

Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS

Climate availability for apple trees in Vacaria, southern Brazil

Loana Silveira Cardoso^I Homero Bergamaschi^{II} Leosane Cristina Bosco^{II} Viviane Aires de Paula^{II}
Gilmar Arduino Bettio Marodin^{II} Bruno Casamali^{III} Gilmar Ribeiro Nachtigall^{III}

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade e as tendências temporais das principais variáveis climáticas - temperaturas máxima, mínima e média do ar, horas de frio (abaixo de 7°C), precipitação pluvial e umidade relativa do ar - no período 1983-2009 e confrontá-las com as necessidades de macieiras dos grupos Gala e Fuji, na região de Vacaria, RS. Foram utilizados dados diários de estação meteorológica da Embrapa, do período de 1983 a 2009, e comparados com as normais 1931-1960 e 1961-1990, para análise de tendência temporal. A precipitação pluvial apresentou diferenças significativas entre a média do período 1983-2009 e as normais, com aumentos de 479 e 256mm, respectivamente. Não houve diferenças significativas na temperatura do ar mensal entre os períodos analisados. A precipitação pluvial da primavera e a temperatura mínima do ar mensal apresentaram tendência significativa de aumento. O número médio de horas de frio foi de 657 de maio-agosto. O número mínimo de horas de frio delimitado no zoneamento agroclimático é atingido, na maioria dos anos, na região de Vacaria, no entanto, não significa a superação natural da dormência de gemas de macieiras. Além disso, o número de horas de frio apresentou tendência temporal de redução.

Palavras-chave: *Malus domestica*, clima, temperatura, horas de frio, precipitação pluvial, dormência.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the variability and temporal tendency for the main climate parameters - air maximum, minimum and mean temperatures, chilling hours (below to 7°C), pluvial precipitation, and relative air humidity - in the 1983-2009 period, focusing to evaluate the climate

conditions for Gala and Fuji apple groups, in Vacaria, Brazil. Daily weather data in the 1983-2009 series were compared to climate means of the 1931-1960 and 1961-1990 periods, for analyzing the temporal trends. The annual pluvial precipitation showed significant differences in comparing the 1983-2009 series to both the climate means, with increments of 479 and 256mm, respectively. There were no significant differences in monthly air temperatures among the analyzed periods. The pluvial precipitation in spring season and the annual mean of minimum air temperature showed significant tendencies for increasing. The mean number of 657chilling hours was from May to August. The minimum number of chilling hours defined zoning of agroclimatic is achieved in most of the years, in Vacaria, however, does not mean the natural breaking of bud dormancy the apple tree. Otherwise, the number of chilling hours had a significant tendency for reducing.

Key words: *Malus domestica*, climate, temperature, chilling, pluvial precipitation, dormancy.

INTRODUÇÃO

Entre as frutíferas de clima temperado, a macieira é a que apresentou maior expansão em área de cultivo e em volume de produção nos últimos vinte anos, sendo cultivada, preferencialmente, na região Sul do Brasil, sendo o Rio Grande do Sul e Santa Catarina os maiores produtores. As cultivares 'Gala' e 'Fuji' e seus clones ocupam 90% da área de produção e respondem por 60% da produção de frutos da região de Vacaria (PETRI & LEITE, 2008).

^IFundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Rua Gonçalves Dias, 570, Menino Deus, 90130-060, Porto Alegre, RS, Brasil. E-mail: loana-cardoso@fepagro.rs.gov.br. Autor para correspondência.

^{II}Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brasil.

^{III}EMBRAPA Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura Temperada, Vacaria, RS, Brasil.

As condições climáticas são as que mais limitam o cultivo da macieira no sul do Brasil. Temperaturas baixas e contínuas no inverno são indispensáveis para que as plantas iniciem um novo ciclo vegetativo, com brotação e floração normais. As condições térmicas da primavera e verão influenciam no desenvolvimento e produção de frutos (PETRI, 2006).

O principal critério para o zoneamento climático da macieira no Rio Grande do Sul foi o acúmulo de frio hibernal, que deve ser de 600HF ou mais, para que uma região seja considerada preferencial para cultivo. Por outro lado, segundo PETRI et al. (2006), o grupo Gala necessita aproximadamente 700HF abaixo de 7,2°C (média exigência) e o grupo Fuji necessita entre 700 a 800HF (alta exigência). Assim, ambos os grupos necessitam quebra de dormência artificial quando implantadas em altitudes próximas da região de Vacaria.

Por considerar uma temperatura fixa, o método de HF serve apenas como referencial da disponibilidade de frio (PETRI et al., 1996). Além desse parâmetro, o zoneamento da macieira considerou a média das temperaturas máximas do inverno, que deve ser de 15°C a 18°C, e das temperaturas médias do período vegetativo, de 18°C a 21°C. A precipitação pluvial anual não deve ultrapassar 1.900mm para regiões preferenciais, especialmente devido a riscos de incidência de doenças (WESTPHALEN & MALUF, 1979; MAPA, 2009).

Médias climatológicas de longo prazo e parâmetros de variabilidade são de ampla aplicação no planejamento de atividades agropecuárias e zoneamentos de cultivos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade e as tendências temporais para temperaturas máxima, mínima e média do ar, número de horas de frio abaixo de 7°C, precipitação pluvial e umidade relativa do ar da região de Vacaria, RS, de uma série recente (1983 a 2009), estabelecer comparações com normais de períodos anteriores (1931-1960 e 1961-1990), e confrontá-las com as necessidades de macieiras dos grupos Gala e Fuji.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Vacaria se situa no extremo nordeste do Rio Grande do Sul, com clima do tipo Cfb - temperado úmido com verões amenos, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média mensal varia de 11,4°C a 20,6°C e a precipitação pluvial média mensal varia de 101mm a 174mm (PEREIRA et al., 2009). O número médio de horas de frio abaixo de 7°C é de 471HF, de maio a agosto (MATZENAUER et al., 2005).

Neste trabalho, foram utilizados dados diários de precipitação pluvial, temperatura do ar média, máxima e mínima, umidade relativa do ar e número de horas de

frio abaixo de 7°C, de uma série de 1983 a 2009. Esses dados foram coletados em estação meteorológica convencional pertencente à EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Uva e Vinho (CNPUV) - Estação Experimental de Fruticultura Temperada, no município de Vacaria. Foram calculadas as médias mensais e anuais e desvios padrão dos 27 anos da série, comparando-as com normais climatológicas mensais e anuais de 1931-1960 e 1961-1990 por análise de variância, conforme modelo $Y_i = \mu + T_i + \varepsilon_i$, em que Y_i representa as variáveis respostas; μ é uma média inerente a todas as observações; T_i é o efeito do período e ε_i corresponde ao erro experimental a 5% de probabilidade de erro. As médias anuais e estacionais de todo o período foram analisadas quanto à tendência temporal através de regressão linear, cuja significância foi avaliada pelo teste t (Student) ao nível de 5% de probabilidade. As variáveis resultantes foram comparadas às necessidades da cultura da macieira, com base nos critérios do zoneamento agroclimático da cultura da macieira (WESTPHALEN & MALUF, 1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das variáveis analisadas, a precipitação pluvial foi a única que apresentou diferenças significativas entre as médias do período 1983-2009 e as normais climatológicas. No total anual de precipitação pluvial, houve aumento médio de 479mm, em relação à normal 1931-1960, e de 256mm, em relação à normal 1961-1990.

Na comparação com a precipitação normal de 1931-1960, os maiores incrementos de precipitação ocorreram em julho, com total de 190mm, e setembro e outubro, que atingiram média de 200mm. Em novembro, que apresentava a menor precipitação normal (76mm), verificou-se aumento de 87%, com média de 142mm no período 1983-2009. As médias de precipitação do período 1983-2009 foram maiores que a normal 1961-1990 na maioria dos meses, à exceção de março, que foi similar, e agosto, que teve redução de 40mm. Os maiores aumentos na precipitação ocorreram em abril, maio e setembro, com aproximadamente 40mm, e outubro, que apresentou o maior aumento, com 68mm em relação a 1961-1990 (Figura 1). Estes resultados são compatíveis com trabalhos anteriores, que compararam as normais climatológicas citadas. Em séries de 1931-1960 e 1961-1990, para todo o Rio Grande do Sul, ÁVILA (1994) observou acréscimos significativos no segundo período, com valores acima de 100mm na precipitação pluvial de algumas regiões, e aumentos superiores a 250mm na região noroeste do Estado. Os aumentos de precipitação pluvial podem ser explicados pela maior frequência de ocorrência de eventos El Niño,

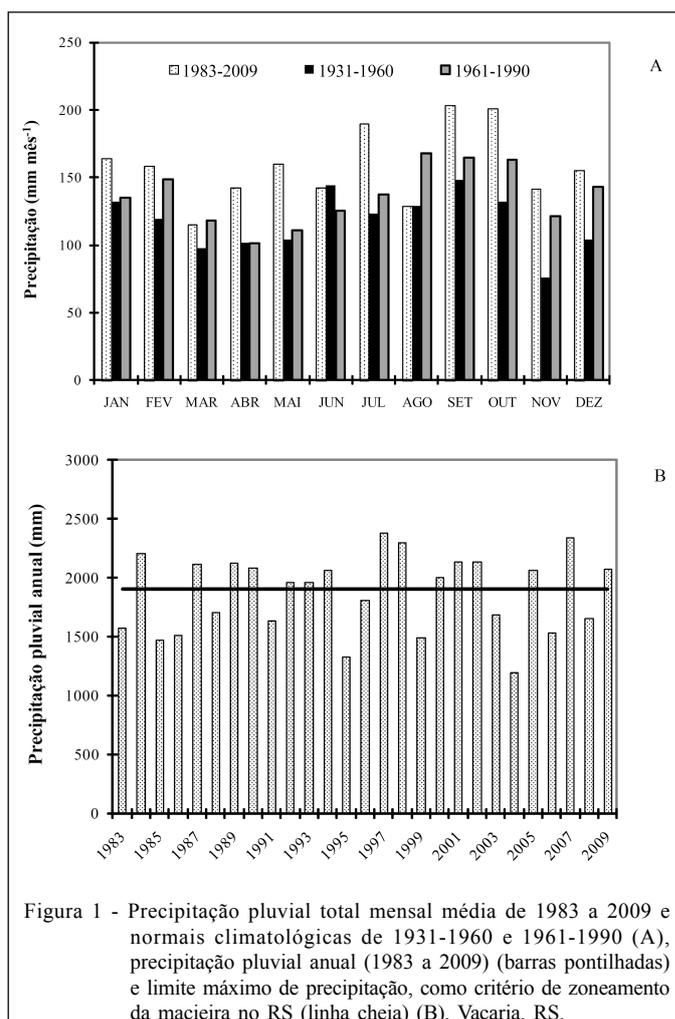


Figura 1 - Precipitação pluvial total mensal média de 1983 a 2009 e normais climatológicas de 1931-1960 e 1961-1990 (A), precipitação pluvial anual (1983 a 2009) (barras pontilhadas) e limite máximo de precipitação, como critério de zoneamento da macieira no RS (linha cheia) (B), Vacaria, RS.

especialmente na última metade do século XX, pois provocam aumentos de precipitação na primavera no sul do Brasil conforme descrito por BERLATO & FONTANA (2003).

Na série 1983 a 2009, a precipitação pluvial foi superior ao limite estabelecido pelo zoneamento (1.900mm), em 56% dos anos, chegando a atingir 2.380mm em 1997, enquanto que em 2005 apresentou o menor total anual de precipitação, com 1.200mm (Figura 1). O excesso de precipitação tem efeitos negativos acentuados quando ocorrem no período de floração, pois pode diminuir a atividade de polinizadores e, conseqüentemente, reduzir a produção de frutos. Também é prejudicial no período vegetativo da cultura, por aumentar a incidência de doenças e reduzir a eficiência dos tratamentos fitossanitários, aumentando a necessidade de reaplicações de produtos químicos e elevando os custos de produção e impactos ambientais.

As médias mensais das temperaturas máxima, mínima e média do ar do período 1983-2009 não diferiram significativamente das normais climatológicas de 1931-1960 e 1961-1990. As temperaturas mínimas dos três períodos foram semelhantes. As médias das temperaturas máximas do período 1983-2009 tiveram tendência de superar as normais, enquanto que as temperaturas médias foram inferiores às normais, na maioria dos meses (Figura 2).

Na comparação do período 1983-2009 com as normais de 1931-1960, a média das temperaturas médias anuais aumentou 1,0°C. A média das temperaturas máximas teve redução de 0,3°C e a média das mínimas apresentou aumento de 0,1°C. Em relação à normal de 1961-1990, houve aumento de 0,3 e 0,4°C nas temperaturas médias e máximas, respectivamente, e redução de 0,1°C na média das mínimas do período, porém sem significância estatística.

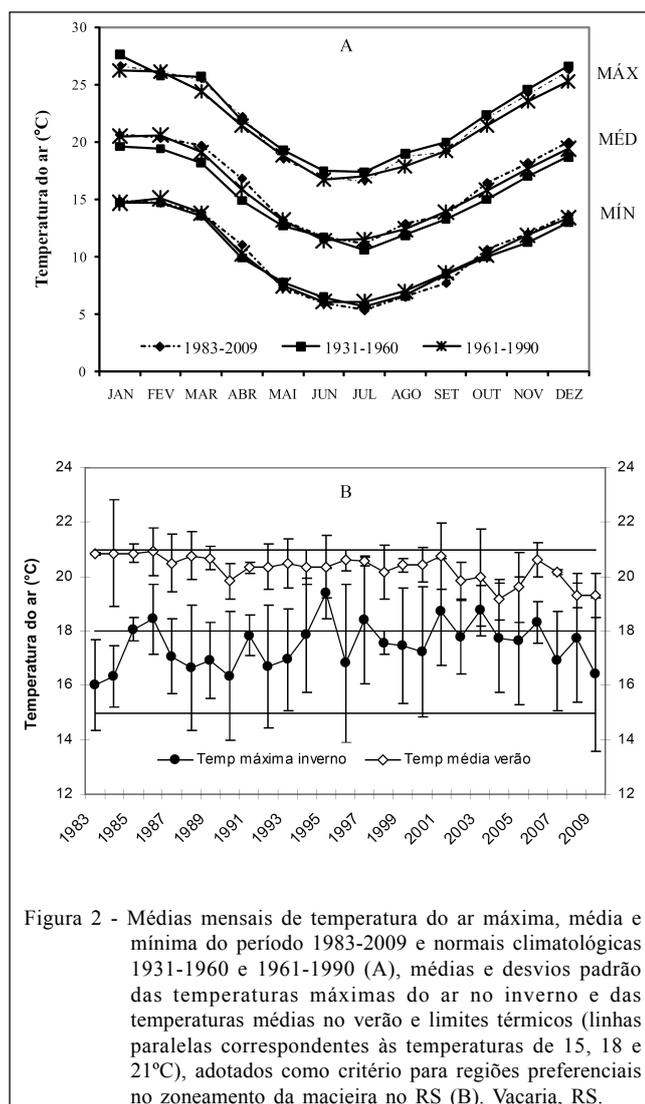


Figura 2 - Médias mensais de temperatura do ar máxima, média e mínima do período 1983-2009 e normais climatológicas 1931-1960 e 1961-1990 (A), médias e desvios padrão das temperaturas máximas do ar no inverno e das temperaturas médias no verão e limites térmicos (linhas paralelas correspondentes às temperaturas de 15, 18 e 21°C), adotados como critério para regiões preferenciais no zoneamento da macieira no RS (B). Vacaria, RS.

No período 1980-2009, a média das temperaturas máximas do inverno foi de 17,5°C, portanto, próxima ao limite superior adotado no zoneamento da macieira (18°C), com variação de 16 a 19,4°C e desvios de 0,4 a 2,8°C entre esses anos. Em 27% dos anos do período estudado, as temperaturas máximas do inverno foram superiores ao limite de zoneamento (Figura 2). Esse resultado indica que, mesmo dentro da região estudada, considerada preferencial para a cultura da macieira, as condições térmicas do inverno podem exercer efeito limitante, especialmente levando em conta a elevada variabilidade deste elemento, observada nos desvios padrão, seus reflexos no acúmulo de frio hibernal e a eficácia do frio na superação natural da dormência de gemas (PETRI et al., 2006).

No período avaliado, a temperatura média do verão foi de 20,3°C, variando entre 19,2 e 20,9°C (Figura 2). Esses valores se encontram dentro dos limites utilizados para considerar a região de Vacaria como preferencial para cultivo da macieira, embora tenham sido próximos ao limite superior na maioria dos anos, especialmente no início da série analisada.

Na média do período 1983-2009, o número de horas de frio foi de 657HF de maio-agosto e de 759HF de maio-setembro, portanto, superiores às médias climatológicas da região do período 1956-2003 (MATZENAUER et al., 2005). Em 2005, foram acumuladas somente 430HF, tendo sido um dos anos com menor disponibilidade de frio. Em 1989, foram acumuladas 913HF de maio a agosto e 1070HF de maio a setembro, sendo o ano de maior acúmulo de HF da

série em estudo (Figura 3). A variabilidade no acúmulo de frio é um dos fatores limitantes ao cultivo de macieiras, pois alguns anos suprem as necessidades da cultura, enquanto outros ficam abaixo das exigências (PETRI et al., 2006).

O número mínimo de horas de frio (500HF) adotado no zoneamento agroclimático da macieira no RS foi atingido em mais de 80% dos anos, no período 1983-2009. No entanto, esse acúmulo de frio pode não promover adequada superação natural da dormência de gemas de macieiras em função das variações nas temperaturas do inverno, pois altas temperaturas tendem a anular o efeito do frio acumulado anteriormente (PETRI et al., 2006). A partir do ano 2000, ocorreram os menores acúmulos de HF, especialmente em 2002, 2005, 2006 e 2008 (Figura 3). A redução no acúmulo de frio pode estar relacionada com o aumento das temperaturas mínimas, conforme demonstrado, tanto em escala global quanto regional (MARENGO & CAMARGO, 2008; PEREIRA et al., 2009; CORDEIRO, 2010).

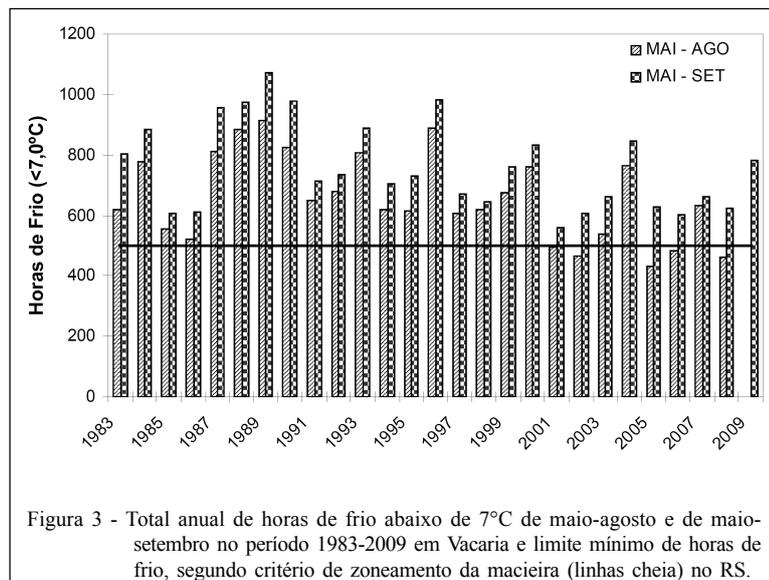
Somente a primavera apresentou tendência de aumento significativo de 192mm na precipitação pluvial, no total do período 1983-2009 (Figura 4). Para as demais estações do ano, bem como para a média anual do período, não foram observadas tendências temporais significativas.

Analisando a tendência temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul, do período de 1950 a 2002, BERLATO et al. (2007) encontraram aumento significativo da precipitação somente no total anual e no outono, sendo que 100% das estações demonstraram aumento significativo. No entanto,

PEREIRA et al. (2009) observaram tendência significativa de aumento da precipitação pluvial somente no verão, para o município de Vacaria, enquanto Bom Jesus e Lagoa Vermelha (na mesma região) não tiveram variações significativas. Estudando uma série de 1913 a 1998, proveniente de 32 estações meteorológicas, FONTANA & ALMEIDA (2002) verificaram tendência de incremento do número de dias de chuva em todas as regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul, sendo que o aumento foi maior no período de primavera-verão.

Verificou-se tendência significativa de redução da média anual de umidade do ar, bem como das médias do verão, outono e inverno no período de 1983 a 2009 (Figura 4). Embora não sendo significativa, tendência de redução também ocorreu na primavera, que corrobora o decréscimo de 6,5% verificado no período estudado. A redução na umidade relativa do ar pode favorecer a produção de macieiras na região de Vacaria, pois a elevada umidade atmosférica favorece o desenvolvimento de doenças, por facilitar a disseminação e os processos de infecção de fungos e bactérias (BONETTI et al., 2006).

A análise da tendência temporal das médias anuais de temperaturas demonstrou tendência significativa de aumento para a temperatura mínima do ar, com aumento de 1,2°C. No entanto, as médias anuais das temperaturas máximas e médias não apresentaram tendência temporal significativa no período (Figura 4). O aumento da temperatura mínima do ar é coerente com diversos trabalhos anteriores, referentes ao Estado e ao Brasil (STEINMETZ et al., 2007; MARENGO & CAMARGO 2008; CORDEIRO, 2010).



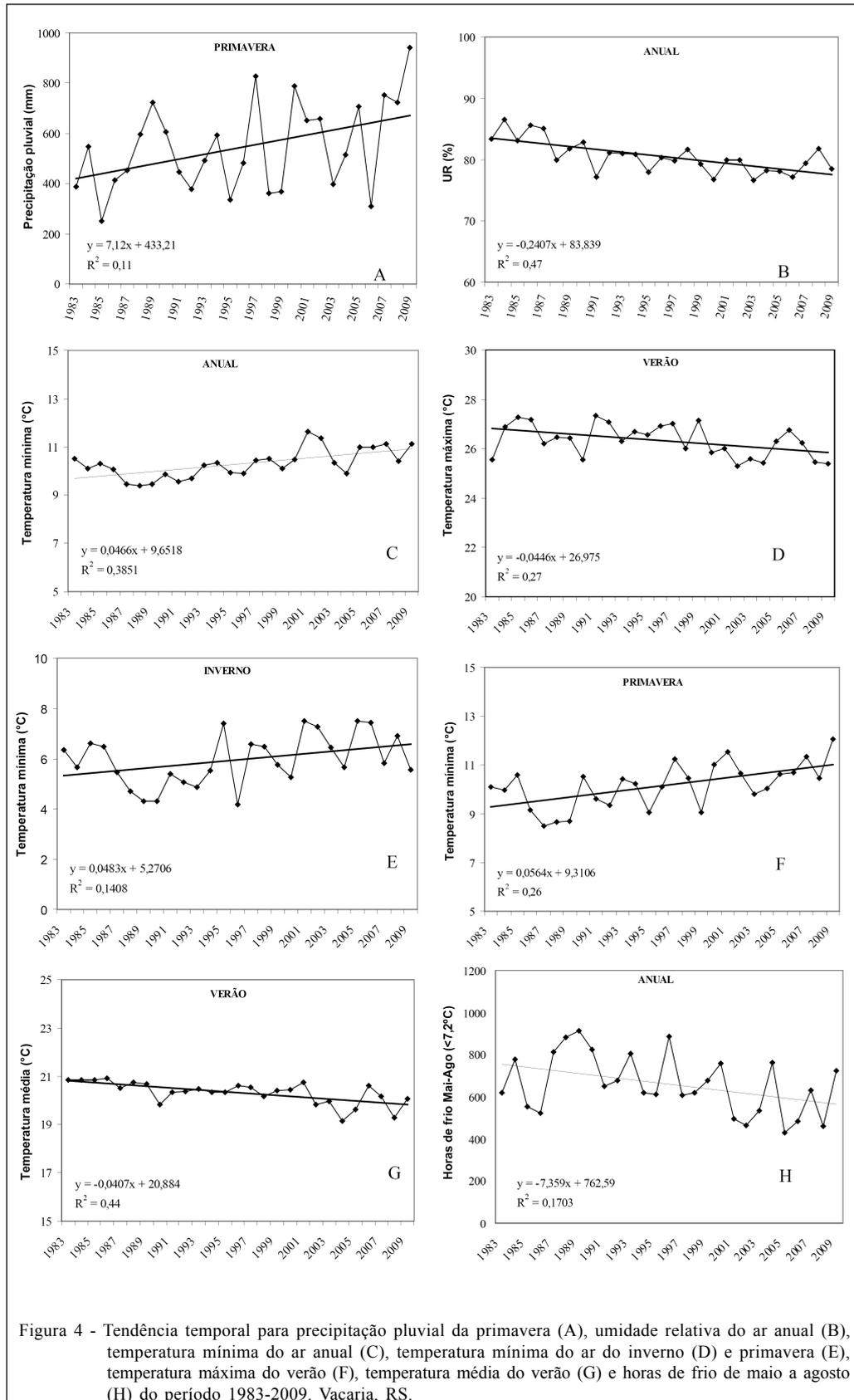


Figura 4 - Tendência temporal para precipitação pluviométrica da primavera (A), umidade relativa do ar anual (B), temperatura mínima do ar anual (C), temperatura mínima do ar do inverno (D) e primavera (E), temperatura máxima do verão (F), temperatura média do verão (G) e horas de frio de maio a agosto (H) do período 1983-2009. Vacaria, RS.

Analisando a tendência temporal por estações do ano, observaram-se resultados diferentes para temperaturas máximas, mínimas e médias. Para temperatura mínima do ar, houve tendência de aumento significativo no inverno de 1,3°C (Figura 4) e na primavera de 1,5°C (Figura 4). No verão e no outono, os acréscimos (0,6°C e 1,0°C, respectivamente) não foram significativos em nível de 5% de probabilidade de erro. Houve tendência de redução significativa da temperatura máxima do ar no verão, de 1,2°C, no período 1983-2009 (Figura 4). Nas demais estações do ano, as tendências para temperatura máxima não foram significativas. Na temperatura média do ar, houve tendência significativa de redução no verão, de 1,1°C (Figura 4), sem tendências temporais significativas nas demais estações do ano.

Avaliando-se a tendência temporal do número de horas de frio (Figura 4), verificou-se redução significativa no somatório de horas de frio (HF), tanto de maio a agosto quanto de maio a setembro. As reduções totais estimadas foram de 198 e 212HF para os períodos de maio-agosto e maio-setembro, respectivamente, na série 1983-2009. Essa tendência é coerente com o aumento das temperaturas mínimas, conforme observado anteriormente.

Embora a maioria dos anos tenha apresentado número de horas de frio superior à normal climatológica, atingindo a necessidade de algumas cultivares, este critério de avaliação do regime de frio não considera a variabilidade das temperaturas no período diário, ou seja, os “picos de calor” que afetam a qualidade e eficácia do frio para a macieira, algumas vezes anulando os efeitos do frio acumulado anteriormente (PETRI et al., 2006).

Sendo mantido este cenário ao longo dos próximos anos, torna-se cada vez mais preocupante a adaptação climática dos atuais genótipos de macieira na região de Vacaria. A produção de maçã, no Rio Grande do Sul, é realizada em regiões que não suprem todas as necessidades climáticas das principais cultivares da espécie, na maioria dos anos. O aumento das temperaturas mínimas pode ter efeito direto de redução no acúmulo de frio, necessário para superação de dormência de gemas, tornando cada vez maior a necessidade da criação ou introdução de novas cultivares, menos exigentes em frio que as atuais.

CONCLUSÃO

O número mínimo de horas de frio delimitado no zoneamento agroclimático é atingido em 80% dos anos, na região de Vacaria, RS. Há tendência temporal significativa de aumento da temperatura mínima do ar e

de redução do número de horas de frio. A precipitação pluvial média da primavera apresenta tendência temporal significativa de aumento.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, A.M.H. **Regime de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul com base em séries de longo prazo**. 1994. 75f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

BERLATO, M.A.; FONTANA, D.C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 110p.

BERLATO, M.A. et al. Tendência observada da precipitação pluvial anual e estacional do Estado do Rio Grande do Sul e relação com a temperatura da superfície do mar do Oceano Pacífico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais...** Campinas: SBA, 2007. CD-ROM.

BONETI, J.I.S. et al. Doenças da macieira. In.: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p.527-608, 743p.

CORDEIRO, A.P.A. **Tendências climáticas das variáveis meteorológicas originais, estimadas e das derivadas do balanço hídrico seriado do Rio Grande do Sul**. 2010. 274f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, RS.

FONTANA, D.C.; ALMEIDA, T.S. Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.10, n.1, p.135-145, 2002.

MAPA, 2009. **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Zoneamento Agrícola**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/politica-agricola/zoneamento-agricola/portarias-segmentadas-por-uf>>. Acesso em: 04 abr. 2010.

MARENGO, J.A.; CAMARGO, C.C. Surface air temperature trends in Southern Brazil for 1960-2002. **International Journal of Climatology**, Malden, v.28, n.7, p.893-904, 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/joc.1584/abstract>>. Acesso em: 29 jul. 2011. doi: 10.1002/joc.1584.

MATZENAUER, R. et al. Regime de horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.11, n.1-2, p.63, 2005. Disponível em: <<http://www.fepagro.rs.gov.br/lista/122/PAG>>. Acesso em: 16 jun. 2010.

PEREIRA, T.P. et al. O clima da Região dos Campos de Cima da Serra, Rio Grande do Sul: condições térmicas e hídricas. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.15, n.2. p.145-157, 2009. Disponível em: <<http://www.fepagro.rs.gov.br/lista/122/PAG>>. Acesso em: 20 ago. 2010.

PETRI, J.L. Formação de flores, polinização e fertilização. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p.229-260.

PETRI, J.L. et al. Dormência e indução da macieira. In: EPAGRI. **A cultura da macieira**. Florianópolis, 2006. p.261-298.

PETRI, J.L. et al. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 1996. 110p. (Boletim Técnico, 75).

PETRI, J.L.; LEITE, G.B. Macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.30, n.4 p.857-1166, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0100-294520080004&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 15 set. 2009. doi: doi.org/10.1590/S0100-29452008000400001.

STEINMETZ, S. et al. Influência do aquecimento global sobre as temperaturas máximas, mínimas e médias anuais na região de

Pelotas, RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 2007, Aracaju. **Anais...** Campinas, SBA, 2007. CD-ROM.

WESTPHALEN, S.L.; MALUF, J.R.T. Zoneamento agroclimático da macieira no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5., 1979, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas, 1979. 535p.