



ZONEAMENTO DE HORAS DE FRIO NO SUL DO BRASIL PARA UVAS DE BAIXA E ALTA EXIGÊNCIA: PRESENTE E FUTURO

JOSÉ EDUARDO B. A. MONTEIRO¹, HENRIQUE P. DOS SANTOS²
ANDRÉ RODRIGO FARIAS³.

1 Eng. Agr., Pesq., Embrapa Uva e Vinho - R. Livramento 515, 95700-000, Bento Gonçalves, RS, eduardo.monteiro@embrapa.br;

2 Eng. Agr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho - R. Livramento 515, 95700-000, Bento Gonçalves, RS;

3 Geógrafo, Analista, EMBRAPA / CNPUV - R. Livramento 515, 95700-000, Bento Gonçalves, RS.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia
02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes,
Universidade Federal do Para, Belém, PA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo médio de horas de frio ($HF < 7,2^{\circ}C$) para cultivares de uva de baixa e alta exigência em frio, e sua distribuição espacial na Região Sul do Brasil no período 1961-90 e nos períodos futuros 2011-40 e 2041-70, com base nas projeções do modelo Precis. As estimativas de HF foram feitas a partir de relações empíricas previamente determinadas entre HF acumulada e as temperaturas mínimas do ar de maio a setembro e anual, para a região Sul do Brasil. A espacialização dos dados de temperatura (res. 360m) foi realizada com base em equações de regressão das variáveis $T_{min_{mai-set}}$ e $T_{min_{anual}}$ como funções de latitude, longitude, altitude e distância do oceano, de cada estação meteorológica. Os resultados revelam uma redução potencial de até 76% nas áreas com acúmulo médio mínimo de 400 HF no período 2011-40 e de até 94% no período 2041-70. Muitas áreas onde atualmente existe cultivares de uva com exigências de 300 a 400 HF, passarão a apresentar acúmulo de HF insuficiente. Essa situação demandará o uso de cultivares menos exigentes em frio, ou migração para as restritas áreas de maior altitude.

PALAVRAS CHAVE: aquecimento global, modelo climático, fruticultura temperada

ZONING CHILLING HOURS IN SOUTHERN BRAZIL FOR GRAPES OF LOW AND HIGH REQUIREMENT: PRESENT AND FUTURE

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the average availability of chilling hours ($CH < 7.2^{\circ}C$) for grape cultivars of low and high-chilling requirements and its spatial distribution in southern Brazil in the period 1961-90 and in the future periods of 2011-40 and 2041-70 based on projections of the climatic model Precis. Chilling hour's estimations were made with previously determined empirical relations between CH and minimum temperatures from May to September and annual, to the South of Brazil. The spatial temperature data (res. 360m) were based on regression equations of the variables $T_{min_{mai-set}}$ and $T_{min_{annual}}$ as functions of latitude, longitude, altitude and distance from the ocean, for each weather station. The results indicate a potential reduction of up to 76% in areas with minimum average accumulation of 400 CH in 2011-40 and up to 94% in the period 2041-70. Many areas where





grape cultivars that require up to 400 CH are currently grown, will present insufficient CH in the near future. This situation will require the use of cultivars with lower requirements in CH, or migration to scarce higher altitude areas.

KEYWORDS: global warming, climate model, horticulture

INTRODUÇÃO

Muitas espécies de frutíferas de origem subtropical e temperada apresentam necessidades mínimas de frio que precisam ser atendidas, a cada inverno, para garantir uma brotação adequada, floração uniforme e produtividade satisfatória no próximo ciclo. Um dos métodos mais utilizados para contabilizar o acúmulo de frio é o somatório de horas abaixo de 7,2°C, ou seja, horas de frio (HF) (HAWERROTH et al., 2010).

De acordo com dados do IBGE (2013), os estados do Sul do Brasil somam mais de 59 mil hectares de videiras. Nesses estados, temperaturas baixas no inverno induzem as videiras a entrarem em dormência. Entretanto, o acúmulo de HF é uma variável fortemente reduzida pelo aumento médio das temperaturas de um dado local (LUEDELING et al., 2010), o que pode alterar sua ocorrência e distribuição na Região nas próximas décadas.

Cultivares de uva apresentam diferentes necessidades de HF para superação da endodormência. As cv. de uva Chardonnay, Merlot e Cabernet Sauvignon, por exemplo, apresentam necessidades de 150, 300 e 400 HF, respectivamente. Destes totais, cerca de 40, 50 e 100 HF, respectivamente, foram necessárias apenas para indução da endodormência. Essa diferenciação pode se aplicar as essas cv. classificando ‘Chardonnay’ no grupo das cv. com baixa necessidade de frio, ‘Merlot’ no grupo com média exigência e ‘Cabernet Sauvignon’ no grupo com alta exigência (SANTOS et al., 2011).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade média de HF e sua distribuição espacial para cultivares de baixa e de alta exigência em frio na Região Sul do Brasil, com dados de 1961-90 e futuros, com base nas projeções do modelo Precip, para 2011-40 e 2041-70.

MATERIAL E MÉTODOS

As projeções futuras de temperatura utilizadas foram calculadas pelo sistema integrado de modelagem climática regional, o PRECIS ("Providing Regional Climates for Impacts Studies"), com as condições de contorno do modelo climático regional HadRM3P, parametrizado no Brasil pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (Cptec/Inpe).

Os dados dos modelos climáticos foram gerados com base no cenário A2 do IPCC Special Report on Emission Scenarios. Este é o cenário mais provável caso não haja mudanças no ritmo de crescimento das emissões atuais (Nakicenovic et al., 2000), o que vem se confirmando até o presente. Além disso, um cenário de baixas emissões resulta em menos informações do ponto de vista dos impactos e adaptações necessárias (NARCCAP, 2013).

Os dados de temperatura mínima mensal e anual para estimativas de HF foram calculados pela adição das diferenças obtidas (deltas) entre os valores gerados pelo modelo climático para o período 1961-90 e os períodos futuros 2011-40 e 2041-70, nas médias mensais das séries observadas de 43 estações meteorológicas distribuídas pela Região Sul.





As estimativas de HF ($<7,2^{\circ}\text{C}$) foram feitas com a equação gerada por WREGGE et al. (2007) para a região Sul do Brasil, que relaciona HF acumulada às temperaturas mínimas do ar de maio a setembro e anual, conforme $HF = 1436,3 - (27,5 \times T_{\text{min}_{\text{mai-set}}}) - (61,04 \times T_{\text{min}_{\text{anual}}})$. Para a espacialização dos dados de temperatura na região, foram geradas equações de regressão das variáveis $T_{\text{min}_{\text{mai-set}}}$ e $T_{\text{min}_{\text{anual}}}$ como funções de latitude, longitude, altitude e distância do oceano $\leq 380\text{km}$, de cada estação. A partir das equações, a espacialização de $T_{\text{min}_{\text{mai-set}}}$ e $T_{\text{min}_{\text{anual}}}$ foi realizada em uma resolução de 360m, utilizando os Modelos Digitais de Elevação dos Estados Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, obtidos a partir do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), em formato Geotiff e arquivo vetorial em formato shape. A partir daí, calculou-se a HF na mesma resolução, através da equação 1, para posterior edição dos mapas e análises espaciais. Os intervalos de referência de HF para cultivares de uva de baixa e alta exigência em frio foram determinados de acordo com Santos et al. (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os intervalos de cada classe de disponibilidade de HF foram definidos conforme as necessidades das cultivares, Chardonnay, de baixa exigência em frio e Cabernet Sauvignon, de alta exigência em frio. De acordo com Santos et al. (2011), a cultivar de uva Chardonnay requer, em média, 40 HF para que ocorra indução completa de dormência de suas gemas. Nos casos em que ocorre HF em totais inferiores a 40, ou seja, entre 0 e 40 HF, algumas gemas podem entrar em dormência enquanto outras podem continuar vegetando – é uma situação de indução parcial. Nos casos em que ocorre HF em totais superiores a 40, mas inferiores a 150, algumas gemas podem superar a dormência e iniciar a brotação, enquanto outras permanecem dormentes – é uma situação de indução completa e superação parcial. Nos casos em que ocorre HF em totais maiores que 150 HF, então todas as gemas passam pela dormência no período frio e todas superam a dormência e iniciam brotação no período mais quente – trata-se de uma indução completa e superação completa, o que é o ideal nas regiões frias. Por outro lado, em regiões quentes de cultivo, onde não ocorre HF significativo, as videiras vegetam continuamente, sem indução de dormência pelo frio (endodormência). No caso da cultivar Cabernet Sauvignon, esses valores de referência são 100 HF para indução completa e 400 HF para indução e superação completas.

Uma análise dos dados de HF, conforme indicados na Tabela 1 e ilustrados na Figura 1, revela as disponibilidades de cada intervalo e as mudanças projetadas entre os períodos de 1961-90, 2011-40 e 2041-70. A cultivar Chardonnay, sendo uma videira de baixa necessidade de frio, encontra áreas favoráveis em 82% da Região Sul, no período 61-90, se forem consideradas as áreas do tipo A1, em condições de indução e superação completas. No entanto, devido ao aquecimento projetado, essas áreas reduzem para 57% do total em 2011-40, e para apenas 39% em 2041-70. Áreas do tipo B podem apresentar problemas devido a superação de dormência em apenas parte das gemas, ou seja, superação parcial. A proporção de áreas desse tipo deve crescer nos próximos anos. No entanto, essa limitação pode ser compensada com aplicação de reguladores de crescimento para superação da dormência e uniformização da brotação. Outro tipo de área que deve aumentar é a do tipo A2, onde não ocorre HF em quantidade significativa para induzir à dormência e as plantas vegetam continuamente, onde práticas de manejo de regiões tropicais se adequam. A pior situação





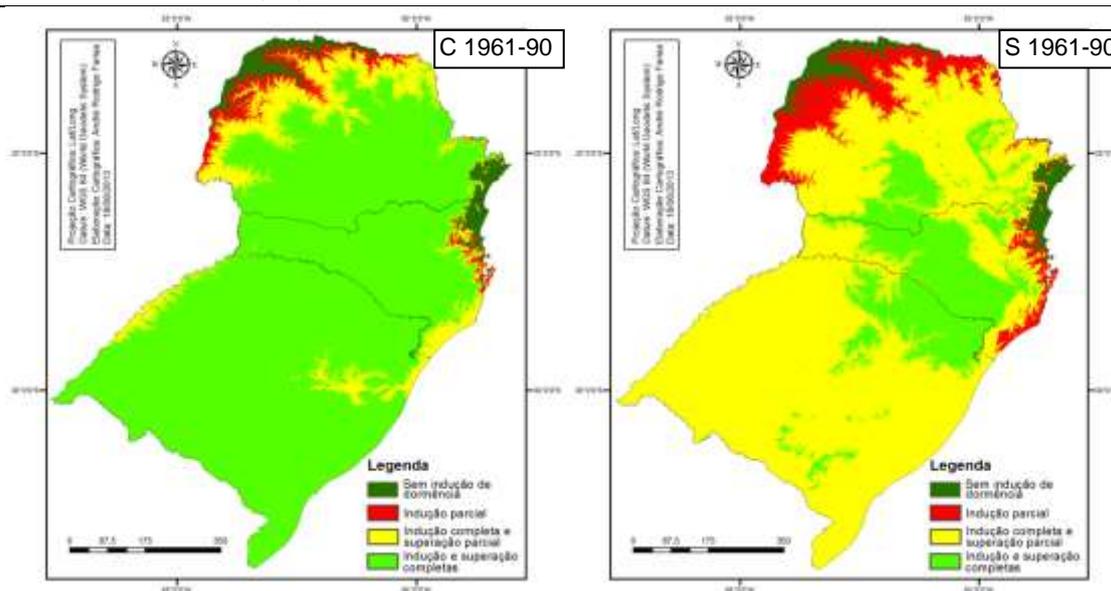
XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



potencial ocorre em áreas de transição, do tipo C, onde parte das gemas pode continuar vegetando no inverno, o que resulta em ramos verdes sujeitos à geadas, desuniformidade de dossel, necessidade de manejo ou poda fora de época e perda de produtividade. Áreas do tipo C para Chardonnay podem aumentar de 3,5% em 11-40 para 8,1% em 41-70.

Tabela 1. Totais de área por classe de disponibilidade de HF para Chardonnay e Cabernet Sauvignon na Região Sul do Brasil, no período de 1961-90 e para as projeções do modelo PRECIS nos períodos 2011-40 e 2041-70, cenário IPCC A2.

Cultivar	Classe de HF	1961-90		Precis 2011-40		Precis 2041-70	
		(mil km ²)	(%)	(mil km ²)	(%)	(mil km ²)	(%)
Chardonnay	A1 (>150)	471	82%	328	57%	226	39%
	B (40 – 150)	66	11%	164	29%	208	36%
	C (0 – 40)	19	3,3%	24	4,1%	47	8,1%
	A2 (0,0)	20	3,5%	61	11%	96	17%
Cabernet Sauvignon	A1 (>400)	112	19%	27	4,6%	7	1,2%
	B (100 – 400)	396	69%	395	69%	313	54%
	C (0 – 100)	48	8,4%	94	16%	161	28%
	A2 (0,0)	20	3,5%	61	11%	96	17%



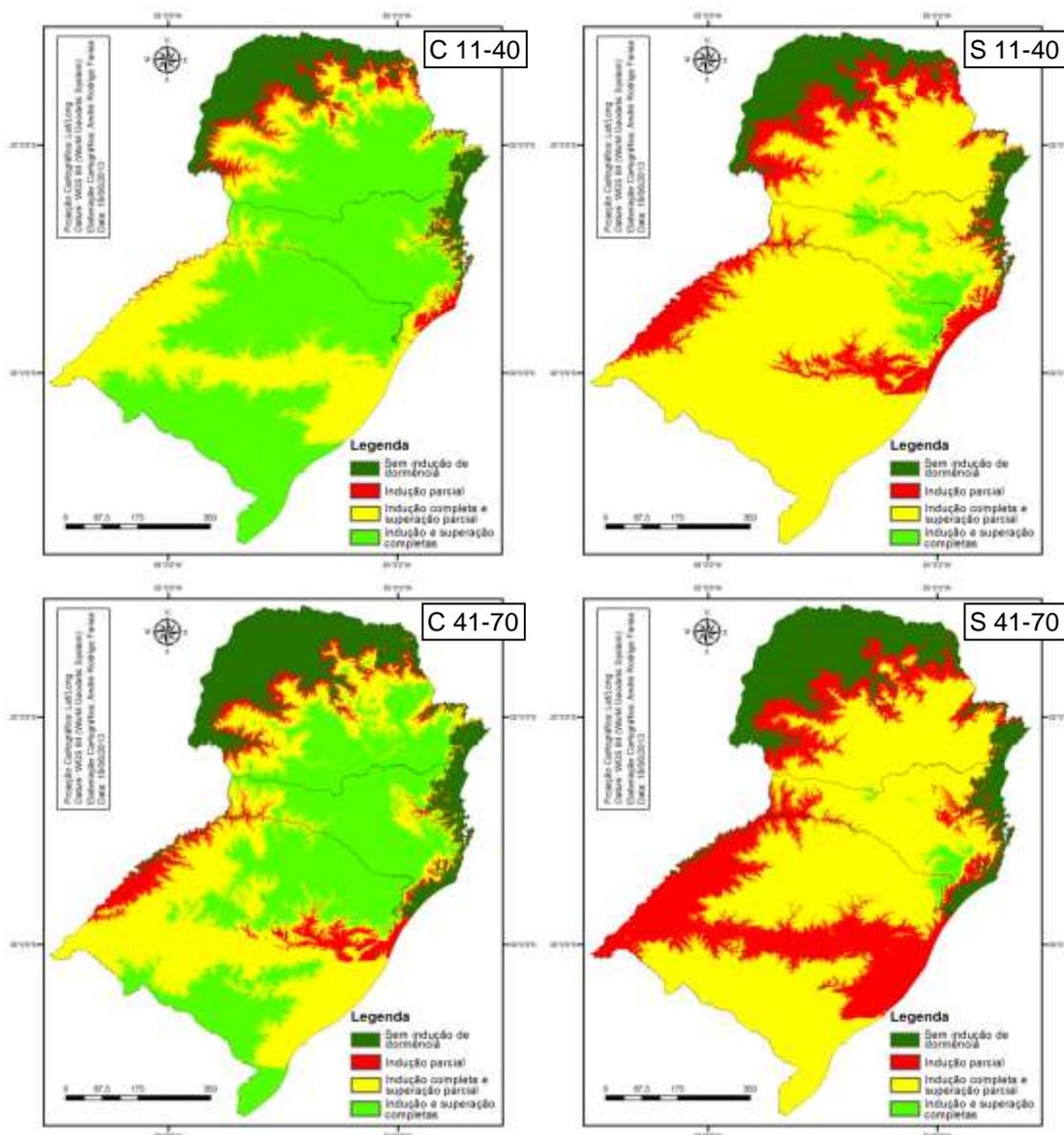


Figura 1. Distribuição espacial de classes de HF para Chardonnay (C) e Cabernet Sauvignon (S) no período 1961-90 e para 2011-40 e 2041-70, modelo PRECIS, cenário IPCC A2.

Ao considerarmos as necessidades da cultivar Cabernet Sauvignon, mais exigente em frio, a situação se torna mais desfavorável. Áreas do tipo A1, já limitadas às regiões de maior altitude, podem reduzir de 19% do total da região em 61-90 para apenas 1,2% em 41-70. Neste caso, praticamente a totalidade da produção nacional atual de Cabernet Sauvignon estará situada em áreas do tipo B. Neste caso, para viabilizar a obtenção de brotações satisfatórias, será necessário o emprego de reguladores de crescimento ou migração para maiores altitudes, já na próxima década. Caso mais grave seria o aumento de áreas do tipo C, que podem aumentar de 8,4% para 28% do total, sendo inviável a produção nessas áreas. Resultados semelhantes foram obtidos por Campos (2010) que estimou redução de 79% a 94% nas áreas potenciais de plantio do pêssigo e da nectarina de baixa exigência em frio em Santa Catarina. Em outro estudo, similar, mas feito para o estado da Califórnia, EUA,



LUEDELING et al. (2009) reportou redução de 50-75% para meados do século 21 nas áreas com HF considerado seguro para produção das espécies atualmente cultivadas naquela região.

CONCLUSÕES

Os dados projetados indicam de forma consistente, redução de áreas com valores mínimos no somatório de horas de frio. Isso implica em agravamento de condições climáticas desfavoráveis para cultivares de uva que atualmente são cultivadas em regiões com períodos frios que induzem sua entrada em dormência. As regiões produtoras de cultivares de uva mais exigentes em frio, como 400 HF, precisarão desenvolver medidas de adaptação agrícolas como, por exemplo, uso de clones de menor necessidade em frio, conversão de vinhedos para cultivares menos exigentes, uso de químicos para quebra de dormência. Para algumas regiões, a produção pode se tornar insustentável economicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, C.G.C. Padrões climáticos atuais e futuros de temperatura do ar na Região Sul do Brasil e seus impactos nos cultivos de pêsego e de nectarina em Santa Catarina. **Tese** (Doutorado em Meteorologia) – INPE, São José dos Campos, 2010. 165 p.

HAWERROTH, F.J.; HERTER, F.G.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; PEREIRA, J.F.M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.– Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 56 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de dados agregados: Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 26/06/2013.

LUEDELING, E.; ZHANG, M.; GIRVETZ, E.H. Climatic Changes Lead to Declining Winter Chill for Fruit and Nut Trees in California during 1950–2099. **Plos ONE**, v.4, n.7, 2009.

NAKICENOVIC, N., ALCAMO, J., DAVIS, G., DE VRIES, B., FENHANN, J., GAFFIN, S., GREGORY, K., GRÜBLER, A. et al., **Special Report on Emissions Scenarios, Working Group III, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**, Cambridge University Press, Cambridge, 595 p., 2000.

North American Regional Climate Change Assessment Program (NARCCAP). The A2 Emissions Scenario. Disponível em: <<http://www.narccap.ucar.edu/about/emissions.html>>. Acesso em: 26/06/2013.

SANTOS, H.P.; ANZANELLO, R.; FIALHO, F.B.; GASPERIN, A.C.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G.A.B. Necessidades de frio hibernal para evolução da dormência de gemas de videira. In: XIII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal e XIV Reunião Latino-Americana de Fisiologia Vegetal, 2011, Búzios - RJ. Livro de Resumos... Búzios: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2011. v. 23. p. 255-255.

