

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

MODELOS DE PREVISÃO DA BROTAÇÃO PARA VIDEIRA NA SERRA
GAÚCHA

João Felippetto
Tecnólogo em Viticultura e Enologia/CEFET-BG

Dissertação apresentada como um dos
requisitos à obtenção do Grau de
Mestre em Fitotecnia
Área de Concentração Agrometeorologia

Porto Alegre (RS), Brasil
Junho de 2008

FOLHA HOMOLOGAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Embora não seja possível agradecer a todos que, de alguma forma tiveram parte neste trabalho, as pessoas aqui citadas não poderiam faltar. Sei que palavras não bastam, mas saibam todos que estão acomodados em largos espaços no meu afeto.

Agradeço primeiramente a Deus. Tenho sempre comigo a firme certeza de que em vão trabalha o homem, se Deus não constrói.

Maria, minha esposa, tanto para dizer, tanto para agradecer, saiba: tudo é por ti e para ti. Esta etapa não teria acontecido sem o teu apoio incondicional. Obrigado por tudo!

Leandra, minha irmã, e melhor amiga, tenho certeza de uma coisa: nada seria igual sem ti, lembro sempre dos dias em que a incerteza era tão forte que somente as tuas palavras podiam fazer retomar a coragem.

A minha mãe, minhas irmãs Margareth e Vera, obrigado pelo apoio e incentivo. Ao Vagner, obrigado pela inestimável ajuda nos arquivos do excel.

Ao Dr. Henrique Pessoa dos Santos, meu co-orientador (modelo de profissional em todos os sentidos), devo-lhe muito, amigo! Obrigado pelos ensinamentos durante estes cinco anos de convivência. Somente cheguei até aqui pelo teu exemplo e por causa da tua ajuda.

Ao meu orientador Dr. João Ito Bergonci, obrigado pela confiança depositada. Ela sempre me motivou a não decepcioná-lo e espero jamais tê-lo feito. Saiba que sempre procurei dar o melhor de mim.

Ao Dr. Flávio Bello Fialho, obrigado pela grande ajuda no processamento dos arquivos dos dados de modelagem matemática.

Ao Dr. Francisco Mandelli, obrigado pela paciência nos insistentes pedidos de socorro. Tenho sempre na memória a sua generosidade em compartilhar seu tempo para conversarmos sobre modelos agrometeorológicos.

Ao Dr. Umberto Camargo, pela disponibilização dos dados de fenologia do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Uva e Vinho.

Ao Professor Dr. Homero Bergamaschi, pelas boas aulas, boa convivência, e particular amizade.

Ao amigo Geraldo Chavarria, a quem devo muito, pela ajuda na busca dos modelos e pelo bom convívio na Embrapa Uva e Vinho. Lembrarei com profunda nostalgia das bifadas com muita cebola e sal sob os parreirais.

À Embrapa Uva e Vinho pela cessão dos dados meteorológicos, pela disponibilização da estrutura de laboratório e informática.

À Epagri pelas boas amizades que já fiz por aqui, além do apoio que nunca faltou da parte dos meus companheiros da equipe de pesquisa. Embora não possa citar a todos, gostaria de agradecer de modo especial ao amigo Eduardo Costa Nunes, novo chefe geral da Estação Experimental de São Joaquim pela disponibilização do tempo necessário para finalizar esta dissertação. Enfim, a todos aqueles que, embora não tenham seus nomes citados, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

MODELOS DE PREVISÃO DA BROTAÇÃO PARA VIDEIRA NA SERRA GAÚCHA¹

Autor: João Felippetto

Orientador: Dr. João Ito Bergonci

Co-orientador: Dr. Henrique Pessoa dos Santos

RESUMO

As fruteiras de clima temperado caracterizam-se pela queda de folhas em consequência da redução das suas atividades metabólicas em resposta aos efeitos climáticos da entrada no inverno, entrando em dormência no final do ciclo. Para iniciarem um novo ciclo vegetativo na primavera, é necessária a sua exposição a um período frio, para a superação da endodormência. Nos anos em que isto não ocorre é necessário o emprego de tratamentos químicos, os quais são tóxicos (Classe I). Portanto, o desenvolvimento de tecnologias que subsidiem o conhecimento antecipado dos eventos fenológicos, como é o caso dos modelos agrometeorológicos, podem dar suporte ao planejamento agrícola e à gestão dos recursos da propriedade. O objetivo deste trabalho foi o estudo de diferentes modelos matemáticos, para caracterizar as disponibilidades térmicas no período hibernal e prever a data inicial da brotação de duas cultivares de videira *Vitis vinifera* (Cabernet Sauvignon e Chardonnay) e de uma cultivar *Vitis labrusca* (Concord). O trabalho foi realizado a partir de uma série histórica (1984-1993) de dados climáticos e de dados fenológicos do Banco Ativo de Germoplasma, ambos da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves-RS. Os acúmulos de frio foram quantificados através de 12 diferentes metodologias: horas de frio iguais ou inferiores a 7,2 e 10°C; modelo Dinâmico; modelos Utah e Carolina do Norte originais, além das modificações propostas por Ebert (1986), Raseira (1982) e de outras quatro derivações destes métodos. Com base nas informações de modelagem, foram feitas correlações com os períodos de brotação da série histórica, buscando uma validação para estes modelos nos ciclos 2006 e 2007, a partir de dados fenológicos obtidos nos campos experimentais da Embrapa Uva e Vinho. As estimativas mais adequadas para a previsão do início da brotação foram observadas na 'Cabernet Sauvignon'. Os modelos de melhor desempenho no estudo da série histórica foram Utah e Carolina do Norte modificados para a Serra Gaúcha. No ciclo 2007, o modelo Dinâmico e, no ciclo 2006, em função da heterogeneidade dos resultados, não houve um modelo mais adequado.

¹ Dissertação de Mestrado em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (126p.) Junho, 2008.

BUDBURST PREDICTION MODELS TO THE GRAPEVINE IN THE GAÚCHA MOUNTAIN RANGE ²

Author: João Felippeto

Advisor: Dr. João Ito Bergonci

Co-advisor: Dr. Henrique Pessoa dos Santos

ABSTRACT

The fruit trees of mild climate are characterized by the drop of the leaves due to the reduction of their metabolic activities in reply to the climatic effects in the beginning of winter, starting the dormancy at the end of the cycle. For these plants start a new vegetative cycle in spring, it is necessary their exposition to a certain period of low temperatures to break the endodormancy. During the years when it does not occur, it is needed the use of chemical treatments which are toxic (Level I). Therefore, the development of technologies that subsidize previous knowledge of phenological events, like agro meteorological models, can support the agricultural planning and the management of the resources in the property. The purpose of this work was the study of different mathematical models in order to define thermal availabilities in the hibernal period and predict the budburst beginning of two grapevine cultivars *Vitis vinifera* (Cabernet Sauvignon and Chardonnay) and one cultivar *Vitis Labrusca* (Concord). The work was carried out based on a historical series (1984 – 1993) of climatic data, supplied by the meteorological station and phenological data from Grape Germplasm Repository, both from Embrapa Uva e Vinho, in Bento Gonçalves - RS. The chilling accumulations were quantified through twelve different methodologies: chilling hours equal or below 7,2°C and 10°C; Dynamic Model, Utah and North Caroline original models, apart from modifications proposed by Ebert (1986), Raseira (1982) and other four derivations of these methods, proposed in this work. Based on the modelings information, correlations were done with the budburst periods of the historical series to validate these methods in the cycles 2006 and 2007, based on phenological data obtained in the experimental fields of Embrapa. The most appropriate estimates to predict the budburst beginning have been perceived in the “Cabernet Sauvignon”. The models of best performance in the historical series were Utah and North Caroline, modified to the Gaúcha Mountain Range. In the cycles 2007 and 2006, due to the heterogeneity of the results, there was not a best fit model.

² Master of Science dissertation in Agronomy, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (126p.) June, 2008.

SUMÁRIO

	Página
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Viticultura.....	5
2.2 Dormência.....	7
2.3 Influência da temperatura sobre a dormência	11
2.4 Modelos de estimativa da data de brotação	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1 Caracterização geográfica do local do experimento	24
3.2 Cultivares	25
3.2.1 Cultivar Cabernet Sauvignon.....	25
3.2.2 Cultivar Chardonnay	26
3.2.3 Cultivar Concord	27
3.3 Caracterização da data do início da brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay, por um período de anos.	28
3.4 Dados meteorológicos	29
3.5 Modelos agrometeorológicos.....	30
3.5.1 Modelos HF-7 e HF-10	30
3.5.2 Modelo de Utah e Carolina do Norte	31
3.5.3 Modelo de Utah e Carolina do Norte modificados para altas temperaturas.....	32
3.5.4 Variações dos modelos Utah e Carolina do Norte para a Serra Gaúcha.....	33
3.5.5 Modelo Dinâmico	34
3.6 Definição da data base ou biofix.....	36
3.7 Monitoramento da data do início da brotação das cultivares nos campos experimentais para validação dos modelos.....	37
3.8 Análise dos resultados	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
4.1 Caracterização térmica, em horas de frio, dos períodos hibernais das videiras, durante o decênio entre 1984 a 1993, na região de Bento Gonçalves-RS	40
4.2 Variabilidade de brotação entre cultivares e anos de cultivo	42
4.3 Relação entre brotação e disponibilidade de frio nos diferentes anos	44

Página

4.4	Avaliação de modelos para previsão da data de brotação.....	47
4.4.1	Correlação entre os valores de frio acumulados através dos modelos e as datas de brotação das cultivares	48
4.4.2	Definição da data base ou biofix	50
4.4.3	Coeficientes de correlação entre os acúmulos de frio na data biofix e o número de dias até o início da brotação.....	52
4.4.4	Definição dos coeficientes angulares, lineares e de determinação através de análises de regressão entre os valores obtidos até a data biofix e os DIB em todos os modelos e cultivares	54
4.5	Avaliação dos modelos de previsão das datas de brotação em videira.....	57
4.5.1	Modelos de Utah e Carolina do Norte	58
4.5.2	Modelos Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert <i>et al.</i> , (1986).....	60
4.5.3	Modelo Utah modificado para altas temperaturas.....	63
4.5.4	Variações dos modelos Utah e Carolina do Norte para a Serra Gaúcha.....	65
4.5.5	Variações dos modelos Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert.....	68
4.5.6	Modelos horas de frio iguais ou inferiores a 7,2 °C e a 10°C ...	71
4.5.7	Modelo Dinâmico	73
4.6	Análise comparativa do desempenho funcional dos modelos	74
4.7	Caracterização do comportamento meteorológico dos invernos e suas influências sobre a brotação das videiras nos ciclos 2006 e 2007	76
4.8	Caracterização do início da brotação das cultivares durante os ciclos 2006 e 2007	80
4.8.1	Caracterização do início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida nos sistemas lira e latada tradicional, nos ciclos 2006 e 2007	83
4.8.2	Caracterização do início da brotação da cultivar Chardonnay conduzida nos sistemas lira e latada tradicional, nos ciclos 2006 e 2007.....	86
4.8.3	Caracterização do início da brotação da cultivar Concord, nos ciclos 2006 e 2007	88
4.9	Validação dos dados de modelagem para o ciclo 2006.....	90
4.10	Validação dos dados de modelagem para o ciclo 2007	94
5	CONCLUSÕES	100
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
8	APÊNDICES.....	111

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Unidades de frio em função de intervalos de temperatura (°C), pelos modelos	31
2. Unidades de frio em função de intervalos de temperatura (°C), através do modelo de Utah utilizado por Raseira et al., (1982).	33
3. Período de brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay, com a data média e o desvio padrão amostral (DPA). Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	43
4. Coeficientes de correlação entre os valores acumulados pelos modelos até a data estabelecida como biofix (04 de agosto) e o número de dias até o início da brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	53
5. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação com os coeficientes de determinação obtidos pelo ajuste entre os valores acumulados até a data biofix (04 de agosto) e o número de dias até o início da brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	54
6. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah (UT-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos (Res) para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	58
7. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Carolina do Norte (CN-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	60

8. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah modificado por Ebert et al., (1986) (UTE-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.....	62
9. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Carolina do Norte modificado por Ebert et al. (1986) (CNE-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.....	62
10. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah utilizado por Raseira <i>et al.</i> (1982) (UTR-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves,RS, período de 1984 a 1993.....	64
11. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah adaptado para a Serra Gaúcha (UTSG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS período de 1984 a 1993.....	66
12. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Carolina do Norte adaptado para a Serra Gaúcha (CNSG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.....	67
13. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah modificado por Ebert <i>et al.</i> (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha (UTESG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	69

14. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Carolina do Norte modificado por Ebert *et al.* (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha (CNESG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993. 70
15. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de horas de frio iguais ou inferiores a 7,2°C (HF-7-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993. 72
16. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de horas de frio iguais ou inferiores a 10°C (HF-10-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993. 73
17. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Dinâmico (DIN-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993. 74
18. Número de dias entre a poda de produção e o início da brotação e entre a data biofix (04 de agosto) e o início da brotação para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, ciclos de 2006 e 2007. 81
19. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2006. 92
20. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Chardonnay com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2006. 93

21. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Concord com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2006.	94
22. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2007.	96
23. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Chardonnay com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2007.	97
24. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Concord com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2007.	98

RELAÇÃO DE FIGURAS

Página

1. Estádio fenológico 3, segundo a escala de Baillod & Baggiolini (1993), ao estágio fenológico 5, segundo a escala de Eichorn & Lorenz (1984). 29
2. Registro médio e variabilidade entre anos, das horas de frio iguais ou inferiores a 7,2 e a 10°C, (HF-7 e HF-10), ocorridas durante os meses de abril a setembro (A) e perfil dos valores absolutos anuais de HF-7 e HF-10, acumulados entre o início de abril e o final de setembro (B). Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993 41
3. Datas do início da brotação de cada cultivar, em resposta ao frio disponível, quantificado pelo número de horas iguais ou inferiores a 7,2°C. Bento Gonçalves, RS, período de período de 1984 a 1993. 46
4. Média dos coeficientes de correlação entre datas de brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Chardonnay e Concord e os valores de frio (horas, unidades e porções) acumulados através de todos os modelos no final de cada mês, no período compreendido entre primeiro de abril e 31 de agosto. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993. 49
5. Coeficientes de determinação entre os valores acumulados pelos modelos e as datas de brotação das cultivares Chardonnay, Cabernet Sauvignon e Concord entre o dia primeiro de julho e 30 de setembro. Bento Gonçalves,RS, período de 1984 a 1993. 51
6. Desvios padrão dos resíduos obtidos pela diferença entre os valores estimados e os DIB das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay, durante os anos compreendidos entre 1984 e 1993. Bento Gonçalves,RS, período de 1984 a 1993. 75
7. Temperaturas máxima, média e mínima do ar em relação à normal climatológica. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2006. 76
8. Temperaturas máxima, média e mínima do ar em relação à normal climatológica. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2007. 77

9. Valores acumulados através dos modelos até a data biofix (04 de agosto), para a média entre os anos de 1984 a 1993, além dos ciclos 2006 e 2007. Bento Gonçalves, RS.	78
10. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira (A) e no sistema latada tradicional (B). Poda de produção realizada no dia 08 de setembro. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2006.	84
11. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira (A) e no sistema latada tradicional (B). Poda de produção realizada no dia 18 de setembro. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2007.	85
12. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira (A) e no sistema latada tradicional (B). Poda de produção realizada no dia 31 de julho. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2006.	86
13. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira (A) e no sistema latada tradicional (B). Poda de produção realizada no dia 29 de agosto. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2007.	87
14. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo para a cultivar Concord. Poda de produção realizada no dia 13 de agosto. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2006.	88
15. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo para a cultivar Concord. Poda de produção realizada no dia 5 de setembro. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 2007.	89
16. Temperaturas mínimas do ar ocorridas entre primeiro de agosto e 30 de setembro de 2006 e a média do mesmo período entre os anos de 1984 e 1993. Bento Gonçalves, RS,	91
17. Temperaturas mínimas do ar ocorridas no período entre primeiro de agosto e 30 de setembro durante o ano de 2007 e a média do mesmo período entre os anos de 1984 e 1993. Bento Gonçalves, RS, ciclo de 1984 a 1993 e 2007.	95

RELAÇÃO DE APÊNDICES

Página

1. Vista da área experimental, com as cultivares Chardonnay e Cabernet Sauvignon no sistema latada (esquerda) no sistema lira (direita) e Concord (direita ao fundo). Bento Gonçalves, RS. Ciclo de 2007. 111
2. Média e desvio padrão dos coeficientes de correlação obtidos no final da cada mês entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB da cultivar Cabernet Sauvignon, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS. 112
3. Média e desvio padrão dos coeficientes de correlação obtidos no final da cada mês entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB da cultivar Chardonnay, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS..... 112
4. Média e desvio padrão dos coeficientes de correlação obtidos no final da cada mês entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB da cultivar Concord, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS. 113
5. Média dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos no período entre primeiro de julho e 30 de setembro entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB das cultivares Cabernet Sauvignon, Chardonnay e Concord, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS. 113
6. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira, no período entre primeiro de setembro e seis de outubro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS. 115

7. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema latada tradicional, no período de primeiro de setembro a seis de outubro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	116
8. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema latada tradicional, no período de 22 de julho a primeiro de setembro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	116
9. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira, no período de 22 de julho a primeiro de setembro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	116
10. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Concord, no período de 11 de agosto a 22 de setembro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	117
11. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira, no período de 17 de setembro a 15 de outubro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	117
12. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema latada tradicional, no período de 17 de setembro a 15 de outubro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	118
13. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema latada tradicional, no período de 22 de agosto a 12 de setembro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	118
14. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira, no período de 22 de agosto a 12 de setembro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	118

15. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Concord, no período de 5 a 26 de setembro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.	119
16. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UT-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.	120
17. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CN-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.	120
18. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UTE-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah modificado por Ebert <i>et al.</i> (1986) e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	121
19. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CNE-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah modificado por Ebert <i>et al.</i> (1986) e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	121
20. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UTR-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo de Utah modificado por Raseira <i>et al.</i> , (1982) e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	122
21. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Carolina do Norte adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	122

22. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CNSG- biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Carolina do Norte adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	123
23. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UTESG-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah modificado por Ebert et al. (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	123
24. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CNESG-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Carolina do Norte modificado por Ebert et al. (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	124
25. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (HF-7-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo horas de frio iguais ou inferiores a 7,2°C e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	124
26. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (HF-10-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo horas de frio iguais ou inferiores a 10°C e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	125
27. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (DIN-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo horas de frio iguais ou inferiores a 10°C e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.	125
28. Estádios fenológicos da videira segundo a escala de Eichorn & Lorenz (1984)	126

1 INTRODUÇÃO

A Serra Gaúcha é o principal pólo produtor de uvas para vinhos finos no Brasil. Segundo dados do Cadastro Vitícola do RS (2001 – 2004), a região que engloba os municípios de Antônio Prado, Bento Gonçalves, Boa Vista do Sul, Carlos Barbosa, Caxias do Sul, Coronel Pilar, Cotiporã, Fagundes Varela, Farroupilha, Flores da Cunha, Garibaldi, Monte Belo do Sul, Nova Pádua, Nova Roma do Sul, Santa Tereza, São Marcos, Veranópolis e Vila Flores, possui uma área de vinhedos que supera os 29.700 hectares.

Dentre as espécies de uva mais cultivadas na região da Serra Gaúcha, destaca-se a *Vitis labrusca* (uvas americanas) e híbridas, das quais se sobressaem as cultivares Isabel, Concord e Bordô. Destas, merece especial destaque para a produção de sucos e concentrados a cultivar Concord.

Em todo o mundo a espécie *Vitis vinifera* L. é a mais cultivada, sendo utilizada como uva de mesa, uva passa e, principalmente, para elaboração de vinhos finos. No Brasil, esta espécie ocupa aproximadamente 20% do volume das uvas industrializadas. Entre as cultivares tintas a Cabernet Sauvignon é a que apresenta maior área cultivada no Rio Grande do Sul. Destacam-se ainda, entre as cultivares tintas, a Cabernet Franc, a Merlot, a Pinot Noir e a Tannat. A Chardonnay é uma cultivar branca de expressão no Estado, não

somente para a elaboração de vinhos tranquilos, mas para cortes, na elaboração de espumantes.

A videira, assim como as demais fruteiras de clima temperado, caracteriza-se pela queda de folhas, como consequência da redução das suas atividades metabólicas, entrando em endodormência no final do ciclo, em resposta aos primeiros frios da entrada no inverno. Para que estas plantas iniciem um novo ciclo vegetativo na primavera, é necessária a sua exposição a um certo período de baixas temperaturas para que ocorra a superação desta endodormência e a brotação seja efetiva (Petri *et al.*, 1996). Portanto, a temperatura é um fator de alta influência no ciclo biológico da videira, sendo que as necessidades de frio ou calor são evidentes ao longo do ano exercendo sua ação em todas as fases, inclusive naquelas em que o metabolismo mostra-se lento e o crescimento é nulo (basal). Temperaturas elevadas na fase de repouso hibernar, geralmente, repercutem em distúrbios fisiológicos e, que por sua vez, comprometem a capacidade de brotação das gemas.

Existem recursos químicos para a superação da dormência em cultivares frutíferas de clima temperado quando as necessidades de frio não são completamente atendidas. Entretanto, salienta-se a necessidade de avanço em pesquisas nesta área, visto que os insumos disponíveis são extremamente tóxicos ao homem e ao meio ambiente (Classe I). Além disso, tais insumos são, muitas vezes, usados sem critérios adequados de segurança para o trabalhador ou mesmo em doses de alto impacto ambiental.

O desenvolvimento de modelos que visam a compreensão dos efeitos do ambiente sobre a dormência tem avançado consideravelmente nos últimos

anos. A razão destes estudos sempre foi a necessidade de compreender a interação entre a planta e o meio ambiente no qual está inserida. Muitas vezes, as respostas obtidas puderam nortear as decisões dos produtores, especialmente naquelas onde o planejamento das safras foi realizado antes do início do ciclo vegetativo.

Sendo assim, o conhecimento da disponibilidade térmica, bem como o estudo de modelos matemáticos de previsão da superação da dormência, adequado às condições da Serra Gaúcha e nas cultivares de interesse mercadológico, podem ser um primeiro passo para a elaboração de um sistema de informação para os produtores regionais. O gerenciamento destas informações possibilitará a tomada de decisão quanto à aplicação, ou não, de insumos para superação da dormência, bem como a administração de doses adequadas às necessidades de uma determinada safra. Além disso, subsidiarão estudos futuros de previsões da influência de possíveis mudanças climáticas sobre a viticultura nacional.

Grande parte dos modelos desenvolvidos para a previsão agrícola não são operacionais, ou seja, limitam-se ao local de experimentação, sem possibilidades de generalização e, portanto, de reduzida utilização prática. Continuamente, tem-se buscado melhorar nesses modelos o entendimento fisiológico dos processos de crescimento e desenvolvimento vegetal, e incorporá-los de forma descritivo-numérica aos mesmos, melhorando, assim, as suas estimativas. Além disso, tem sido de fundamental importância a compreensão dos fatores tempo-dependentes, como a definição de uma data-base ou data 'biofix', a partir da qual as estimativas podem ser projetadas com maior segurança e menor erro residual possíveis.

Em muitos países, as previsões agrícolas constituem o meio mais importante de servir a agricultura. Neste sentido, existe forte demanda por pesquisas e trabalhos científicos buscando analisar os efeitos da variabilidade climática sobre a produção vegetal. Parte desta demanda se refere ao conhecimento detalhado das características da fenologia e das exigências térmicas da planta no seu local de cultivo. Este conhecimento permite o planejamento do manejo e subsidia a estimativa das prováveis datas de ocorrência das diferentes fases fenológicas, bem como dos seus subperíodos.

Tendo em vista estes aspectos, o presente trabalho teve como objetivos: a) processar as informações de temperatura do ar com base em modelos matemáticos de acúmulos dos efeitos térmicos durante o período de dormência de duas cultivares de videira *Vitis vinifera*: Cabernet Sauvignon e Chardonnay e de uma cultivar de *Vitis labrusca*: Concord, durante dez anos consecutivos. b) correlacionar os resultados obtidos pelos modelos com as datas de início da brotação destas videiras, com o intuito de definir os modelos mais adequados para prever estas datas, além de delimitar o período de tempo cuja disponibilidade térmica é a mais propícia para iniciar e finalizar as contagens dos efeitos térmicos quantificados pelos modelos c) validar os modelos quanto ao seu potencial de prever a brotação das cultivares citadas, a partir de dados fenológicos obtidos no campo em duas safras consecutivas, nas condições da Serra Gaúcha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Viticultura

O provável centro de origem paleontológico das videiras é a Groenlândia, entre o nordeste da América do Norte e o leste do Canadá. Neste local são encontrados os fósseis ancestrais mais antigos e é caracterizado por clima subpolar. Há 300 mil anos, durante a Era Cenozóica, no Período Terciário, surgiu a primeira espécie de videira. No final do Período Quaternário, devido à grande glaciação, esta extinguiu-se naquele local. Entretanto, a partir desta região, a videira já havia se dispersado em duas direções: uma américo-asiática e outra euro-asiática. A presença milenar da videira na Terra possibilitou uma grande variabilidade de espécies, adaptadas às diversas situações de clima (Giovannini, 1999).

A atual classificação botânica da videira descreve que esta planta pertence à família das *Vitaceas* ou *Ampelidaceas*. Esta família possui 10 gêneros, sendo o de maior importância o gênero *Vitis* que engloba 50 espécies. A mais cultivada é a *Vitis vinifera*, adaptada na Ásia Ocidental. Outra espécie importante é a *Vitis labrusca*, adaptada na América do Norte (Hernández, 2000).

Atualmente, a videira está sendo cultivada em quase todo o planeta, embora o seu cultivo econômico esteja restrito em algumas partes do mundo,

onde as condições heliotérmicas e hídricas permitem a produção e a maturação das uvas. Os limites extremos para o seu cultivo são os paralelos 50°N e 40°S. Além destas latitudes, as baixas temperaturas hibernais impedem o seu desenvolvimento normal e a sua sobrevivência (Hidalgo, 1993).

A maior área vitícola destinada à elaboração de vinhos está concentrada em regiões de clima temperado e mediterrâneo. A viticultura no Brasil é mais representativa em regiões de clima temperado e subtropical, Além disso, a viticultura nacional tem se desenvolvido em regiões de clima tropical, no semi-árido nordestino.

Uma das características marcantes da viticultura brasileira é a sua diversidade e complexidade. Existem diversas viticulturas no país, cada uma com sua realidade climática, fundiária, tecnológica, humana e mercadológica. Entretanto, para qualquer uma delas, o cenário que se esboça neste início de século XXI é o de competição, tanto no mercado externo quanto interno, exigindo grande esforço para o estabelecimento de tecnologias que permitam uma maior otimização das potencialidades de cada região (Protas, 2003).

Embora a produção de vinhos e demais derivados da uva e do vinho também ocorra em outras regiões, a maior concentração está no Rio Grande do Sul. Neste Estado existem 14.438 propriedades, as quais ocupam uma área total de 35.263 hectares com vinhedos. (Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul – 2001 a 2004).

A agroindústria vitivinícola do Rio Grande do Sul assumiu, historicamente, a liderança da produção e abastecimento do mercado interno brasileiro. Mais recentemente, a partir da década de 70, começaram a ocorrer

investimentos com a implantação e/ou modernização das vinícolas, principalmente daquelas voltadas para a produção de vinhos finos. No mesmo período, a agroindústria de suco conseguiu se destacar pela qualidade e singularidade do produto elaborado, vindo a conquistar mercados internacionais exigentes e seletivos. Porém, o setor de produção vitícola não participou desta mudança com a mesma velocidade e objetividade, o que é evidenciado por um significativo desnível tecnológico entre os sistemas de produção da matéria prima (uva) e dos produtos (vinho, suco e derivados) (Protas, 2003).

2.2 Dormência

As características das caducifólia, com períodos vegetativos e repouso hibernal muito bem definidos, reportam o gênero *Vitis*, à origem de sua ocorrência ou mesmo à sua adaptação ao longo dos tempos. Durante o inverno, as temperaturas médias diárias são baixas o suficiente para inibir o crescimento da videira. Ainda que as temperaturas aumentem em algum momento, as gemas são incapazes de brotar. Neste caso, é possível afirmar que a planta está em estado de latência ou dormência (Martínez de Toda, 1991).

De acordo com Pouget, citado por Martínez de Toda (1991), existem diferentes fases durante a evolução do período de dormência, inclusive com diferentes graus: 1) Fase de pré-dormência: está relacionada, principalmente, com a inibição correlativa que o ápice exerce sobre as gemas axilares, ou ainda, por condições físicas e químicas externas à gema (Lavee & May, 1997). Caso estas gemas fossem isoladas e colocadas em condições

adequadas, poderiam brotar normalmente; 2) Fase de entrada em dormência: nesta fase o crescimento não pode ser induzido, mesmo se for removida a inibição correlativa (Lavee & May, 1997). Seu nível pode ser medido em função do número de horas necessárias para induzir a brotação de uma determinada gema ao ser colocada em condições adequadas de cultivo (25°C e 85% de umidade relativa); 3) Fase de dormência: nesta fase ocorre uma profunda redução das atividades metabólicas das gemas. 4) Fase de superação da dormência: fase curta que ocorre depois de terem sido satisfeitas as necessidades intrínsecas de frio das gemas. Exige um período com temperaturas médias diárias inferiores a 10 ° C, por um período de 7 dias, para que haja irreversibilidade do processo. 5) Fase de pós-dormência: nesta fase a dormência foi superada e as gemas não brotam devido à temperatura média do ar não ser suficiente.

As definições que descrevem o fenômeno da dormência são muitas. Contudo a descrição de Lang *et al.* (1987) parece ser a mais aceita atualmente. Segundo o autor, o processo pode ser classificado em três fases: paradormência, endodormência e ecodormência. A endodormência também é chamada de dormência hiberna. Nesta fase, a paralisação do desenvolvimento da gema é regulada por uma série de fatores fisiológicos internos à estrutura afetada (gema) e pode ser uma resposta da planta ao frio ou ao fotoperíodo. A paradormência ou ectodormência antecede a endodormência e é resultante da influência de fatores fisiológicos externos à estrutura afetada, ou seja, sofre influência de outro órgão da planta. Pode ser uma resposta à dominância apical ou ao fotoperíodo. A ecodormência ocorre após a endodormência e é regulada por fatores ambientais, tais como a falta

de temperaturas mais elevadas, deficiência nutricional e estresse hídrico, principalmente.

Existem diversos fatores que influenciam a dormência. Eles podem ser divididos em três grandes grupos: 1) físicos: temperaturas baixas, altas e fotoperíodo. 2) químicos: ácido abscísico, diversos ácidos graxos e ácidos nucleicos. 3) químico-biológicos: presença de gemas apicais, exercendo uma inibição correlativa sobre as axilares (Martínez de Toda, 1991). Nas condições climáticas da Serra Gaúcha, o estágio de dormência (endodormência), provavelmente tem início algumas semanas antes da fase que ocorre a queda das folhas e, normalmente, coincide com os primeiros frios dos meses de abril e maio, quando a cor das mesmas muda de verde para amarela ou até mesmo vermelha em algumas cultivares tintas. Esta condição prolonga-se até o final de agosto ou meados de setembro, quando o clima freqüentemente se torna adequado, principalmente em temperatura, para proporcionar o início da brotação.

Existem diversos fatores que podem influenciar a superação da dormência dentre os quais, é possível citar a disponibilidade de frio (Lavee & May, 1997). De acordo com Pouget (1988), um período de sete dias consecutivos a uma temperatura inferior a 10°C é necessário para que a brotação ocorra naturalmente. Entretanto, de acordo com Lavee & May (1997), altas temperaturas (acima de 21°C) parecem contribuir para a reversão dos processos desencadeados pelos primeiros frios no outono. Contudo, os mesmos autores afirmam que esta não é uma regra que valha para todas as cultivares.

A brotação da videira apresenta acrotonia, isto é, uma brotação antecipada e vigorosa das gemas mais distais das varas e esporões (Gil, 1999). Esta brotação traz como consequência, retardamento e inclusive impedimento da brotação das gemas inferiores, por inibição correlativa (Hidalgo, 1993).

Entre os produtos químicos usados para a superação artificial da dormência, a cianamida hidrogenada (CH_2N_2) tem sido o mais efetivo. Seu uso tem sido no sentido de uniformizar a formação do dossel vegetativo, de forma que todas as gemas mantidas após a poda de produção possam brotar praticamente ao mesmo tempo, suprimindo possíveis deficiências de frio durante a dormência. O modo de ação deste insumo não é bem conhecido e algumas hipóteses são consideradas. Para Omran (1980) o aumento da concentração de peróxido de hidrogênio nos tecidos das gemas poderia ser responsável pela ativação do ciclo das pentoses, ocasionando, em consequência disso, a indução da superação da dormência das gemas. O aumento do peróxido de hidrogênio ocorre devido à redução da atividade peroxidase (Shulman *et al.*, 1984). Portanto, pelo fato deste produto atuar no metabolismo de oxido/redução das células, apresenta-se classificado como um produto extremamente tóxico (Classe I). Isto, muitas vezes, não tem sido considerado pelos produtores, podendo ocorrer sérios problemas de intoxicação. Além disso, apesar do custo e da ocorrência de invernos bem definidos, os produtores aplicam esse produto, muitas vezes sem o devido conhecimento técnico, para justificar ou não o tratamento. Portanto, além do impacto ambiental, o desconhecimento de parâmetros técnicos para a

realização desse tratamento também pode contribuir para a elevação do custo de produção.

Os mecanismos verdadeiramente específicos da endodormência e da paradormência não são inteiramente conhecidos. Faust *et al.* (1997) constataram que quatro grandes tipos de fatores podem fornecer elementos explicativos no controle do crescimento das gemas: o estado hormonal, o estado da água, a estrutura das membranas e o estado trófico. Entretanto, é necessário considerar que, apesar dos últimos avanços científicos, as razões fisiológicas e genéticas da dormência ainda estão longe de serem plenamente compreendidas. Ao que parece este é um sistema multigenético e suas respostas ao ambiente ainda necessitam de estudos mais complexos (Lavee & May, 1997).

2.3 Influência da temperatura sobre a dormência

De acordo com Mandelli & Tonietto (2003), o clima pode ser o fator mais importante na definição das potencialidades das regiões. Ele interage com os demais componentes do meio natural, em particular com o solo, assim como com a cultivar e com as técnicas agronômicas da videira. Dentre as variáveis climáticas, a que exerce a maior influência sobre a dormência é a temperatura e, sem dúvida, é o principal fator exógeno desencadeador desse processo (Mauget, 1987). As respostas, em relação às baixas temperaturas, variam de acordo com a idade das gemas e influenciam no crescimento e na sobrevivência das plantas (Zanette *et al.*, 2000).

Segundo Erez (1995), algumas práticas de manejo podem influenciar na necessidade de frio das gemas das espécies de baixa exigência. Dentre

elas destaca-se o controle do vigor da planta, a condução dos ramos, a prevenção do desenvolvimento vegetativo tardio e atraso da poda de inverno. Além disso, durante o período de repouso hibernar é necessário uma determinada quantidade de horas com temperatura média inferior a 10° C (temperatura base média para a videira). Se não for satisfeita a exigência em frio nessa época, ocorrem distúrbios fisiológicos que levam à inibição da brotação na parte inferior dos ramos, prejudicando ou impedindo a produção destes (Zuluaga et al., 1971).

Quando espécies de clima temperado são introduzidas em regiões tropicais ou subtropicais, podem manifestar diversos distúrbios fisiológicos como: abertura de gemas de forma escalonada no tempo, redução no número de gemas brotadas, redução na produção e na longevidade e, em casos extremos, a própria sobrevivência da planta é ameaçada (Diaz *et al.*, 1987; Herter, 1992; Gil, 1999). Em condições tropicais a videira não entra em endodormência (a qual depende do frio para ser acionada), sendo o crescimento coordenado principalmente pela dominância apical (paradormência) e o estresse hídrico (ecodormência). Entretanto, em regiões subtropicais e temperadas, como no sul do Brasil, os frios do outono acionam a endodormência, sendo, portanto, necessário a ocorrência de uma regularidade de frio para superá-la. Com isso, as flutuações de temperatura durante o inverno podem ser consideradas como os principais problemas para a superação da dormência de gemas em regiões subtropicais. Erez & Lavee (1971) e Erez *et al.* (1979 b) relataram o efeito adverso das altas temperaturas cíclicas sobre a endodormência. Segundo os autores,

temperaturas elevadas alternadas com períodos de frio podem causar consideráveis atrasos e irregularidades na brotação.

A quantidade de frio requerida para superar a dormência é muito diferente entre as espécies e, até mesmo entre as cultivares (Braga & Steckert, 1987). As limitações fisiológicas das fruteiras de clima temperado denotam necessidade de quantificar o frio por duas razões principais: 1) definir a demanda por frio de uma cultivar, e 2) determinar a disponibilidade de frio num local específico (Erez, 2000). Desta maneira foi criado o conceito de horas de frio, o qual entende-se como o somatório do número de horas iguais ou inferiores a um determinado valor de temperatura base, durante um período de tempo. Este somatório é a quantidade de frio requerido por uma determinada cultivar para que saia de sua condição de dormência.

Durante este período de tempo, ocorre a formação de hormônios nas próprias gemas e, de acordo com sua natureza, podem ter função promotora ou inibidora sobre o crescimento da planta. Sendo assim, de acordo com o balanço entre promotores e inibidores em determinado momento, a dormência pode ser induzida, mantida ou superada. A degradação dos hormônios inibidores de crescimento é dada pela ação do frio a partir de uma temperatura-base específica para a espécie e cultivar (Braga, 1995), sendo no caso da videira 10°C.

Para o cômputo das horas de frio das fruteiras de clima temperado, em geral, utiliza-se o valor de 7,2 ° C (45 ° F) como temperatura base. Isto se baseia em estudos de Nightingale & Blake (1934), os quais demonstraram que abaixo desta temperatura os ramos de pessegueiro e macieira deixaram de crescer. Por isso, este limite de temperatura foi definido como a

temperatura-base genérica para fruteiras de clima temperado e passou a ser utilizado universalmente para a determinação de horas de frio. Além disso, o simples acúmulo aritmético das temperaturas iguais ou inferiores a este limite tem sido largamente utilizado em zoneamentos agroclimatológicos que visam à aptidão de determinado local para o cultivo de plantas caducifólias, além de ser um parâmetro comparativo entre regiões (Erez & Lavee, 1971; Angelocci *et al.*, 1979; Buriol *et al.*, 2000; Silva *et al.*, 2002; Matzenauer, *et al.* 2005). Ainda que não seja aplicável a todas as espécies e cultivares criófilas, este valor é considerado apropriado aos estudos relativos às exigências em frio dessas espécies. Entretanto, pelo fato de certas cultivares possuírem menores necessidades de baixas temperaturas para completarem a dormência, costuma-se utilizar também a temperatura base de 13 ° C (Braga, 1995).

2.4 Modelos de estimativa da data de brotação

Modelos agrometeorológicos, biometeorológicos ou bioclimáticos, nada mais são do que estudos ou formas de análises qualitativas e quantitativas da ação dos elementos ambientais sobre o desenvolvimento vegetal (Braga, 1995). As condições que possuem influência decisiva no crescimento e/ou desenvolvimento vegetal são: temperatura (do ar e do solo), fotoperiodismo, radiação solar e precipitação pluviométrica (disponibilidade de água no solo). Devido ao número elevado de fatores ambientais aliados à complexidade das interações envolvidas em qualquer estudo clima-planta, a grande maioria dos estudos fenológicos tem sido conduzida pela comparação do desenvolvimento vegetal com um simples elemento ambiental,

notadamente, a temperatura média do ar (Brunini, 1975). Inúmeros trabalhos de pesquisa têm sido conduzidos neste sentido, relacionando a temperatura do ar ou do solo ou ao fotoperiodismo com desenvolvimento e/ou crescimento vegetal, tais como: Robertson (1968), Damario & Pascale (1971), Brunini *et al.* (1976), Berlato & Sutili (1976), Harding *et al.* (1976), Lucchesi *et al.* (1977), Althoff *et al.* (1987).

As pesquisas visando o entendimento matemático dos fatores envolvidos de modo direto ou indireto com a superação da dormência não são recentes. Historicamente, conforme Klish (1967), os estudos das interações clima-planta se iniciaram com Réaumur (1735), com a construção da escala termométrica, sugerindo que "o somatório da temperatura média, para uma determinada fase do desenvolvimento das plantas, é constante para cada espécie vegetal". Este somatório de temperatura ficou conhecido como a constante Réaumur de fenologia. Somente em 1834, Boussingault sugeriu a utilização do "produto da temperatura média, acima de 6°C, e o período considerado", sendo denominado como Graus-Dia (GD), por Robertson (1968).

Bidabe (1967), estudou a necessidade de frio e calor em macieiras, pondo-as em casa de vegetação, após um curto período de frio. A necessidade de frio foi estimada com base no tempo de abertura das gemas a 10°C e a 13°C. Neste mesmo estudo a necessidade de calor foi estimada submetendo as plantas a uma temperatura de 0°C, por três meses, e após a saída da câmara frigorífica registrou-se o tempo para abertura das flores. Este dado foi utilizado como base para cálculos da necessidade de calor.

Erez & Lavee (1971), observaram que, sob condições controladas, a temperatura de 6°C contribui mais para o repouso completo de duas cultivares de pêssegos que qualquer outra, sugerindo, a partir destes estudos, que temperaturas entre 3°C e 8°C contribuem em cerca de 90% como horas de frio realmente efetivas para estas cultivares.

A partir dos estudos de Erez & Lavee, Richardson *et al.*, (1974) desenvolveram um método que atribui diferentes pesos às ações do frio em cada temperatura, propondo então o Método de Utah (Utah chill-unit model). Este modelo foi elaborado pela necessidade de uma formulação que se aplicasse de igual maneira a anos com diferentes regimes de temperatura, o que não ocorre com os métodos que utilizam o somatório no número de horas de frio de uma determinada temperatura basal. De acordo com os autores desta metodologia, temperaturas inferiores a 1,4°C e superiores a 12,5°C não são efetivas para a superação da dormência, inclusive, sendo prejudiciais ao processo, quando superiores a 16°C. Sendo assim, as temperaturas efetivamente funcionais estão situadas entre 1,5° e 12,4°C, com um ponto ótimo entre 2,5°C e 9,1°C. O modelo atribui também valores positivos e negativos aos diferentes intervalos térmicos. O registro destes valores é efetuado de forma contínua durante um determinado período. Neste sentido o balanço final pode ser constantemente alterado, ora positivamente, ora negativamente, de acordo com a disponibilidade térmica do local de estudo.

Winkler *et al.* (1974), sustentam que as temperaturas iguais ou inferiores a 10°C são efetivas para a superação da dormência em videiras. Esta informação é concordante com vários trabalhos recentes, cujas temperaturas-base para o desenvolvimento vegetativo são consideradas

entre 5,2 e 13,8°C, em função das características de cada cultivar (Pouget, 1988; Oliveira, 1998; Mandelli, 2002; Ruffo *et al.*, 2004).

Richardson *et al.* (1975), desenvolveram um modelo que possibilitou a previsão do tempo de desenvolvimento das gemas, após a saída de dormência até o pleno florescimento. Estes autores estudaram o desenvolvimento de pessegueiros em câmaras de crescimento (fitotrons) e casa de vegetação e concluíram ser necessário o desenvolvimento de uma escala mais precisa de unidade de energia do que aquela que vinha sendo utilizada (graus dia – GD). Então, desenvolveram uma nova escala (de quantificação de energia), a qual denominaram de “Growing Degree Hours Celcius” (GDH°C) que definiram como sendo “uma hora a uma temperatura de 1°C acima da temperatura base de 4,5 °C”. As unidades de calor (GDH°C) são calculadas subtraindo 4,5 de cada temperatura horária entre 4,5 °C e 25°C. As temperaturas acima de 25 °C, são assumidas como sendo 25°C; então o maior acúmulo para uma hora é de 20,5 GDH°C, enquanto que não há acúmulo de calor em temperaturas iguais ou inferiores a 4,5°C. O legado deste experimento para os estudos térmicos foi a demonstração de que, embora o frio seja fundamental para a superação natural da dormência, nas demais fases do desenvolvimento a sua disponibilidade deixa de ser importante em detrimento do calor que por sua vez passa a ser o elemento que rege o crescimento e desenvolvimento do vegetal.

Harding *et al.* (1976), desenvolveram um trabalho de pesquisa para a previsão de estágios de florescimento de 4 cultivares de maçã, em Kent/UK, nos Estados Unidos, com o uso de dados meteorológicos. Um modelo, baseado em regressão linear múltipla, foi desenvolvido partindo-se de médias

de temperaturas médias mensais de dezembro a fevereiro; de média de temperatura do solo a 30cm, para março, e média diária de insolação para março. A regressão explicou 99% da variação para os anos de 1960-72 e estimou as datas de florescimento completo para 1973 e 1974, estimando com exatidão para o primeiro caso e com dois dias de atraso para o segundo. Apesar dos resultados alcançados por este trabalho, deve-se admitir que as reais causas e efeitos não foram estabelecidos. Os mesmos autores, utilizando o mesmo modelo, estimaram as datas de florescimento para 1975, quando um inverno muito brando foi seguido de um mês de março nebuloso, provocando diferenças médias superiores a 10 dias nas estimativas. Tal fato deixa claro a necessidade da definição de um fator que melhor defina a exigência de frio pelas cultivares, além da extensão do trabalho para outras regiões climáticas e outras cultivares.

Ashcroft *et al.* (1977), desenvolveram um modelo estatístico para determinar “unidades de frio” e GHD°C em frutíferas caducifólias. Este modelo permite a previsão do requerimento de frio e calor de uma cultivar através dos registros de temperaturas relacionadas com a data de pleno florescimento. Com isso desenvolveram a teoria de que dois fatores determinam a floração: o primeiro, relacionado com as unidades de frio necessárias para a superação da dormência e o segundo, relacionado com as unidades de calor após o término do período de dormência até o pleno florescimento.

Spiegel-Roy & Alston (1979), estudando o comportamento de 50 genótipos de pereira, encontraram uma boa correlação entre o requerimento de frio e a data de florescimento ($r=0,64$); o requerimento de calor, após a

superação da dormência com a data do florescimento ($r=0,65$) e uma alta correlação ($r=0,90$) entre o requerimento de frio e o requerimento de calor. Estes autores concluíram que cultivares de florescimento tardio tendem a ter um alto requerimento de frio e calor, enquanto que cultivares de florescimento precoce tendem a ter um baixo requerimento de frio e calor. Entretanto, as cultivares de floração intermediária não apresentaram uma forte relação de frio e calor e florescimento. Os pesquisadores concluíram que o requerimento de frio, durante a dormência, e o requerimento de calor, após o período de dormência, estão relacionados entre si e influenciam a data de florescimento, sendo que ambos podem ser utilizados como critério de seleção em programas de melhoramento.

Raseira *et al.*(1982), utilizaram o modelo de Richardson *et al.*, (1974) no que se refere às modificações para altas temperaturas. Tais modificações foram no sentido de reduzir os efeitos das altas temperaturas no registro das unidades de frio. Além disso, essa proposta assume que temperaturas superiores a 21°C têm um efeito negativo no acúmulo dos valores, mas somente durante o período de 24 horas. Ou seja, acúmulos já ocorridos nos dias anteriores não podem se tornar nulos. De acordo com Noakes & Allan (1994), para as condições de clima ameno, com um inverno pouco rigoroso e com características continentais, este modelo é bastante aceito e tem proporcionado bons resultados.

Shaltout & Unrath (1983), desenvolveram método semelhante ao de Utah, denominado Modelo Carolina do Norte, adaptado para cultivares de maçã. Este modelo possui uma curva de resposta mais suave entre a temperatura observada e o cômputo de unidades de frio. Da mesma forma

que a metodologia proposta por Richardson *et al.* (1974), este método sugere que existem diferentes contribuições ao acúmulo efetivo de frio para superar a dormência e que estas contribuições são relativas aos diferentes intervalos, numa escala térmica. Segundo o modelo, as temperaturas inferiores a 1,6°C não são efetivas. A faixa funcional está situada entre 1,6°C e 16,4°C, com um pico máximo em 7,2°C. A partir de 16,5°C, as temperaturas passam a anular os efeitos do frio de maneira progressiva até 23,3°C, permanecendo constante neste patamar, mesmo que ocorram valores superiores. Seguindo o mesmo raciocínio do modelo de Utah, o modelo Carolina do Norte atribui valores positivos e negativos às diferentes faixas da escala térmica e, desta maneira, o balanço parcial pode ser alterado constantemente, em função da contribuição de valores positivos ou negativos, medidos através de registros horários.

Ebert *et al.* (1986), iniciaram uma série de estudos visando a adaptação dos modelos de Utah e Carolina do Norte para as condições do sul do Brasil. Neste sentido, foram propostas as primeiras experiências com modelos de unidades de frio (chill-units) para três locais de Santa Catarina: Videira, Caçador e São Joaquim. Os autores utilizaram três metodologias de forma comparativa: 1) modelo tradicional de acumulação de horas de frio abaixo de 7,2 ° C, determinadas com a ajuda de termógrafos e pelo método proposto por Angelocci *et al* (1979). As temperaturas horárias necessárias para o cálculo das unidades de frio não estavam disponíveis em todos os locais. Assim, foi desenvolvido programa computacional para estimativa das temperaturas horárias, com base nas temperaturas registradas às 21:00h e da máxima e mínima diária, de forma interpolativa; 2) modelos de unidades

de frio de Utah, conforme descrito por Richardson *et al.* (1974); 3) modelo Carolina do Norte, conforme Shaltout & Unrath (1983). Um fato importante a ser destacado nestes estudos é o de que os autores modificaram os dois últimos modelos, de forma que altas temperaturas resultassem em acumulação negativa de frio somente até 96 horas após a última unidade de frio positiva ter sido registrada. Desta forma, as unidades de frio acumuladas foram consideradas constantes até que novas unidades de frio positivas ocorressem. Tais modificações foram baseadas em pesquisas conduzidas por Erez & Lavee (1971), os quais afirmam que a acumulação de frio é suscetível a um efeito antagônico de altas temperaturas somente por poucos dias. O número de horas abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$ foi registrado a partir do mês de abril (outono) e o cálculo das unidades de frio foi iniciado nos outros dois modelos, quando a máxima acumulação negativa foi atingida, conforme descrito por Richardson *et al.* (1974). Uma conclusão importante extraída dos resultados deste trabalho é que, mesmo aplicando-se produtos para a superação da dormência, o adiantamento do início da brotação nem sempre difere das plantas não tratadas. Quando ocorreu esta antecipação foi menos de 5 dias. Os autores concluíram, ainda, que o uso dos modelos de unidades de frio ao invés do tradicional monitoramento de horas abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$ parece vantajoso em climas com invernos moderados, como no sul do Brasil. Além disso, sugerem que o modelo Carolina do Norte apresenta-se melhor ajustado para as condições climáticas do sul do Brasil do que o modelo de Utah.

Erez & Couvillon (1987), trabalhando com pessegueiro, lançaram a teoria de que o frio seria o agente responsável pela produção de um

determinado precursor de crescimento e que o mesmo seria degradado pela alternância de períodos com altas temperaturas.

Erez et al. (1988), sugeriram um novo modelo térmico “o modelo dinâmico”. Esta metodologia é baseada em experimento efetuado com cultivares de pessegueiro, cujo objetivo foi a avaliação das respostas destas plantas ao frio, em condições estritamente controladas. Inicialmente, este método foi testado em Israel e, logo depois, em diversos países. Os autores asseguraram que os múltiplos efeitos da temperatura poderiam ser explicados através da formação de precursores de crescimento que seguiriam um fluxo dividido em dois estágios: no primeiro estágio o processo de formação do precursor dependeria do frio e a incidência de altas temperaturas teria o efeito de frear ou mesmo degradar esta substância. Portanto a sua formação seria dinamicamente reversível. No segundo estágio a sua reversibilidade não poderia mais ser possível e os efeitos do frio seriam, então, fixados. O efeito de “fixação” dos precursores é baseado no entendimento de que quando um nível crítico destas substâncias é alcançado, em função da disponibilidade de frio, ele é automaticamente transferido em forma de energia eletromagnética (quanta) para um nível mais estável e, então, irreversivelmente acumulado. A quantificação matemática desta energia é feita pelo modelo através das chamadas “porções de frio”. Entretanto, se o nível crítico não for alcançado, devido à reversibilidade causada pelas altas temperaturas, não importa o quão próximo deste limiar tenha chegado, não ocorrerá nenhum acúmulo. Os autores também sustentam que as diferenças nas necessidades de frio entre espécies ou

cultivares são explicadas pela maior ou menor exigência de porções de frio para superar a dormência.

Mandelli (2002), utilizou a metodologia proposta por Pouget (1988) para estimar a data de brotação de 20 cultivares de videira nas condições da Serra Gaúcha. De acordo com esta metodologia, para avaliar o estado fisiológico potencial das gemas de videira, é necessário determinar o coeficiente de precocidade de brotação e o coeficiente da cultivar, a fim de estabelecer as ações diárias da temperatura. A partir dos resultados obtidos, o autor inferiu que a esta metodologia pode ser utilizada para a estimativa da data de brotação da videira com duas a três semanas de antecedência, o que possibilitou a validação do primeiro modelo de estimativa da brotação da videira, nas condições da Serra Gaúcha.

A utilização de metodologias de acumulação de horas de frio, conforme citado anteriormente, pode ser extremamente útil na composição de modelos que objetivam a previsão de datas fenológicas importantes como da brotação de plantas criófilas, além do fato de demonstrarem a adaptabilidade destas espécies ao ecossistema. Além disso, destaca-se que até o presente momento a maioria destes modelos foi desenvolvida e testada para pessegueiro, macieira, pereira e outras fruteiras, principalmente em condições de clima temperado. Portanto, isto reforça a necessidade de mais estudos com videiras, como é o caso do presente trabalho.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização geográfica do local do experimento

A Serra Gaúcha, localizada na Encosta Superior da Serra do Nordeste, é considerada a região vitivinícola mais importante do Rio Grande do Sul. Ela está situada entre as latitudes de 28°24”S e 29°48”S, entre as longitudes de 50°48”W e 52°08”W, e em altitudes que variam de 200 a 800 metros.

Bento Gonçalves faz parte da Encosta Superior da Serra do Nordeste e pertencente à região ecoclimática do Planalto Superior-Serra do Nordeste. As condições edafoclimáticas deste município têm sido consideradas como representativas da região vitícola da Serra Gaúcha, devido à sua importância na produção de uvas e de vinhos, aliada à sua localização geográfica central, em relação aos demais municípios produtores de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos (Mandelli, 2002).

A região apresenta solos rasos e pedregosos, predominando as unidades de mapeamento referidas como associações Ciríaco-Charrua e Caxias-Carlos Barbosa–Farroupilha, com relevo acidentado, não constituindo unidades de mapeamento simples (Embrapa, 1982; Mandelli, 2002).

3.2 Cultivares

As cultivares de videira, objetos deste estudo, foram selecionadas em função da sua importância econômica para a produção de vinhos finos tranquilos, espumantes e sucos e, devido ao contraste entre os seus comportamentos fenológicos, especialmente quanto ao início da brotação após a superação natural da dormência. Sendo assim, selecionou-se cultivares de videira com diferentes fenologias, de forma a poder trabalhar com uma cultivar precoce (Chardonnay), uma média (Concord) e uma tardia (Cabernet Sauvignon) para o início da brotação.

3.2.1 Cultivar Cabernet Sauvignon

A cultivar Cabernet Sauvignon é proveniente da região francesa de Bordeaux, tendo sua constituição genética formada pelo cruzamento, em condições naturais, das cultivares Sauvignon Blanc e Cabernet Franc. Atualmente, está difundida na maior parte dos países vitivinícolas, constituindo a base da maioria dos famosos vinhos da região de Bordeaux, participando com até 75% do volume dos mesmos (Camargo, 1994). É uma cultivar de brotação e maturação tardias, relativamente vigorosa, com ramos novos de porte ereto, de média produção e elevada qualidade para vinificação. A uva tem elevada resistência à podridão do cacho (Hidalgo, 1993).

Embora a cultivar Cabernet Sauvignon tenha sido introduzida no Brasil em 1921, foi somente depois de 1980 que houve incremento de seu plantio na Serra Gaúcha e na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul. A partir de 1984 observa-se aumento do volume de produção, alcançando 4,91 milhões de

quilos de uva vinificada na safra de 1995. Segundo dados do Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul (2001 a 2004), a produção em 2004 foi de 11.275,40 toneladas. Atualmente, é uma das cultivares de *Vitis vinifera* com maior demanda para a implantação de novos vinhedos. Destina-se à elaboração de vinho tinto de guarda, o qual requer amadurecimento e envelhecimento, ou para ser consumido jovem (Rizzon & Mielle, 2002). Segundo Giovannini (1999), esta cultivar brota entre 05 e 15 de setembro.

3.2.2 Cultivar Chardonnay

A Chardonnay é uma cultivar originária da região da Borgonha, França. Os cachos e as bagas são pequenos. Apresenta bom potencial para a produção de açúcar, mas conservando a sua acidez. Produz vinhos potentes, com bom volume de boca e podem apresentar grande complexidade aromática. Destina-se, também, à elaboração de espumantes e de vinhos licorosos. É um dos vinhos de maior aceitação no mercado nacional de vinhos finos (Miele, 2003).

O cultivo desta casta no Rio Grande do Sul iniciou por volta de 1980 juntamente com a Gewurztraminer e outras. Apresenta brotação precoce, portanto está sujeita a geadas tardias. Esta cultivar apresentou o maior incremento de área plantada entre as uvas brancas finas introduzidas mais recentemente no Brasil (Camargo, 2003).

A França, ainda hoje, é o maior produtor mundial desta casta, e dela provêm os mais famosos vinhos da Borgonha e, juntamente com a Pinot Noir são elaborados os nobres vinhos de Champanhe. A 'Chardonnay'

também é bastante cultivada no Estado da Califórnia, Estados Unidos e, em outros países vitícolas.

Segundo Giovannini (1999), o início da brotação ocorre entre 10/08 e 20/08. Sua produtividade é de 8 a 13 toneladas por hectare, com teor de açúcar de 15 a 17° Brix.

3.2.3 Cultivar Concord

Obtida no estado de Massachusetts, Estados Unidos, em 1843, a partir de sementes selvagens, esta cultivar de *Vitis labrusca* difundiu-se rapidamente em vários estados norte americanos. Foi, por algum tempo, a videira mais cultivada nos EUA. Suas uvas, inicialmente utilizadas na elaboração de vinho e para consumo in natura, são atualmente a matéria prima preferencial para elaboração de suco de uva. É cultivada comercialmente na costa leste dos Estados Unidos, especialmente em Nova Iorque. No Brasil, foi introduzida a mais de cem anos. Já em 1880 era cultivada comercialmente na colônia francesa instalada em Pelotas, o que talvez justifique a sua sinonímia “Francesa”. No Rio Grande do Sul, sua produção vem tendo incremento significativo a partir de meados da década de 1970, (Camargo,1994). Esta cultivar apresenta perspectivas de maior difusão nos próximos anos, em função da produção crescente de sucos concentrados destinados à exportação. Em geral é cultivada de pé franco com bons resultados. É bastante produtiva quando em poda longa e apresenta alta resistência às doenças fúngicas (Camargo, 2003). O período de brotação ocorre entre 27/08 a 11/09. Sua produtividade é de 15 a 20

toneladas por hectare, com teor de açúcar de 15° a 16° Brix (Giovannini, 1999).

3.3 Caracterização da data do início da brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay, por um período de anos.

Nesta caracterização utilizou-se uma série histórica de dados, num período de 10 anos (1984-1993), considerando-se a evolução dos estádios fenológicos das três cultivares de videira. Estes dados foram registrados pelos técnicos da Embrapa Uva e Vinho, em plantas adultas (>3 anos) de um Banco Ativo de Germoplasma (BAG), instalado próximo à estação meteorológica. O BAG foi composto por vinhedo com mudas enxertadas sobre o porta-enxerto 101-14 (V. riparia x V. rupestris). O sistema de condução era espadeira, formada por cinco fios de arame perfilados em diferentes alturas: o primeiro a 80cm e o último a 190cm a partir da linha do solo. Esta distância permitiu a formação de um dossel vegetativo de aproximadamente 110 cm de altura. A poda era do tipo Guyot duplo, com a manutenção de duas varas arqueadas contendo 12 a 16 gemas e esporões com duas gemas, o que resulta em cerca de 75.000 a 96.000 gemas por hectare. O espaçamento entre filas era de 2,5 m e entre plantas de 1,5 m, perfazendo uma densidade de 2.667 plantas por hectare. As práticas de manejo e fitossanidade foram feitas de maneira uniforme em todas as plantas. Em cada ano, a poda foi realizada na mesma data para as três cultivares.

A data do início da brotação foi considerada quando 50% da gemas atingiram o estágio 3 ou ponta verde, segundo a escala de Baillod e Baggiolini (1993). Esta escala corresponde ao estágio 5 (figura 1), segundo a metodologia proposta por Eichorn & Lorenz, de acordo com a European and Mediterranean Plant Protection Organization (1984).



FIGURA 1. Estádio fenológico 3, segundo a escala de Baillod & Baggiolini (1993), ao estágio fenológico 5, segundo a escala de Eichorn & Lorenz (1984).

3.4 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados neste estudo foram fornecidos pela estação meteorológica principal da Embrapa Uva e Vinho, situada em Bento Gonçalves-RS. Ela é integrante da rede do Instituto Nacional de Meteorologia, com sede em Brasília e está subordinada ao 8º Distrito de Meteorologia de Porto Alegre, que é o órgão coordenador para o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Os dados desta estação visam subsidiar as atividades agropecuárias da Mesorregião 02 (Nordeste Rio-grandense), mais precisamente da Microrregião 016 (Caxias do Sul). Fornece também informações sobre as condições gerais de clima a que fica submetido o município de Bento Gonçalves.

Os dados de temperaturas do ar foram gerados a partir de leituras feitas diretamente em termogramas da série histórica de observações

meteorológicas ocorridas entre os anos 1984 e 1993. Estes termogramas são compostos por linhas dispostas verticalmente (linhas de tempo) e horizontalmente (linhas de temperatura), de forma que o cruzamento destas linhas ocorre a cada duas horas. Desta forma, foram feitas leituras da temperatura do ar a cada duas horas e, as temperaturas horárias foram obtidas através da média entre os valores lidos. Os dados da temperatura do ar relativos aos ciclos de 2006 e 2007 foram obtidos através de estação automática modelo VAISALA A840 localizada na mesma estação meteorológica. Foram utilizados os registros da temperatura média horária. Em cada ano, as leituras foram iniciadas no dia primeiro de abril, e seguiram ininterruptamente até o dia 30 de setembro. Estas datas foram definidas em função da evolução do desenvolvimento do ciclo anual da videira, pois, normalmente, durante estes meses, ocorre o período de repouso hibernar ou dormência.

3.5 Modelos agrometeorológicos

3.5.1 Modelos HF-7 e HF-10

A partir dos dados de temperaturas horárias, foram contabilizadas as somas diárias de horas com temperaturas iguais ou inferiores a 7,2°C (HF-7) e 10°C, (HF-10).

O critério usado para determinar a data inicial para contagem destas horas de frio, foi o registro da primeira HF-7 em cada ano, (normalmente ocorrida no mês de abril), seguindo ininterruptamente até a data que caracterizou o início da brotação de cada cultivar. Sendo assim, estes

modelos são baseados na simples acumulação, ou da soma aritmética das horas com temperaturas inferiores a 7,2°C e a 10°C.

3.5.2 Modelo de Utah e Carolina do Norte

A terminologia usada para os valores térmicos acumulados através dos modelos de Utah e Carolina do Norte segundo Richardson *et al.* (1974) e Shaltout & Unrath (1983), respectivamente, é unidades de frio. Tais métodos possuem uma curva de resposta entre temperaturas observadas e as unidades de frio correspondentes. Estas metodologias consistem, basicamente, na aplicação da Tabela 1.

TABELA 1. Unidades de frio em função de intervalos de temperatura (°C), pelos modelos Utah e Carolina do Norte.

Modelo de Utah		Modelo Carolina do Norte	
Temp. do ar °C	Unidades de frio	Temp. do ar °C	Unidades de frio
≤ 1,4	0	-1,1	0,0
1,5 – 2,4	0,5	1,6	0,5
2,5 – 9,1	1	7,2	1
9,2 – 12,4	0,5	13	0,5
12,5 – 15,9	0	16,5	0
16 – 18	-0,5	20,7	-1
> 18	-1	22,1	-1,5
		23,3	-2

A data definida para o início da contagem dos valores, em cada ano, foi o registro da ocorrência da primeira unidade de frio positiva ou sua fração. Seqüencialmente, o cômputo seguiu de maneira ininterrupta até a data em que foi caracterizado o início da brotação de cada cultivar.

De acordo com a metodologia original, o balanço parcial dos valores acumulados pode ser constantemente alterado, ora pelo acúmulo ocasionado pelo frio, ora pela anulação decorrente das altas temperaturas.

3.5.3 Modelo de Utah e Carolina do Norte modificados para altas temperaturas

Da mesma forma que a metodologia original e, para o mesmo período, foi estimado o número de unidades de frio (UF) através dos modelos de Utah de acordo com a mesma metodologia utilizada por Raseira *et al.*, (1982) e de Utah e Carolina do Norte, modificados por Ebert *et al.*, (1986).

As modificações foram no sentido de restringir parcialmente o efeito antagônico do calor, de forma que altas temperaturas resultassem em acumulação negativa de frio somente por algumas horas e, desta forma, buscaram uma adaptação para as altas temperaturas que frequentemente ocorrem nos invernos da região.

A metodologia utilizada por Raseira *et al.* (1982), restringe a ação do calor em, no máximo, 24 horas, e a de Ebert *et al.*, (1986), em até 96 horas após a última unidade de frio positiva ter sido registrada.

Além dos limites referidos, as unidades de frio não foram computadas, permanecendo em número constante, até que novas unidades positivas pudessem ser contabilizadas.

Quanto aos parâmetros de conversão das temperaturas em °C para unidades de frio, Raseira *et al* (1982) empregaram uma nova proposta de valores. Estes estão informados na Tabela 2.

TABELA 2. Unidades de frio em função de intervalos de temperatura (°C), através do modelo de Utah utilizado por Raseira et al., (1982).

Modelo de Utah modificado	
°C	Unidades de frio
≤1,4	0
1,5 a 2,4	0,5
2,5 a 9,1	1
9,2 a 12,4	0,5
12,5 a 20,9	0
≥21	-1

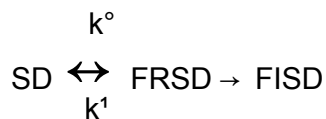
3.5.4 Variações dos modelos Utah e Carolina do Norte para a Serra Gaúcha

Novas modificações aos modelos originais de Utah e Carolina do Norte foram propostas no presente trabalho. Tais modificações tiveram como objetivo a adaptação de uma metodologia mais ajustada às condições do local do experimento e, possivelmente, extensiva a algumas regiões circunvizinhas, desde que as características climáticas sejam semelhantes. A nova proposta, aqui apresentada, foi no sentido de eliminar completamente os efeitos da reversibilidade das unidades de frio negativas (Tabela1), quando o balanço parcial de qualquer período esteja anulando o efeito de frios posteriores. Ou seja, o balanço final das unidades de frio é sempre positivo ou zero. Se o resultado final, de um determinado período for zero, o próximo valor somente poderá alterar o cômputo acumulado se ocorrerem unidades de frio efetivamente funcionais para a superação da dormência (positivas). Sendo assim, quando as somas acumuladas diariamente apresentaram eventuais valores negativos, elas não foram consideradas, a fim de evitar a anulação de acúmulos posteriores. Além da mudança na estrutura do cálculo,

foi mantida a modificação proposta por Ebert *et al.*, (1986), conforme descrito no item 3.6.3. As conversões das temperaturas de graus centígrados para unidades de frio seguem os mesmos parâmetros dos modelos originais mostrados na Tabela 1. Portanto a metodologia proposta aqui é o resultado dos trabalhos originais de Richardson *et al.*, (1974) Shaltout & Unrath (1983), das modificações feitas por Ebert *et al.*, (1986) e daquelas resultantes deste estudo, buscando uma possível adaptação destas metodologias para as condições climáticas do local do experimento.

3.5.5 Modelo Dinâmico

A terminologia usada no modelo Dinâmico, segundo Erez *et al.*,(1988), para os valores matemáticos que quantificam os efeitos da temperatura sobre a superação da dormência é “porções de frio”. Este modelo sugere que o efeito da temperatura sobre as gemas de fruteiras de clima temperado tem uma curva de resposta com uma eficiência máxima entre 6°C e 8°C e efeito zero em -2°C e 14°C. Além disso, os autores afirmam que a superação da dormência (SD) depende do nível de um determinado fator que desencadeia as reações em dois passos: o primeiro é o processo reversível de formação e destruição de um precursor a partir de efeitos térmicos. Este precursor pode ser chamado de fator reversível de superação da dormência (FRSD). O segundo inicia quando uma porção crítica deste precursor é alcançada, sendo transferida irreversivelmente para uma condição estável (FISD) segundo o seguinte esquema:



sendo (k^0 e k^1) as taxas constantes para formação e destruição do FRSD. Estas taxas obedecem a lei de Arrhenius:

$$K^0 = A^0 \exp(-E^0/T) \quad \text{ou} \quad k^1 = A^1 \exp(-E^1/T)$$

sendo ($E^0 = 0,4153 \times 10^4$ e $E^1 = 0,1289 \times 10^5$) energias de ativação para formação e destruição dos processos, respectivamente, em temperaturas absolutas ($^{\circ}\text{K}$). $A^0 = 0,1395 \times 10^6$ e $A^1 = 0,2567 \times 10^{19}$ são coeficientes independentes de temperatura obtidos experimentalmente.

A equação dinâmica que explica o primeiro passo do modelo é:

$$\Delta b / \Delta t = k^0 - k^1 b$$

sendo (b) o nível alcançado de FISD e (t) o tempo decorrido.

A equação geral do modelo é:

$$b = bs - (bs - b_0) e^{-k^1 t}$$

sendo (bs) o nível intermediário de FISD num determinado período e b_0 , o valor inicial de b (FISD). Sendo assim, quando uma porção crítica de FRSD (uma porção de frio) é alcançada, ela passará para FISD, reiniciando o processo. Entretanto, não existem frações desta porção e uma nova porção somente entrará no cômputo do modelo se FISD alcançar novamente um valor inteiro (1).

As dinâmicas desse processo determinam a manutenção da dormência em diferentes níveis ou a sua superação de maneira irreversível. Os cálculos que definem estas dinâmicas foram inseridos em um programa de computador para converter as temperaturas horárias, de graus centígrados, para porções de frio.

O início da contagem dos valores, da mesma forma que para os demais modelos, foi o registro da ocorrência da primeira porção de frio em

cada ano, seguindo ininterruptamente até a data que caracterizou o início da brotação de cada uma das três cultivares mencionadas anteriormente.

3.6 Definição da data base ou biofix

A definição de uma data base ou “biofix” de um evento biológico é o marco, a partir do qual se inicia uma contagem genérica para a conclusão daquele evento, que pode ser de tempo, de graus-dia, da ocorrência do primeiro registro de um determinado acontecimento biológico, etc. (Melo et al., 2006). Desta forma, foi estabelecida a data “biofix” para os valores acumulados pelos modelos até uma determinada data, a partir da qual foram projetadas as estimativas da previsão do início da brotação nas cultivares objetos deste trabalho. Esta data foi determinada, primeiramente, com base na média dos coeficientes de correlação entre os valores computados diariamente pelos modelos e as respectivas datas de brotação de cada cultivar em cada ano, observando a variação destes coeficientes ao longo dos meses. A partir desta informação foram calculados, também, os coeficientes de determinação (R^2), para a mesma base de dados, visando, somente, o período compreendido entre primeiro de julho e 30 de setembro. O objetivo deste estudo foi a delimitação da data em que os maiores coeficientes R^2 são encontrados. Com este ajuste foi possível caracterizar a data mais adequada para atuar como “biofix” das três cultivares.

É importante salientar que, para efeitos práticos, a fixação de uma única data base, de maneira abrangente (média) para todas as cultivares tornou o trabalho mais factível, visto que o volume dos dados gerados pelas leituras das temperaturas horárias, durante o período de dez anos e suas

respectivas conversões, segundo os métodos de cada modelo, é bastante grande. Além disso, testes prévios mostraram que a aplicação de uma data biofix diferente para cada cultivar e em cada modelo (ao invés da média), não melhora a acuracidade das previsões. Portanto, na data considerada biofix, foram encerrados os cálculos de frio, em todos os anos e, com os resultados obtidos, foram feitas regressões lineares entre os valores acumulados por cada modelo e o número de dias até o início da brotação das três cultivares. Assim, foram obtidas também as equações das retas, cujos coeficientes angulares e lineares deram origem às estimativas das datas de brotação, propriamente ditas, em todos os anos analisados.

3.7 Monitoramento da data do início da brotação das cultivares nos campos experimentais para validação dos modelos

Nas safras 2006 e 2007, com o intuito de validar os modelos testados/selecionados com a série histórica de dados, realizou-se novamente uma avaliação fenológica das mesmas três cultivares, para definição da data do início da brotação. Pelo fato de não existir mais as mesmas plantas no BAG, estas avaliações foram realizadas nos campos experimentais do quadrante leste da Embrapa Uva e Vinho, em Bento Gonçalves. Os campos experimentais contam com uma área de aproximadamente 4 hectares, localizados no interior da unidade e próximos da estação meteorológica principal. O local está situado entre as latitudes de 29° 09'44" e longitude de 51° 11'02" W, e a 640 metros de altitude. O clima da região é temperado do tipo fundamental Cfb, segundo a classificação climática de Köppen (Moreno, 1961). Este tipo climático apresenta chuvas distribuídas durante todos os

meses do ano, tendo a temperatura média do mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio superior a -3°C. As temperaturas médias são de aproximadamente 17°C e a precipitação anual é de 1.736 mm.

As cultivares Chardonnay e Cabernet Sauvignon compõem vinhedos instalados em 1989, em dois sistemas de condução: Latada Tradicional e Lira. Em ambos os sistemas, foi efetuada poda mista, sendo que no sistema lira a poda foi do tipo Guyot duplo, com a manutenção de duas varas bilaterais contendo 12 a 16 gemas e esporões com duas gemas, o que resulta em cerca de 75.000 a 96.000 gemas por hectare. As mudas foram enxertadas sobre o porta-enxerto 1103 Paulsen, com espaçamento entre filas de 2,5 e 3,0 m e entre plantas de 1,6 e 1,5 m, perfazendo uma densidade de 2.500 e de 2.222 plantas por hectare, respectivamente para os sistemas lira e latada tradicional. A orientação das filas em ambas as culturas é Leste-Oeste.

O vinhedo formado pela cultivar Concord foi instalado em 1991, com espaçamento de 2,7m entre as filas e de 1,8m entre as plantas, perfazendo uma densidade de 2057 plantas por hectare. Entretanto, devido à sua resistência aos patógenos radiculares, as mudas foram produzidas em pé-franco e o sistema de condução é unicamente GDC, portanto, as observações foram restritas a este sistema.

Os dados que caracterizaram a data do início da brotação foram gerados através da marcação aleatória de dez unidades amostrais (plantas) de cada uma das cultivares mencionadas e sistemas de condução, levando-se em conta o recuo de bordadura e a uniformidade do estado fitossanitário e do vigor das plantas.

Os registros fenológicos foram feitos semanalmente, considerando a observação visual de todas as gemas a partir do estágio um (gemas dormentes) até que pudesse ser definida, com segurança, a data de brotação de cada cultivar, ou seja, quando 50% das gemas tivessem alcançado o estágio de ponta verde. As determinações dos estádios fenológicos foram baseadas na escala de Eichhorn & Lorenz, (1984).

Os dados fenológicos destas duas safras, em conjunto com os dados meteorológicos foram confrontados, através dos diferentes modelos, identificando-se as diferenças entre os dados medidos e preditos de cada modelo.

3.8 Análise dos resultados

Os cálculos que atenderam os parâmetros e fórmulas dos modelos matemáticos foram realizados através do programa R Development Core Team, versão 2007. A seguir, a ordenação dos dados obtidos foi realizada com auxílio de planilhas Excel, tendo sido calculadas a média, o desvio padrão e os ajustes das equações através de análises de regressão. Nestas planilhas, também foram feitos os cálculos para obtenção das estimativas e dos valores residuais de cada modelo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização térmica, em horas de frio, dos períodos hibernais das videiras, durante o decênio entre 1984 a 1993, na região de Bento Gonçalves-RS

A figura 1A mostra o registro médio e a variabilidade entre os anos das horas de frio iguais ou inferiores a 7,2°C e a 10°C (HF-7 e HF-10), ocorridas em cada mês, no período de abril a setembro, no decênio compreendido entre 1984 a 1993. Os primeiros registros de HF-10 e HF-7 foram observados, em média, durante a segunda quinzena do mês de abril embora, em alguns anos, houve pequena incidência de temperaturas na faixa entre 8°C e 10°C durante os meses de fevereiro e março. A caracterização do início do período efetivo do frio é importante na fruticultura de clima temperado pois, com os primeiros frios, ocorre o início das modificações fisiológicas nas gemas, que culminam com a parada do crescimento aparente e indução do repouso hibernar ou dormência (Petri *et al.*, 1996).

A partir de primeiro de maio, ocorreram aumentos consideráveis de HF-10 e HF-7 na ordem de 542% e 1.163%, em relação aos valores contabilizados em abril. Em junho, foram verificados aumentos de 40% e 64%, em relação aos valores contabilizados em maio, respectivamente, para HF-10 e HF-7. A figura 1A mostra, também, que em julho, normalmente

ocorrem os maiores acúmulos de frio contabilizados em ambos os modelos, alcançando, em média, 279,4 e 154,38 horas, o que representa aumentos, em relação a junho, na ordem 55% e 29%, respectivamente, para HF-10 e HF-7. Entretanto, a partir da primeira quinzena de agosto e durante todo o mês de setembro foram observados declínios quantitativos, em relação a julho, na ordem de 45,72% e de 48,77% para HF-7 e de 32,52% e de 30,71% para HF-10, respectivamente. Foi observada uma maior disponibilidade de frio nos meses de junho e julho, sendo possível inferir que é de extrema importância a ocorrência de baixas temperaturas nestes meses para uma adequada superação da dormência das videiras cultivadas nesta região. Com isso, pode-se supor que oscilações de alta amplitude térmica ou a ocorrência de temperaturas amenas neste período junho-julho podem comprometer o principal período de acúmulo efetivo de frio, para superação natural da dormência. Isto porque a partir do mês de agosto, a frequência de acontecerem temperaturas abaixo de 7,2°C e 10°C é menor.

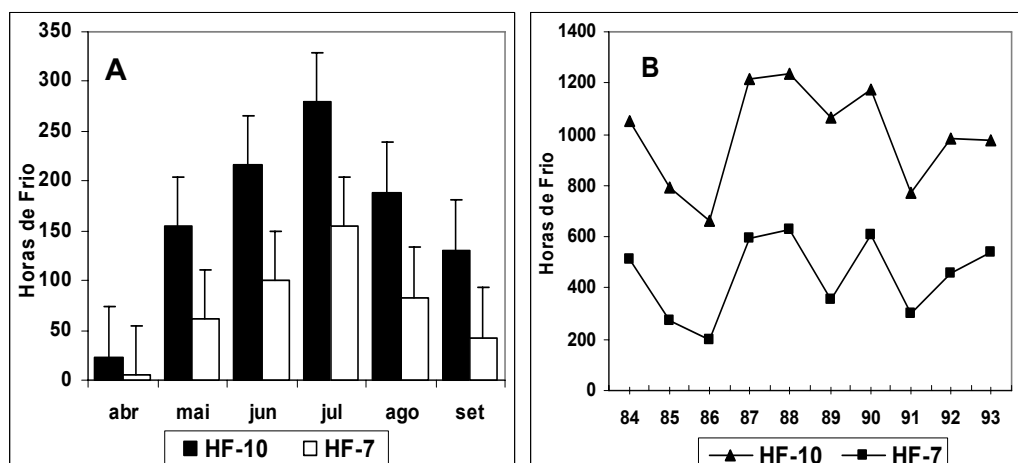


FIGURA 2. Registro médio e variabilidade entre anos, das horas de frio iguais ou inferiores a 7,2 e a 10°C, (HF-7 e HF-10), ocorridas durante os meses de abril a setembro (A) e perfil dos valores absolutos anuais de HF-7 e HF-10, acumulados entre o início de abril e o final de setembro (B). Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.

A figura 1B descreve a amplitude de variação entre anos, nos valores absolutos acumulados de HF-7 e HF-10 entre o início de abril e o final de setembro, durante os dez anos analisados. Neste período, foram registradas, em média, 446 HF-7 e 993 HF-10, cujos desvios-padrão foram de 146 e 197 horas, respectivamente. Os extremos dos acumulados para HF-7 e HF-10 foram obtidos a partir dos registros realizados em 1986 e 1988. Para HF-7, as somas alcançaram 198,7 e 626,7 horas, respectivamente, representando uma diferença de 215,40% entre si. Para HF-10 as somas atingiram 664,58 e 1.235,83 horas, respectivamente, o que representa uma diferença de aproximadamente 85,96%. Estes dados demonstram a alta variabilidade quantitativa nas horas de frio que pode ocorrer entre anos na região estudada.

4.2 Variabilidade de brotação entre cultivares e anos de cultivo

A média do início da brotação, entre os dados da Tabela 3, mostra que a cultivar mais precoce foi a 'Chardonnay' (24 de agosto), seguida da 'Concord' (10 de setembro) e da 'Cabernet Sauvignon' (18 de setembro). Portanto, o tempo médio decorrido entre o início da brotação da cultivar mais precoce e o início da mais tardia foi de 25 dias, tendo no final da brotação uma diferença de 22 dias entre ambas. A dispersão das datas do início da brotação entre anos, informada pelo desvio padrão amostral, mostrou que existe uma maior uniformidade entre as cultivares Cabernet Sauvignon e Concord (aproximadamente 5,2 dias), em relação à Chardonnay (9,44 dias). A mesma tendência foi observada para o final da brotação, onde foram constatados desvios padrão amostrais de 5,50 dias para a 'Cabernet

Sauvignon', 5,22 para a 'Concord' e 6,20 dias para a 'Chardonnay'. De maneira geral, considerando o conjunto global dos dados, as cultivares revelaram um comportamento bastante similar em todos os anos.

TABELA 3. Período de brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay, com a data média e o desvio padrão amostral (DS). Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cabernet Sauvignon			Concord			Chardonnay		
	Início	Dias	Término	Início	Dias	Término	Início	Dias	Término
1984	20-set	S/D	S/D	17-set	S/D	S/D	1-set	S/D	S/D
1985	11-set	24	5-out	5-set	17	21-set	7-ago	39	18-set
1986	11-set	32	13-out	4-set	27	30-set	16-ago	32	17-set
1987	12-set	32	14-out	11-set	18	29-set	15-ago	34	18-set
1988	25-set	23	18-out	12-set	23	5-out	19-ago	39	26-set
1989	18-set	28	16-out	3-set	23	26-set	27-ago	35	30-set
1990	24-set	29	24-out	19-set	16	5-out	29-ago	32	29-set
1991	17-set	34	21-out	11-set	25	5-out	4-set	32	5-out
1992	21-set	28	19-out	11-set	21	5-out	3-set	25	27-set
1993	21-set	28	19-out	10-set	26	6-out	29-ago	27	25-set
Média	18-set	29	17-out	10-set	22	1-out	24-ago	33	25-set
DS*	5,19	3,64	5,50	5,23	4,02	5,22	9,44	4,74	6,20
CV(%)		12,5			18,29			14,36	

* Desvio padrão amostral

Neste mesmo conjunto de dados, também é possível observar que para completar este subperíodo de brotação, foram necessários, em média 33 dias para a 'Chardonnay', 29 dias para a 'Cabernet Sauvignon' e 22 dias, para a 'Concord'. Para estas cultivares, os desvios padrão amostrais foram de 4,74, 3,64 e 4,02 dias, respectivamente. Apesar da amplitude dos períodos de brotação (média = 28 dias), estes dados demonstram uma uniformidade em relação ao comportamento fenológico destas cultivares, relativamente a este subperíodo, em todos os ciclos considerados neste estudo. De acordo com Branas *et al.* (1946), o fato de todas as gemas não iniciarem a brotação ao mesmo tempo é devido basicamente a dois fatores: 1) aos diferentes níveis

de dormência em que elas se encontram e 2) à sua posição relativa ao longo do ramo. Entretanto, a variabilidade observada neste subperíodo depende também das características genótípicas de cada cultivar e, por conseqüência, da sua resposta aos diferentes fatores ambientais. Sendo assim, uma mesma planta pode sofrer variações de um ciclo para outro onde o clima é o principal agente causador desta variabilidade (Leão & Silva, 2003; Ruffo *et al.*, 2004). A superação da dormência das gemas de forma muito prolongada é considerada errática, pois pode afetar negativamente a frutificação efetiva em muitas espécies (Erez, 1995). Após superada a dormência, inicia-se o processo de crescimento e, posteriormente, a competição nutricional entre os drenos vegetativos e reprodutivos. Esta composição, em germinação desuniforme, em geral, termina por prejudicar a frutificação efetiva, especialmente em cultivares de floração tardia (Citadin, 1999) como a Cabernet Sauvignon. Sendo assim, para uma boa frutificação efetiva, uma superação de dormência uniforme e, conseqüentemente, um período de brotação curto e uniforme, é muito importante. Segundo Erez (1995), além dos fatores climáticos, algumas práticas de manejo podem influenciar as datas de brotação das gemas em espécies com baixa exigência de frio. Dentre elas, a condução horizontal dos ramos, a prevenção de desenvolvimento vegetativo tardio e a redução ou atraso da poda de inverno.

4.3 Relação entre brotação e disponibilidade de frio nos diferentes anos

Uma forma rápida para quantificar a disponibilidade de frio de um local, num determinado período de tempo, é a soma das HF-7. Neste sentido,

vários trabalhos recentes tem usado este método, com bons resultados práticos (Buriol *et al.*, 2000). Em função disso, no presente trabalho foi avaliada a resposta da brotação das cultivares às diferentes quantidades de HF-7.

Na Figura 2 é possível observar que, de um modo geral, a resposta das plantas ao frio disponível segue um comportamento quase uniforme entre as cultivares, de forma que os maiores acúmulos de frio retardam a brotação das plantas. Por outro lado, acúmulos menores provocam a sua antecipação. Estes resultados estão de acordo com McIntyre *et al.* (1982), os quais observaram, durante seis anos consecutivos em 114 cultivares de videira plantadas no estado americano da Califórnia, que a variabilidade na disponibilidade de frio entre os anos teve um reflexo direto na antecipação ou no atraso do ciclo vegetativo, de maneira uniforme em todas as plantas e independentemente da cultivar. Entretanto, no presente experimento, esse comportamento não se verificou na cultivar Chardonnay durante os ciclos de 1989, 1991 e 1993 e na 'Concord' em 1993, onde se observa que, embora tenha havido um aumento quantitativo das horas de frio, não houve um prolongamento do período hibernar, como seria esperado. Sendo assim, estes resultados mostram que apenas o contraste entre brotação e somatório de frio no período hibernar não é suficiente para explicar toda a variação de brotação destas cultivares.

A superação da dormência, além de ser influenciada pela temperatura do ar, também sofre influência da radiação solar de forma diretamente proporcional (McIntyre *et al.*, 1982). Entretanto, estes dois fatores geralmente não podem ser separados, visto que o aumento da radiação solar

normalmente implica na elevação da temperatura média do ar. No comparativo entre anos, na resposta de cada cultivar, verifica-se que houve uma amplitude de variação de até 14 dias entre a brotação mais precoce, ocorrida em 1985 e 1986 e a mais tardia, em 1988, para a 'Cabernet Sauvignon' (Figura 2). Nestes mesmos anos, é possível observar que houve uma grande variação nas disponibilidades mínima (198,4) e máxima (626,45) de HF-7, respectivamente.

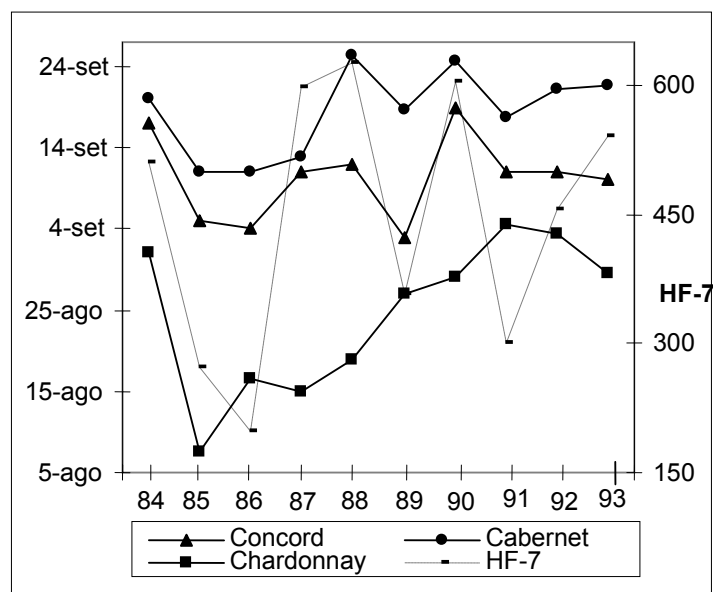


FIGURA 3. Datas do início da brotação de cada cultivar, em resposta ao frio disponível, quantificado pelo número de horas iguais ou inferiores a 7,2°C. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Esta mesma análise demonstrou que para a 'Concord', a variabilidade entre os anos foi de 16 dias, sendo que a brotação mais precoce ocorreu em 1989. Entretanto, a brotação mais tardia foi em 1990, ano em que foram registradas 604,91 (HF-7). Para a 'Chardonnay' foi observada uma variação de 28 dias, sendo que os inícios da brotação mais precoce e mais tardia foram nos anos de 1985 e 1991, quando foram disponibilizadas 271,42 e

301,75 HF-7, respectivamente. Estas informações demonstram que, embora as cultivares tenham necessidades térmicas distintas, a antecipação ou o atraso do início dos seus ciclos vegetativos depende de outros fatores de cada ano, pois a disponibilidade de HF-7 não explica toda a variabilidade observada. Dentre os fatores que determinam a alteração das respostas de brotação em relação à disponibilidade de frio, as diferenças genéticas entre as cultivares podem ser citadas como as principais. Neste sentido, a Chardonnay pode ser considerada uma cultivar com maior sensibilidade aos fatores climáticos que influenciam ou determinam a superação da dormência, ou então, ela pode ser uma cultivar cujas características genéticas não seguem uma tendência estável ou plenamente previsível, em regiões de temperaturas variáveis durante o inverno. A uniformidade da resposta ao frio entre as cultivares pode ser explicada de acordo com a hipótese de Champagnat (1989). Este autor considera que, uma vez instalada a dormência, a causa da inibição se encontra dentro de cada gema, com um comportamento individual e característico. De acordo com esta teoria, Citadin (1999) sugere que o acréscimo no número de horas de frio, não diminui a necessidade de unidades de calor, mas provoca uma maior homogeneidade entre gemas nas necessidades de frio de cada cultivar para superar os efeitos das inibições correlativas responsáveis pela instalação e manutenção da dormência.

4.4 Avaliação de modelos para previsão da data de brotação

As dificuldades para determinação de uma temperatura padrão para estimar o frio acumulado e a simplicidade do conceito de HF-7 fez com que

modelos matemáticos fossem desenvolvidos para acumulação de frio. Estes modelos avaliam ponderadamente a qualidade do frio acumulado, em conjunto com as respostas fisiológicas das gemas, dentro de uma faixa mais ampla de temperaturas, abrangendo valores abaixo e acima de 7,2°C (Erez & Fishman, 1990).

Considerando o conjunto de dados de anos e de meses em cada ano, foi possível estabelecer diferentes valores de correlação entre o acúmulo parcial de frio em, cada data, e o início da brotação de cada cultivar.

4.4.1 Correlação entre os valores de frio acumulados através dos modelos e as datas de brotação das cultivares

Com o propósito de identificar os meses em que as variações térmicas pudessem explicar mais as variações de data da brotação, realizou-se uma média dos coeficientes de correlação calculados entre as datas do início da brotação das três cultivares e os valores de frio acumulados no final de cada mês, em todos os modelos propostos neste trabalho (Figura 3).

Foi avaliado o período compreendido entre primeiro de abril até 31 de agosto, no decênio entre 1984 e 1993. No apêndice 2 está a tabela com os valores que deram origem a estas correlações, contendo as informações mensais de cada modelo. Os baixos valores apresentados, especialmente para a cultivar Chardonnay são devidos a não exclusão dos modelos de baixo desempenho correlativo, pois o objetivo deste item não foi o estudo comparativo entre as metodologias, mas a simples definição do período anual em que as correlações são maiores, considerando a média dos valores obtidos através de cada método.

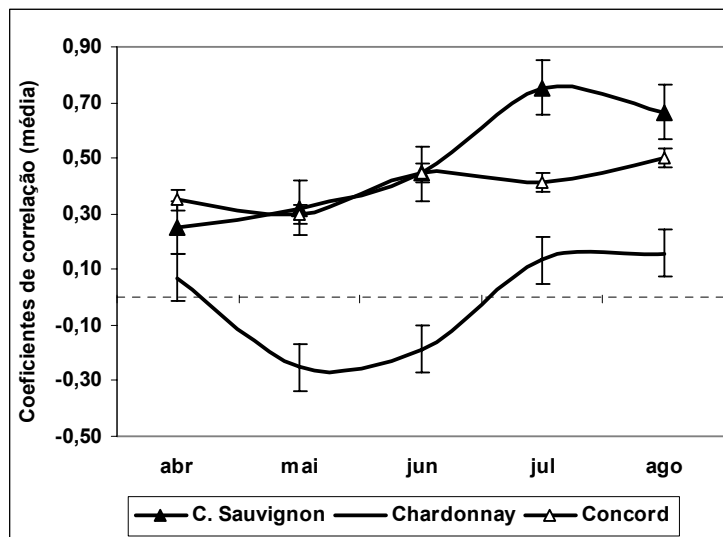


FIGURA 4. Média dos coeficientes de correlação entre datas de brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Chardonnay e Concord e os valores de frio (horas, unidades e porções) acumulados através de todos os modelos no final de cada mês, no período compreendido entre primeiro de abril e 31 de agosto. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

De acordo com a figura 3, é possível concluir que, em média, os modelos mostraram as maiores correlações, aproximadamente no final de julho e início de agosto para as cvs. Cabernet Sauvignon e Chardonnay. A partir de agosto, observa-se uma tendência de estabilização ou declínio para estas cultivares. Para a 'Concord', as maiores correlações foram observadas no final dos meses de junho e agosto, embora as diferenças tenham se mostrado pequenas em relação a todos os meses. A provável explicação para estas correlações é a constatação de que os maiores acúmulos de frio, em média, são verificados em junho e julho (figura 1A).

Nos meses seguintes, com o aumento da radiação solar e do fotoperíodo ocorre a elevação gradativa das temperaturas médias do ar e, como consequência, os valores de frio contabilizados pelos modelos sofrem alterações quantitativas cuja variação faz com que a média entre os seus coeficientes de correlação diminuam ou estabilizem em todos os anos. Além

disso, esses resultados salientam que no início e no final do período de dormência, outros fatores, além do frio, podem estar contribuindo com as variações de dados de brotação destas cultivares.

4.4.2 Definição da data base ou biofix

A definição de uma data base ou “biofix” de um evento biológico é o marco, a partir do qual podem ser estimadas previsões da evolução de tal evento (Melo et al., 2006).

Tendo em vista que as correlações entre os valores computados pelos modelos e as respectivas datas de brotação de cada cultivar sofrem alterações relativamente uniformes ao longo dos meses, calculou-se, também os coeficientes de determinação (R^2), para a mesma base de dados. Neste cálculo, considerou-se somente o período compreendido entre primeiro de julho e 30 de setembro, no qual está inserido a data em que finaliza a dormência (dependência de frio) e inicia a ecodormência (dependência de calor), conforme a classificação de Lang et al. (1987). O objetivo deste estudo foi uma delimitação, o mais precisa possível, da data cujos maiores coeficientes R^2 são encontrados (biofix), considerando a média entre os modelos. Segundo Callegari-Jacques (2003), o coeficiente de determinação informa que fração da variabilidade de uma característica genérica é explicada estatisticamente por uma outra variável. Sendo assim, através deste resultado, pode-se obter qual o percentual em que a variabilidade na disponibilidade de frio em cada ano pode explicar, estatisticamente, a variabilidade do tempo necessário ao início da brotação das cultivares, estabelecendo-se assim uma relação de causa e efeito.

De acordo com as informações contidas na figura 4, foi possível inferir que o período compreendido entre o final de julho e início de agosto mostra um aumento nos coeficientes de determinação entre os valores médios acumulados pelos modelos e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares, especialmente para a Cabernet Sauvignon e 'Concord'. Entretanto para a 'Chardonnay' os valores não sofreram grandes alterações em relação às demais datas. Observa-se, ainda, que nos dias subseqüentes, os coeficientes não aumentam fortemente em nenhuma das três cultivares mostrando, inclusive uma forte tendência de declínio para a 'Cabernet Sauvignon'. Este ajuste tornou possível a definição da biofix no dia 04 de agosto, de modo especial, para esta cultivar. (figura 4).

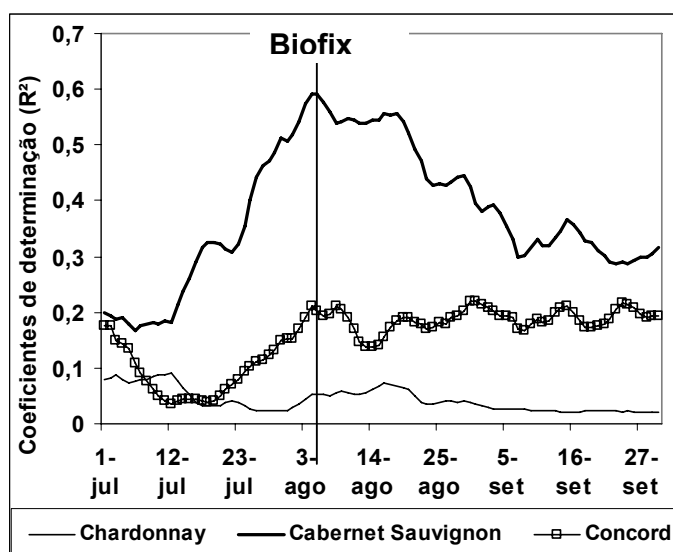


FIGURA 5. Coeficientes de determinação entre os valores acumulados pelos modelos e as datas de brotação das cultivares Chardonnay, Cabernet Sauvignon e Concord entre o dia primeiro de julho e 30 de setembro. Bento Gonçalves,RS, período de 1984 a 1993.

Nesta data foram encerrados os cálculos de frio em todos os modelos e, com os resultados obtidos, foram feitas regressões lineares entre os

valores acumulados pelos modelos e os dias até o início da brotação (DIB) das três cultivares, obtendo-se também as equações das retas, cujos coeficientes angulares e lineares deram origem às estimativas das datas de brotação, propriamente ditas, em todos os anos analisados.

Embora os valores absolutos dos coeficientes de correlação não sejam grandes, foram suficientes para dar suporte à decisão mais adequada para delimitar a data base ou biofix comum a todos os modelos e cultivares. A adequação desta data levou em conta a grandeza dos coeficientes, de maneira que fossem os maiores possíveis num determinado dia comum às três cultivares, o mais próximo possível do final de julho (mês onde ocorre, em média, a maior disponibilidade de frio) quando, provavelmente, a endodormência das plantas já está superada. A partir desta data pôde-se projetar as estimativas dos DIB com a maior acuracidade possível para cada uma das cultivares objetos deste estudo, os quais serão apresentados e discutidos na seqüência.

4.4.3 Coeficientes de correlação entre os acúmulos de frio na data biofix e o número de dias até o início da brotação

Com o intuito de avaliar o potencial de previsibilidade do início da brotação de cada cultivar, e salientar a importância da data biofix, realizou-se uma análise de correlação entre o somatório de frio até a data biofix e o número de dias, a partir desta data, até a brotação de cada cultivar (DIB), ao longo dos dez anos (tabela 4).

TABELA 4. Coeficientes de correlação entre os valores acumulados pelos modelos até a data estabelecida como biofix (04 de agosto) e o número de dias até o início da brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Modelos*	Cultivares		
	Cabernet Sauvignon	Concord	Chardonnay
	Correlação	Correlação	Correlação
UTSG	0,88	0,44	0,39
CNSG	0,88	0,43	0,31
DIN	0,87	0,57	0,39
UTESG	0,86	0,49	0,39
HF-10	0,85	0,60	0,27
HF-7	0,84	0,69	0,32
CNESG	0,84	0,47	0,24
UTR	0,83	0,57	0,22
UTE	0,79	0,51	0,37
CNE	0,76	0,49	0,17
CN	0,65	0,31	-0,05
UT	0,58	0,22	-0,02
Média	0,80	0,48	0,26

*UTSG e CNSG (variações dos modelos Utah e Carolina do Norte para a Serra Gaúcha); DIN (modelo dinâmico); UTESG e CNESG (variações dos modelos Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert *et al.*, 1986); HF-7 e HF-10 (horas de frio iguais ou inferiores a 7,2°C e 10°C); UTR (Utah utilizado por Raseira *et al.*, (1982); UTE e CNE (Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert *et al.*, (1986); UT e CN (Utah e Carolina do Norte).

A apresentação dos valores absolutos destes coeficientes de correlação tem como objetivo a comparação dos valores entre si e, desta maneira, possibilitar a avaliação do grau de associação entre as variáveis e, neste caso, entre os acúmulos de frio obtidos na data biofix e os DIB. As maiores correlações foram obtidas pela cultivar Cabernet Sauvignon, seguida pela Concord e finalmente pela Chardonnay, o que pode ser comprovado pela observação dos valores obtidos pelo cálculo da média apresentado na tabela. Portanto esta seqüência pode representar os potenciais de previsibilidade da brotação destas plantas, quando submetidos aos métodos de cada modelo, como será demonstrado em detalhes na seqüência do trabalho.

4.4.4 Definição dos coeficientes angulares, lineares e de determinação através de análises de regressão entre os valores obtidos até a data biofix e os DIB em todos os modelos e cultivares

Os gráficos com as análises de regressão linear estão apresentados nos apêndices 16 a 27. Estas análises originaram as equações com o melhor ajuste possível entre as variáveis analisadas (DIB em função dos valores biofix), e desta forma foram obtidos os coeficientes angulares (ax), lineares (b) e de determinação (R^2), conforme descrito no item 3.7. As equações apresentadas na tabela 5 foram utilizadas para calcular as estimativas de cada modelo em cada uma das cultivares.

TABELA 5. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação com os coeficientes de determinação obtidos pelo ajuste entre os valores acumulados até a data biofix (04 de agosto) e o número de dias até o início da brotação das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Modelos	Cultivares					
	C.Sauvignon		Concord		Chardonnay	
	Equações / Coeficientes R^2					
UT	0,0099x+44,907	0,33	0,0038x+37,265	0,05	- 0,0008x+20,307	0,00
CN	0,0097x+45,828	0,43	0,0046x+37,693	0,10	- 0,0013x+20,186	0,00
CNE	0,015x+42,4700	0,58	0,0098x+35,654	0,24	0,006x+19,289	0,03
UTE	0,0193x+40,016	0,62	0,0125x+34,061	0,26	0,0166x+16,002	0,14
UTR	0,0339x+19,192	0,68	0,0234x+19,497	0,32	0,0164x+7,8375	0,05
CNESG	0,021x+36,4920	0,70	0,012x+324460	0,22	0,0111x+15,785	0,06
HF-7	0,0373x+32,070	0,71	0,031x+26,5530	0,48	0,0262x+11,213	0,11
HF-10	0,0302x+23,345	0,72	0,218x+21,7110	0,37	0,0173x+7,8995	0,07
UTESG	0,0248x+34,698	0,74	0,0142x+31,406	0,24	0,0202x+11,897	0,15
DIN	0,6307x+23,3400	0,76	0,4138x+23,089	0,32	0,5137x+2,6579	0,15
UTSG	0,0247x+35,720	0,78	0,0123x+32,683	0,19	0,02x+12,789	0,15
CNSG	0,0217x+36,829	0,78	0,0107x+33,265	0,19	0,0137x+15,135	0,09

*UTSG e CNSG (variações dos modelos Utah e Carolina do Norte para a Serra Gaúcha); DIN (modelo dinâmico); UTEG e CNESG (variações dos modelos Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert *et al.*, 1986); HF-7 e HF-10 (horas de frio iguais ou inferiores a 7,2°C e 10°C); UTR (Utah utilizado por Raseira *et al.*, (1982); UTE e CNE (Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert *et al.*, (1986); UT e CN (Utah e Carolina do Norte).

A importância dos coeficientes de determinação, tem como objetivo a comparação dos valores entre si e, desta maneira possibilitar a avaliação do desempenho individual de cada método, quando comparado com os demais.

Os menores coeficientes R^2 foram obtidos através dos modelos de UT e CN originais em todas as cultivares e, os maiores, através dos métodos UTSG e CNSG para a 'Cabernet Sauvignon'; HF-7 para a 'Concord' e UTSG, UTESG e DIN para a Chardonnay. Pela análise do significado destes coeficientes, é possível observar que os modelos UTSG e CNSG podem explicar até 78% da variabilidade dos DIB da 'Cabernet Sauvignon'; HF-7, 48% da 'Concord' e UTESG, DIN e UTSG, 15% da 'Chardonnay'. Em função da linearidade das análises, parece existir uma tendência de prolongamento do período hibernar nos ciclos onde se verificam os maiores acúmulos de frio. Embora esta não seja uma "regra" geral, para todas as cultivares em todos os ciclos e em todos os modelos, a linha de ajuste entre os pontos dos gráficos mostra a tendência supra citada em quase todas as figuras (apêndices 16 a 27). Esta observação é corroborada pelo trabalho de Barnola *et al.* (1976), os quais destacam que as gemas das frutíferas de clima temperado se caracterizam por apresentar um estado de maior ou menor profundidade de dormência, esta, por sua vez, depende da interação do genótipo com o ambiente durante a fase de repouso, especialmente da intensidade do frio durante o inverno. Entretanto, em geral, é comum a observação de diferentes comportamentos entre gemas dispostas ao longo dos ramos das criófilas. Herter *et al.* (2001), sustentam que para pereiras, o estado de dormência das gemas terminais diminuiu com o aumento do número de horas de frio a que foram submetidas. É importante salientar que estes mesmos autores

observaram que esta tendência não ocorre nas gemas laterais desta fruteira e, portanto elas não estariam sujeitas aos mesmos mecanismos de superação da dormência das apicais. Uma das práticas culturais mais importantes em videiras é a eliminação completa das gemas localizadas nos ápices dos ramos, durante a poda de produção. Portanto, as observações tangentes às necessidades de frio para brotação das demais fruteiras caducifólias nem sempre devem seguir o mesmo raciocínio para videiras, devido à individualidade dos seus tratos culturais. Sendo assim, é provável que, uma vez suprida a sua necessidade intrínseca de frio, o calor subsequente tenha uma ação direta e positiva sobre a superação da dormência, sem a interferência hormonal das gemas mais distais em relação ao sarmento. Por isso, a sua brotação estaria condicionada somente pelo seu nível de dormência, em função do acúmulo efetivo de frio hibernal (endodormência), e do calor subsequente à poda de produção (ecodormência). Por outro lado, um menor acúmulo de frio, muitas vezes, pode estar relacionado a um final de inverno com temperaturas mais altas. Isto poderia explicar a brotação antecipada, nos invernos em que o acúmulo de frio é menor, e o atraso da brotação, nos invernos mais prolongados e com temperaturas mais baixas no final desta estação. Entretanto, vários trabalhos relatam a uniformidade da brotação das gemas em praticamente todas cultivares quando submetidas a temperaturas suficientemente baixas (abaixo da temperatura basal) para permitir fortes acúmulos de frio (McIntyre *et al.*, 1982; Mandelli, 2002). Esta uniformidade tem reflexos sobre as demais fases do ciclo vegetativo e reprodutivo, de forma que um início de brotação uniforme pode representar um crescimento e uma produção igualmente

homogêneas e com maior previsibilidade quanto ao período de sua ocorrência.

4.5 Avaliação dos modelos de previsão das datas de brotação em videira

Para uma melhor compreensão do trabalho, algumas informações sobre os dados presentes em todas as tabelas, inseridas ao logo da discussão a seguir são relevantes e possuem aspectos em comum. Em função disso, torna-se conveniente uma explanação prévia de alguns destes aspectos a fim de evitar inferências pontuais caso a caso: 1) Desde a data de quatro de agosto até o início da brotação, ocorreram, em média, 45 dias para a 'Cabernet Sauvignon', 37,3 dias para a 'Concord' e 20,3 dias para a 'Chardonnay'. Os desvios padrão dos DIB destas cultivares foram respectivamente de 5,19, 5,23 e 9,44 dias. Estes dados serão apresentados em todas as tabelas, para facilitar a rápida análise do desempenho individual de cada método. 2) As médias das estimativas foram idênticas às médias dos DIB, demonstrando que os cálculos são exatos. O mesmo ocorre para as médias dos erros (resíduos), que são sempre zero. 3) Os valores de frio acumulados até a data biofix em cada ano determinam as estimativas. Portanto, os desvios padrão das estimativas em cada modelo, em cada cultivar, refletem a variabilidade entre os acúmulos de frio na data biofix em cada ano. 4) Os resíduos são sempre originários da subtração entre os DIB e as estimativas. Desta forma, quanto menor for o desvio padrão dos valores residuais, melhor será, em tese, o desempenho funcional de cada modelo. 5) Quanto maior for a correlação entre as valores na data biofix e os DIB (tabela

4), menor será a possibilidade de erro e, conseqüentemente, maior será a acuracidade do modelo em estudo. 6) Os resíduos considerados nulos são os que representam um resíduo menor do que 24 horas, ou seja, um número menor do que uma unidade.

4.5.1 Modelos de Utah e Carolina do Norte

As tabelas 6 e 7 apresentam os resultados obtidos através dos modelos UT e CN. Estes modelos foram desenvolvidos especialmente para a previsão de eventos fenológicos em cultivos de maçã e pêsego, nas condições climáticas dos estados americanos de Utah (Richardson *et al.*, 1974) e Carolina do Norte (Shaltout & Unrath, 1983).

TABELA 6 . Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah (UT-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos (Res) para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares / Modelos									
	UT-biofix	Cabernet Sauvignon			Concord			Chardonnay		
		DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.
1984	-198	47	42,9	4,1	44	36,5	7,5	28	20,5	7,5
1985	-164,5	38	43,3	-5,3	32	36,6	-4,6	3	20,4	-17,4
1986	-321,5	38	41,7	-3,7	31	36,0	-5,0	12	20,6	-8,6
1987	72	39	45,6	-6,6	38	37,5	0,5	11	20,2	-9,2
1988	419,5	52	49,1	2,9	39	38,9	0,1	15	20,0	-5,0
1989	356,5	45	48,4	-3,4	30	38,6	-8,6	23	20,0	3,0
1990	418	51	49,0	2,0	46	38,9	7,1	25	20,0	5,0
1991	-402	44	40,9	3,1	38	35,7	2,3	31	20,6	10,4
1992	9,5	48	45,0	3,0	38	37,3	0,7	30	20,3	9,7
1993	-96	48	44,0	4,0	37	36,9	0,1	25	20,4	4,6
Média	9,4	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	302,33	5,19	2,99	4,23	5,23	1,17	5,09	9,44	0,24	9,43
CV(%)	3216,30	11,52	6,66	0	14,02	3,15	0	46,50	1,18	0

*Desvio padrão amostral

Portanto, sua eficácia depende de condições climáticas semelhantes a estes locais e de culturas cujas características fisiológicas de brotação sejam igualmente semelhantes àsquelas para as quais foram criados.

O modelo UT considera mais efetivas, para a superação da dormência, as temperaturas entre 2,5°C e 9,1°C, enquanto que pelo CN, as maiores contribuições estão na faixa entre 1,6°C e 7,2°C (tabela 1). Segundo Shaltout & Unrath (1983), o Modelo CN se diferencia do UT por três motivos: 1) registra maior acúmulo de frio para as temperaturas mais baixas, desde 1,6°C, até o limite de -1,1°C; 2) registra maior efeito negativo para temperaturas acima de 21,0°C, atingindo -2,0 UF para temperaturas iguais ou superiores a 23,3°C; 3) registra contribuições próximas a zero para temperaturas entre 16,5°C e 19°C. Isto resulta em um considerável acúmulo de UF negativas. As unidades negativas acumuladas promovem a anulação das UF positivas posteriores e, desta maneira interferem excessivamente no balanço de acúmulo final de frio hibernal. Neste aspecto, é possível observar uma alta amplitude de variação nestes modelos, caracterizada pelos DS quantitativamente altos, chegando a 302,33, e 350,88 e CV(%) que alcançaram 3.216 e -3,89 respectivamente, para Utah e Carolina do Norte. (tabelas 6 e 7).

Em termos comparativos, é possível inferir que, embora os valores de UT-biofix e CN-biofix mostrem fortes diferenças quantitativas, inclusive quanto à amplitude de variação, os resultados das estimativas dos DIB e dos seus respectivos resíduos comprovam a similaridade entre as metodologias.

TABELA 7. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Carolina do Norte (CN-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares									
	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay			
	CN-biofix	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	-267,5	47	43,2	3,8	44	36,5	7,5	28	20,5	7,5
1985	-162	38	44,3	-6,3	32	36,9	-4,9	3	20,4	-17,4
1986	-350,5	38	42,4	-4,4	31	36,1	-5,1	12	20,6	-8,6
1987	-251,5	39	43,4	-4,4	38	36,5	1,5	11	20,5	-9,5
1988	437	52	50,1	1,9	39	39,7	-0,7	15	19,6	-4,6
1989	67,5	45	46,5	-1,5	30	38,0	-8,0	23	20,1	2,9
1990	474,5	51	50,4	0,6	46	39,9	6,1	25	19,6	5,4
1991	-665,5	44	39,4	4,6	38	34,6	3,4	31	21,1	9,9
1992	41,5	48	46,2	1,8	38	37,9	0,1	30	20,1	9,9
1993	-179	48	44,1	3,9	37	36,9	0,1	25	20,4	4,6
Média	-85,6	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	350,88	5,19	3,40	3,93	5,23	1,62	4,96	9,44	0,46	9,42
CV(%)	-3,89	0,11	0,07	0	0,13	0,04	0	0,44	0,02	0

*Desvio padrão amostral

Entretanto, para as cultivares Cabernet Sauvignon e Concord, os valores obtidos pelos cálculos dos desvios padrão dos resíduos, revelam que o método da Carolina do Norte foi o mais acurado. As diferenças entre os modelos alcançaram 7,63% para a 'Cabernet Sauvignon' e 2,62% para a 'Concord'. Na cultivar Chardonnay não foram observadas diferenças na previsibilidade entre os métodos.

4.5.2 Modelos Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert *et al.*, (1986)

Os efeitos adversos da livre anulação das UF efetivamente funcionais (positivas) foram parcialmente contornados nestes dois modelos através das modificações propostas por Ebert *et al.* (1986), especialmente para as condições climáticas do sul do Brasil. Esta região é geograficamente

localizada numa zona de grande instabilidade nas temperaturas durante o inverno e as oscilações térmicas repercutem fortemente nos cálculos destes modelos.

Segundo Erez & Lavee (1971); Erez *et al.* (1979 a,b); Erez & Couvillon (1987), a acumulação de frio é suscetível a um efeito antagônico de altas temperaturas somente por poucos dias. As modificações propostas nestes métodos foram no sentido de restringir parcialmente as UF negativas, de forma que altas temperaturas resultassem em acumulação negativa de frio somente até 96 horas após a última UF positiva ter sido registrada.

Após o transcurso de 96 horas de UF negativas, o saldo parcial do cômputo foi mantido inalterado até que novas unidades positivas ocorressem. O objetivo destas modificações foi evitar que as ações de frio de um determinado período fossem completamente anuladas por altas temperaturas subseqüentes.

No comparativo entre os coeficientes de determinação, os valores calculados para UTE e CNE (0,62 e 058, respectivamente), tiveram aumentos consideráveis em relação aos métodos originais de UT e CN, que chegaram a 0,33 e 0,43, respectivamente, (tabela 5).

As tabelas 8 e 9 apresentam os resultados obtidos através destes dois modelos.

É possível observar uma redução dos resíduos em ambos os métodos, em relação aos originais, o que demonstra que as modificações inseridas nestes modelos tornam as estimativas mais adequadas para as condições térmicas do local do experimento.

TABELA 8. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah modificado por Ebert et al., (1986) (UTE-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Cultivares										
Ano	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay			
	UTE-biofix	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	169,5	47	43,3	3,7	44	36,2	7,8	28	18,8	9,2
1985	-21	38	39,6	-1,6	32	33,8	-1,8	3	15,7	-12,7
1986	-109,5	38	37,9	0,1	31	32,7	-1,7	12	14,2	-2,2
1987	324,5	39	46,3	-7,3	38	38,1	-0,1	11	21,4	-10,4
1988	527	52	50,2	1,8	39	40,6	-1,6	15	24,8	-9,8
1989	392,5	45	47,6	-2,6	30	39,0	-9,0	23	22,5	0,5
1990	528	51	50,2	0,8	46	40,7	5,3	25	24,8	0,2
1991	169	44	43,3	0,7	38	36,2	1,8	31	18,8	12,2
1992	354	48	46,8	1,2	38	38,5	-0,5	30	21,9	8,1
1993	253	48	44,9	3,1	37	37,2	-0,2	25	20,2	4,8
Média	258,7	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	212,30	5,19	4,10	3,19	5,23	2,65	4,50	9,44	3,53	8,77
CV(%)	82,07	11,52	9,11	0,0	14,02	7,11	0,0	46,50	17,38	0,0

*Desvio padrão amostral

TABELA 9. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Carolina do Norte modificado por Ebert et al. (1986) (CNE-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Cultivares										
Ano	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay			
	CNE-biofix	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	80	47	43,7	3,3	44	36,4	7,6	28	19,8	8,2
1985	-104	38	40,9	-2,9	32	34,6	-2,6	3	18,7	-15,7
1986	-171	38	39,9	-1,9	31	34,0	-3,0	12	18,3	-6,3
1987	215,5	39	45,7	-6,7	38	37,8	0,2	11	20,6	-9,6
1988	544,5	52	50,6	1,4	39	41,0	-2,0	15	22,6	-7,6
1989	306	45	47,1	-2,1	30	38,7	-8,7	23	21,1	1,9
1990	583	51	51,2	-0,2	46	41,4	4,6	25	22,8	2,2
1991	-129	44	40,5	3,5	38	34,4	3,6	31	18,5	12,5
1992	179	48	45,2	2,8	38	37,4	0,6	30	20,4	9,6
1993	181,5	48	45,2	2,8	37	37,4	-0,4	25	20,4	4,6
Média	168,6	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	262,56	5,19	3,94	3,37	5,23	2,58	4,57	9,44	1,58	9,32
CV(%)	155,73	11,52	8,75	0,0	14,02	6,93	0,0	46,50	7,76	0,0

*Desvio padrão amostral

As diferenças entre UTE e UT alcançaram 32,60% para a 'Cabernet Sauvignon', 13,11% para a 'Concord' e 7,53% para a 'Chardonnay'. As diferenças entre CNE e CN chegaram a 16,62%, 8,53% e 1,07%, respectivamente, para as cultivares supra citadas.

No comparativo entre UTE e CNE é possível verificar que o primeiro se mostrou mais acurado. As diferenças entre ambos foi de 5,64% para a 'Cabernet Sauvignon', 1,56% para a 'Concord', e 6,27% pra a 'Chradonnay' (tabelas 8 e 9).

4.5.3 Modelo Utah modificado para altas temperaturas

A metodologia utilizada por Raseira *et al.*, (1982) também foi avaliada no presente trabalho. Os autores buscaram estabelecer uma correlação da necessidade de frio entre a semente e a planta de pessegueiro através da metodologia proposta por Richardson *et al.*, (1974), com modificações na estrutura funcional deste modelo para altas temperaturas. As modificações contemplam dois aspectos distintos: 1) nos parâmetros de conversão das temperaturas de graus centígrados para UF (tabela 2); 2) na estimativa do tempo em que ocorrem os efeitos contrários entre UF positivas e negativas. Esse novo método assume que somente as temperaturas superiores a 21°C têm efeito negativo no acúmulo de unidades de frio. Na metodologia original este limite estava em 16°C, tendo maiores influências quando iguais ou superiores a 21°C (tabela 1). Entretanto, estes efeitos estão restritos somente a um período de 24 horas, ou seja, acúmulos já ocorridos nos dias anteriores não podem ser anulados. Por outro lado, este método admite que se ocorrer acúmulos negativos sucessivos em cada módulo de 24 horas, o balanço final

em determinada data, eventualmente, pode ser negativo e, desta forma, pode anular frios posteriores a esta data.

Na tabela 10 estão os resultados gerados através deste método.

TABELA 10. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah utilizado por Raseira et al. (1982) (UTR-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares									
	C. Sauvignon			Concord			Chardonnay			
	UTR-biofix	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	764	47	45,1	1,9	44	37,4	6,6	28	20,4	7,6
1985	686,5	38	42,5	-4,5	32	35,6	-3,6	3	19,1	-16,1
1986	510,5	38	36,5	1,5	31	31,4	-0,4	12	16,2	-4,2
1987	760	39	45,0	-6,0	38	37,3	0,7	11	20,3	-9,3
1988	977,5	52	52,3	-0,3	39	42,4	-3,4	15	23,9	-8,9
1989	779,5	45	45,6	-0,6	30	37,7	-7,7	23	20,6	2,4
1990	898	51	49,6	1,4	46	40,5	5,5	25	22,6	2,4
1991	670	44	41,9	2,1	38	35,2	2,8	31	18,8	12,2
1992	787	48	45,9	2,1	38	37,9	0,1	30	20,7	9,3
1993	788,5	48	45,9	2,1	37	37,9	-0,9	25	20,8	4,2
Média	762,2	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	126,49	5,19	4,28	2,94	5,23	2,97	4,31	9,44	2,09	9,22
CV(%)	16,60	11,52	9,50	0,0	14,02	7,96	0,0	46,50	10,29	0,0

* Desvio padrão amostral

A comparação entre os coeficientes de determinação (tabela 5) mostrou que este método obteve aumentos destes valores em relação ao método original (UT), alcançando 0,68 para a 'Cabernet Sauvignon', 0,32 para a 'Concord' e 0,05 para a 'Chardonnay'. Isto demonstra que, com o modelo UTR foi possível estabelecer uma melhor relação de interdependência entre as variáveis DIB e as unidades de frio acumulado.

A dispersão entre os valores residuais informada pelo desvio padrão revela que as estimativas também melhoraram em relação ao método original para todas as cultivares. As diferenças entre ambos foi de 43,88% para a

'Cabernet Sauvignon', 18,10% para a 'Concord' e 2,28% para a 'Chardonnay' (tabelas 6 e 10).

4.5.4 Variações dos modelos Utah e Carolina do Norte para a Serra Gaúcha

Tendo em vista a grande variabilidade climática observada na Serra Gaúcha e, buscando uma melhor adaptação para videira dos modelos propostos por Richardson *et al.* (1974), e Shaltout & Unrath, (1983) inseriu-se algumas modificações na estrutura funcional destes métodos.

As modificações propostas, em relação aos originais, visam eliminar completamente os efeitos das UF negativas, quando o balanço parcial, em qualquer período, esteja anulando o efeito de frios posteriores. Ou seja, o balanço final das UF é sempre positivo ou zero. Caso os cálculos resultem em zero numa determinada data, os próximos registros somente poderão alterar os valores acumulados se ocorrerem UF efetivamente funcionais para a superação da dormência. A conversão das temperaturas de graus centígrados para UF segue os mesmos parâmetros dos modelos originais descritos na tabela 1. No comparativo entre os coeficientes de determinação obtidos pelo ajuste entre as variáveis, é possível observar fortes aumentos destes valores em relação aos modelos originais, chegando a 0,78 e 0,78 para a 'Cabernet Sauvignon', 0,19 e 0,19 para a 'Concord' e 0,15 e 0,09 para a 'Chardonnay', respectivamente para UTSG e CNSG (tabela 5). Portanto é possível inferir que existe uma maior associação entre os valores calculados até a data biofix e os DIB nestes modelos do que nos métodos originais (UT e CN). As estimativas e seus resíduos também podem ser consideradas mais

acuradas. No caso do modelo UTSG, os desvios padrão dos resíduos para a ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Chardonnay’ (2,41 e 8,67, respectivamente) são os mais baixos em relação a todos os demais modelos. Esta mesma análise para a ‘Concord’, cujo valor foi de 4,70 dias, revela uma redução de 8,30% relativamente ao método original (UT) (tabelas 6 e 11).

TABELA 11. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah adaptado para a Serra Gaúcha (UTSG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares									
	UTSG-biofix	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay		
		DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	303	47	43,2	3,8	44	36,4	7,6	28	18,8	9,2
1985	141,5	38	39,2	-1,2	32	34,4	-2,4	3	15,6	-12,6
1986	112,5	38	38,5	-0,5	31	34,1	-3,1	12	15,0	-3,0
1987	280,5	39	42,6	-3,6	38	36,1	1,9	11	18,4	-7,4
1988	660,5	52	52,0	0,0	39	40,8	-1,8	15	26,0	-11,0
1989	522,5	45	48,6	-3,6	30	39,1	-9,1	23	23,2	-0,2
1990	616	51	50,9	0,1	46	40,3	5,7	25	25,1	-0,1
1991	289	44	42,9	1,1	38	36,2	1,8	31	18,6	12,4
1992	415	48	46,0	2,0	38	37,8	0,2	30	21,1	8,9
1993	409,5	48	45,8	2,2	37	37,7	-0,7	25	21,0	4,0
Média	375,0	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	185,32	5,19	4,57	2,41	5,23	2,29	4,70	9,44	3,71	8,67
CV(%)	49,42	11,52	10,15	0,0	14,02	6,13	0,0	46,50	18,28	0,0

*Desvio padrão amostral

Os valores extremos computados até a data biofix neste método ocorreram nos ciclos de 1988 e 1986 e a amplitude de variação dos valores obtidos nestes dois anos foi de 548 UF. Apesar desta amplitude os valores esperados foram muito próximos aos observados no campo, exceto para a ‘Chardonnay’, cujo resíduo foi de 11 dias.

A aplicação do método CNSG, aos mesmos dados de temperatura dos demais modelos, mostra que a dispersão entre os resíduos, medida pelos

desvio padrão, é de 2,44 dias para a ‘Cabernet Sauvignon’, 4,73 dias para a ‘Concord’ e 9,14 dias para a ‘Chardonnay’ (tabela 12).

TABELA 12. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Carolina do Norte adaptado para a Serra Gaúcha (CNSG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares									
	Cabernet Sauvignon			Concord			Chardonnay			
	CNSG-biofix	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	288,0	47	43,1	3,9	44	36,3	7,7	28	19,4	8,6
1985	154,5	38	40,2	-2,2	32	34,9	-2,9	3	17,7	-14,7
1986	118,5	38	39,4	-1,4	31	34,5	-3,5	12	17,1	-5,1
1987	235,5	39	41,9	-2,9	38	35,8	2,2	11	20,0	-9,0
1988	718,5	52	52,4	-0,4	39	41,0	-2,0	15	24,2	-9,2
1989	506,5	45	47,8	-2,8	30	38,7	-8,7	23	21,4	1,6
1990	680,0	51	51,6	-0,6	46	40,5	5,5	25	23,3	1,7
1991	216,5	44	41,5	2,5	38	35,6	2,4	31	18,5	12,5
1992	415,5	48	45,8	2,2	38	37,7	0,3	30	20,5	9,5
1993	427,5	48	46,1	1,9	37	37,8	-0,8	25	20,8	4,2
Média	376,10	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	210,62	5,19	4,57	2,44	5,23	2,26	4,73	9,44	2,28	9,14
CV(%)	56,00	11,52	10,15	0,0	14,02	6,06	0,0	46,50	11,24	0,0

* Desvio padrão amostral

A análise comparativa entre o modelo original (CN) (tabela 7), da mesma forma que para o UTSG, revela que as modificações inseridas resultaram em estimativas mais adequadas para a previsão dos DIB das cultivares. As diferenças percentuais entre os erros padrão das estimativas de ambos os métodos (CN e CNSG) chegaram a 61,07% para a ‘Cabernet Sauvignon’, 4,86% para a ‘Concord’ e 3,06% para a ‘Chardonnay’.

Os valores extremos computados até a data biofix através deste método ocorreram nos anos de 1988 e 1986 e, deram origem a uma amplitude de variação de 561,5 UF. Além disso, é possível observar, em alguns anos, fortes desvios das CNSG-biofix em relação à sua média. Estes

fatores colaboram para a obtenção de um desvio padrão quantitativamente alto, alcançando 210,62 UF, o que indica a alta variabilidade entre os acúmulos de UF em cada ciclo (tabela 12). Apesar desta variabilidade, não foram verificadas fortes diferenças entre os valores estimados e os verificados nas condições de campo, com exceção da cultivar Chardonnay em 1985 cujo resíduo foi de -14,7 dias.

No comparativo entre os modelos UTSG e CNSG, embora os valores de UTSG-biofix e CNSG-biofix mostrem fortes diferenças quantitativas em alguns anos, os resultados similares das estimativas dos DIB e dos seus respectivos resíduos mostram a semelhança funcional entre as metodologias. Esta inferência pode ser verificada através do cálculo da diferença percentual entre os desvios padrão residuais de ambos os modelos, onde praticamente não foram observadas diferenças nos resultados entre a 'Cabernet Sauvignon' e 'Concord'. Apesar desta constatação, é importante salientar que o modelo UTSG apresentou os resultados mais adequados quanto à previsibilidade do início da brotação da 'Chardonnay', onde foi verificada uma diferença de aproximadamente 5% em relação ao CNSG.

4.5.5 Variações dos modelos Utah e Carolina do Norte modificados por Ebert

As modificações feitas por Ebert *et al.*, (1986) nas metodologias originais de Utah e Carolina do Norte, também foram avaliadas no presente trabalho, uma vez efetuadas as alterações na estrutura destes modelos.

Esta nova proposta teve como inovação a supressão integral dos efeitos das UF negativas, conforme procedimento detalhado no item 3.6.4 da

metodologia. Portanto, além da restrição do efeito das UF negativas sobre a alteração do balanço ao longo do período de dormência, foram restringidas também as suas ações parciais em cada período de 96 horas. A análise comparativa entre os coeficientes de determinação obtidos pelo ajuste entre as variáveis analisadas mostra aumentos destes valores em relação aos obtidos através dos métodos originais (UT e CN), chegando a 0,74 e 0,70 para a ‘Cabernet Sauvignon’, 0,24 e 0,22 para a ‘Concord’ e 0,15 e 0,06 para a ‘Chardonnay’, respectivamente para UTESG e CNESG. Neste sentido, é possível observar que as novas modificações inseridas repercutiram numa maior associação entre os valores calculados até a data biofix e os DIB nestes métodos, melhorando as suas performances (tabela 5). A análise dos dados obtidos pelo modelo UTESG é informada pela tabela 13.

TABELA 13. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de Utah modificado por Ebert et al. (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha (UTESG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares									
	UTESG-Biofix	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay		
		DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	355	47	43,5	3,5	44	36,4	7,6	28	19,1	8,9
1985	182,5	38	39,2	-1,2	32	34,0	-2,0	3	15,6	-12,6
1986	112,5	38	37,5	0,5	31	33,0	-2,0	12	14,2	-2,2
1987	402	39	44,7	-5,7	38	37,1	0,9	11	20,0	-9,0
1988	696	52	52,0	0,0	39	41,3	-2,3	15	26,0	-11,0
1989	522,5	45	47,7	-2,7	30	38,8	-8,8	23	22,5	0,5
1990	616	51	50,0	1,0	46	40,2	5,8	25	24,3	0,7
1991	335	44	43,0	1,0	38	36,2	1,8	31	18,7	12,3
1992	487,5	48	46,8	1,2	38	38,3	-0,3	30	21,7	8,3
1993	444,5	48	45,7	2,3	37	37,7	-0,7	25	20,9	4,1
Média	415,4	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	180,36	5,19	4,49	2,63	5,23	2,57	4,56	9,44	3,64	8,71
CV(%)	43,42	11,52	9,97	0,0	14,02	6,88	0,0	46,50	17,92	0,0

* Desvio padrão amostral

Comparativamente, estes valores foram menores dos que os obtidos através do modelo original, alcançando diferenças percentuais na ordem de 60,84%, 11,62% e 8,27%, respectivamente, para as três cultivares. Estes resultados revelam que as modificações inseridas neste modelo tornaram as estimativas mais adequadas para a previsão dos DIB das cultivares levando em conta as condições térmicas do local do experimento. É importante considerar que, apesar da forte amplitude entre os valores verificados na UTESG-biofix nos ciclos de 1988 e 1986, alcançando 583,5 UF, não foram verificados grandes resíduos entre os valores estimados e os observados exceto para a 'Chardonnay', o que comprova o melhor ajuste possível deste modelo às condições térmicas do local do experimento. Os dados obtidos através do modelo CNESG estão mostrados na tabela 14.

TABELA 14. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Carolina do Norte modificado por Ebert et al. (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha (CNESG-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Cultivares										
Ano	CNESG-biofix	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay		
		DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.
1984	323	47	43,3	3,7	44	36,3	7,7	28	19,4	8,6
1985	170,5	38	40,1	-2,1	32	34,5	-2,5	3	17,7	-14,7
1986	118,5	38	39,0	-1,0	31	33,9	-2,9	12	17,1	-5,1
1987	382,5	39	44,5	-5,5	38	37,0	1,0	11	20,0	-9,0
1988	760,5	52	52,5	-0,5	39	41,6	-2,6	15	24,2	-9,2
1989	506,5	45	47,1	-2,1	30	38,5	-8,5	23	21,4	1,6
1990	680	51	50,8	0,2	46	40,6	5,4	25	23,3	1,7
1991	240,5	44	41,5	2,5	38	35,3	2,7	31	18,5	12,5
1992	421,5	48	45,3	2,7	38	37,5	0,5	30	20,5	9,5
1993	448,5	48	45,9	2,1	37	37,8	-0,8	25	20,8	4,2
Média	405,2	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	207,05	5,19	4,35	2,83	5,23	2,49	4,61	9,44	2,28	9,14
CV(%)	51,10	11,52	9,68	0,0	14,0	6,66	0,0	46,5	11,2	0,0

* Desvio padrão amostral

Ao serem comparados com a metodologia original (CN) (tabela 7), observa-se uma redução quantitativa nestes valores, na ordem de 38,87% para a 'Cabernet Sauvignon', 7,59% para a 'Concord' e 3,06% para a 'Chardonnay'.

Com estes resultados, é possível inferir que as modificações propostas melhoraram o potencial de previsibilidade deste método em relação à sua versão original. Em termos comparativos, os resultados das estimativas de brotação e dos seus respectivos resíduos comprovam a analogia entre os dois métodos. Por outro lado, o UTESG se mostrou mais acurado que CNESG para as três cultivares. As diferenças percentuais entre os desvios padrão residuais de ambos os métodos atingiram 7,60% para a 'Cabernet Sauvignon' e 4,9% para a 'Chardonnay'. Praticamente não foram verificadas diferenças entre os resultados obtidos para a 'Concord' (tabelas 13 e 14).

4.5.6 Modelos horas de frio iguais ou inferiores a 7,2 °C e a 10°C

Em função da sua importância histórica e atual, neste trabalho também foi avaliado o potencial de previsibilidade dos DIB, a partir do simples somatório das temperaturas iguais ou inferiores a 7,2°C e a 10°C. Apesar da simplicidade destes métodos, é possível observar, na tabela 5, que os coeficientes de determinação atingiram valores altos para a 'Cabernet Sauvignon', chegando a 0,71 e 0,72, respectivamente, para HF-7 e HF-10, o que demonstra que existe um grau relativamente alto de associação entre os valores calculados até a data biofix e os DIB desta cultivar através destes dois modelos. Para a 'Concord' estes coeficientes foram 0,48 e 0,37 e, para a 'Chardonnay', 0,11 e 0,07.

TABELA 15. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de horas de frio iguais ou inferiores a 7,2°C (HF-7-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares									
	HF-7-biofix	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay		
		DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	332	47	44,5	2,5	44	36,8	7,2	28	19,9	8,1
1985	242	38	41,1	-3,1	32	34,1	-2,1	3	17,6	-14,6
1986	138	38	37,2	0,8	31	30,8	0,2	12	14,8	-2,8
1987	358	39	45,4	-6,4	38	37,7	0,3	11	20,6	-9,6
1988	528	52	51,8	0,2	39	42,9	-3,9	15	25,0	-10,0
1989	261	45	41,8	3,2	30	34,6	-4,6	23	18,1	4,9
1990	476	51	49,8	1,2	46	41,3	4,7	25	23,7	1,3
1991	303	44	43,4	0,6	38	35,9	2,1	31	19,2	11,8
1992	408	48	47,3	0,7	38	39,2	-1,2	30	21,9	8,1
1993	425	48	47,9	0,1	37	39,7	-2,7	25	22,3	2,7
Média	347,1	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	117,18	5,19	4,37	2,79	5,23	3,63	3,77	9,44	3,06	8,92
CV(%)	33,76	11,52	9,72	0,0	14,02	9,74	0,0	46,50	15,05	0,0

* Desvio padrão amostral

De acordo com as informações da tabela 15 o desvio padrão calculado entre os valores residuais foi de 2,79 dias para a 'Cabernet Sauvignon', 3,77 dias para a 'Concord' e 8,92 dias para a 'Chardonnay'. Esta mesma análise para o modelo HF-10 mostra que estes desvios chegaram a 2,76 dias para a 'Cabernet Sauvignon', 4,17 dias para a 'Concord' e 9,10 dias para a 'Chardonnay' (tabelas 15 e 16).

Através da análise comparativa entre HF-7 e HF-10, é possível inferir que são metodologias bastante similares. Entretanto, os valores obtidos pelos desvios padrão dos resíduos de ambos revela que o método HF-7 se mostrou mais adequado que HF-10 para a previsão das datas de brotação das cultivares Concord e Chardonnay. Para estas, as diferenças entre ambos os modelos alcançaram 10,61% e 2,02%, respectivamente. Por outro lado,

praticamente não foram observadas diferenças entre as estimativas obtidas para a 'Cabernet Sauvignon'. (tabelas 15 e 16).

TABELA 16. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo de horas de frio iguais ou inferiores a 10°C (HF-10-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993.

Ano	Cultivares									
	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay			
	HF-10-biofix	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	708	47	44,7	2,3	44	37,1	6,9	28	20,1	7,9
1985	607	38	41,7	-3,7	32	34,9	-2,9	3	18,4	-15,4
1986	438	38	36,6	1,4	31	31,3	-0,3	12	15,5	-3,5
1987	711	39	44,8	-5,8	38	37,2	0,8	11	20,2	-9,2
1988	986	52	53,1	-1,1	39	43,2	-4,2	15	25,0	-10,0
1989	698	45	44,4	0,6	30	36,9	-6,9	23	20,0	3,0
1990	864	51	49,4	1,6	46	40,5	5,5	25	22,8	2,2
1991	658	44	43,2	0,8	38	36,1	1,9	31	19,3	11,7
1992	761	48	46,3	1,7	38	38,3	-0,3	30	21,1	8,9
1993	733	48	45,5	2,5	37	37,7	-0,7	25	20,6	4,4
Média	716,4	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	145,32	5,19	4,37	2,76	5,23	3,16	4,17	9,44	2,51	9,10
CV(%)	20,28	11,5	9,72	0,0	14,0	8,46	0,0	46,5	12,3	0,0

* Desvio padrão amostral

4.5.7 Modelo Dinâmico

Os coeficientes de determinação obtidos pelo ajuste entre as variáveis analisadas (DIN-biofix e DIB) através das regressões lineares foram 0,76 para a 'Cabernet sauvignon', 0,32 para a 'Concord' e 0,15 para a 'Chardonnay' (tabela 5).

A tabela 17 mostra as estimativas geradas pelas equações do método, bem como os seus respectivos resíduos e os valores absolutos dos Din-Biofix em cada ano.

O desvio padrão entre os valores residuais para a 'Cabernet Sauvignon' foi 2,53 dias; para a 'Concord', 4,32 dias e para a 'Chardonnay',

8,70 dias, respectivamente. No comparativo deste método com os demais, para as cultivares Cabernet Sauvignon e Chardonnay, somente foram obtidos melhores resultados (resíduos menores) através dos modelos UTSG e CNSG. Para a 'Concord', praticamente o mesmo resultado foi obtido através do modelo UTR (4,31 dias).

TABELA 17. Valores acumulados até a data biofix em cada ciclo através do modelo Dinâmico (DIN-biofix); dias até o início da brotação (DIB); estimativas das datas de brotação (Est) e seus respectivos resíduos para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, período de 1984 a 1993

Ano	Cultivares									
	DIN-biofix	Cab. Sauvignon			Concord			Chardonnay		
		DIB	Est	Res	DIB	Est	Res	DIB	Est	Res
1984	34,59	47	45,2	1,8	44	37,4	6,6	28	20,4	7,6
1985	23,28	38	38,0	0,0	32	32,7	-0,7	3	14,6	-11,6
1986	23,28	38	38,0	0,0	31	32,7	-1,7	12	14,6	-2,6
1987	35,05	39	45,4	-6,4	38	37,6	0,4	11	20,7	-9,7
1988	46,51	52	52,7	-0,7	39	42,3	-3,3	15	26,6	-11,6
1989	35,69	45	45,8	-0,8	30	37,9	-7,9	23	21,0	2,0
1990	40,43	51	48,8	2,2	46	39,8	6,2	25	23,4	1,6
1991	30,83	44	42,8	1,2	38	35,8	2,2	31	18,5	12,5
1992	35,33	48	45,6	2,4	38	37,7	0,3	30	20,8	9,2
1993	38,43	48	47,6	0,4	37	39,0	-2,0	25	22,4	2,6
Média	34,34	45,0	45,0	0,0	37,3	37,3	0,0	20,3	20,3	0,0
DS*	7,17	5,19	4,53	2,53	5,23	2,97	4,32	9,44	3,69	8,70
CV(%)	20,87	11,52	10,06	0,0	14,02	7,96	0,0	46,50	18,20	0,0

* Desvio padrão amostral

4.6 Análise comparativa do desempenho funcional dos modelos

Como já foi abordado, os desvios padrão dos resíduos dos modelos, indicam o desempenho funcional de cada método para prever a brotação das cultivares. Tendo em vista a importância destes valores, foi realizada uma análise comparativa entre estes resultados, visando estabelecer uma síntese de tal desempenho individual em relação aos demais (figura 5).

Existem marcantes diferenças entre os valores médios obtidos entre as cultivares: para a 'Cabernet Sauvignon' 3,0 dias; para a 'Concord', 4,52 dias e para a 'Chardonnay', 9,05 dias.

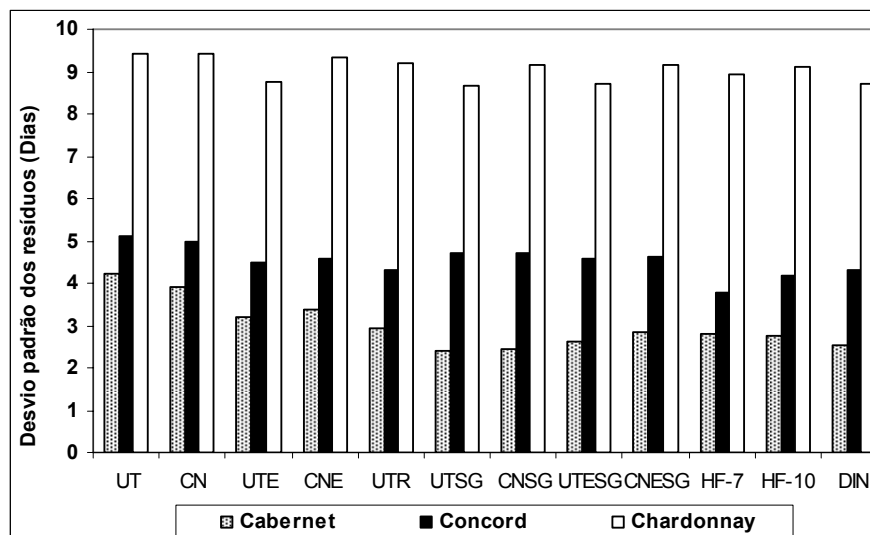


FIGURA 6. Desvios padrão dos resíduos obtidos pela diferença entre os valores estimados e os DIB das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay, durante os anos compreendidos entre 1984 e 1993. Bento Gonçalves,RS, período de 1984 a 1993.

Estas diferenças são devidas ao comportamento individual das plantas em resposta ao ambiente, neste caso, a temperatura do ar.

Durante a execução deste trabalho, foi possível inferir que quanto menos imediatas forem as respostas de brotação ao calor disponível (cultivares de brotação tardia), melhores são os resultados de previsão obtidos pelos modelos. Isto pode ser extensivo também às demais culturas caducifólias como maçã e pêra, possivelmente com bons resultados.

Nas cultivares de brotação precoce e, portanto, mais sensíveis ao calor do final do inverno (período pós-endodormência), como a 'Chardonnay', os resultados não são adequados.

A análise dos resultados mostra também que para a ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Chardonnay’ os melhores resultados foram obtidos pelo UTSG (2,41 e 8,67 dias) e para a ‘Concord’, HF-7(3,77 dias).

4.7 Caracterização do comportamento meteorológico dos invernos e suas influências sobre a brotação das videiras nos ciclos 2006 e 2007

Segundo dados da estação meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, no inverno de 2006, ocorreram 14 geadas: duas em maio, três em julho, seis em agosto, três em setembro. Segundo Mandelli (2007), algumas causaram danos graves nas videiras de brotação precoce, como ‘Chardonnay’, ocasionando perdas totais da produção nos vinhedos mais expostos ao fenômeno e perdas significativas naqueles mais protegidos. As de maior intensidade foram as dos dias 4, 5 e 6 de setembro.

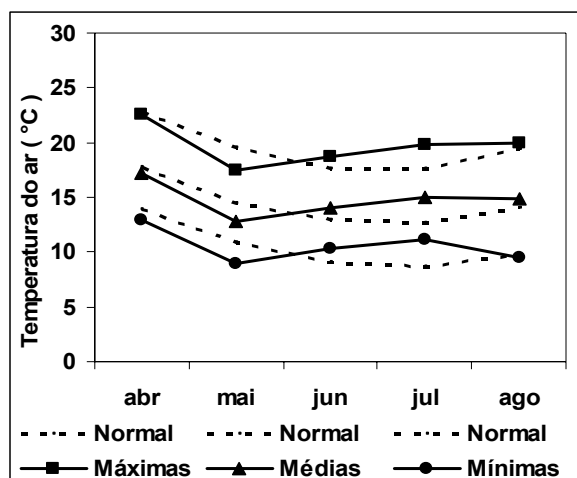


FIGURA 7. Temperaturas máxima, média e mínima do ar em relação à normal climatológica. Bento Gonçalves, RS, 2006.

Os meses de abril e maio apresentaram temperaturas médias do ar mais baixas, respectivamente, 0,5°C, 1,7°C e junho, julho e agosto, mais altas, 1,1°C, 2,3°C e 0,7°C, respectivamente, que a normal climatológica para a região de Bento Gonçalves, considerando a média dos anos de 1976 a 2005 (figura 6).

É importante salientar que em julho foram registradas temperaturas consideradas altas para o inverno da região. Neste mês, foram registrados pelo menos 15 dias com temperatura médias superiores a 20°C, atingindo picos de temperaturas máximas superiores a 26°C, em alguns dias.

No inverno de 2007, ocorreram 13 geadas: uma em maio, quatro em julho, seis em agosto, duas em setembro. Os meses de abril e junho apresentaram temperaturas médias do ar mais altas (1,7°C e 0,7°C). Entretanto, maio, julho e agosto, foram mais baixas, 2,0°C, 2,1°C, e 1,2°C, respectivamente, que a normal climatológica para a região de Bento Gonçalves, considerando a média dos anos de 1977 a 2006 (figura 7).

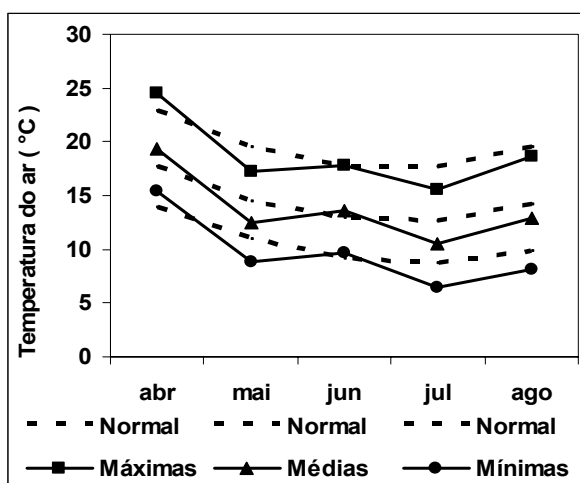


FIGURA 8. Temperaturas máxima, média e mínima do ar em relação à normal climatológica. Bento Gonçalves, RS, 2007.

Neste ciclo, foram observados atrasos no início da brotação das cultivares Cabernet Sauvignon e Chardonnay, em relação às observações feitas entre 1984 e 1993. Este fato se deve às baixas temperaturas ocorridas durante o mês de agosto, quando foram verificadas mínimas do ar inferiores a 5°C nos dias 5, 8, 11, 22 e 28, e uma média mensal de 13°C. Entretanto, na 'Concord', não houve alterações significativas.

Com base em testes realizados durante a execução deste trabalho, foi possível inferir que, uma vez estabelecidos os modelos mais adequados para um determinado local, a partir de uma série histórica de dados, o potencial de previsibilidade destes modelos num determinado ano, dependerá diretamente do comportamento (típico ou atípico) daquele ano em relação à série histórica considerada. A comparação entre os valores obtidos pelos modelos nos ciclos 2006, 2007 e a série histórica entre 1984 e 1993, em relação à disponibilidade de frio até a data biofix está representada na figura 8.

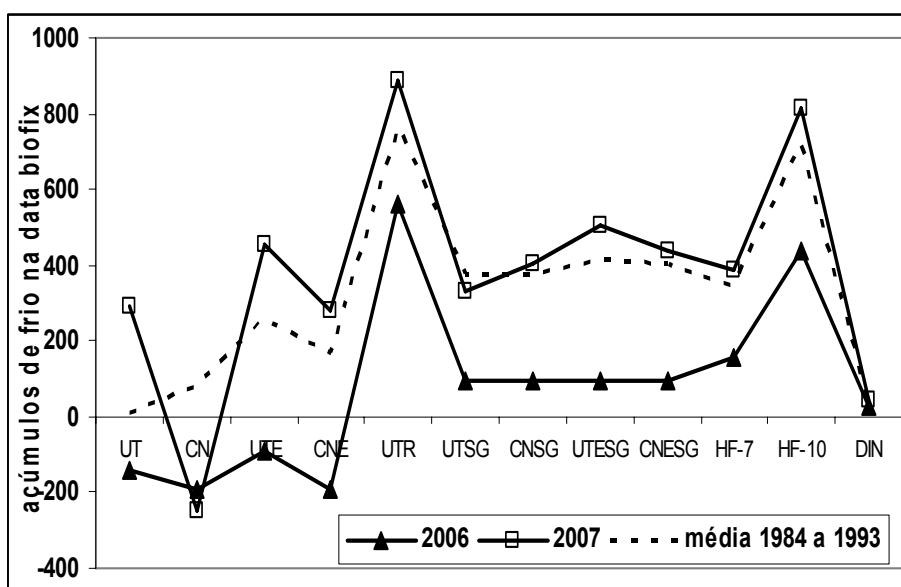


FIGURA 9. Valores acumulados através dos modelos até a data biofix (04 de agosto), para a média entre os anos de 1984 a 1993, além dos ciclo 2006 e 2007. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993; 2006 e 2007.

É possível verificar que, em 2007, os valores acumulados estão bastante próximos daqueles obtidos pela média dos dez anos, sobretudo através dos modelos UTSG, CNSG, CNESG, HF-7 e DIN, razão pela qual foram considerados adequados para a previsão dos DIB, especialmente da cultivar Cabernet Sauvignon, através dos estudos realizados de maneira particular para cada modelo na série histórica. (tabelas 6 a 17). Além disso, em todos os modelos, os acúmulos de frio foram maiores em 2007, exceto no CN. Esta exceção é devida à freqüente ocorrência de temperaturas superiores a 22,1°C durante os meses de abril e junho deste ano, o que determinou um maior acúmulo de calor (valores negativos) através deste modelo (tabela 1). Em junho, tais temperaturas foram registradas de modo particular entre as médias máximas do ar, ocasionando, em alguns casos, fortes oscilações no gradiente térmico diário.

Em 2006, praticamente todos os resultados estão distantes destas médias, o que pode ser entendido como um comportamento atípico no regime das temperaturas de inverno em relação ao dado médio observado na série de anos. Esta característica influenciou fortemente o desempenho funcional de todos os modelos. Sendo assim, os métodos considerados mais adequados quanto ao potencial de previsibilidade no estudo da série histórica não são necessariamente os mais adequados para 2006.

É importante salientar que se por um lado a definição do melhor modelo (maior potencial de previsibilidade) depende do comportamento térmico de um determinado ano até a data biofix, por outro, a acuracidade das estimativas está condicionada pelas condições térmicas pós-biofix, ou

seja, pelas influências das temperaturas (especialmente do frio) durante o crescimento das plantas até o início da brotação. Neste sentido, períodos longos com temperaturas inferiores à temperatura-base (10°C) prolongam o tempo necessário para atingir o início da brotação diminuindo a acuracidade dos modelos, como será mostrado em detalhes na seqüência do trabalho.

4.8 Caracterização do início da brotação das cultivares durante os ciclos 2006 e 2007

Foram definidas as datas do início da brotação das três cultivares nos ciclos de 2006 e 2007. Algumas informações prévias e comuns a todas as cultivares foram julgadas importantes para uma melhor compreensão das figuras e tabelas a seguir: 1) em cada cultivar e sistema de condução, o início dos registros ocorreu quando se tornaram perceptíveis as primeiras modificações visuais que precederam a brotação das gemas posicionadas nas regiões medianas e basais. 2) no período que antecedeu a poda de produção, o cômputo percentual se refere, predominantemente, às gemas dispostas próximas aos ápices dos ramos. Estas gemas foram eliminadas por ocasião desta prática cultural. Entretanto, após a poda, as observações são relativas a todas as gemas remanescentes, localizadas nos esporões e nas varas. 3) a referência ao termo “gemas brotadas” não significa necessariamente que estejam no estágio fenológico 5, mas, no mínimo, neste estágio. Isto porque os percentuais são ascendentes, assim como os diferentes estádios são evolutivos, até que seja atingido, no mínimo, 50% de gemas brotadas, relativamente à sua população total. 4) em termos comparativos, foi verificado um menor período de tempo (em dias) entre a

data biofix e o início da brotação de todas as plantas em 2006. Por outro lado, em geral, o período compreendido entre a poda de produção e a data de brotação foi menor em 2007. Este fato pode ser explicado pelo comportamento dos invernos destes dois ciclos: em 2006, em julho e agosto foram registradas, temperaturas mais altas e, em 2007, mais baixas que a normal climatológica (figuras 6 e 7), gerando contrastes no comportamento das plantas. Desta forma, é importante referir que em 2006, para todas as cultivares, a brotação ocorreu de maneira escalonada e heterogênea, sendo verificados brotos em estádios avançados de crescimento, concomitantemente a gemas em estádios inferiores ao 5°. Ao contrário, em 2007, foi verificada, uma marcante homogeneidade entre as gemas, relativamente à evolução dos seus estádios fenológicos. Os referidos períodos (em dias) estão informados na tabela 18.

TABELA 18. Número de dias entre a poda de produção e o início da brotação e entre a data biofix (04 de agosto) e o início da brotação para as cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 2006 e 2007.

	Cultivares		
	Cabernet	Concord	Chardonnay
	período biofix/início da brotação - (valores médios em dias)		
2006	53,5	35	16
2007	61	38	33,5
	período poda/início da brotação – (valores médios em dias)		
2006	20,5	26	20
2007	15	6	8,5

Estas constatações confirmam a hipótese de Citadin (1999) o qual sugere que nos ciclos onde ocorre uma redução da disponibilidade de frio, embora não aumente a necessidade intrínseca de calor, provoca uma maior heterogeneidade entre gemas, para superar os efeitos das inibições

correlativas responsáveis pela instalação e manutenção da dormência. Também estão de acordo com Champagnat (1989) quando sustenta que a uniformidade da brotação entre as cultivares depende da inibição individual e característica de cada gema e da sua resposta ao frio disponível.

O comportamento da brotação das videiras, conforme discutido no item 4.3, depende fundamentalmente do acúmulo qualitativo de frio até a superação da dormência e da disponibilidade de calor subsequente. Em função disso, em invernos amenos ou com grande oscilação térmica, existe uma tendência para brotações precoces e lentas, enquanto nos invernos mais rigorosos e uniformes, as brotações tendem a uma postergação inicial e, na seqüência um rápido e homogêneo início. Além disso, temperaturas baixas na primavera, ocasionam atrasos e, ao contrário, altas temperaturas tendem a adiantar o início da brotação em toda a população de videiras, independentemente da cultivar. 5) Foram verificadas diferenças entre as datas do início da brotação das plantas conduzidas nos sistemas lira e latada em 2006 nas cultivares Cabernet Sauvignon (7 dias de antecipação no sistema lira) e Chardonnay (6 dias de antecipação para o sistema latada).

Em 2007 foram contados 3 dias de antecipação no sistema latada em relação ao lira para a 'Chardonnay', porém, não foram verificadas diferenças para a 'Cabernet Sauvignon'. De acordo com Gil & Psczolkowski, (2007) existe uma interação entre acrotonia e gravidade. Quando um sarmento cresce livre e verticalmente se estabelece uma graduação de vigor nas gemas, de forma decrescente desde as apicais até as basais. Entretanto quando posto na posição horizontal, o crescimento é mais uniforme devido à redução da acrotonia. Neste sentido o sistema de condução latada, teria

(hipoteticamente) uma condição de maior uniformidade no crescimento, e conseqüentemente um início de brotação antecipado em relação ao sistema lira, onde os ramos estão dispostos numa posição vertical.

Dada a aleatoriedade das diferenças observadas neste experimento, não foi possível confirmar as observações dos autores acima citados. Por outro lado, é importante salientar que a análise de apenas dois ciclos não são suficientes para inferir sobre possíveis influências destes tratos culturais sobre a uniformidade da brotação.

4.8.1 Caracterização do início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida nos sistemas lira e latada tradicional, nos ciclos 2006 e 2007

No ciclo de 2006, o início das observações na cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira foi no dia 01/9. Nesta data, foram registrados, em média, 20,73% das gemas no estágio 5, com um desvio padrão entre as plantas de 13,26% (apêndice 6).

A poda de produção foi realizada no dia 08/9 e, nesta mesma data, foram computadas, em média, 13,63% de gemas brotadas, com um desvio padrão, entre as plantas, de 7,69%. Seqüencialmente foi observada uma evolução no número de gemas brotadas, chegando a 49,33% com um desvio padrão de 6,88% no dia 22/09. Também foi observado que o número de plantas que atingiram, no mínimo, 50% de gemas no estágio de ponta verde foi de 80%. Em função destas informações, no dia seguinte (23/09), foi caracterizado o início da brotação da Cabernet no sistema lira (figura 9A). Na mesma cultivar conduzida no sistema latada tradicional, as avaliações

também iniciaram no dia 01/09 pois, até esta data, não foram notadas alterações nas gemas que justificassem registros.

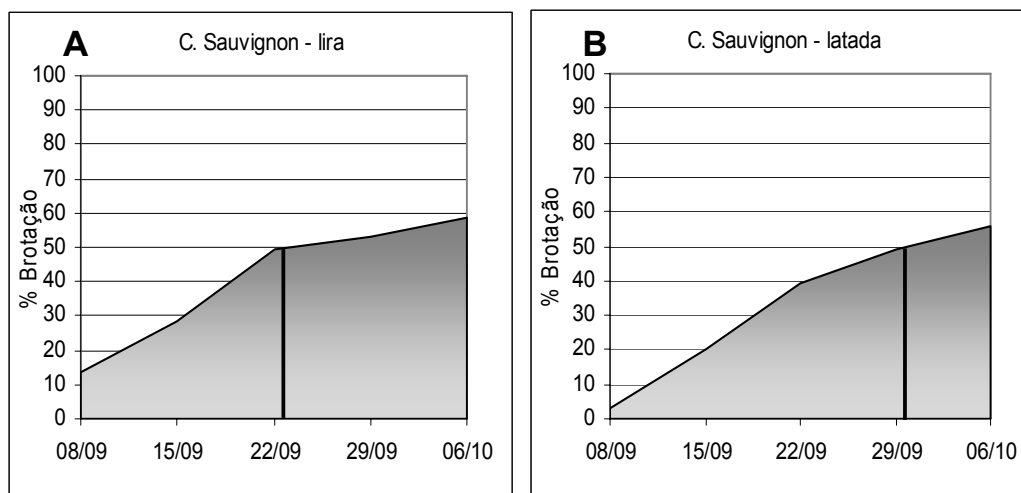


FIGURA 10. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Cabernet Sauvignon (A) conduzida no sistema lira com poda de produção realizada no dia 08 de setembro, e para a cultivar Cabernet Sauvignon (B) conduzida no sistema latada tradicional com poda de produção realizada no dia 04 de setembro. Bento Gonçalves, RS, 2006.

Nesta avaliação puderam ser computadas, em média 13,22% das gemas apicais já brotadas, com um desvio padrão de 12,32%. A poda de produção foi feita no dia 04/9, no dia 08/9, foram contadas 2,82% de gemas iniciando a sua brotação, com um desvio padrão de 4,87% entre as plantas. O início da brotação foi caracterizado como sendo o dia 30/09 (figura 9B) quando o valor percentual de gemas brotadas, sobre a sua população global, superou os 49,23% calculados até o dia 29. Além disso, nesta avaliação, pelo menos 40% das plantas haviam ultrapassado os 50% de gemas brotadas (apêndice 7).

O início das observações no ciclo de 2007 para a cultivar Cabernet Sauvignon foi no dia 17/9, em ambos os sistemas de condução. Nesta data

foram registrados, em média, 10,69% e 2,72% das gemas brotadas, respectivamente para lira e latada tradicional. Os desvios padrão foram de 4,29% e 2,02%, entre as plantas (figuras 10 A, 10B e apêndices 11 e 12).

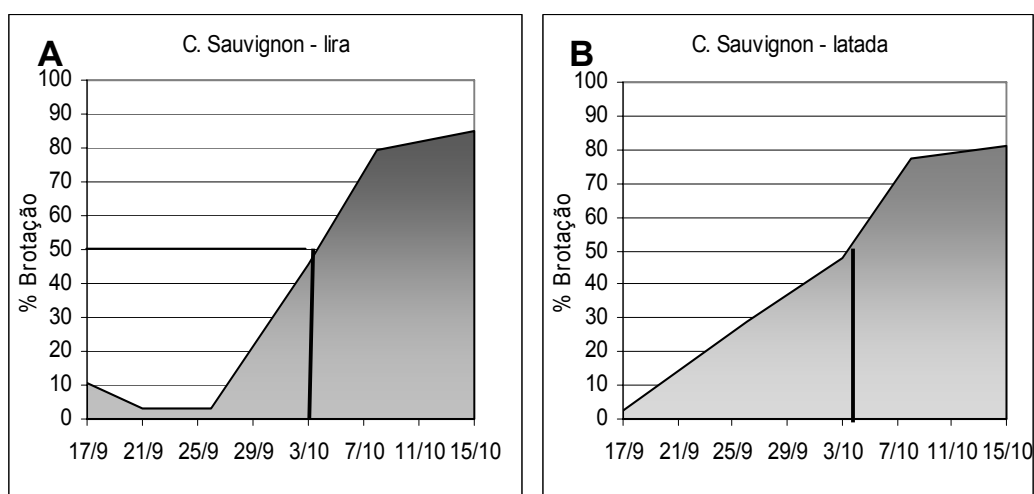


FIGURA 11. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira (A) e para a cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema latada tradicional (B). Poda de produção realizada no dia 18 de setembro. Bento Gonçalves,RS,2007.

Em função destas constatações, o dia 04/10 foi caracterizado como a data do início da brotação desta cultivar em ambos os sistemas (figuras 10A e B e apêndices 6 e 7). Em termos comparativos, é possível inferir que, o período de tempo relativo aos DIB desta cultivar no ciclo de 2007 (61 dias para ambos os sistemas) foi mais longo em relação ao de 2006, quando foram contados 50 e 57 dias, respectivamente para os sistemas lira e latada tradicional. Entretanto, considerando a data de poda como referencial, o contrário pode ser verificado, ou seja, no ciclo de 2006 o período de brotação foi mais longo que 2007, exceto para a 'Cabernet Sauvignon' conduzida no sistema lira, cujo período foi de 15 dias em ambos os ciclos, como será demonstrado a seguir.

4.8.2 Caracterização do início da brotação da cultivar Chardonnay conduzida nos sistemas lira e latada tradicional, nos ciclos 2006 e 2007

O início das observações no ciclo de 2006 para a 'Chardonnay' foi no dia 22/7 em ambos os sistemas de condução (figuras 11A e 11B e apêndices 8 e 9).

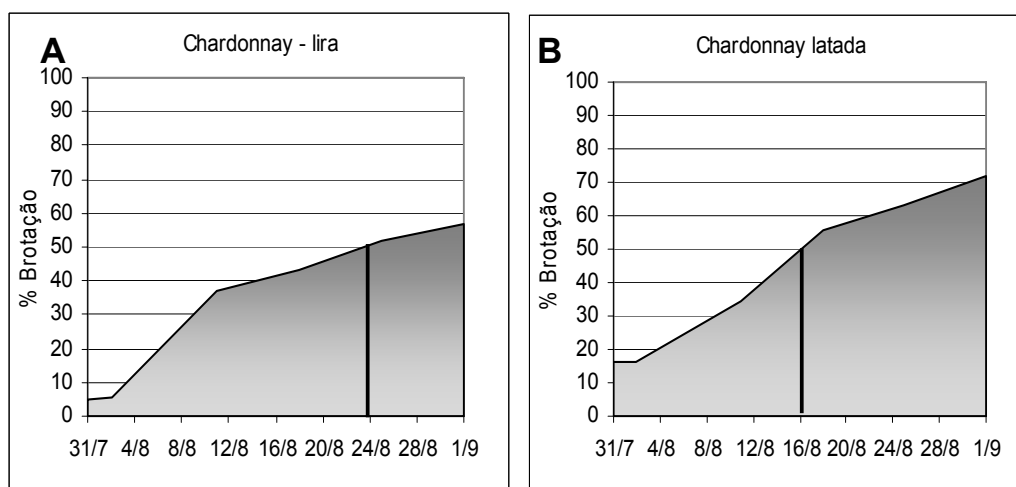


FIGURA 12. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira (A) e para a cultivar Chardonnay conduzida no sistema latada tradicional (B). Poda de produção realizada no dia 31 de julho. Bento Gonçalves, RS, 2006.

Nesta data, foram registrados, em média, 28,45% e 42,37% das gemas brotadas, respectivamente para lira e latada tradicional. Os desvios padrão, entre as plantas, foram de 13,86% e 15,11%. No dia 31/07 foi realizada a poda de produção em todas as plantas desta cultivar, permanecendo, em média 4,87% e 16,21% de gemas brotadas, respectivamente para os sistemas de condução acima citados. A avaliação realizada no dia 18/8 mostrou que, em média, 55,76% das gemas já iniciavam a sua brotação na latada, com um desvio padrão de 8,64%. No sistema lira, a avaliação do dia 25/8, revelou uma brotação inicial em 51,65%, com um desvio padrão, entre

plantas, de 5,79%. Em função destes resultados, foi possível considerar o início da brotação nos dias 16/8 e 24/8, respectivamente para os sistemas latada tradicional e lira.

O início das observações no ciclo de 2007 para a 'Chardonnay' foi no dia 22/8 em ambos os sistemas de condução (figuras 12A e B).

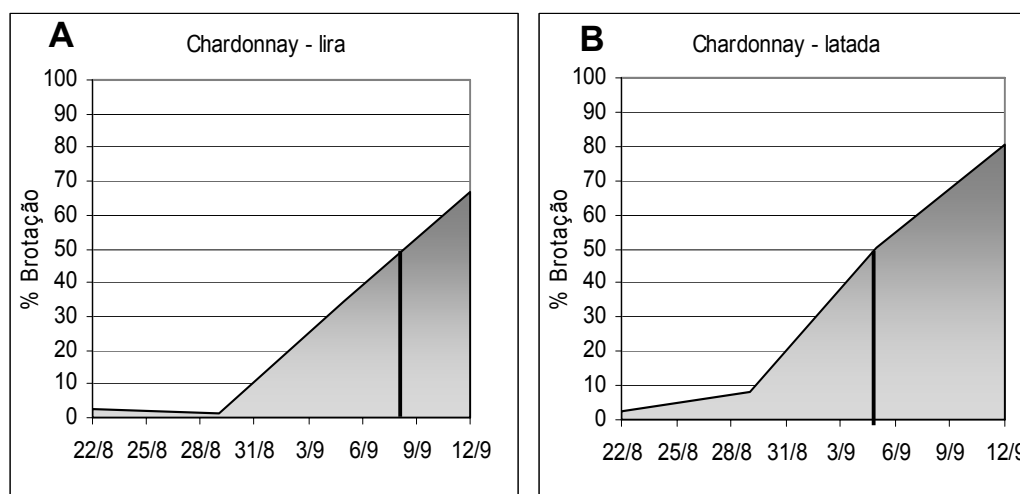


FIGURA 13. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo, para a cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira (A) e para a cultivar Chardonnay conduzida no sistema latada tradicional (B). Poda de produção realizada no dia 29 de agosto. Bento Gonçalves, RS, 2007.

Nesta data foram registrados, em média, 2,42% e 2,25% das gemas iniciando a sua brotação respectivamente para lira e latada tradicional. Os desvios padrão foram de 2,63% e 3,20% (apêndice 13 e 14) e entre as plantas, de 2,33% e 9,45%, respectivamente para os sistemas citados. A avaliação realizada no dia 05/9 mostrou que, em média, 50,48% das gemas já haviam iniciado a brotação nas plantas do sistema latada e, na semana seguinte, pelo menos 66% nas da lira. Em função destes resultados, foi definido o início

da brotação da cultivar Chardonnay nos dias 8/9 e 5/9, respectivamente para os sistemas lira e latada.

Na comparação entre os ciclos, é possível observar que, o período de tempo relativo aos DIB desta cultivar no ciclo de 2007 foi mais longo. Sendo assim, em 2006 foram contados 20 e 12 dias, respectivamente para os sistemas lira e latada tradicional e em 2007, 32 e 35 dias, respectivamente para os sistemas supra citados (tabelas 20 e 23).

4.8.3 Caracterização do início da brotação da cultivar Concord, nos ciclos 2006 e 2007

O início das observações no ciclo de 2006 para a cultivar Concord foi no dia 11/8. Nesta data, todas as gemas estavam dormentes ou, no máximo no estágio fenológico 2 ou 3 (gema inchada ou algodão).

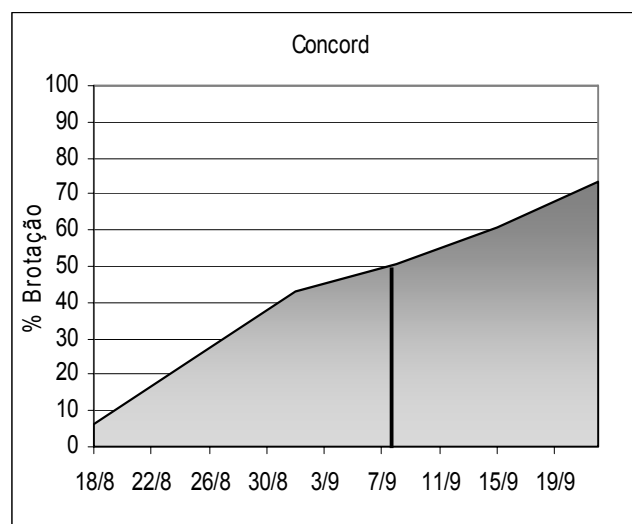


FIGURA 14. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo para a cultivar Concord. Poda de produção realizada no dia 13 de agosto. Bento Gonçalves, RS, 2006.

A poda de produção foi realizada no dia 13/8 e, na avaliação do dia 18/8 foram observadas 6,13% de gemas brotadas, com um desvio padrão entre as plantas de 5,57%. No dia 08/9 foi caracterizado o início da brotação da 'Concord', quando puderam ser contadas 50,59% de gemas brotadas e um desvio padrão, entre plantas, de 10,81%. Também foi possível observar que 40% das plantas haviam ultrapassado a marca de 50% de gemas, no mínimo, em ponta verde (figura 13 e apêndice 10).

As observações do ciclo de 2007 para a cultivar Concord foram iniciadas no dia 05/9. Nesta data não houve registros de gemas em ponta verde, embora tenha sido possível a observação de algumas em estádios fenológicos inferiores ao 5°, especialmente nas posições mais apicais.

A poda de produção foi realizada em 05/9 e no dia 12/9 já havia 58,29% das gemas brotadas, com um desvio padrão entre plantas de 20,73% (apêndice 15). Sendo assim, o dia 11/9 foi caracterizado como o início da brotação da cultivar Concord (figura 14).

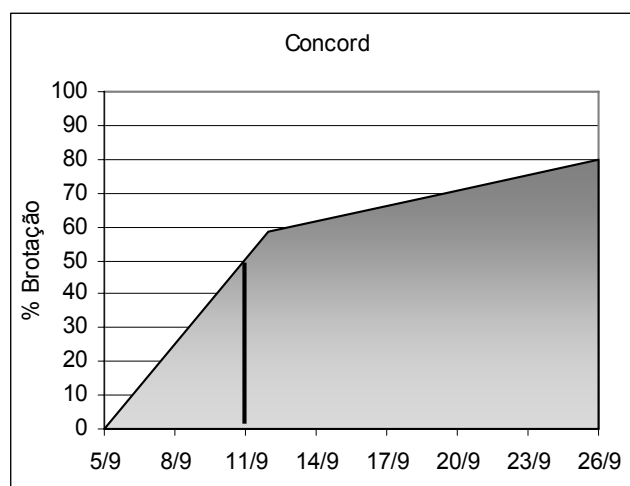


FIGURA 15. Evolução do percentual de gemas brotadas em função do tempo para a cultivar Concord. Poda de produção realizada no dia 5 de setembro. Bento Gonçalves, RS, 2007

No comparativo entre os ciclos, é possível observar que, em 2006, foram computados 35 dias e em 2007, 38 dias. (tabelas 21 e 24). Por outro lado, tendo-se a data da poda de produção como referência, o período de brotação foi mais longo em 2006. A diferença entre os ciclos foi de 20 dias. (figuras 13 e 14).

4.9 Validação dos dados de modelagem para o ciclo 2006

A definição das datas do início da brotação foram utilizadas para validar dos dados de modelagem obtidos pelo processamento da série histórica de dados (1984 a 1993). Nas tabelas 19 a 24 são apresentados todos os modelos, bem como suas respectivas estimativas para o início da brotação, além dos DIB das três cultivares e dos seus respectivos resíduos, nos ciclos 2006 e 2007.

Na figura 15 estão apresentadas as temperaturas registradas entre primeiro de agosto a 30 de setembro de 2007, em comparação à média do mesmo período, considerando a série histórica.

Conforme discutido no item 4.7 e demonstrado na figura 8, no ciclo de 2006 ocorreram temperaturas elevadas no inverno, ocasionando acúmulos de frio que o caracterizaram como ano 'atípico' em relação à média histórica (1984-1993) e, influenciando negativamente o potencial de previsibilidade de todos os modelos. Além disso, as baixas temperaturas registradas a partir do dia 22 de agosto ($-0,9^{\circ}\text{C}$), chegando a $-1,5^{\circ}\text{C}$ no dia 5 de setembro (figura 15) modificaram o comportamento padrão das cultivares tardias, como a Cabernet Sauvignon, repercutindo em atrasos na brotação. Por outro lado, nas cultivares precoces e médias como a Chardonnay e Concord, que

iniciaram o processo de crescimento antes da ocorrência destas baixas temperaturas, não foram observados desvios significativos, relativamente às suas datas de brotação.

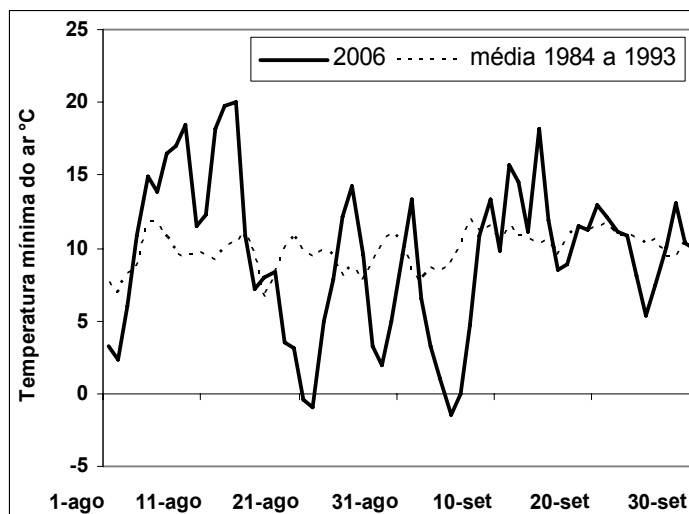


FIGURA 16. Temperaturas mínimas do ar ocorridas entre primeiro de agosto e 30 de setembro de 2006 e a média do mesmo período entre os anos de 1984 e 1993. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993 e 2006.

De acordo com os resultados apresentados na tabela 19, os modelos que se mostraram mais adequados para prever o início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon foram UT e CN, o que pode ser comprovado pela magnitude dos valores residuais obtidos a partir das estimativas. Neste ciclo, puderam ser notadas diferenças no comportamento fenológico das plantas em função dos seus sistemas de condução. Para o sistema lira foram contados 50 dias entre a data biofix e o início da brotação e, para o latada tradicional, 57 dias. Esta diferença repercute diretamente sobre o cálculo dos resíduos, de modo que no sistema lira, os erros foram menores (6,50 e 6,03 dias através de UT e CN, respectivamente).

Considerando os registros de baixas temperaturas ocorridas no mês de agosto e setembro, inclusive com a ocorrência de oito geadas entre os dias 22 de agosto e cinco de setembro, foi possível observar um atraso em relação à data média de brotação calculada entre 1984 e 1993 (18 de setembro), de cinco dias no sistema lira (23 de setembro) e de até 12 dias no latada (30 de setembro).

TABELA 19. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, 2006.

Cabernet Sauvignon - ciclo 2006							
Modelo	Equação	Sistema lira			Sistema latada		
		DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.
UT	0,0099x+44,907	50	43,50	6,50	57	43,50	13,50
CN	0,0097x+45,828	50	43,97	6,03	57	43,97	13,03
UTE	0,0193x+40,016	50	38,32	11,68	57	38,32	18,68
CNE	0,015x+42,4700	50	39,60	10,40	57	39,60	17,40
UTR	0,0339x+19,192	50	38,26	11,74	57	38,26	18,74
UTSG	0,0247x+35,720	50	38,04	11,96	57	38,04	18,96
CNSG	0,0217x+36,829	50	38,89	11,11	57	38,89	18,11
UTESG	0,0248x+34,698	50	37,05	12,95	57	37,05	19,95
CNESG	0,021x+36,4920	50	38,47	11,53	57	38,47	18,53
HF-7	0,0373x+32,070	50	37,85	12,15	57	37,85	19,15
HF-10	0,0302x+23,345	50	36,60	13,40	57	36,60	20,40
DIN	0,6307+23,3400	50	40,20	9,80	57	40,20	16,80

Na cultivar Chardonnay também puderam ser observadas diferenças no comportamento fenológico entre as plantas, em função dos seus sistemas de condução. Para o sistema lira foram contados 20 dias entre a data biofix e o início da brotação, enquanto que para o sistema latada tradicional, 12 dias (tabela 20).

Esta cultivar é de brotação precoce e, portanto, de baixa exigência em frio. Em função disso, nas condições térmicas de locais como a Serra Gaúcha, estas plantas podem apresentar uma grande instabilidade em

termos de brotação e fatores como a simples mudança no sistema de condução podem alterar, significativamente as estimativas e, inclusive a adequação dos modelos.

TABELA 20. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Chardonnay com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, 2006.

Chardonnay – ciclo 2006							
Modelo	Equação	Sistema lira			Sistema latada		
		DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.
UT	$-0,0008x+20,307$	20	20,42	-0,42	12	20,42	-8,42
CN	$-0,0013 x+20,186$	20	20,43	-0,43	12	20,43	-8,43
UTE	$0,0166 x+16,002$	20	14,54	5,46	12	14,54	-2,54
CNE	$0,006 x+19,289$	20	18,14	1,86	12	18,14	-6,14
UTR	$0,0164 x+7,8375$	20	17,06	2,94	12	17,06	-5,06
UTSG	$0,02 x+12,789$	20	14,67	5,33	12	14,67	-2,67
CNSG	$0,0137 x+15,135$	20	16,44	3,56	12	16,44	-4,44
UTESG	$0,0202 x+11,897$	20	13,82	6,18	12	13,82	-1,82
CNESG	$0,0111 x+15,785$	20	16,83	3,17	12	16,83	-4,83
HF-7	$0,0262 x+11,213$	20	15,27	4,73	12	15,27	-3,27
HF-10	$0,0173 x+7,8995$	20	15,49	4,51	12	15,49	-3,49
DIN	$0,5137 x+2,6579$	20	16,39	3,61	12	16,39	-4,39

Sendo assim, no sistema latada os modelos mais adequados foram UTESG e UTE e no lira, UT e CN. Para estes modelos, os resíduos chegaram a -1,82, -2,54, -0,42 e -0,43 dias, respectivamente. Entretanto, de modo geral, as estimativas foram próximas dos DIB em praticamente todos os métodos. A razão para esta constatação foi a ausência de baixas temperaturas durante o período de crescimento das plantas, em agosto (figura 15).

Os dados gerados a partir das informações da cultivar Concord, mostram que foram necessários 35 dias para completar o período de tempo relativo aos DIB. A diferença entre este valor e as estimativas determinou resíduos considerados nulos através dos modelos CNSG (0,72 dias) e DIN (0,85 dias) (tabela 21).

TABELA 21. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Concord com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, 2006.

Concord - ciclo 2006				
Modelo	Equação	DIB	Est	Res
UT	0,0038x+37,265	35	36,72	-1,72
CN	0,0046x+37,693	35	36,81	-1,81
UTE	0,0125x+34,061	35	32,96	2,04
CNE	0,0098x+35,654	35	33,78	1,22
UTR	0,0234x+19,497	35	32,66	2,34
UTSG	0,0123x+32,683	35	33,84	1,16
CNSG	0,0107x+33,265	35	34,28	0,72
UTESG	0,0142x+31,406	35	32,76	2,25
CNESG	0,012x+32,4460	35	33,57	1,43
HF-7	0,031x+26,5530	35	31,36	3,64
HF-10	0,218x+21,7110	35	31,28	3,72
DIN	0,4138x+23,089	35	34,15	0,85

Por ser uma cultivar de brotação intermediária em relação às outras duas, a 'Concord' é menos estável (está mais sujeita às influências do calor ou frio) que a 'Cabernet Sauvignon'. Portanto, as temperaturas mais altas registradas em agosto, foram suficientes para iniciar o processo de crescimento nas gemas. Entretanto é importante considerar que durante o período de crescimento da 'Concord', foram registradas baixas temperaturas, inclusive com formação de geada do dia 22 de agosto (-0,9°C), alternadas com períodos de temperaturas mais altas (figura 16). Embora o comportamento térmico deste período não tenha comprometido o potencial de previsibilidade dos modelos, pode ter alterado a velocidade de brotação determinando, em média, um pequeno atraso na definição da data.

4.10 Validação dos dados de modelagem para o ciclo 2007

O comportamento das temperaturas no inverno de 2007 e suas repercussões sobre os acúmulos de frio através dos modelos, foram bastante

similares às médias dos anos entre 1984 e 1993. Esta informação pode ser verificada na figura 8.

Embora o potencial de previsibilidade dos métodos não tenha sido afetado, a provável causa do baixo desempenho funcional dos modelos, da mesma forma que em 2006, foram as baixas temperaturas registradas durante o mês de agosto em relação à média entre 1984 e 1993. Na figura 16 estão apresentadas as temperaturas registradas entre primeiro de agosto a 30 de setembro, em comparação à média do mesmo período, considerando a série histórica.

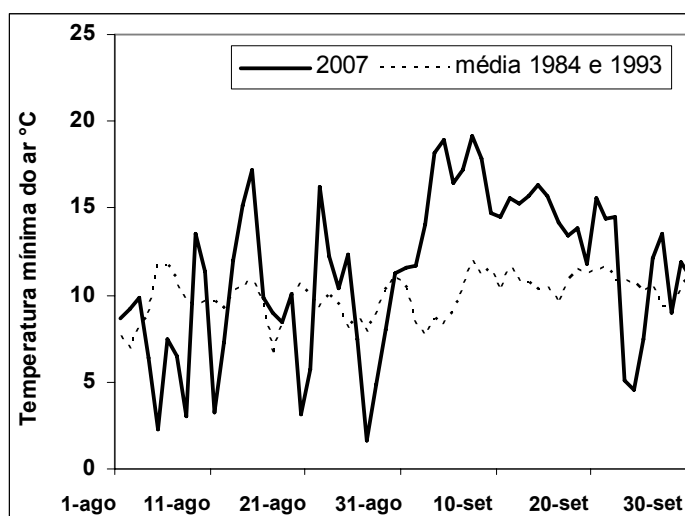


FIGURA 17. Temperaturas mínimas do ar ocorridas no período entre primeiro de agosto e 30 de setembro durante o ano de 2007 e a média do mesmo período entre os anos de 1984 e 1993. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993 e 2007.

Tais temperaturas modificaram o tempo necessário para completar os DIB, das cultivares Cabernet Sauvignon e Concord e ocasionaram resíduos quantitativamente altos, para esta cultivares.

Durante o mês de agosto, as mínimas do ar chegaram a 2,3°C, 3°C, 3,2°C, 3,1°C e 1,6°C, respectivamente nos dias 5, 8, 11, 21 e 28 inclusive

com temperaturas, negativas na relva e formação de geadas. Por outro lado em alternância a estas temperaturas baixas, foram registradas temperaturas máximas do ar nos dias 9, 13, 15 e 23, alcançando respectivamente 23,8°C, 23,9°C, 27,4°C, 27,1°C. Estes registros demonstram a forte amplitude de variação térmica ocorrida em agosto. A partir dos resultados apresentados na tabela 22, é possível observar que os métodos mais adequados para prever o início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon, em 2007 foram DIN e UTR, pois foram os que tiveram os menores resíduos.

TABELA 22. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, 2007.

Cabernet Sauvignon – ciclo 2007							
Modelo	Equação	Sistema lira			Sistema latada		
		DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.
UT	0,0099x+44,907	61	47,80	13,20	61	47,80	13,20
CN	0,0097x+45,828	61	43,40	17,60	61	43,40	17,60
UTE	0,0193x+40,016	61	48,76	12,24	61	48,76	12,24
CNE	0,015x+42,4700	61	46,70	14,30	61	46,70	14,30
UTR	0,0339x+19,192	61	49,35	11,65	61	49,35	11,65
UTSG	0,0247x+35,720	61	43,92	17,08	61	43,92	17,08
CNSG	0,0217x+36,829	61	45,61	15,39	61	45,61	15,39
UTESG	0,0248x+34,698	61	47,18	13,82	61	47,18	13,82
CNESG	0,021x+36,4920	61	45,71	15,29	61	45,71	15,29
HF-7	0,0373x+32,070	61	46,54	14,46	61	46,54	14,46
HF-10	0,0302x+23,345	61	47,99	13,01	61	47,99	13,01
DIN	0,6307+23,3400	61	49,71	11,29	61	49,71	11,29

Os resíduos obtidos pelas estimativas em todos os modelos nesta cultivar foram considerados grandes, portanto não foi possível prever adequadamente a data de brotação. Neste ciclo, não foram constatadas diferenças entre os sistemas de condução para completar o período dos DIB (61 dias), conseqüentemente, as estimativas e os seus resíduos foram idênticos para lira e latada tradicional.

Relativamente à data média de brotação obtida pela série histórica (18 de setembro), no ciclo de 2007 foi verificado um atraso de 15 dias.

Para a cultivar Chardonnay, os dados das análises do ciclo 2007 estão apresentados na tabela 23.

TABELA 23. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Chardonnay com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, 2007.

Chardonnay – ciclo 2007							
Modelo	Equação	Sistema lira			Sistema latada		
		DIB	Est.	Res.	DIB	Est.	Res.
UT	-0,0008x+20,307	32	20,07	11,93	35	20,07	14,93
CN	-0,0013 x+20,186	32	20,51	11,49	35	20,51	14,49
UTE	0,0166 x+16,002	32	23,52	8,48	35	23,52	11,48
CNE	0,006 x+19,289	32	20,98	11,02	35	20,98	14,02
UTR	0,0164 x+7,8375	32	22,43	9,57	35	22,43	12,57
UTSG	0,02 x+12,789	32	19,43	12,57	35	19,43	15,57
CNSG	0,0137 x+15,135	32	20,68	11,32	35	20,68	14,32
UTESG	0,0202 x+11,897	32	22,07	9,93	35	22,07	12,93
CNESG	0,0111 x+15,785	32	20,66	11,34	35	20,66	14,34
HF-7	0,0262 x+11,213	32	21,38	10,62	35	21,38	13,62
HF-10	0,0173 x+7,8995	32	22,02	9,98	35	22,02	12,98
DIN	0,5137 x+2,6579	32	24,14	7,86	35	24,14	10,86

Os modelos que se mostraram mais adequados para prever o início da brotação nos sistemas lira e latada tradicional foram DIN e UTE, o que pode ser comprovado pelos menores valores residuais obtidos através destes métodos (7,86 e 8,48 dias; 10,86 e 11,48 dias, respectivamente). Portanto, estes resultados mostram que não foi possível estimar adequadamente o início da brotação desta cultivar.

O tempo necessário para completar os DIB foi de 32 dias no sistema lira e 35 no sistema latada. No comparativo entre a data obtida pela média entre os dez anos (24 de agosto) e a observada neste ciclo (5 e 8 de

setembro, respectivamente para os sistemas lira e latada), existe um atraso de 11 dias (lira) e 14 dias (latada).

Os dados de modelagem para cultivar Concord demonstram que foram necessários 38 dias para completar o período relativo aos DIB e, as diferenças entre este valor e as estimativas mostram que os menores erros foram calculados nos modelos CNESG e UT. Nestes dois métodos, os resíduos foram nulos (0,29 e -0,38) (tabela 24).

TABELA 24. Modelos utilizados para o estudo da previsão do início da brotação da cultivar Concord com as equações das regressões lineares, as estimativas geradas por estas equações (Est), além do número de dias até o início da brotação (DIB) e dos seus respectivos resíduos. Bento Gonçalves, RS, 2007.

Concord – ciclo 2007				
Modelo	Equação	DIB	Est.	Res.
UT	0,0038x+37,265	38	38,38	-0,38
CN	0,0046x+37,693	38	36,54	1,46
UTE	0,0125x+34,061	38	39,72	-1,72
CNE	0,0098x+35,654	38	38,42	-0,42
UTR	0,0234x+19,497	38	40,31	-2,31
UTSG	0,0123x+32,683	38	36,77	1,23
CNSG	0,0107x+33,265	38	37,59	0,41
UTESG	0,0142x+31,406	38	38,56	-0,56
CNESG	0,012x+32,4460	38	37,71	0,29
HF-7	0,031x+26,5530	38	38,58	-0,58
HF-10	0,218x+21,7110	38	39,50	-1,50
DIN	0,4138x+23,089	38	40,39	-2,39

Considerando o conjunto de dados apresentados na tabela 24, é possível verificar que para esta cultivar, todos os métodos puderam estimar adequadamente os DIB e, por isso, os maiores resíduos não chegaram a 2,4 dias. Como foi abordado anteriormente, esta cultivar possui características intermediárias quanto à resposta (de crescimento) ao calor disponível em agosto. Sendo assim é possível que as temperaturas mais altas subsequentes às frias (figura 16) ocorridas durante este mês tenham sido

suficientes para iniciar o processo de crescimento. Além disso, as temperaturas mais altas ocorridas entre primeiro e 10 de setembro, cujas mínimas do ar atingiram 19°C no dia 4 (máxima de 28,2°C), superando os 19°C nos dias 7 e 8 (máximas de 28,5°C e 30,5°C) puderam proporcionar um crescimento suficiente para definir a data de brotação no dia 11.

Portanto é possível estabelecer que mesmo que tenha havido interferências (pelo frio) no curso do crescimento desta cultivar as mesmas foram compensadas (pelo calor subsequente) de forma que pelo menos 60% dos modelos puderam estimar os DIB com um erro menor do que 1 dia.

5 CONCLUSÕES

1) Os primeiros registros de temperaturas inferiores a 7,2°C ocorrem, em média, durante a segunda quinzena do mês de abril, nas condições climáticas da Serra Gaúcha, constituindo-se a data de primeiro de abril como a mais adequada para início da contagem dos efeitos térmicos, para os modelos de previsão de eventos fenológicos dependentes da disponibilidade de frio para fruteiras de clima temperado.

2) Os acúmulos de frio obtidos pelos modelos, até o dia 04 de agosto, são os que melhor se correlacionam com o número de dias até o início da brotação das videiras, cultivadas na região, sendo considerada neste estudo como biofix. A partir desta data-base, é possível projetar as estimativas de brotação, com a maior acuracidade possível, especialmente para a 'Cabernet Sauvignon'.

3) As estimativas calculadas pelos diferentes modelos em cada uma das cultivares estudadas são similares entre si, de modo especial às obtidas através dos modelos Utah, Carolina do Norte e das suas derivações.

4) As estratégias utilizadas neste trabalho não são eficazes para prever adequadamente o início da brotação das cultivares Chardonnay e Concord, em função da particularidade dos seus comportamentos (fenótipo) frente ao

frio e calor disponíveis nesta região, principalmente a mais precoce (Chardonnay).

5) As modificações inseridas nos modelos de Utah e da Carolina do Norte são as que estabelecem as maiores correlações entre a variabilidade dos acúmulos de frio e o número de dias até o início da brotação da cultivar Cabernet Sauvignon durante a série histórica entre 1984 e 1993. Portanto, estes se constituem nos modelos mais adequados para futuras pesquisas que buscam um melhor entendimento da influência da temperatura sobre a fenologia, extensivamente a outras cultivares de videira de brotação tardia.

6) O modelo Dinâmico se mostra adequado para prever o início da brotação em todas as cultivares, porém, somente nos ciclos onde as temperaturas de inverno são mais uniformes ao longo dos meses. Para períodos hibernais de elevada amplitude no gradiente térmico (como ocorrido no ano 2006), não é possível estabelecer a validação de um modelo mais adequado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a definição de Braga (1995), modelos agrometeorológicos são formas matemáticas de descrever o comportamento fenológico das espécies vegetais no tocante ao ambiente no qual estão inseridas. No caso dos modelos que utilizam a temperatura do ar como variável principal, estão sujeitos a uma série de instabilidades advindas das condições térmicas do local do experimento.

Neste sentido, quanto maior for o banco de dados relativo ao comportamento da fenologia e das temperaturas durante a dormência das plantas maiores são as possibilidades para estimar com exatidão as datas para diferentes fases ou subperíodos do ciclo que, neste caso específico, é a data de brotação. Portanto, a rigor, importa conhecer o comportamento térmico de uma série longa de ciclos e as respostas das plantas no tocante a este comportamento, num local particular.

Uma contribuição importante deste trabalho para futuras pesquisas agrometeorológicas visando a previsão de eventos fenológicos foi demonstrar que, através da estratégia usada neste trabalho, os efeitos térmicos quantificados pelos modelos poderiam explicar satisfatoriamente a variabilidade no número de dias até o início da brotação das videiras se a partir de uma data base (biofix) não houvesse a interferência de novas

incursões de baixas temperaturas (abaixo da temperatura base). Para as futuras pesquisas, sugerimos que sejam levadas em conta as variantes relativas ao comportamento térmico pós-biofix, no formato de um modelo composto por duas partes integradas: disponibilidade de frio no inverno e sua interferência na disponibilidade de calor em relação à uma norma estável (normal climatológica). De acordo com esta teoria, as previsões de data de superação da dormência em videiras, possivelmente, poderão melhorar as suas estimativas, de modo especial para as cultivares de brotação tardia.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTHOFF, D. A; BRAGA, H. J; VIEIRA H. J. **Determinação das melhores épocas de plantio do milho precoce e tardio para a região oeste de Santa Catarina**. Florianópolis : EMPASC, 1987. (Documentos, 88).

ANGELOCCI, L. R. et al. Estimativa do total de horas abaixo de determinada temperatura-base através das medidas diárias da temperatura do ar. **Bragantia**, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 27-36, 1979.

ASHCROFT, G. L; RICHARDSON, E. A; SEELEY, S. D. A statistical method of determining chill unit and growing degree hour requirements for deciduous fruit trees. **HortScience**, Alexandria, v. 12, n. 4, p. 347-349, 1977.

BAILLOD, M; BAGGIOLINI, M. Les stades repères de la vigne. **Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture**, Lausanne, v. 28, p. 7-9, 1993.

BARNOLA, P; CHAMPAGNAT, P; LAVARENNE, S. Taille en vert des rameaux et dormance des bourgeons chez le noisetier. **Cahiers de la Recherche Acad. Agriculture France**, Paris, v. 62, p. 1163-1171, 1976.

BERLATTO, M. A; SUTILI, V. R. Determinação das temperaturas-base dos subperíodos emergência-pendoamento e emergência-espigamento de três cultivares de milho (*Zea mays* L.). In: REUNIÃO TÉCNICA DO MILHO E SORGO, 21., 1976, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 1976. p. 523-527.

BIDABE, B. Action de la température sur l'évolution des bourgeons de pommier et comparasion de méthodes de controle de l'époque de florasion. **Annales de Physiologie végétale**, Paris, v. 9, p. 65-86, 1967.

BRAGA, H. J; STECKERT, R. **Estimativa de horas de frio abaixo de 7,2 °C e 13 °C para 10 localidades do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis : EMPASC, 1987. (Documentos, 90).

BRAGA, H. J. **Previsão agrícola**: uma nova abordagem - uso de scanner aerotransportável e redes neurais. Florianópolis: UFSC, 1995. v. 30.

BRANAS, J; BERNON, G; LEVADOUX, L. **Éléments de viticulture générale**. Montpellier: École Nationale d'Agriculture de Montpellier, 1946.

BRUNINI, O. **Relações solo-água-planta em cultura de arroz em condições de sequeiro**. Piracicaba : ESALQ, 1975. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1975.

BRUNINI, O. et al. Determinação dos índices biometeorológicos para variedades de arroz IAC- 1246 e Pratão precoce. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 8, p. 928-931, 1976.

BURIOL, G. A. et al. Disponibilidade de horas de frio na região central do Rio Grande do Sul: 2 - Distribuição geográfica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 5, 2000.

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003

CAMARGO, U. A. **Uvas do Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. p. 21-23.

CAMARGO, U. A. Porta Enxertos e Cultivares de Videiras. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Uva e Vinho. **Curso de Capacitação Técnica em Viticultura**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 5-7.

CHAMPAGNAT, P. Rest and activity in vegetative buds of trees. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FOREST TREE PHYSIOLOGY, 1989, Nancy. **Proceedings...** Nancy, 1989. p. 46.

CITADIN, I. **Necessidade de calor para antese e brotação em pessegueiro [Prunus persica (L.) Batsch]**. Pelotas : UFPel, 1999. Dissertação(Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 1999.

DAMARIO, E. A; PASCALE, A. I. Estimation de sumas de temperaturas efectivas normales para estudios agroclimáticos. **Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad de Buenos Aires**, Buenos Aires, v. 19, n. 3, p.109-124, 1971.

DIAZ, D. H; ALVAREZ, A; SANDOVAL, J. Cultural and chemical practices to induce uniform bud break of peach and apple under warm climates in Mexico. **Acta Horticulturae**, The Hage, v. 199, p. 129-136, 1987.

EBERT, A. et al. First experiences with chill-unit models in Southern Brazil: Modelling in Fruit Research. **Acta Horticulturae**, Hohenheim, Germany, v. 184, p. 74-86, 1986.

EICHORN, K.W.; LORENZ, D.H. Phaenologische Entwicklungsstadien der Rebe. **European And Mediterranean Plant Protection Organization**, Paris, p.295-298, 1984.

EMBRAPA UEPAE-BG. **Relatório Técnico Anual – 1981**. Bento Gonçalves, 1982.

EMBRAPA. Centro Nacional de Uva e Vinho. **Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves, 2004. CD-ROM.

EREZ, A.; LAVEE, S. The effect of climatic conditions on dormancy development of peach buds. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 96, n. 6, p. 711-714, 1971.

EREZ, A. et al. Quantitative chilling enhancement and negation in peach buds by high temperatures in a daily cycle. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 104, n. 4, p. 536-540, 1979 a.

EREZ, A. et al. The effect of cycle length chilling negation by high temperatures in dormant peach leaf buds. **Journal American Society Horticulture Science**, Alexandria, v. 104, p. 573-576, 1979 b.

EREZ, A.; COUVILLON, G. A. Characterization of the influence of moderate temperatures on rest completion in peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 112, n. 4, p. 677-680, 1987.

EREZ A. et al., Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the Dynamic model. **Acta Horticulturae**, Bet Dagan, n. 232, p. 76-89, 1988.

EREZ, A; FISHMAN, S. The Dynamic Model for rest completion in peach buds. **Acta Horticulturae**, Logan, n. 276, p. 165-174, 1990.

EREZ, A. Means to compensate for insufficient chilling to improve bloom and leafing. **Acta Horticulturae**, Kioto, n. 395, p.81-95, 1995.

EREZ, A. Bud dormancy: Phenomenon, problems and solutions in the tropics and subtropics. In: TEMPERATE fruit crops in warm climates. London: Kluwer Academic, 2000. p. 17-48.

FAUST, M. et al. Bud dormancy in perennial fruit trees: Physiological basis for dormancy induction, maintenance and release. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 4, p. 623-629, 1997.

GIL, G. **El potencial productivo, crecimiento vegetativo y diseño de huertos y viñedos**. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile, 1999.

GIL, G.; PSZCZOLKOWSKI, P. **Viticultura, fundamentos para optimizar producción y calidad**. Santiago, Chile: Universidad Católica de Chile, 2007.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Renascença, 1999. p.11-18;70-78.

HARDING, P. H; COCHRANE, J; SMITH L. P. Forecasting the flowering stages of apple varieties in Kent, England, by the use of meteorological data. **Agricultural Meteorology**, Amsterdam, v. 17, p. 49-54, 1976.

HERNÁNDEZ, A. **Introducción al vino de Chile**. Santiago, Chile : Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile, 2000. Colección en Agricultura.

HERTER, F. G. **Dormance des bourgeons et phénologie de quelques cultivares de pommier**: effet de la température em interaction avec lê génotype. Clermont Ferrand, França : Université Blaise Pascal, 1992. Tese (Doutorado - Fisiologia Vegetal) – Université Blaise Pascal, Clermont Ferrand, França, 1992.

HERTER, F. G. et al. Efeito do frio na brotação de gemas de pereira (*Prunus communis* L.) cv. carrick, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, 2001.

HIDALGO, L. **Tratado de Viticultura General**. Madrid, Espanha: Mundi-Prensa, 1993.

KLISH, A. J. **Forecasting maturity date of snap beans in South Carolina U.S.** New York: Dept. Commerce Tech. mem, 1967. v. 20

LANG, G. A. et al. Endo-, para- and ecodormancy: physiological terminology and classification for dormancy research. **HortScience**, Alexandria, v.22, p. 371-378, 1987.

LAVEE, S; MAY, P. Dormancy of grapevine buds: facts and speculation. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 3, p. 31-46, 1997.

LEÃO, P. C; SILVA, E. E. G. Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 375-378, 2003

LUCCHESI, A. A. et al. Estimativa de graus-dia acumulados no ciclo de frutificação de cultivares de abacateiros (*Persea americana*, Miller). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 34, p. 317-325, 1977.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na "Serra Gaúcha"**. 2002. Tese. (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. 196p.

MANDELLI, F.; TONIETTO, J. **Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado**. 2003. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/> Bento Gonçalves. Acesso em: janeiro 2008.

MANDELLI, F. **Comportamento meteorológico e sua influência sobre a vindima de 2006 na Serra Gaúcha**. Bento Gonçalves : Embrapa Uva e Vinho, 2007. Comunicado Técnico.

MARTÍNEZ DE TODA, F. **Biología de la vid**: fundamentos biológicos de la viticultura. Madrid, Espanha: Mundi-Prensa, 1991.

MATZENAUER, R et al. Horas de frio no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.11, n.1-2, p.63-68, 2005.

MAUGET, J.C. Dormance des bourgeons chez les arbres fruitiers de climat tempèrè. In: GUAYADER H. **Le dèveloppement des vègetaux**: Aspects Thèoriques et synthétiques. Paris: Masson, 1987. p. 133-150.

MCINTYRE, G. N; LIDER, L. A; FERRARI, N. L. The chronological classification of grapevine phenology. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 33, n. 2, p. 80-85, 1982.

MELO, L. P; TENENTE, R. V; OLIVEIRA, M. V. **Cálculo de graus-dia acumulados para subsidiar ações de gerenciamento de risco de pragas**. Brasília: Embrapa Recursos Energéticos e Biotecnologia, 2006. (Comunicado Técnico, 145).

MIELE, A; MIOLO, A. **O Sabor do Vinho**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.

NIGHTINGALE, G. T; BLAKE, M. A. **Effects of temperature on the growth and composition of Stayman and Baldwin apple trees**. New Jersey: New Jersey Agricultural Experiment Station, 1934. (Bulletin, 566).

NIR, G. et al. The involvement of catalase in the dormancy of grapevine buds. In: INTERNATIONAL SEMINAR OF BUD DORMANCY IN GRAPIVINES: POTENTIAL AND PRACTICAL USES OF HYDROGEN CYANAMIDE ON GRAPEVINES, Davis, 1984. **Proceedings...** Davis: University of Califórnia, 1984. p. 40-43.

NOAKES, G. C. L; ALLAN, P. Comparasion of two models for the prediction of rest completion in peaches. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 59, p. 107-113, 1994.

OLIVEIRA, M. Calculation of budbreak and flowering base temperature for *Vitis vinifera* cv. Touriga Francesa in the Douro region of Portugal. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, n. 1, p.74-78, 1998.

OMRAN, R.G., Peroxide levels and activities of catalase, peroxidase, and indolacetic acid oxidase during and after chilling of cucumber seedlings. **Plant Physiology**, local de publicação, v.65, p.407-408, 1980.

PETRI, J. L. et al. **Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 1996.

POUGET, R. Le débourrement des bourgeons de la vigne : méthode de prévision et principes d'établissement d'une échelle de précocité de débourrement. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v.22, n.2, p.105-123, 1988.

PROTAS, J.S.F. **Uvas Viníferas para Processamento em Regiões de Clima Temperado**. 2003. Disponível em <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/> Bento Gonçalves. Acesso em: janeiro 2008.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2007. R: A language and environment for statistical computing. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Vienna, Austria. Acesso em: setembro de 2007.

RASEIRA, M. C. B; PAIVA, E; LEAL, M. L. **Necessidade de frio em pessegueiro**: correlação entre semente e planta. Pelotas: EMBRAPA, 1982. (Boletim de pesquisa, 2).

RÉAUMUR, R. A. F. **Observation du thermometer, faites à Paris pendant l'année 1735, compares avec celles qui ont été faites sous la ligne, à l'Isle de France, à Alger et en quelques-unes de nos isles de l'Amérique**. Paris : Mémoires de l'Académie des Sciences, 1735. 545p.

RICHARDSON, E. A; SEELEY, S. D; WALKER, D. R. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. **HortScience**, Alexandria, v. 1, p. 331-332, 1974.

RICHARDSON, E. A. et al. Pheno-climatography of spring peach bud development. **Hortscience**, Alexandria, v 10, p. 331-332, 1975.

RIZZON, L. A; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 2, 2002.

ROBERTSON, G. W. A biometeorological time scale for a cereal crop involving day and night temperatures and photoperiod. **International Journal of Biometeorology**, [S.l.], v. 12, n. 3, p. 191-223, 1968.

RUFFO, S. R. et al. Fenologia e soma térmica (graus-dia) para a videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) cultivada no Noroeste do Paraná. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 25, n. 4, p. 273-280, 2004.

SHALTOUT, A. D; UNRATH, C. R. Rest completion prediction model for 'Starkrimson Delicious' apples. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, p. 957-961, 1983.

SILVA, J. B; HERTER, F.G; PAZ, S. R. Disponibilidade das horas de frio ($hf \leq 7,2^{\circ}C$) na Encosta da Serra do Sudeste, em Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 113-122, 2002.

SPIEGEL-ROY, P; ALSTON, F. H. Chilling and post-dormant heat requirement as selection criteria for late-flowering pears. **Journal of Horticultural Science**, Ashfor Kent, v. 54, n. 2, p.115-120, 1979.

WINKLER, A. J. et al. **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1974.

ZANETTE, F; CARVALHO, R. I. N; DRON, C. Effect of low temperature on dormancy intensity in one, two and three year-old-buds of apple tree. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT DORMANCY, 2., Angers, France 2000. [Angers, FR], 2000. p.13-17.

ZULUAGA, P. A. et al. **Ecología de la vid en la República Argentina**. Mendoza: Ipsilón, 1971.

8 APÊNDICES

APÊNDICE 1. Vista da área experimental, com as cultivares Chardonnay e Cabernet Sauvignon no sistema latada (esquerda) e sistema lira (direita) e Concord (direita ao fundo). Bento Gonçalves, RS. 2007.



APÊNDICE 2. Média e desvio padrão dos coeficientes de correlação obtidos no final da cada mês entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB da cultivar Cabernet Sauvignon, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS.

Cabernet Sauvignon - 1984 a 1993					
Modelo	abr	mai	jun	jul	ago
Coeficientes de correlação					
HF-7	0,21	0,20	0,26	0,80	0,70
HF-10	0,44	0,27	0,32	0,78	0,71
CNESG	0,35	0,42	0,51	0,82	0,74
CNSG	0,35	0,46	0,53	0,79	0,69
UTESG	0,24	0,34	0,48	0,82	0,72
UTSG	0,23	0,38	0,55	0,82	0,72
UTR	0,42	0,24	0,37	0,77	0,64
CN	0,15	0,29	0,43	0,61	0,55
CNE	0,10	0,40	0,51	0,72	0,64
UT	-0,02	0,12	0,29	0,52	0,47
UTE	0,00	0,28	0,51	0,76	0,66
DIN	0,55	0,46	0,58	0,83	0,76
Média	0,25	0,32	0,445	0,753	0,67
DP	0,18	0,11	0,11	0,10	0,08

APÊNDICE 3. Média dos coeficientes de correlação obtidos no final da cada mês entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB da cultivar Chardonnay, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS.

Chardonnay – 1984 a 1993					
Modelo	abr	mai	jun	jul	ago
Coeficientes de correlação					
HF-7	0,388	-0,305	-0,356	0,172	0,277
HF-10	0,105	-0,447	-0,366	0,091	0,168
CNESG	-0,105	-0,171	-0,103	0,198	0,177
CNSG	-0,105	-0,126	-0,085	0,151	0,157
UTESG	-0,172	-0,229	-0,136	0,242	0,234
UTSG	-0,112	-0,179	-0,063	0,275	0,300
UTR	0,090	-0,489	-0,342	0,080	0,098
CN	0,376	-0,393	-0,329	-0,109	-0,114
CNE	0,174	-0,132	-0,095	0,093	0,099
UT	-0,169	-0,438	-0,352	-0,114	-0,100
UTE	0,411	0,124	0,002	0,281	0,300
DIN	-0,046	-0,237	-0,030	0,245	0,296
Média	0,187	0,275	0,188	0,171	0,193
DP	0,22	0,17	0,15	0,13	0,14

APÊNDICE 4. Média dos coeficientes de correlação obtidos no final da cada mês entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB da cultivar Concord, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do NPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Concord – 1984 a 1993					
Modelo	abr	mai	jun	jul	ago
Coeficientes de correlação					
HF-7	0,552	0,358	0,510	0,670	0,747
HF-10	0,517	0,316	0,469	0,520	0,635
CNESG	0,459	0,299	0,446	0,358	0,474
CNSG	0,459	0,388	0,479	0,407	0,517
UTESG	0,405	0,253	0,436	0,335	0,461
UTSG	0,424	0,363	0,517	0,409	0,519
UTR	0,461	0,265	0,439	0,467	0,553
CN	0,233	0,144	0,307	0,259	0,323
CNE	0,198	0,410	0,495	0,434	0,513
UT	-0,160	-0,025	0,178	0,151	0,235
UTE	0,223	0,427	0,530	0,443	0,532
DIN	0,424	0,395	0,548	0,487	0,521
Média	0,350	0,299	0,446	0,412	0,502
DP	0,20	0,13	0,11	0,13	0,13

APÊNDICE 5. Média dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos no período entre primeiro de julho e 30 de setembro entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB das cultivares Cabernet Sauvignon, Chardonnay e Concord, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS.

Cultivares			
Dia	Cabernet Sauvignon	Chardonnay	Concord
Coeficientes de determinação			
1/jul	0,20	0,08	0,18
2/jul	0,19	0,08	0,18
3/jul	0,19	0,09	0,15
4/jul	0,19	0,08	0,14
5/jul	0,18	0,07	0,13
6/jul	0,17	0,08	0,11
7/jul	0,18	0,08	0,09
8/jul	0,18	0,08	0,08
9/jul	0,18	0,08	0,06
10/jul	0,18	0,09	0,05
11/jul	0,18	0,09	0,04
12/jul	0,18	0,09	0,03
13/jul	0,21	0,07	0,04
14/jul	0,24	0,06	0,04
15/jul	0,26	0,05	0,04
16/jul	0,29	0,04	0,04
17/jul	0,32	0,03	0,04
18/jul	0,33	0,03	0,04
19/jul	0,32	0,03	0,04
20/jul	0,32	0,03	0,05
21/jul	0,31	0,04	0,06
22/jul	0,31	0,04	0,07
23/jul	0,32	0,04	0,08

Continuação APÊNDICE 5. Média dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos no período entre primeiro de julho e 30 de setembro entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB das cultivares Cabernet Sauvignon, Chardonnay e Concord, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS.

Cultivares			
Dia	Cabernet Sauvignon	Chardonnay	Concord
Coeficientes de determinação			
28/jul	0,47	0,02	0,12
29/jul	0,49	0,02	0,13
30/jul	0,51	0,02	0,15
31/jul	0,51	0,02	0,15
1/ago	0,52	0,03	0,15
2/ago	0,54	0,04	0,17
3/ago	0,57	0,04	0,19
4/ago	0,59	0,05	0,21
5/ago	0,59	0,05	0,20
6/ago	0,58	0,05	0,19
7/ago	0,56	0,05	0,20
8/ago	0,54	0,05	0,21
9/ago	0,54	0,06	0,21
10/ago	0,55	0,06	0,19
11/ago	0,55	0,05	0,17
12/ago	0,54	0,05	0,15
13/ago	0,54	0,05	0,14
14/ago	0,55	0,06	0,14
15/ago	0,55	0,07	0,14
16/ago	0,56	0,07	0,16
17/ago	0,55	0,07	0,17
18/ago	0,56	0,07	0,19
19/ago	0,54	0,06	0,19
20/ago	0,52	0,06	0,19
21/ago	0,49	0,05	0,18
22/ago	0,47	0,04	0,18
23/ago	0,44	0,03	0,17
24/ago	0,43	0,04	0,17
25/ago	0,43	0,04	0,18
26/ago	0,43	0,04	0,18
27/ago	0,43	0,04	0,19
28/ago	0,44	0,04	0,19
29/ago	0,45	0,04	0,20
30/ago	0,42	0,04	0,22
31/ago	0,39	0,03	0,22
1/set	0,38	0,03	0,21
2/set	0,39	0,03	0,21
3/set	0,39	0,03	0,20
4/set	0,38	0,03	0,19
5/set	0,35	0,02	0,19
6/set	0,33	0,03	0,19
7/set	0,30	0,03	0,17
8/set	0,30	0,03	0,17
9/set	0,32	0,02	0,18
10/set	0,33	0,02	0,19

Continuação APÊNDICE 5. Média dos coeficientes de determinação (R^2) obtidos no período entre primeiro de julho e 30 de setembro entre os valores acumulados por cada modelo e os DIB das cultivares Cabernet Sauvignon, Chardonnay e Concord, no período de 1984 a 1993, a partir dos dados de fenologia do BAG do CNPUV. Bento Gonçalves, RS.

Cultivares			
Dia	Cabernet Sauvignon	Chardonnay	Concord
Coeficientes de determinação			
14/set	0,35	0,02	0,21
15/set	0,37	0,02	0,21
16/set	0,36	0,02	0,20
17/set	0,34	0,02	0,19
18/set	0,33	0,02	0,17
19/set	0,33	0,02	0,17
20/set	0,31	0,02	0,18
21/set	0,30	0,02	0,18
22/set	0,29	0,02	0,19
23/set	0,29	0,02	0,20
24/set	0,29	0,02	0,22
25/set	0,29	0,02	0,21
26/set	0,29	0,02	0,21
27/set	0,30	0,02	0,20
28/set	0,30	0,02	0,19
29/set	0,30	0,02	0,19
30/set	0,32	0,02	0,19

APÊNDICE 6. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira, no período entre primeiro de setembro e seis de outubro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Cabernet Sauvignon – Sistema lira – ciclo 2006						
Planta	01/09	08/09	15/09	22/09	29/09	06/10
Brotação (%)						
P1	39,74	19,87	36,42	52,98	56,29	59,60
P2	35,14	0,00	13,51	32,43	35,14	40,54
P3	27,27	6,06	27,27	51,52	54,55	60,61
P4	20,00	5,00	25,00	42,50	45,00	47,50
P5	17,41	19,90	37,31	52,24	54,73	62,19
P6	30,05	21,86	30,05	51,91	54,64	62,84
P7	0,00	14,42	31,25	50,48	57,69	62,50
P8	20,73	15,54	25,91	51,81	54,40	56,99
P9	16,99	12,14	21,84	50,97	55,83	58,25
P10	0,00	21,51	37,63	56,45	61,83	72,58
Média	20,73	13,63	28,62	49,33	53,01	58,36
DP	13,26	7,69	7,62	6,88	7,54	8,81

APÊNDICE 7. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema latada tradicional, no período de primeiro de setembro a seis de outubro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUEV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Cabernet Sauvignon – Sistema latada tradicional – ciclo 2006						
Planta	01/09	08/09	15/09	22/09	29/09	06/10
	Brotação (%)					
P1	43,96	0,00	13,74	27,47	32,97	38,46
P2	12,30	0,00	12,30	40,98	57,38	57,38
P3	22,35	0,00	19,55	33,52	53,07	53,07
P4	0,00	14,53	14,53	37,79	46,51	49,42
P5	9,62	3,21	48,08	54,49	57,69	64,10
P6	6,12	8,16	32,65	38,78	44,90	53,06
P7	14,08	2,35	16,43	44,60	49,30	61,03
P8	10,53	0,00	13,16	34,21	44,74	57,89
P9	7,98	0,00	10,64	26,60	47,87	58,51
P10	5,26	0,00	18,42	52,63	57,89	65,79
Média	13,22	2,83	19,95	39,11	49,23	55,87
DP	12,32	4,87	11,67	9,44	7,75	7,93

APÊNDICE 8. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema latada tradicional, no período de 22 de julho a primeiro de setembro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUEV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Chardonnay – sistema latada tradicional – ciclo 2006								
Planta	22/jul	28/jul	31/jul	2/ago	11/ago	18/ago	25/ago	1/set
	Brotação (%)							
P1	49,17	53,33	20,34	16,27	22,37	50,84	50,84	63,05
P2	68,25	72,99	41,67	29,17	35,42	66,67	72,92	81,25
P3	33,98	35,52	7,72	17,36	38,59	52,09	52,09	65,60
P4	41,27	46,03	3,45	10,34	37,93	48,28	65,52	70,69
P5	63,60	65,90	36,80	24,00	25,60	52,80	57,60	68,80
P6	30,03	33,45	6,92	19,02	34,58	41,50	51,88	74,36
P7	48,54	54,37	19,82	14,41	41,44	54,05	66,67	70,27
P8	23,97	24,79	3,59	8,98	37,72	66,46	71,85	73,65
P9	39,16	46,15	21,75	18,13	27,19	58,00	63,44	68,88
P10	25,71	34,29	0,00	4,78	45,42	66,94	78,89	83,67
Média	42,37	46,68	16,21	16,25	34,63	55,76	63,17	72,02
DP	15,11	15,27	14,44	7,17	7,35	8,64	9,82	6,46

APÊNDICE 9. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira, no período de 22 de julho a primeiro de setembro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUEV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Chardonnay – Sistema lira – ciclo 2006								
Planta	22/jul	28/jul	31/jul	2/ago	11/ago	18/ago	25/ago	1/set
	Brotação (%)							
P1	21,82	29,09	2,84	2,84	36,93	42,61	53,98	59,66
P2	10,83	17,50	5,10	2,55	43,37	56,12	56,12	58,67
P3	21,24	31,86	7,66	5,11	28,08	28,08	43,40	45,95
P4	41,24	49,48	7,73	7,73	46,39	48,97	54,12	64,43
P5	13,54	21,88	2,50	0,00	45,00	45,00	57,50	62,50

Continuação APÊNDICE 9. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação da cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira, no período de 22 de julho a primeiro de setembro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Chardonnay – Sistema lira – ciclo 2006								
Planta	22/jul	28/jul	31/jul	2/ago	11/ago	18/ago	25/ago	1/set
Brotação (%)								
P6	20,21	24,47	2,45	2,45	34,31	36,76	49,02	56,37
P7	24,66	28,31	0,00	0,00	57,47	57,47	60,34	66,09
P8	46,86	51,05	0,00	5,66	36,80	50,95	50,95	53,78
P9	33,49	39,07	0,00	2,17	8,66	23,82	43,32	47,65
P10	50,57	57,47	20,45	29,55	34,09	43,18	47,73	50,00
Média	28,45	35,02	4,87	5,81	37,11	43,30	51,65	56,51
DP	13,86	13,61	6,20	8,69	12,95	11,12	5,79	7,03

APÊNDICE 10. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Concord, no período de 11 de agosto a 22 de setembro de 2006, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Concord – ciclo 2006							
Planta	11/ago	18/ago	25/ago	1/set	8/set	15/set	22/set
Brotação (%)							
P1	0,00	0,00	20,69	44,83	48,28	62,07	75,86
P2	0,00	17,54	31,58	45,61	49,12	56,14	73,68
P3	0,00	0,00	17,75	49,70	49,70	53,25	81,65
P4	0,00	8,16	24,49	40,82	40,82	48,98	53,06
P5	0,00	4,84	14,51	29,03	33,87	77,41	77,41
P6	0,00	6,38	15,96	38,30	51,07	60,64	73,41
P7	0,00	2,83	19,81	56,61	62,27	67,93	82,08
P8	0,00	12,93	43,10	60,34	73,28	73,28	77,59
P9	0,00	5,66	25,47	33,97	50,95	53,78	70,76
P10	0,00	2,91	34,95	32,04	46,61	55,35	69,91
Média	0,00	6,13	24,83	43,12	50,59	60,88	73,54
DP	0,00	5,57	9,19	10,35	10,81	9,32	8,27

APÊNDICE 11. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema lira, no período de 17 de setembro a 15 de outubro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Cabernet Sauvignon – Sistema lira - ciclo 2007						
Planta	17/set	21/set	26/set	3/out	8/out	15/out
Brotação (%)						
P1	16,90	0,00	0,00	28,95	71,05	84,21
P2	15,56	2,56	2,56	25,64	84,62	84,62
P3	15,85	8,11	8,11	56,76	86,49	89,19
P4	9,47	2,63	2,63	50,00	89,47	89,47
P5	5,05	6,67	6,67	26,67	53,33	60,00
P6	6,12	0,00	0,00	54,76	83,33	85,71
P7	12,99	0,00	0,00	51,16	86,05	86,05
P8	8,11	2,56	2,56	56,41	79,49	84,62
P9	8,11	2,27	2,27	50,00	77,27	93,18
P10	8,75	9,09	9,09	54,55	81,82	90,91
Média	10,69	3,38	3,39	45,49	79,29	84,80
DP	4,29	3,39	3,39	12,95	10,53	9,23

APÊNDICE 12. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Cabernet Sauvignon conduzida no sistema latada tradicional, no período de 17 de setembro a 15 de outubro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUEV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Cabernet Sauvignon – Sistema latada tradicional - ciclo 2007					
Planta	17/set	26/set	3/out	8/out	15/out
Brotação (%)					
P1	0,00	20,00	52,00	80,00	84,00
P2	5,65	66,67	41,67	80,56	83,33
P3	2,53	29,17	50,00	72,92	75,00
P4	3,67	52,38	54,76	88,10	90,48
P5	0,00	12,50	52,08	72,92	77,08
P6	3,73	13,51	32,43	72,97	78,38
P7	3,73	13,51	32,43	72,97	78,38
P8	4,17	50,00	53,33	70,00	76,67
P9	0,00	10,20	55,10	85,71	89,80
P10	3,70	20,51	53,85	74,36	79,49
Média	2,72	28,85	47,77	77,05	81,26
DP	2,02	20,18	8,94	6,17	5,45

APÊNDICE 13. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema latada tradicional, no período de 22 de agosto a 12 de setembro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUEV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

Chardonnay – Sistema lira – ciclo 2007				
Planta	22/ago	29/ago	5/set	12/set
Brotação (%)				
P1	0,00	7,27	36,36	47,27
P2	1,67	0,00	50,00	66,67
P3	7,69	0,00	27,78	66,67
P4	2,02	0,00	31,15	52,46
P5	5,60	2,27	56,82	65,91
P6	0,88	0,00	19,15	85,11
P7	2,06	0,00	32,65	73,47
P8	4,31	0,00	26,32	68,42
P9	0,00	2,04	12,24	77,55
P10	0,00	0,00	50,98	62,75
Média	2,42	1,16	34,35	66,63
DP	2,63	2,33	14,42	11,06

APÊNDICE 14. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira, no período de 22 de agosto a 12 de setembro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUEV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

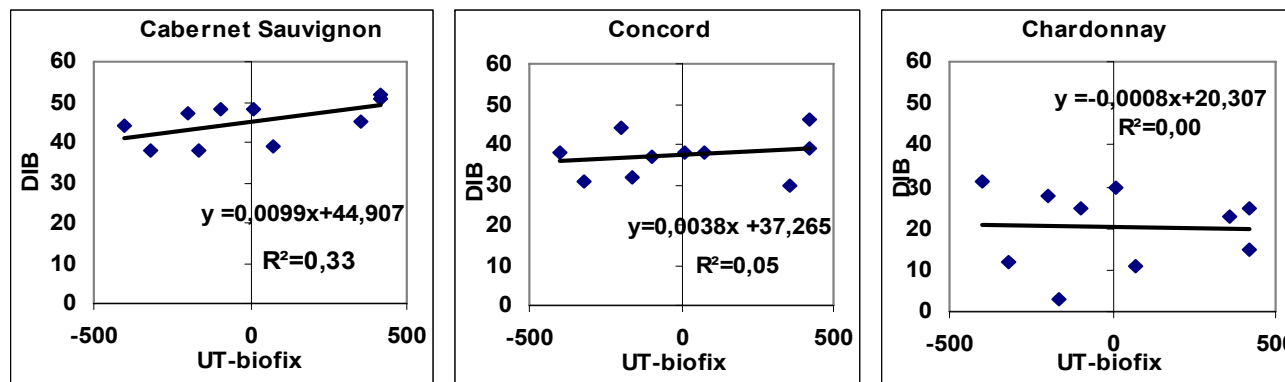
Chardonnay – Sistema latada tradicional – ciclo 2007				
Planta	22/ago	29/ago	5/set	12/set
Brotação (%)				
P1	9,38	23,26	51,16	72,09
P2	1,82	27,50	57,50	85,00
P3	0,00	2,44	43,90	85,37

Continuação APÊNDICE 14. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Chardonnay conduzida no sistema lira, no período de 22 de agosto a 12 de setembro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

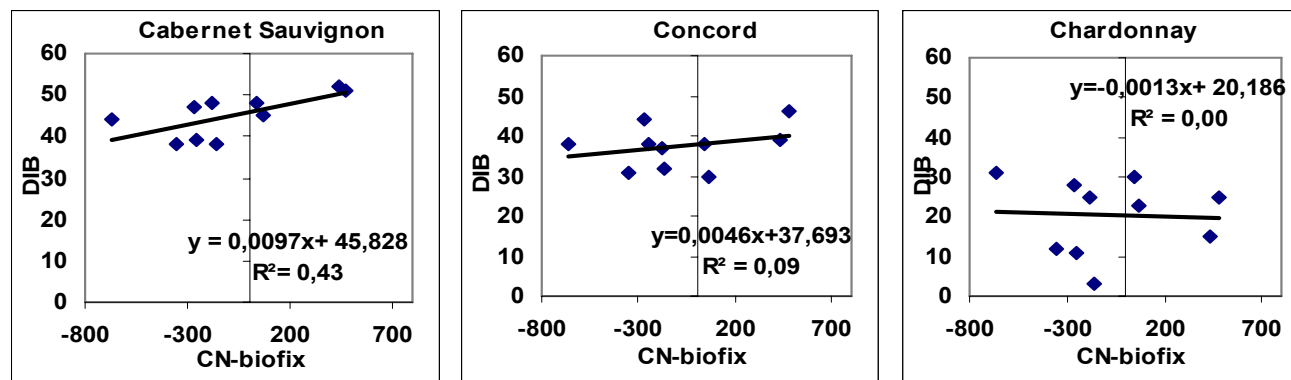
Chardonnay – Sistema latada tradicional – ciclo 2007				
Planta	22/ago	29/ago	5/set	12/set
Brotação (%)				
P4	3,81	11,63	60,47	81,40
P5	0,71	0,00	39,62	84,91
P6	0,00	4,88	51,22	80,49
P7	5,98	2,13	59,57	78,72
P8	0,80	0,00	50,88	77,19
P9	0,00	0,00	37,50	80,00
P10	0,00	8,82	52,94	82,35
Média	2,25	8,07	50,48	80,75
DP	3,20	9,97	7,95	4,11

APÊNDICE 15. Percentuais de brotação obtidos pela avaliação fenológica da cultivar Concord, no período de 5 a 26 de setembro de 2007, cultivada nos campos experimentais da CNPUV-Embrapa. Bento Gonçalves, RS.

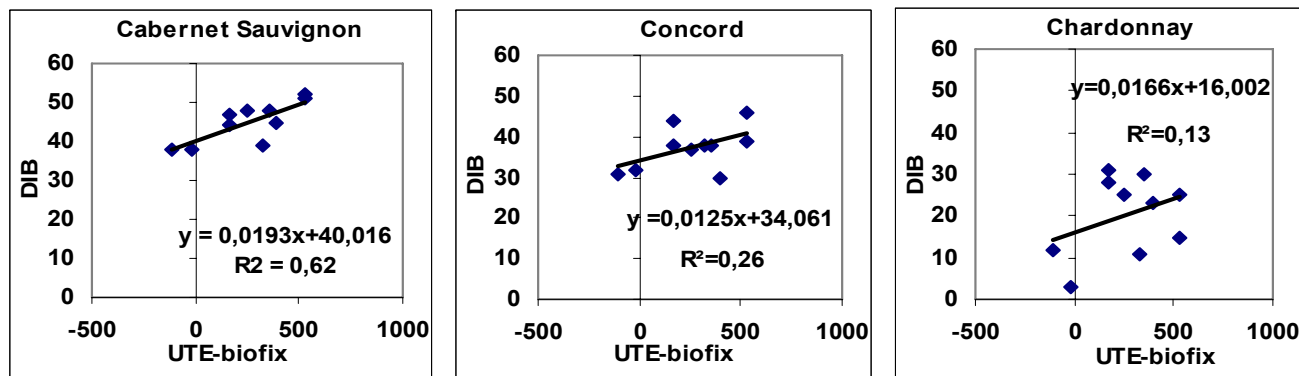
Concord – ciclo 2007				
Planta	5/set	12/set	19/set	26/set
Brotação (%)				
P1	0,00	81,48	62,96	88,89
P2	0,00	66,67	60,00	80,00
P3	0,00	52,63	78,95	89,47
P4	0,00	63,16	68,42	73,68
P5	0,00	5,56	55,56	72,22
P6	0,00	68,42	57,89	84,21
P7	0,00	50,00	75,00	80,00
P8	0,00	56,25	68,75	68,75
P9	0,00	68,75	81,25	81,25
P10	0,00	70,00	80,00	80,00
Média	0,00	58,29	68,88	79,85
DP	0,00	20,73	9,59	6,79



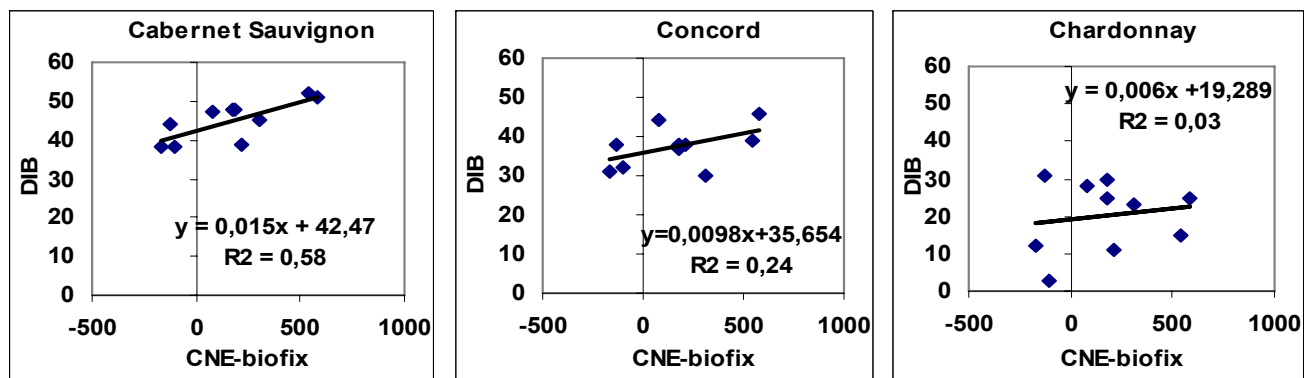
APÊNDICE 16. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UT-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, 1984 a 1993.



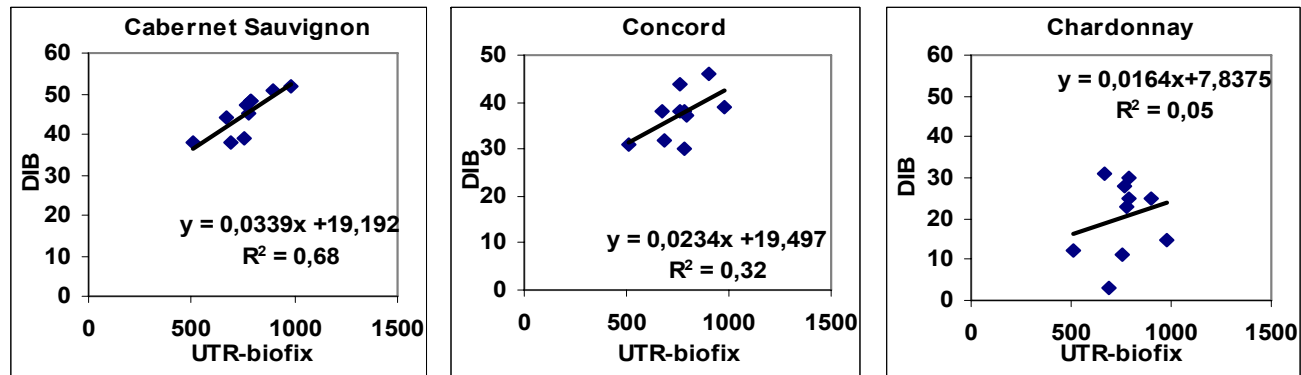
APÊNDICE 17. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CN-biofix) de cada ciclo obtidos através do modelo Carolina do Norte e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



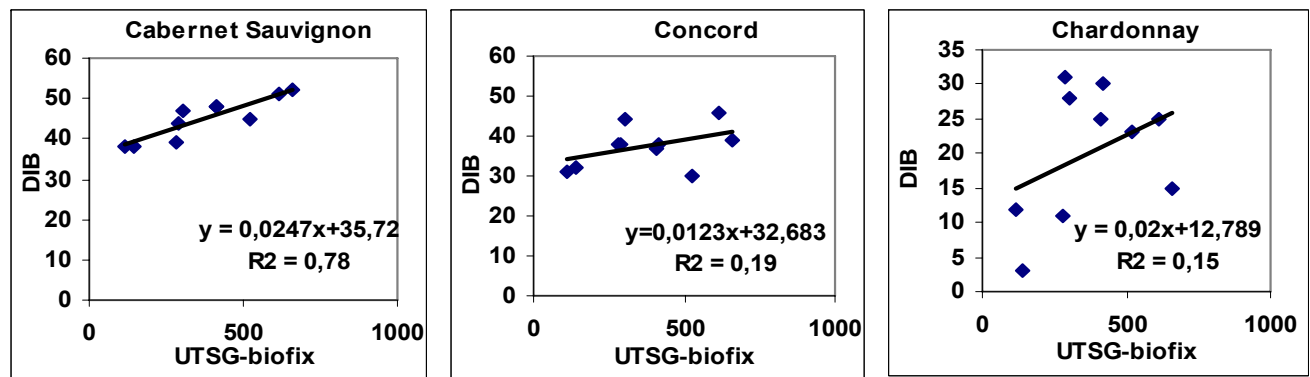
APÊNDICE 18. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UTE-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah modificado por Ebert *et al.* (1986) e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves,RS,1984 a 1993.



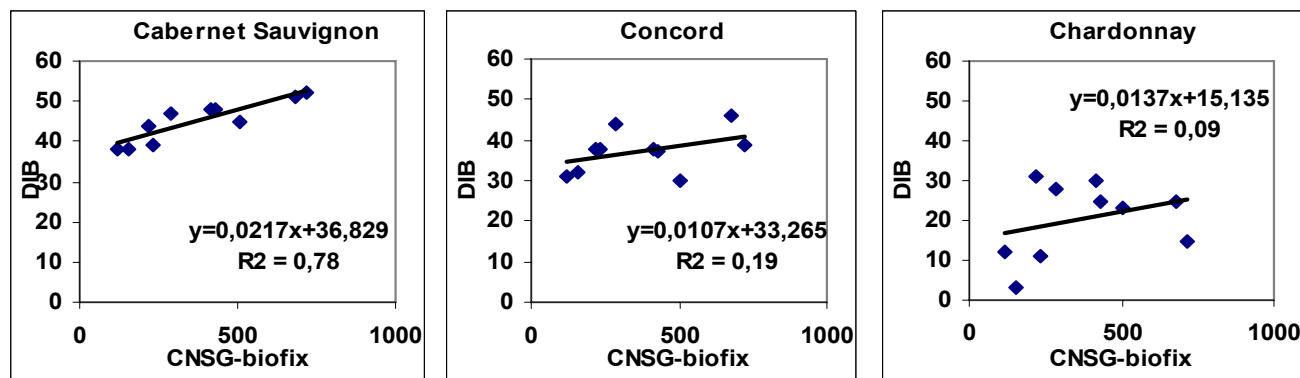
APÊNDICE 19. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CNE-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Carolina do Norte modificado por Ebert *et al.* (1986) e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves,RS, 1984 a 1993.



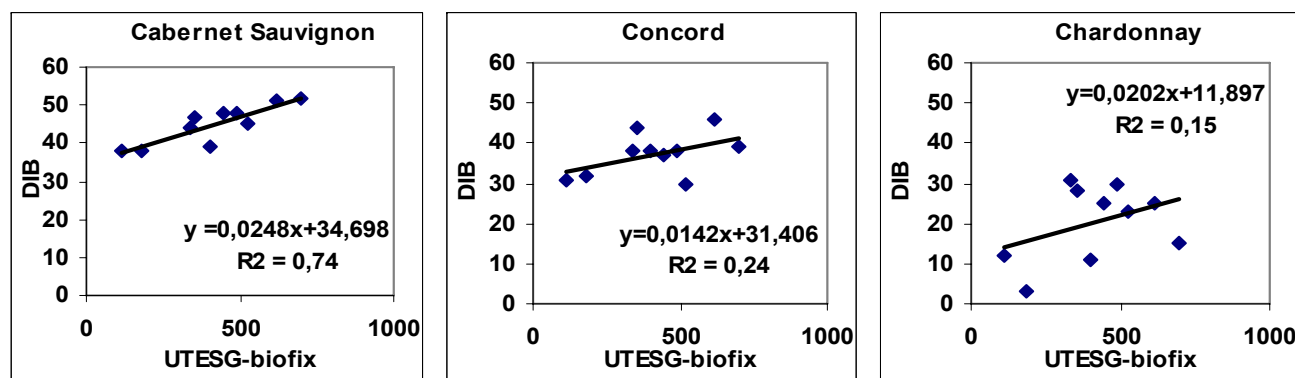
APÊNDICE 20. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UTR-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo de Utah utilizado por Raseira *et al.*, (1982) e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



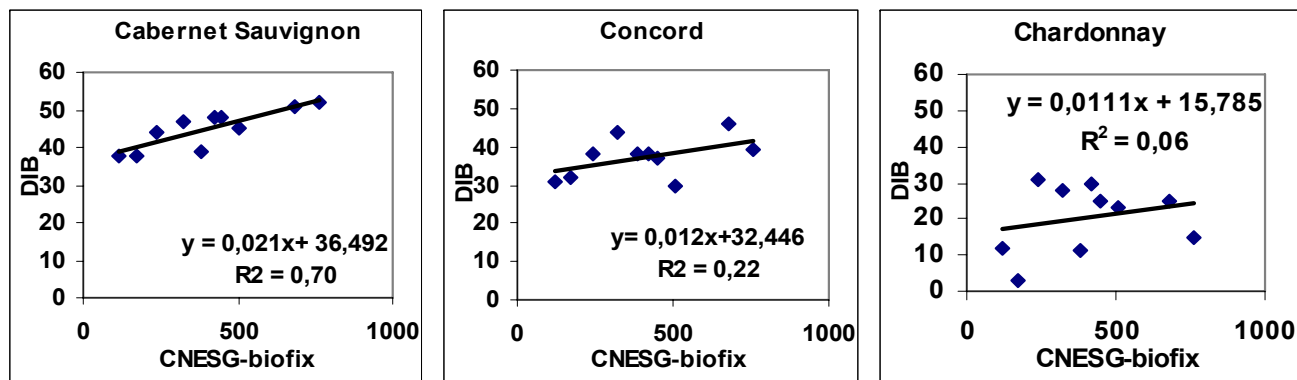
APÊNDICE 21. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UTGS-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993



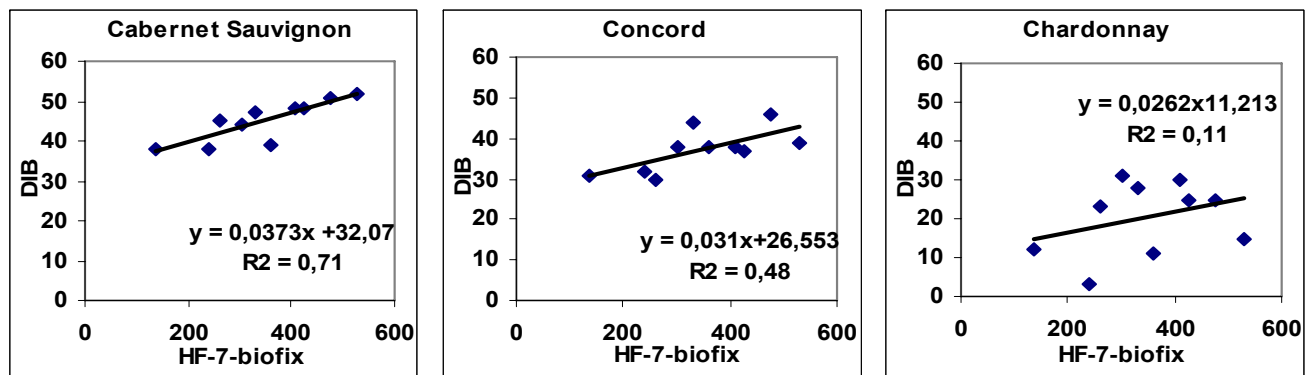
APÊNDICE 22. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CNSG-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Carolina do Norte adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



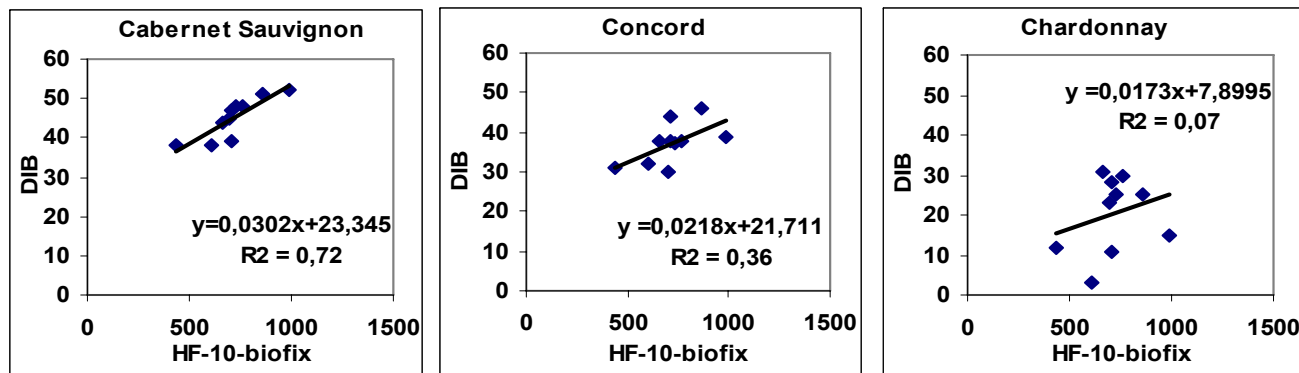
APÊNDICE 23. Regressões lineares, e seus coeficientes angulares lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (UTEG-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Utah modificado por Ebert et al. (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



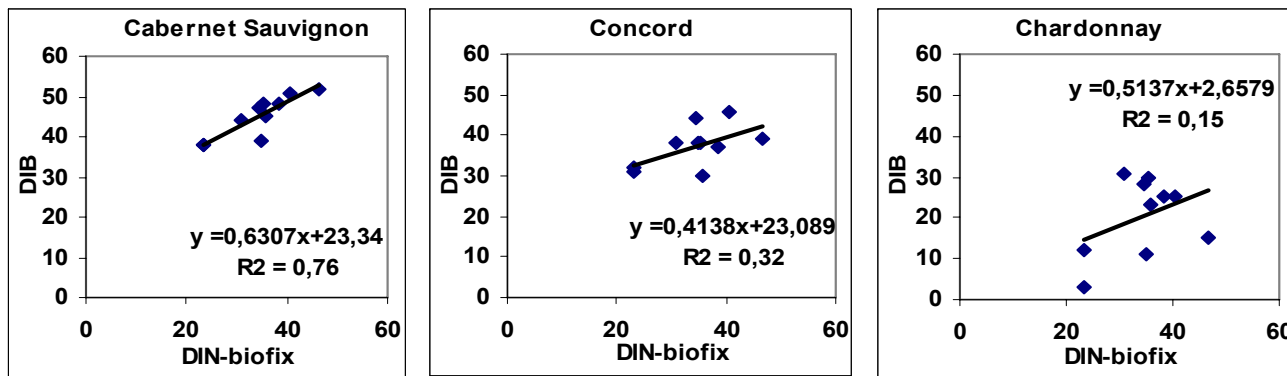
APÊNDICE 24. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (CNESG-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo Carolina do Norte modificado por Ebert et al. (1986) e adaptado para a Serra Gaúcha e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



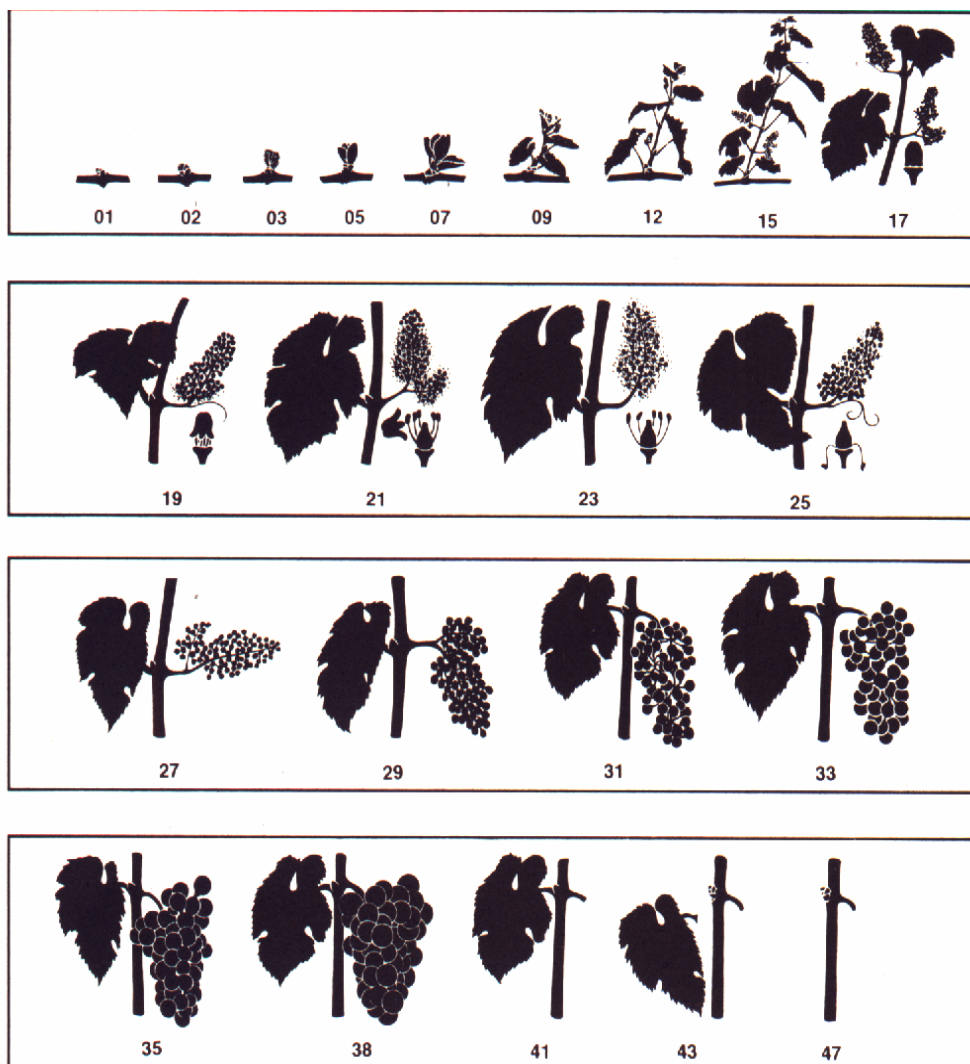
APÊNDICE 25. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (HF-7-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo horas de frio iguais ou inferiores a 7,2°C e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



APÊNDICE 26. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (HF-10-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo horas de frio iguais ou inferiores a 10°C e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



APÊNDICE 27. Regressões lineares e seus coeficientes angulares, lineares e de determinação entre os valores acumulados até a data biofix (DIN-biofix) de cada ciclo, obtidos através do modelo horas de frio iguais ou inferiores a 10°C e o número de dias até o início da brotação (DIB) das cultivares Cabernet Sauvignon, Concord e Chardonnay. Bento Gonçalves, RS, 1984 a 1993.



- | | |
|--|---|
| 01 - gemas dormentes | 23 - 50% das flores abertas (pleno florescimento) |
| 02 - inchamento de gemas | 25 - 80% das flores abertas |
| 03 - algodão | 27 - frutificação (limpeza de cacho) |
| 05 - ponta verde | 29 - grãos tamanho "chumbinho" |
| 07 - 1ª folha separada | 31 - grãos tamanho "ervilha" |
| 09 - 2 ou 3 folhas separadas | 33 - início da compactação do cacho |
| 12 - 5 ou 6 folhas separadas; inflorescência visível | 35 - início da maturação |
| 15 - alongamento da inflorescência; flores agrupadas | 38 - maturação plena |
| 17 - inflorescência desenvolvida; flores separadas | 41 - maturação dos sarmentos |
| 19 - início de florescimento; 1ª flores abertas | 43 - início da queda de folhas |
| 21 - 25% das flores abertas | 47 - final da queda de folhas |

APÊNDICE 28. Estádios fenológicos da videira segundo a escala de Eichorn & Lorenz (1984).