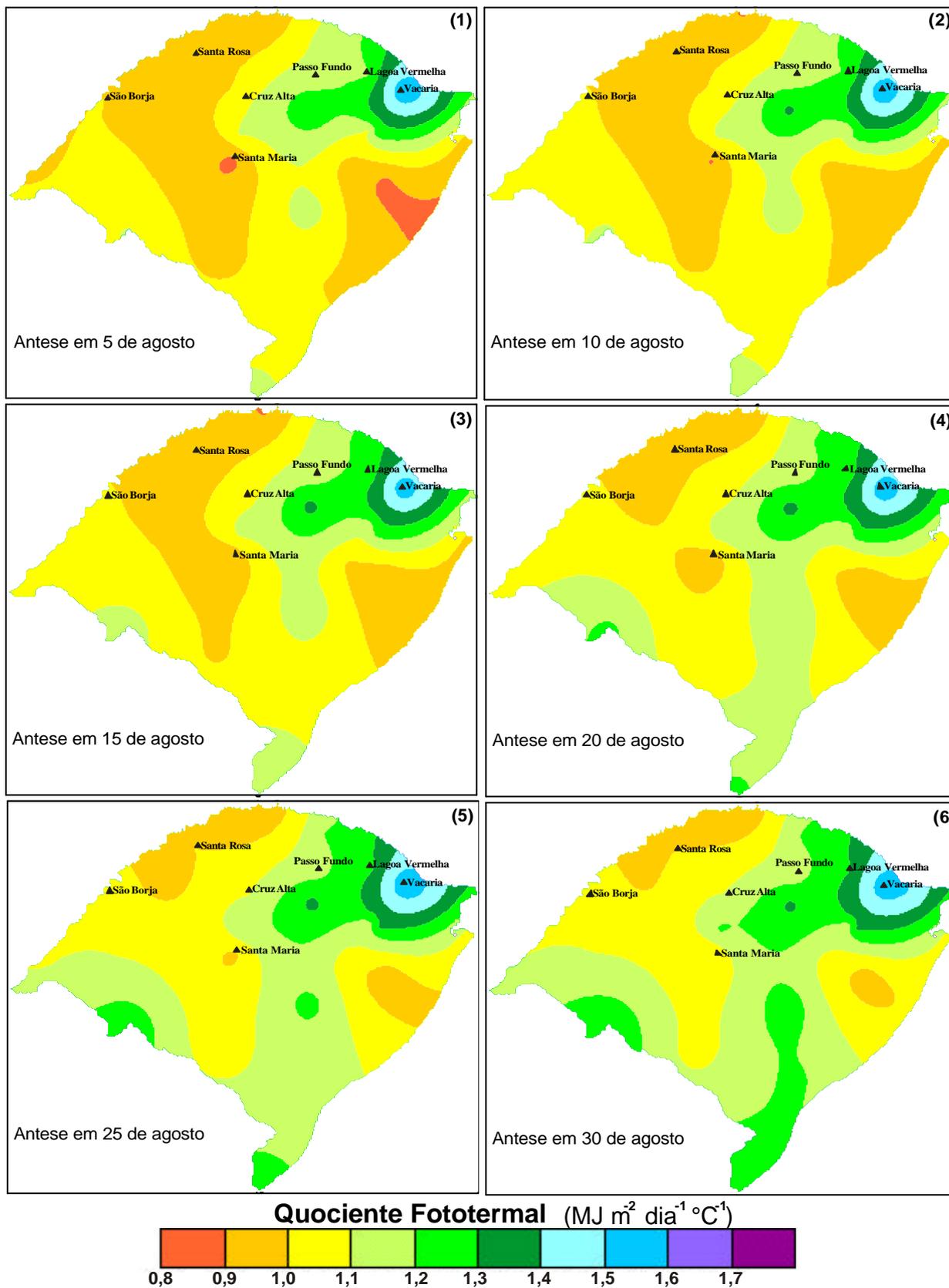


Figura 2. Quociente fototermal médio (Q 25 dias) para trigo, considerando datas de antese em 5 de agosto (1), 10 de agosto (2), 15 de agosto (3), 20 de agosto (4), 25 de agosto (5) e 30 de agosto (6) no Estado do Rio Grande do Sul

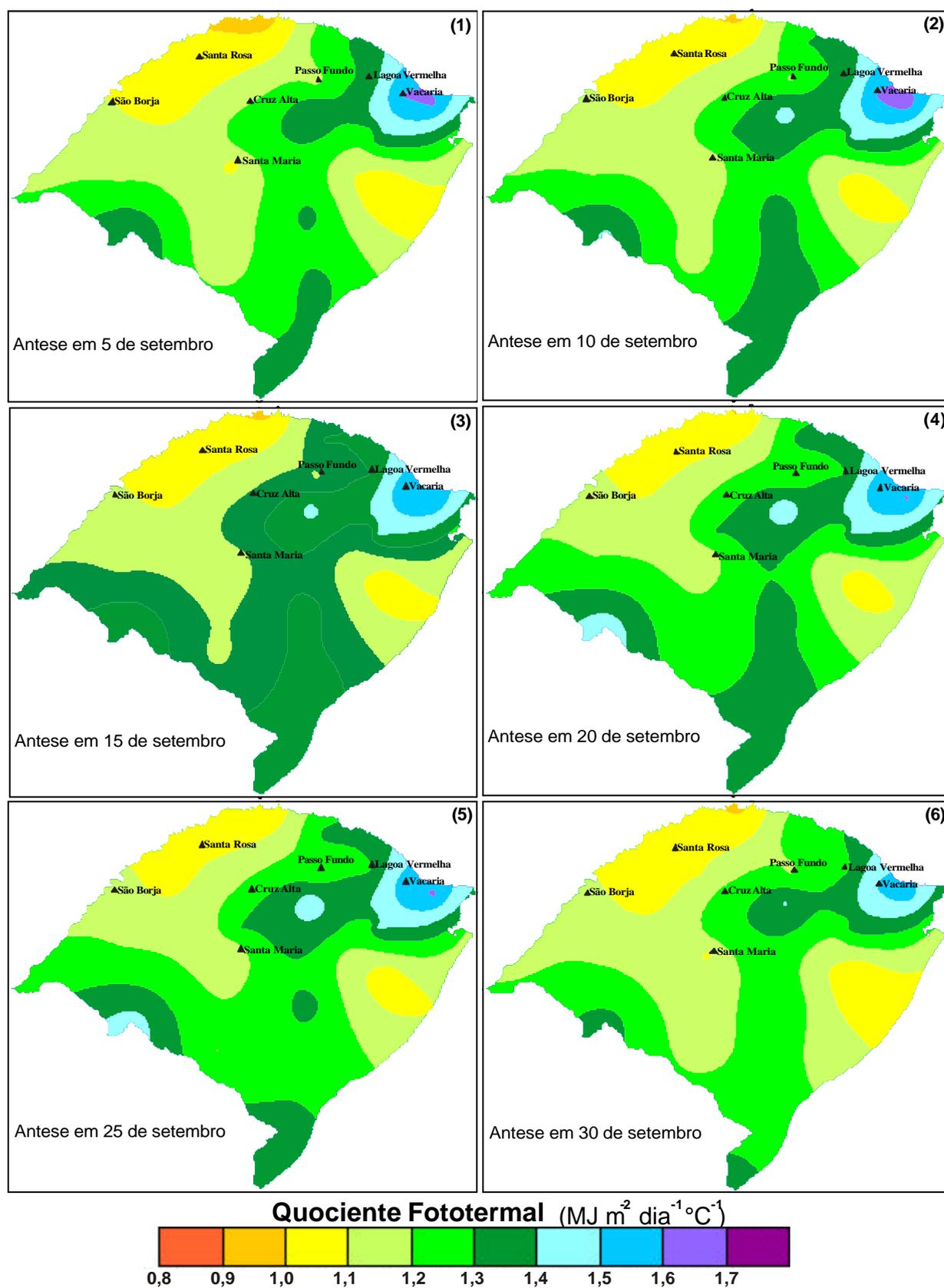


Figura 3. Quociente fototermal médio (Q 25 dias) para trigo, considerando datas de antese em 5 de setembro (1), 10 de setembro (2), 15 de setembro (3), 20 de setembro (4), 25 de setembro (5) e 30 de setembro (6) no Estado do Rio Grande do Sul

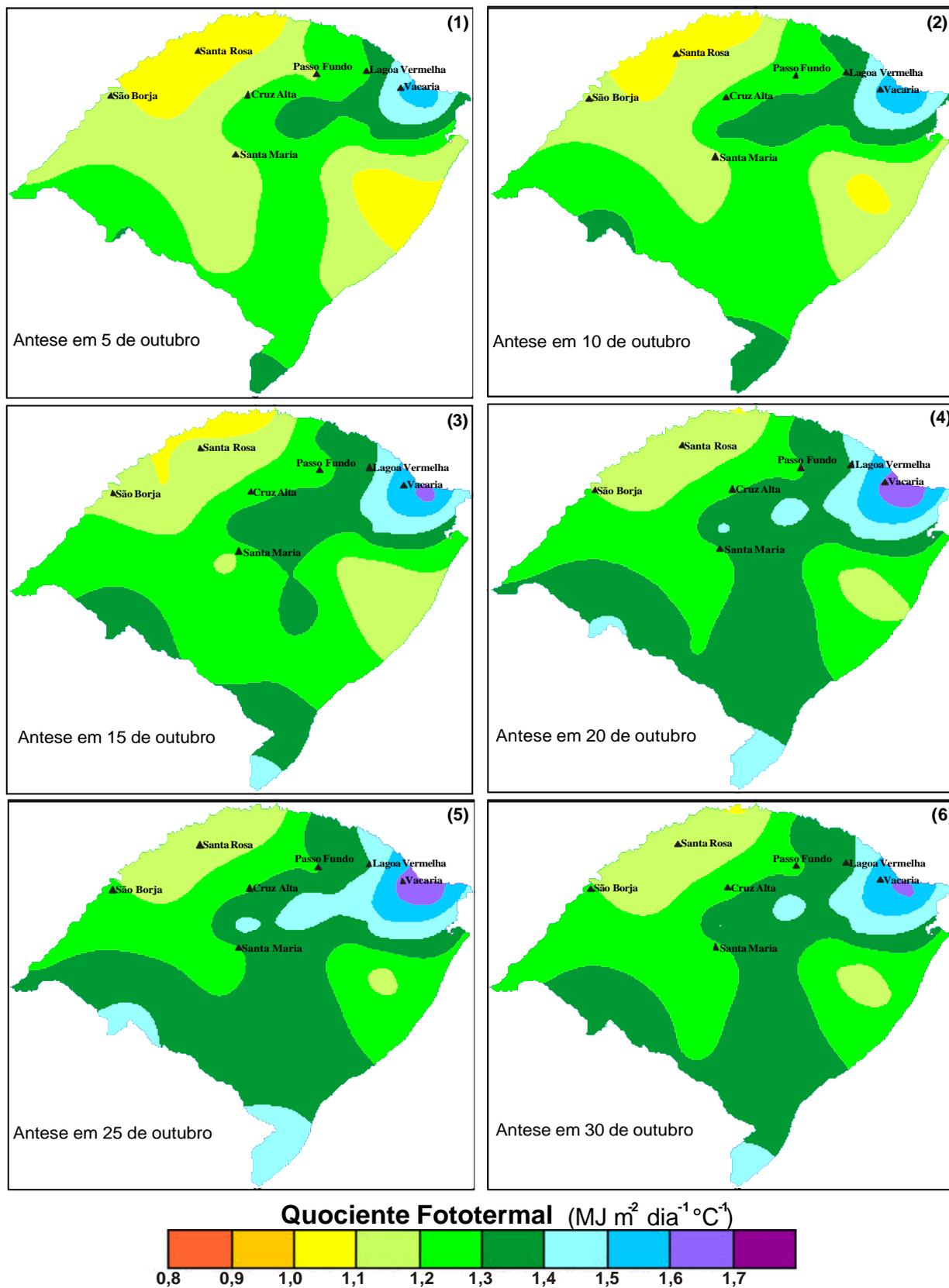


Figura 4. Quociente fototermal médio (Q 25 dias) para trigo, considerando datas de antese em 5 de outubro (1), 10 de outubro (2), 15 de outubro (3), 20 de outubro (4), 25 de outubro (5) e 30 de outubro (6) no Estado do Rio Grande do Sul

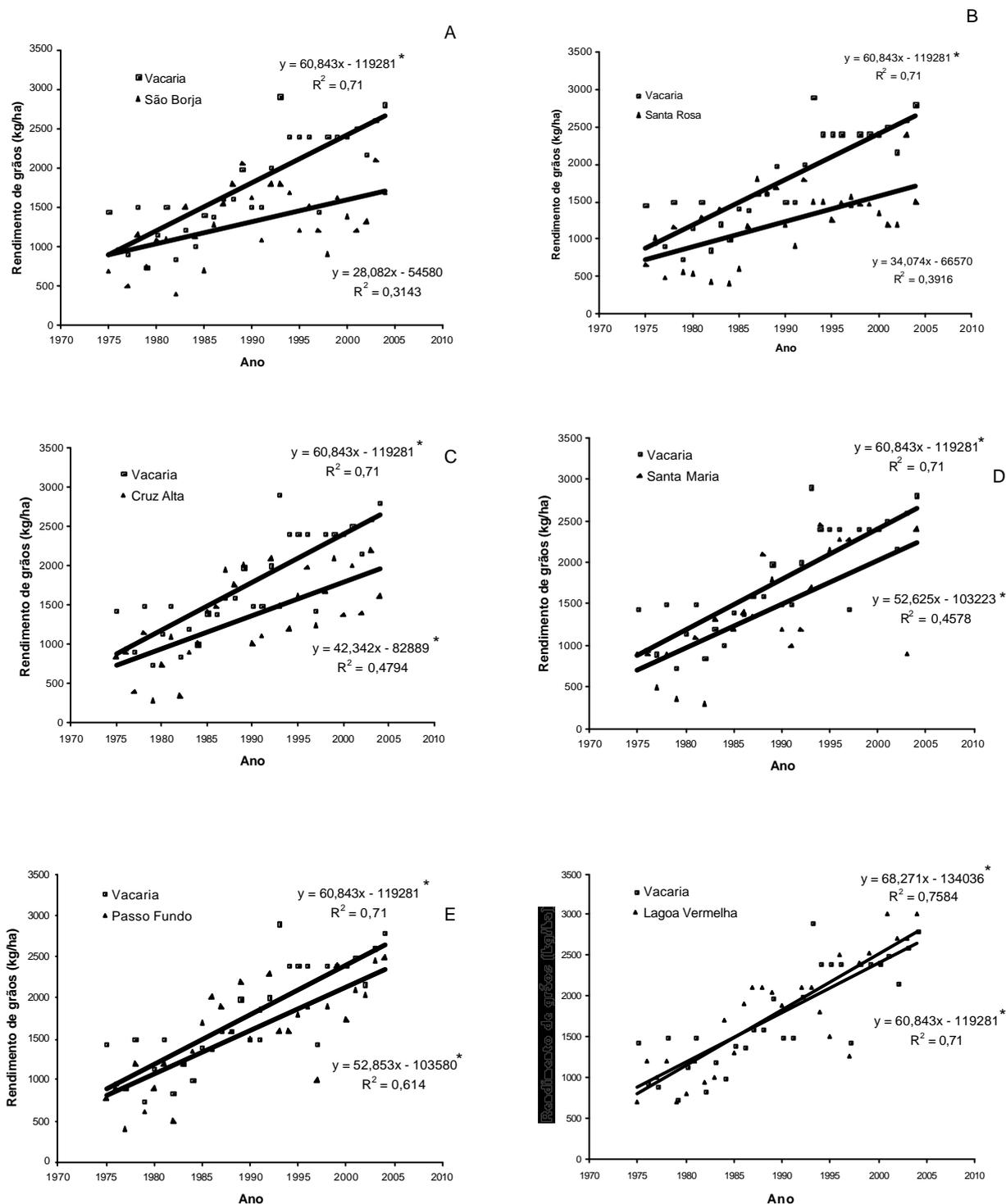


Figura 5. Regressão linear do rendimento médio de grãos de trigo (kg/ha), no período de 1975 a 2004 (IBGE), comparando o município de Vacaria com os municípios de São Borja (A), Santa Rosa (B), Cruz Alta (C), Santa Maria (D), Passo Fundo (E) e Lagoa Vermelha (F). *Regressão significativa a 5% de significância pelo teste t.

tendem a corroborar, em linhas gerais, pelos valores médios regionais (rendimentos reais obtidos nas lavouras gaúchas), as possíveis implicações para o potencial de rendimento de grãos de trigo, que são expressas nos mapas de quocientes fototermais (figuras 1 a 4). Também os dados do Ensaio Estadual de Cultivares de Trigo, apresentados por MOREIRA et al. (1998 e 2001), para o período 1992 a 2000, tanto para **os valores médios de rendimento (kg/ha)** de todas as cultivares como para valores máximos, reforçam as inferências extraíveis a partir do mapeamento regional de quocientes fototermais e, de certa forma, se alinham com as estatísticas oficiais de rendimentos de lavoura do IBGE; exceto nas regiões VII, VIII e IX, que nos dados experimentais se comportam diferentes (inverso) do que mostram as estatísticas de lavoura.

No tocante à variabilidade temporal dos valores de quocientes fototermais (figuras 1 a 4), embora seja mantido um padrão coerente de variabilidade espacial, se observa uma tendência de aumento nos valores de Q 25 dias com o retardamento da data de antese. Evidentemente isso se deve ao maior aumento da radiação solar com a proximidade do solstício de verão no Hemisfério Sul, comparativamente aos aumentos de temperatura no mesmo período. De qualquer forma, não se pode pensar em benefícios para o potencial de rendimento de grão pelo atraso da data de antese, uma vez que os aumentos observados são de poucas unidades de Q. Além do mais, as temperaturas mais elevadas das sementeiras do tarde, como destacaram FISCHER (1985) e MAGRIN et al. (1993), poderiam acelerar o crescimento da espiga, atenuando o efeito da maior disponibilidade de energia, além de diminuir o período de enchimento de grãos, formando grãos menores. O ideal, na etapa de crescimento da espiga, é a conjugação de radiação solar elevada e temperaturas amenas, determinado valores elevados de quocientes fototermais.

Para um melhor entendimento das implicações decorrentes da variabilidade espacial e temporal dos valores de quocientes fototermais (figuras 1 a 4) na expressão do potencial de rendimento de trigo no Rio Grande do Sul é importante considerar que a definição do período de sementeira e a escolha da cultivar acabam influenciando a data de antese, que, por sua vez, em função das disponibilidades de ambiente, regula a formação do número potencial de grãos, e, conseqüentemente, influem no potencial de rendimento da cultura. Como regra geral, a data de sementeira

escolhida tem que garantir primeiro a formação de um número suficiente de grãos, e, em segundo lugar, assegurar um período adequado para o enchimento desses grãos. Destacando-se que um certo nível de risco de geada na antese tem que ser aceito quando se quer maximizar rendimento.

A variabilidade de quocientes fototermais no Rio Grande do Sul, e suas conseqüências para a expressão do potencial de rendimento de trigo, sugere a necessidade de definição de tecnologia de produção diferenciada para cada ambiente, visando a otimizar a exploração das potencialidades regionais para produzir essa cultura no estado.

Conclusões

- O calendário de sementeira de trigo praticado no Rio Grande do Sul implica na ocorrência de datas de antese em épocas diferentes, com conseqüências para a expressão do potencial de rendimento de grãos em função de variabilidade temporal do quociente fototermal (Q 25 dias);
- há variabilidade espacial nos valores de quocientes fototermais (Q 25 dias) no Rio Grande do Sul. Os valores mais elevados de Q 25 dias concentram-se no nordeste do estado, envolvendo uma parte do Planalto, Campos de Cima da Serra e Serra do Nordeste. Em segundo lugar, destaca-se uma área localizada no sudoeste do território rio-grandense, região da Campanha (fronteira com o Uruguai);
- valendo-se do critério do quociente fototermal (Q 25 dias) como indicador exclusivo de potencial de rendimento de trigo, as áreas de maior potencial de rendimento para trigo no Rio Grande do Sul estão localizadas no nordeste do estado (Planalto, Campos de Cima da Serra e Serra do Nordeste);
- na metade norte do estado, onde se concentra, atualmente (2004), a maior área de cultivo de trigo, a existência de um gradiente nos valores de Q 25 dias, com uma diminuição sistemática nos seus valores no sentido leste para oeste implica que seja esperada uma diminuição nos valores de potencial de rendimento de trigo, por razões de ambiente, na medida que se desloca dos Campos de Cima da Serra para a região das Missões e Vale do Uruguai.

Referências Bibliográficas

CUNHA, G.R.; HAAS, J.C.; ASSAD, E.D. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de trigo no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 55-62, 1999a.

CUNHA G.R. et al. **Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1999b. 14 p.html. 4 ilustr. (Embrapa Trigo. Boletim de Pesquisa Online, 2). Disponível: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_bo02.htm. Acessado em: 05/12/2001.

EVANS, L.T.; FISCHER, R.A. Yield potential: its definition, measurement, and significance. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 1544-1551, 1999.

FISCHER, R.A. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. **Journal of Agricultural Science**, London, v. 105, p. 447-461, 1985.

IBGE. **Banco de Dados Agregados- Rendimento da produção por lavoura temporária: Trigo- Rio Grande do Sul, 1990 a 2000**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo>>. Acesso em: 10/12/2001.

IPEAS. **Cultura do trigo no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Pelotas: Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Sul, 1971, 76 p. (IPEAS. Circular, 48).

MAGRIN, G.O. et al. Spatial and interannual variations in the photothermal quotient: implications for the potential kernel number of wheat crops in Argentina. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 67, p. 29-41, 1993.

MOREIRA, J.C.S.; SOUSA, C.N.A.; GOMES, E.P. **Informações sobre cultivares de trigo recomendadas para plantio no Rio Grande do Sul em 1998**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1998. 44 p. (EMBRAPA-CNPT. Circular Técnica, 12).

MOREIRA, J.C.S.; SOUSA, C.N.A. **Informações sobre cultivares de trigo indicadas para plantio no Rio Grande do Sul em 2001**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 66 p. (Embrapa Trigo. Circular Técnica, 9).

RODRIGUES, O. Manejo de trigo: bases ecofisiológicas. In: CUNHA, G.R.; BACALTCHUK, B. (Org.). **Tecnologia para produzir trigo no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Assembléia Legislativa. Comissão de Agricultura, Pecuária e Cooperativismo/ Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 404 p. p. 120-155. (Série Culturas, 2).

SAVIN, R.; SLAFER, G.A. Shading effects on yield of an Argentinian wheat cultivar. **Journal of Agricultural Science**, London, v. 116, p. 1-7, 1991.

SLAFER, G. A.; RAWSON, H. M. Sensitivity of wheat phasic development to major environmental factors: A re-examination of some assumptions made by physiologists and modellers. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 21, p. 393-426, 1994.

SLAFER, G.A. et al. Photoperiod sensitivity during stem elongation as an avenue to raise potential yield in wheat. In: BEDŐ, Z.; LÁNG, L. (Eds). **Wheat in a global environment**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 786 p. p. 487-496. (Proceedings of the 6th International Wheat Conference, 5-9 June 2000, Budapest, Hungary).