Fábio Vale Scarpare
Engenheiro Agrônomo

Determinação de índices biometeorológicos da videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca L.*) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo

Orientador: Prof. Dr. **LUIZ ROBERTO ANGELOCCI**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola

Piracicaba
2007

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Scarpare, Fábio Vale
Determinação de índices biometeorológicos da videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca L.*) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo / Fábio Vale Scarpare. - - Piracicaba, 2007.
76 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Biometeorologia – Índices 2. Poda 3. Uva I. Título

CDD 634.8

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

A Deus,
à minha irmã e
aos meu pais pelo incentivo
Dedico.

Oferuję mojej żonie
i kochanemu synkowi,
który się urodzi.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Luiz Roberto Angelocci pela orientação e amizade.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Ciências Exatas pela possibilidade da realização do Curso.

Ao professor João Alexio Scarpare Filho pela motivação e ensinamentos para minha formação profissional.

Ao professor Paulo César Sentelhas pelas contribuições e sugestões.

Aos professores do curso de pós-graduação em Física do Ambiente Agrícola, da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal: David Ulrich e Éder de Araújo Cintra pela ajuda na condução do experimento de campo.

Aos colegas de Curso de pós-graduação pelo convívio, companheirismo e amizade.

Aos pesquisadores Francisco Mandelli e Jorge Tonietto pela disponibilização de dados relevantes a execução desse trabalho.

A todos aqueles que contribuíram, de uma forma ou de outra, para o desenvolvimento do trabalho e Curso.

SUMÁRIO

RESUMO.....11
ABSTRACT.....12
LISTA DE FIGURAS.....8
LISTA DE TABELAS.....9
1 INTRODUÇÃO.....13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....16
2.1 Classificação botânica e origem.....16
2.2 Ciclo da videira.....17
2.2.1 Fases do ciclo vegetativo.....18
2.2.1.1 Mobilização de reservas.....18
2.2.1.2 Fase de crescimento.....18
2.2.1.2.1 Crescimento dos ramos.....19
2.2.1.2.2 Desenvolvimento das bagas.....19
2.2.1.3 Acúmulo de reservas.....19
2.3 Fenologia.....20
2.4 Técnicas culturais.....21
2.5 Exigências climáticas.....22
2.5.1 Radiação solar.....23
2.5.2 Temperatura.....25
2.5.3 Exigências hídricas.....27
2.6 Índice biometeorológico.....28
2.6.1 Graus-dia (GD).....30
2.6.2 Índice biometeorológico de Primault (IB).....31
2.6.3 Índice heliotérmico de Huglin (IH).....32
2.6.4 Índice heliotérmico de Geslin (IHG).....33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....41
4.1 Ciclo Em Dias.....41
4.1.1 Período Poda-Colheita.....42
4.1.2 Subperíodo Poda-Brotação.....43

4.1.3 Subperíodo Brotação-Florescimento.....44
4.1.4 Subperíodo Florescimento-“Veraison”.....46
4.1.5 Subperíodo “Veraison”-Colheita.....47
4.1.6 Subperíodo Brotação-Colheita.....47
4.2 Índices Biometeorológico.....48
4.2.1 Graus-Dia (GD).....49
4.2.1.1 Período Poda-Colheita.....50
4.2.1.2 Subperíodo Poda-Brotação.....51
4.2.1.3 Subperíodo Brotação-Florescimento.....51
4.2.1.4 Subperíodo Florescimento-“Veraison”.....52
4.2.1.5 Subperíodo “Veraison”-Colheita.....53
4.2.1.6 Subperíodo Brotação-Colheita.....54
4.2.2 Índice Biometeorológico de Primault (IB).....54
4.2.2.1 Período Brotação-Colheita.....55
4.2.2.2 Subperíodo Brotação-Florescimento.....56
4.2.2.3 Subperíodo Florescimento-“Veraison”.....56
4.2.2.4 Subperíodo “Veraison”-Colheita.....56
4.2.3 Índice Heliotérmico de Huglin (IH).....57
4.2.3.1 Período Poda-Colheita.....59
4.2.3.2 Subperíodo Poda-Brotação.....59
4.2.3.3 Subperíodo Brotação-Florescimento.....59
4.2.3.4 Subperíodo Florescimento-“Veraison”.....59
4.2.3.5 Subperíodo “Veraison”-Colheita.....60
4.2.3.6 Subperíodo Brotação-Colheita.....60
4.2.4 Índice Heliotérmico de Geslin (IHG).....60
4.2.4.1 Período Brotação-Colheita.....61
4.2.4.2 Subperíodo Brotação-Florescimento.....62
4.2.4.3 Subperíodo Florescimento-“Veraison”.....62
4.2.4.4 Subperíodo “Veraison”-Colheita.....62
4.3 Discussão Geral dos Índices.....63
5 CONCLUSÕES.....66

REFERÊNCIAS.....67
ANEXO.....75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poda curta realizada na estação do inverno em videira ‘Niagara Rosada’ (fase de mobilização de reservas).....35

Figura 2 - Poda longa realizada na estação do verão em videira ‘Niagara Rosada’ (fase de acúmulo de reservas).....35

Figura 3 - a) Tensiômetro, b) Tensiômetro na linha de plantio.....36

Figura 4 - Estádios fenológicos da videira ‘Niagara Rosada’ a) Brotação, b) Florescimento, c) “Veraison” e d) Colheita.....38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Duração em dias, do período poda-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) da videira ‘Niagara Rosada’, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda realizada em duas épocas: inverno (poda seca) e verão (poda verde), Piracicaba-SP.....41

Tabela 2 - Valores de F obtidos na análise de contraste para duração, em dias, entre a poda seca e poda verde do período poda-colheita e subperíodos (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e poda-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP.....42

Tabela 3 - Graus-dia acumulados (°C.dia) utilizando temperatura-base inferior de 10°C e superior de 30°C, do período poda-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) da videira ‘Niagara Rosada’, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas realizadas em duas épocas, inverno (poda seca) e verão (poda verde) Piracicaba-SP.....49

Tabela 4 - Valores de F obtidos na análise de contraste para o índice GD entre a poda seca e poda verde do período poda-colheita e subperíodos (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e poda-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP.....50

Tabela 5 - Índice Biometeorológico (IB) do período brotação-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison” e “veraison”-colheita) da videira ‘Niagara Rosada’, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda em Piracicaba-SP.....55

Tabela 6 - Valores de F obtidos na análise de contraste para o IB do período brotação-colheita e subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison” e “veraison”-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP.....55

Tabela 7 - Índice Heliotérmico de Huglin (IH) do período poda-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) da videira ‘Niagara Rosada’, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda em Piracicaba-SP.....58

Tabela 8 - Valores de F obtidos na análise de contraste ortogonal para o IH do período poda-colheita e subperíodos (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP.....58

Tabela 9 - Índice Heliotérmico de Geslin (IHG) do período brotação-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison” e “veraison”-colheita) da videira ‘Niagara Rosada’, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda em Piracicaba-SP.....61

Tabela 10 - Valores de F obtidos na análise de contraste ortogonal para o IHG do período brotação-colheita e subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison” e “veraison”-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP.....61

Tabela 11 - Médias dos índices biometeorológicos GD, IB, IH e IHG para período e subperíodos determinados para a videira ‘Niagara Rosada’ podadas em diferentes datas e épocas (inverno e verão) nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, Piracicaba-SP.....63

Tabela 12 - Médias mensais da temperatura, umidade relativa, chuva e insolação do período (Julho de 2005 a Julho de 2007), Piracicaba-SP.....76

RESUMO

Determinação de índices biometeorológicos da videira 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca L.*) podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo

Tendo em vista a importância de se conhecer as exigências climáticas da videira nas condições de cultivo, o objetivo deste trabalho foi determinar os índices biometeorológicos: graus-dia (GD), índice biometeorológico de Primault (IB), índice heliotérmico de Huglin (IH) e índice heliotérmico de Geslin (IHG) para a cultivar Niagara Rosada podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo. A poda seca foi realizada no final do inverno (fase de mobilização de reservas) e a poda verde foi realizada no verão (fase de acúmulo de reservas). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, constituídos os tratamentos de 9 datas de poda: 20/07, 04/08, 19/08, 03/09, 18/09, 01/02, 15/02, 02/03 e 16/03 em dois anos agrícolas (2005/2006 e 2006/2007). A parcela experimental foi composta de 12 plantas sendo duas bordaduras (dez plantas úteis) com treze anos de idade, no espaçamento de 2,0 m x 1,0 m, conduzidas no sistema de espaldeira sob irrigação. As variáveis analisadas foram os períodos e subperíodos, em dias, poda-colheita, brotação-colheita, poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-"veraison" e "veraison"-colheita. Para a análise de variância dos índices biometeorológicos foi utilizado o teste de Tukey para comparar as médias das datas de poda, duas a duas, e o teste F para contrastes ortogonais comparando a média da poda seca versus poda verde. Na análise do índice GD e IH verificou-se que plantas podadas em épocas distintas apresentaram valores diferentes para completar o período poda-colheita. Para IB e IHG verificou-se a mesma tendência em plantas podadas em épocas distintas, apresentando valores diferentes para completar o período brotação-colheita. Os subperíodos que não diferiram estatisticamente entre as épocas de poda foram respectivamente: florescimento-"veraison" para o IB e brotação-florescimento para o IH e IHG. Os demais subperíodos apresentaram diferenças pelo teste F para contraste ortogonal para as épocas de poda.

Palavras-chave: Uva; Poda Seca; Poda Verde; Graus-dia; Índice biometeorológico de Primault; Índice heliotérmico de Huglin; Índice heliotérmico de Geslin

ABSTRACT

Biometeorological indexes determination for grape 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca L.*) pruned at different seasons and physiological phases

The goal of this work was to determine four biometeorological indexes: degree-days (DD), Primault's biometeorological index (BI), Huglin's heliothermal index (HI) and Geslin's heliothermal index (GHI) for grape 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca L.*) pruned at different seasons and physiological phases. The dry pruning was done at the end of winter (carbohydrate mobilization phase) and green pruning (carbohydrate stock phase) was done during summer. The experiment was carried out in a randomized block design consisting of 9 treatments, pruning dates 20th July, 04th August, 19th August, 03rd September, 18th September, 01st February, 15th February, 02nd March and 16th March during two years (2005/2006 and 2006/2007). Twelve plants were used as experimental plot, being two border plants. The grapevine was 13 years old grown under trellis system with a 2.0 x 1.0 meter spacing under irrigation. The grape phenology was evaluated considering numbers of days for each one of the following period and sub-periods: pruning – harvest, sprout – harvest, pruning - sprout, sprout – flowering, flowering – early ripening and early ripening – harvest. To analyze those indexes, the Tukey test was used comparing pruning dates and F test for orthogonal contrast comparing plants pruned at different seasons (dry pruning versus green pruning). It was observed that plants pruned at different seasons do not require the same amount of energy to complete pruning – harvest period when using DD and HI. The same tendency was observed when using BI and GHI for those plants to complete its period sprout – harvest. Some sub-periods that did not differ statistically between dry pruning and green pruning: flowering – early ripening for BI and sprout – flowering for HI and GHI. Other sub-periods differ statistically when using F test for orthogonal contrast.

Keywords: Grape; Dry Pruning; Green Pruning; Degree-Day; Primault's biometeorological index; Huglin's heliothermal index; Geslin's heliothermal index

1 INTRODUÇÃO

A videira é uma das mais antigas plantas cultivadas pelo homem, que desde os primórdios de sua existência, já se alimentava dos frutos desta planta (ALVARENGA et al., 1998).

A videira é atualmente cultivada em diversas regiões do mundo, sendo a Europa responsável por 51% da produção mundial de uvas, seguida pela Ásia (21%), Américas (19%) e África (5%) (CORRÊA; BOLIANI, 2001).

Dados históricos revelam que a introdução da videira no Brasil foi feita pelos colonizadores portugueses em 1532, através de Martin Afonso de Souza, na então Capitania de São Vicente.

O mercado mundial de uva de mesa é grande e cresce aceleradamente. O aumento do consumo de uva “in natura” decorre fundamentalmente da expansão da renda da população em muitos países do mundo. Com isso a demanda da uva, considerada uma das frutas mais nobres, amplia-se na mesma proporção. No Brasil, estima-se que o crescimento da demanda supere a casa dos 6% ao ano. Em 2005, calculou-se que tenha atingido cifra superior a 600 mil toneladas, mais de 50% da produção total da fruta (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2007).

Em 2006 a produção brasileira permaneceu em torno de 1.189.964 toneladas com uma produtividade média de 16 toneladas por hectare, sendo o estado do Rio Grande do Sul o maior produtor com 623.847 toneladas, seguido de São Paulo com 194.461 toneladas e Pernambuco com 155.783 toneladas. O estado de São Paulo apresentou nesse mesmo ano uma produtividade superior à média nacional de cerca de 18 toneladas por hectare.

A viticultura constitui uma atividade de considerável importância econômica no Estado de São Paulo. Estabelecida no final do século XIX, com a chegada dos imigrantes italianos, a viticultura paulista apresenta três aspectos bem diferentes, que são a produção de uvas para vinhos, uvas rústicas e uvas finas de mesa. A videira ‘Niagara Rosada’ é considerada uma cultivar rústica de mesa, bem adaptada às condições climáticas do estado de São Paulo e é de considerável importância por

representar aproximadamente 75% da produção de uva para mesa (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2006).

A videira, assim como qualquer outra espécie vegetal, possui níveis de produção e qualidade de frutos intimamente relacionados a determinados ambientes. Modificações nesse ambiente podem alterar e até prejudicar o crescimento e desenvolvimento da videira e tanto a produção quanto a qualidade dos frutos podem ser prejudicadas.

O clima possui forte influência sobre a videira, sendo importante na definição das potencialidades das regiões. A videira é influenciada por diversos elementos meteorológicos, dentre eles a temperatura do ar, chuva, radiação solar, vento e umidade do ar. Eles interagem com os demais componentes do meio natural, em particular com o solo, assim como com a cultivar e com as técnicas agronômicas da videira.

A utilização de índices que objetivam quantificar os efeitos das variáveis ambientais no desenvolvimento e crescimento das plantas cultivadas vem ocorrendo há muito tempo, e o interesse por eles têm crescido muito nos últimos anos. Os índices biometeorológico que indicam o ambiente mais propício para o cultivo da videira foram estabelecidos em regiões vitícolas tradicionais, como da França, Itália e Espanha, entre outras, nas quais encontraram-se cultivares autóclones, o que quer dizer, bem adaptadas para aquelas condições. Esses índices estão sendo usados para caracterizar as condições climáticas da maioria das regiões onde a videira é cultivada. Previsões das principais fases fenológicas e do rendimento qualitativo são uma exigência sentida na viticultura moderna, uma vez que visam à otimização das operações culturais e enológicas (MANDELLI, 2002).

Durante muito tempo o cultivo da videira ‘Niagara Rosada’ foi feito com um ciclo de produção (poda no final do inverno e colheita no verão para as condições do estado de São Paulo). Nos últimos anos tem-se obtido duas colheitas por ano agrícola. A maior parte dos estudos envolvendo essa cultivar refere-se ao ciclo tradicional (poda seca), poucos sendo os trabalhos que estudam o ciclo da poda verde (safrinha).

Tendo em vista a importância de se conhecer as exigências climáticas da videira em condições específicas de cultivo, o objetivo deste trabalho foi determinar os índices

biometeorológicos graus-dia (GD), índice biometeorológico de Primault (IB), índice heliotérmico de Huglin (IH) e índice heliotérmico de Geslin (IHG) para a cultivar Niagara Rosada podada em diferentes épocas e fases do ciclo vegetativo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Classificação botânica e origem

A videira é uma planta arbustiva com sarmento e hábito trepador que se fixa a tutores naturais ou artificiais. Pertence ao grupo Cormófitas (plantas com raiz, talo e folha), divisão Spermatophyta (planta com flor e semente), subdivisão Angiospermae (planta com sementes dentro do fruto), classe Dycotyledoneae (plantas com dois cotilédones, que originam as primeiras folhas), ordem Rhamnales (plantas lenhosas com um ciclo de estames situados dentro das pétalas), família Vitaceae (flores com corola de pétalas soldadas na parte superior e de prefloração valvar, com cálice pouco desenvolvido, gineceu bicarpelar e bilocular, com fruto tipo baga) (HIDALGO, 1993; ALVARENGA et al., 1998).

A família Vitaceae está dividida em dois gêneros: *Cissus*, com espécies de interesse medicinal e ornamental e *Vitis,* de grande importância econômica com plantas destinadas a produção de vinho e frutas (SOUSA, 1996). O gênero *Vitis* pode, ainda, ser dividido em dois subgêneros: Muscadínea, compreendendo 3 espécies e Euvitis, compreendendo mais de 50 espécies. Dentro do subgênero Euvitis, encontram-se duas espécies de grande importância para a agricultura, *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*, seja para a produção de vinho como para consumo “in natura” (WINKLER et al., 1974; HIDALGO, 1993; SOUSA, 1996).

A videira surgiu no período terciário, milhões de anos antes do aparecimento do homem, provavelmente na atual Groenlândia, conforme comprovam os achados arqueológicos. A partir daí as videiras primitivas foram se dispersando, seguindo em duas direções principais, uma américo-asiática e outra euro-asiática (SOUSA, 1996). Como resultado da separação da videira em diversos centros de refúgios, durante o período glacial, as variedades foram sofrendo adaptações climáticas, que, posteriormente, com o cultivo do homem durante milhares de anos, determinaram o surgimento de variações. Deste modo, existem diversas espécies e milhares de variedades espalhadas por todo o mundo (JANICK; MOORE, 1975; HUGLIN, 1986; SOUSA, 1996).

Uma das espécies americanas mais cultivadas é a *Vitis labrusca*, que originou variedades como ‘Isabel’, ‘Concord’ e ‘Niagara’ (ALVARENGA et al., 1998). A ‘Niagara

Rosada', é o resultado de uma mutação somática natural da variedade 'Niagara Branca', ocorrida no município de Jundiaí-SP, em 1933. De procedência norte americana, a origem da uva remonta ao ano de 1868, de um cruzamento de duas variedades labruscas: concord e cassady. Possui as mesmas características de 'Niagara Branca', exceto a cor, mais atraente ao consumidor. Nas condições do estado de São Paulo, a concentração da produção de dezembro a fevereiro ocasiona picos de preços em setembro-outubro e março-abril (POMMER et al., 1997). Planta de vigor médio, tolerante às doenças e pragas e bastante produtiva, é atualmente a variedade de uva de mesa mais cultivada no estado de São Paulo. Apresenta boa resistência às principais doenças da videira como oídio e míldio, sendo medianamente susceptível à antracnose. Seus cachos aparecem opostos a partir da 3ª ou 4ª gema do ramo produtivo, possuindo tamanho médio, forma ovalada, bagas sucosas, de sabor foxado (ALVARENGA; ABRAHÃO, 1984; SOUZA, 1996).

Segundo Pereira (1987) a cultivar pode produzir de 10 a 15t/ha, cachos com massa de 100 a 300g, apresentando ciclo de produção da poda a maturação com duração de 120 a 130 dias, no Estado de São Paulo.

2.2 Ciclo da videira

Como planta perene, a videira ocupa o solo por vários anos. Sua vida é uma sucessão de ciclos anuais, que são interdependentes, pois as condições de vegetação durante o ciclo, dependem não só do meio ambiente, mas também da intervenção do homem (REYNIER, 1995).

A cada ano, a videira apresenta uma fase de crescimento e outra de formação de seus órgãos reprodutivos. Esses ciclos, vegetativo e reprodutivo, são simultâneos e competem pelas seivas bruta e elaborada, o que pode influir na qualidade e quantidade da colheita do ciclo considerado, assim como no desenvolvimento e na produção do ciclo seguinte.

Em seu habitat natural de clima temperado, após o repouso hibernal, a videira apresenta uma sucessão de fases que caracterizam o seu desenvolvimento (HIDALGO, 1993). Sousa (1996) relata que embora o ciclo vegetativo seja comum a

todas as cultivares de videira, sua duração varia em função do local, em que cada cultivar necessita de um número específico de dias para completá-lo.

Diversos autores (HIDALGO, 1993; REYNIER, 1995; POMMER, 2003) definem o ciclo vegetativo da videira com as seguintes fases: mobilização das substâncias de reserva, crescimento dos órgãos da planta e armazenamento de reservas.

2.2.1 Fases do ciclo vegetativo

2.2.1.1 Mobilização de reservas

Após as plantas passarem por um repouso hibernal, a videira reinicia a atividade do sistema radicular por ação da elevação da temperatura do solo. Ocorre a ativação da respiração celular, recuperação da absorção de água e de elementos minerais. As substâncias de reserva, mediante transformação sob efeito enzimático, solubilizam e mobilizam-se para nutrir as pontas de crescimento (HIDALGO, 1993).

Os açucares depositados como reservas, sofrem uma série de descarboxilação oxidativas, com liberação de energia potencial contida nas moléculas. Essa energia é utilizada para a mobilização das reservas, que permitem que se nutram os tecidos dos órgãos de crescimento. Há movimentação ascendente de seiva, exsudação ou “choro”, que é observada saindo dos ramos após a poda devido à pressão radicular. O “choro” tem uma composição diferente da seiva bruta que circula durante a vegetação, sendo mais rico em compostos orgânicos do que em elementos minerais. A cessação do “choro” é provocada pelo desenvolvimento de bactérias que transformam o líquido numa massa viscosa, causando assim a obturação dos vasos condutores (REYNIER, 1995).

Segundo Hidalgo (1993) a fase de mobilização de reservas começa um pouco antes da manifestação do choro até o início da brotação.

2.2.1.2 Fase de crescimento

Essa fase compreende o período entre o início da brotação até o início do “veraison” (mudança de cor e amolecimento do fruto). É nessa fase que ocorre o crescimento dos ramos e parte do desenvolvimento dos frutos.

2.2.1.2.1 Crescimento dos ramos

A brotação das gemas ocorre devido à multiplicação e crescimento celular do meristema apical. Segundo Hidalgo (1993), o crescimento ocorre em dois tempos: o primeiro surto de crescimento se deve exclusivamente à quantidade de reservas mobilizadas, sendo o movimento dos assimilados essencialmente em direção à ponta dos ramos. Nesse estádio as videiras dependem de carboidratos e compostos nitrogenados armazenados em ramos e principalmente raízes (KLIWER, 1990). O segundo tempo de crescimento é dependente dos órgãos verdes (principalmente as folhas), que transformam a seiva bruta em seiva elaborada, proporcionando o crescimento dos brotos.

2.2.1.2.2 Desenvolvimento das bagas

Iniciado o desenvolvimento das bagas após a fecundação e fertilização ou, em alguns casos, por simples excitação ovária, seu crescimento em volume ocorre em períodos e fases definidas: período herbáceo e período de maturação, com duração do primeiro até o “veraison”, e do segundo do “veraison” ao amadurecimento do fruto. A característica principal do período herbáceo, que ocorre na fase de crescimento, é o aumento do tamanho da baga fundamentalmente por multiplicação celular, conseqüência principal do aporte de auxinas reguladoras do crescimento.

Em resumo, a fase de crescimento é caracterizada pelo crescimento dos ramos e o primeiro período de desenvolvimento das bagas, denominado período herbáceo.

2.2.1.3 Acúmulo de reservas

Essa fase inicia-se com “veraison” e termina com a queda natural das folhas. O “veraison” é caracterizado pela parada temporal do crescimento das bagas e perda progressiva da clorofila, com o aparecimento simultâneo dos pigmentos que darão à coloração característica dos frutos. No início dessa fase o principal dreno é o cacho de uva, constituindo drenos fracos as outras partes da planta. O aumento do volume de baga nessa fase é devido à dilatação celular causada fundamentalmente pelo aporte externo de substâncias nutritivas e água, com enriquecimento em açúcar e outros componentes do amadurecimento dos frutos (HIDALGO, 1993).

Após a colheita, a maioria dos fotossintetizados se move do ramo para outras partes da planta. Todos os tecidos lenhosos de armazenamento constituem drenos, nessa época, desempenhando as raízes o papel principal. Geralmente há um período de crescimento das raízes após a colheita, o qual deverá favorecer o movimento de assimilados para as raízes (SCHIEDECK, 1996).

Quando começa a decrescer a temperatura até as proximidades do zero vegetativo, diminui a atividade da planta e ocorre a queda das folhas. Naturalmente as folhas se dessecam e caem, entrando a videira em repouso hibernal, que corresponde à inatividade da planta (NAGATA et al., 2000).

2.3 Fenologia

A fenologia estuda as respostas das plantas (crescimento vegetativo, florescimento, frutificação, crescimento e maturação dos frutos) aos fatores de clima, principalmente radiação solar, temperatura e evapotranspiração (BOLIANI, 1994).

Na introdução de novas variedades, a fenologia desempenha importante função, pois permite a caracterização da duração das fases do desenvolvimento da videira em relação ao clima, especialmente às variações estacionais, além de ser utilizada para interpretar como as diferentes regiões climáticas interagem com a cultura (TERRA et al., 1998). A fenologia varia em função do genótipo e das condições climáticas de cada região produtora, ou em uma mesma região devido às variações estacionais do clima ao longo do ano. Assim, o clima e seus elementos luz, chuva, umidade, temperatura, fazem parte de uma série de fatores que influenciam o desenvolvimento e, consequentemente, o ciclo da videira (NAGATA et al., 2000).

A estimativa da época de ocorrência e duração dos estádios fenológicos de um vegetal é uma linha de pesquisa que se enquadra na “Bioclimatologia Vegetal” (BRUNINI, 1975).

Algumas operações na cultura da videira, como a colheita, demandam grande mão-de-obra e, dependendo do tamanho da propriedade agrícola, essa demanda pode ser ainda mais concentrada. A partir do conhecimento da duração das diferentes fases fenológicas da videira, essas operações poderão ser programadas em função das

datas de realização das podas de frutificação, distribuindo mais uniformemente a demanda por mão-de-obra na cultura (BOLLIANI, 1994).

2.4 Técnicas culturais

A produção de uvas finas e rústicas de mesa requer bastante conhecimento técnico para a execução dos tratos culturais indispensáveis à obtenção de frutas de qualidade (LEÃO; MAIA, 1998).

Sendo a videira uma planta sarmentosa e de hábito trepador, variadas formas de condução da cultura podem ser exploradas. Diversos são os sistemas de condução adotados para a produção de uvas. O sistema de condução pode ser entendido como o conjunto de práticas culturais que vão definir a estrutura do dossel vegetativo. Engloba, portanto, parâmetros que vão manter-se constantes ao longo da vida do vinhedo e outros que poderão ser acertados de ano para ano. A modificação do microclima provocada pelo sistema de condução, em termos de radiação solar e de temperatura, pode ter conseqüências (quali-quantitativas) tão importantes quanto às flutuações climáticas ou as variações regionais (ORLANDO, 2002).

Dentre as práticas agronômicas, tem havido uma crescente preocupação com a adoção de sistemas de condução que privilegiem a exposição das folhas à radiação, proporcionando uma elevada superfície foliar exposta que garanta uma máxima interceptação da energia solar, aumentando assim a atividade fotossintética do dossel vegetativo e, consequentemente, a qualidade e a produção de uvas (CARBONNEAU, 1991; REGINA et al., 1998).

O microclima gerado pelo cultivo da videira depende, basicamente, da quantidade e distribuição das folhas no espaço e da interação da folhagem com as condições meteorológicas do local (TEIXEIRA; LIMA FILHO, 1997).

A poda, em virtude da sua importância na formação das plantas e na manutenção do equilíbrio entre vegetação e frutificação, assume especial importância na viticultura tropical (LEÃO; MAIA, 1998).

Segundo Reynier (1995), a poda consiste em suprimir total ou parcialmente certos órgãos da videira: sarmentos, e eventualmente, gemas e cachos. Os principais objetivos da poda são: impulsionar a produção precoce das plantas, uniformizar a

produção, melhorar a qualidade das uvas, distribuir os fotoassimilados de maneira mais uniforme pelos distintos órgãos vegetais e proporcionar uma forma mais adequada e determinada à planta.

Nogueira (1984) denomina a poda de acordo com o objetivo a ser alcançado: poda de formação, poda de limpeza e poda de produção. A poda de produção pode, ainda, receber denominação diferenciada de acordo com o estádio fenológico em que as podas são realizadas. É denominada de poda seca quando esta é realizada com as plantas em repouso vegetativo (sem folhas), e poda verde, que é um complemento da anterior, realizada quando as plantas estão em plena vegetação.

A poda de formação tem como principal objetivo proporcionar um bom desenvolvimento vegetativo da planta jovem e uma forma determinada que será conservada durante toda a sua vida útil. A poda de produção, que se realiza nas plantas já formadas, tem por finalidade regular o equilíbrio vigor-produção. A poda e o controle da água de irrigação são fatores determinantes na regulação do ciclo produtivo da videira. Um novo ciclo vegetativo inicia-se com a realização de poda de produção e, a partir daí, pode-se estimar com relativa segurança o período de duração de cada fase fenológica da planta. Este período sofre pequenas variações ao longo do ano, decorrentes principalmente das condições climáticas (LEÃO; MAIA, 1998).

2.5 Exigências climáticas

A distribuição das espécies vegetais pela superfície da Terra é função dos elementos climáticos, principalmente a temperatura do ar e a precipitação. Corroborando esta afirmação, está o fato de que as primeiras classificações climáticas usavam a vegetação com um índice de clima e, ainda hoje, uma das classificações climáticas mais usadas, a de Köppen, identificou as regiões de clima da Terra através de estudo da vegetação, associando depois valores numéricos de temperatura e precipitação prevalecentes nessas regiões (COSTA et al., 1986).

Além disso, os dois elementos, temperatura e precipitação, juntos com outros elementos climáticos como radiação solar, umidade do ar e velocidade do vento, tem influência direta no desenvolvimento e, consequentemente, no ciclo da videira, com diferentes pesos (FERREIRA et al., 2004).

Terra et al. (1993) destaca a influência do clima de uma região na duração dos períodos fenológicos da videira. Nas regiões de clima bem definido, as fases do ciclo da planta acompanham as variações estacionais, ou seja, a brotação ocorre na primavera e a queda das folhas no outono.

A videira, apesar de ser considerada uma planta de clima temperado, com folhas decíduas, apresenta uma capacidade de adaptação muito grande em diversas condições climáticas, podendo ser cultivada em regiões com os mais diversos climas, desde a zona norte do continente europeu até algumas áreas da faixa equatorial, passando, evidentemente, pelos trópicos. Essa amplitude climática de cultivo da espécie não significa, entretanto, que os produtos originados em cada uma destas áreas sejam idênticos no seu valor e qualidade (NOGUEIRA, 1984).

Ferri (1994) comenta que a videira cresce melhor em regiões onde se observam verões longos e secos, moderadamente quentes, invernos relativamente frios, para satisfazer as necessidades de repouso vegetativo; condições de precipitações mensais menores que 20 mm beneficiam a qualidade e a quantidade das uvas produzidas.

2.5.1 Radiação solar

A radiação solar possui importância decisiva em todos os processos vitais das plantas. No desenvolvimento dos vegetais, existem processos de grande importância que são influenciados pela energia radiante, tais como a fotossíntese, o fotoperiodismo, o crescimento dos tecidos, a floração, o amadurecimento dos frutos, entre outros (FERREIRA et al., 2004), afetando também a transpiração.

A influência direta da radiação solar sobre a produtividade de determinada cultura, deve-se a dois aspectos que afetarão diferentemente as culturas: o comprimento do dia (fotoperíodo) e a densidade de fluxo de radiação solar ou irradiância solar (quantidade de radiação solar recebida por uma área unitária na unidade de tempo), que está relacionada ao número de horas de incidência de radiação direta (insolação). O comprimento do dia, representado pelo número máximo possível de horas de brilho solar, trata-se de uma variável astronômica com variação sazonal, mas que não apresenta irregularidade de um ano para outro. A insolação apresenta variações sazonal e diária em determinada latitude, em decorrência não

apenas de fatores astronômicos (inclinação do eixo de rotação e movimento diurno da Terra), mas também da nebulosidade, que pode reduzir em até 90% a insolação em relação ao céu claro (PRATES et al., 1986).

Com relação à influência da irradiância solar na produtividade de uma cultura, devem-se considerar dois aspectos de grande importância: o ponto de compensação luminosa e o ponto de saturação luminosa. O ponto de compensação refere-se à irradiância na qual o balanço líquido de CO_2 é igual à zero, ou seja, todo o produto da fotossíntese é compensado pela respiração e pode ser expressa em termos da densidade de fluxo de fótons fotossintéticos incidentes na folha (DFFF). Chaves (1986) relata que o valor do ponto de compensação para a luz situa-se próximo de 50 $\mu mol.m^{-2}s^{-1}$ para as folhas da videira. O ponto de saturação luminosa representa o nível no qual a taxa fotossintética torna-se constante, independente da insolação; portanto, toda radiação solar absorvida pela planta além do ponto de saturação, será utilizada no aquecimento da massa vegetal, no aumento da taxa respiratória e da transpiração, além de em outros processos que contribuem para a queda da produtividade (PRATES et al., 1986).

A videira é uma planta C3 para a fixação do carbono, sendo que a DFFF, que provoca a máxima fotossíntese, situa-se entre 500 a 700 $\mu mol.m^{-2}s^{-1}$, o que representa cerca de 1/4 a 1/3 da radiação solar de um dia claro de verão em condições temperadas (KLIEWER, 1990; REGINA et al., 1998; ORLANDO, 2002).

Exigentes em radiação solar, as videiras, plantas heliófilas, na deficiência desse elemento climático podem apresentar problemas, principalmente nos períodos compreendido entre a floração e a maturação (SMART et al., 1988). Hidalgo (1993) descreve exigência de um número elevado de insolação, mínimo de 1500 a 1600 horas por ciclo, os quais devem corresponder a um mínimo de 1200 horas no período de vegetação, dependendo da latitude onde se encontra o vinhedo. Para a coloração das bagas e acúmulo de açúcar, Pommer (2003) relata ser necessário que o total de horas de insolação durante o período vegetativo seja em torno de 1200 a 1400 horas. Para uma concentração de açúcar de 24%, cerca de 4% é formada através de reservas da planta e 20% é sintetizada nas folhas pela ação da luz solar no período de maturação das bagas.

A radiação solar é muito pouco utilizada pelos viticultores para maximizar a produtividade da cultura. Manipulando a largura e a altura da videira, por sistemas de condução, direção das fileiras e espaçamento, o viticultor pode aumentar grandemente a quantidade total de luz interceptada pela folhagem, por unidade de área do vinhedo, e assim, elevar a capacidade fotossintética (KLIEWER, 1981). Igualmente, a luz solar plena não é usada efetivamente pela videira. Um típico dossel de videira representa muitas camadas de folhas e geralmente poucas diretamente expostas à luz total durante o dia inteiro. Uma única folha de videira de espessura média absorverá 90-95% da irradiância solar em comprimento de onda efetivo para a fotossíntese (400-700 nm), mas o nível de intensidade de luz que alcança as folhas sob a camada mais externa do dossel é menor do que a requerida para a fotossíntese máxima. De fato, se a luz deve passar através de duas camadas de folhas, a intensidade que alcançará a terceira camada estará teoricamente próxima do ponto de compensação luminosa (KLIEWER, 1981). Nestas condições em que as folhas assimilam muito pouco CO_2, deixam de produzir fotoassimilados e passam a atuar como parasitas, importando-os das folhas bem-expostas para atender as suas necessidades (REGINA et al., 1998).

A qualidade destacada de uvas rústicas e finas de mesa nas regiões do estado de São Paulo, em comparação àquelas produzidas em regiões mais quentes do vale do São Francisco, é explicada pelo fato que a amplitude térmica e o fotoperíodo condicionam os processos de coloração, concentração de sólidos solúveis e de acidez no fruto (POMMER, 2003).

2.5.2 Temperatura

É um elemento meteorológico diretamente relacionado à adaptação, ao desenvolvimento e à produção eficiente das culturas. Sua variação durante o dia e ao longo do ano na superfície terrestre é dependente de diversos fatores (JONES, 1994), como latitude, altitude e condições atmosféricas.

A temperatura do ar tem também papel fundamental no desenvolvimento da planta assim como na qualidade dos frutos. Durante o período de maturação, a temperatura do ar influi diretamente nos frutos, contribuindo com aquisição de aromas e colorações, sendo esses fatores importantes nas características das videiras

destinadas para o vinho (JACKSON; LOMBARD, 1993). A temperatura do ar no período diurno influencia a coloração dos frutos, mas o efeito em condições de noites frias é ainda maior (KLIEWER, 1973; TOMANA et al., 1979; FREGONI; PEZZUTTO, 2000). Verifica-se que entre as isotermas de 10ºC e 16ºC, durante o período de crescimento, a videira (*Vitis labrusca*) vegeta bem e produz frutos de ótima qualidade, enquanto que, entre as isotermas de 16ºC e 21ºC ela se desenvolve com exuberância, com produção abundante, mas de qualidade inferior (POMMER, 2003). A ocorrência de temperaturas do ar no abrigo meteorológico abaixo de 2°C, indicadora de geada, é prejudicial às videiras que estão vegetando. Apesar de não destruir totalmente as plantas, nova poda será necessária alterando o calendário de produção. Indiretamente, a geada afeta a floração, devido à baixa atividade dos insetos polinizadores, o que provoca deficiência na polinização (SENTELHAS, 1998).

A temperatura dos órgãos vegetais tende a seguir a temperatura do ambiente em que a planta se desenvolve. A temperatura das folhas tem estreita relação com as respostas fotossintéticas. A curva de resposta fotossintética à temperatura pode ser dividida em três categorias: sub-ótima, ótima e excessiva. Para a videira, a taxa de fotossíntese em temperaturas abaixo de 20ºC é menor do que aquela entre 25 e 30ºC, devido tanto à baixa atividade das enzimas carboxilativas quanto à atividade fotoquímica. A fotossíntese cai rapidamente em temperaturas acima de 30ºC e chega praticamente a zero a 45ºC. A temperatura ótima para fotossíntese em folhas de videira é de 25 - 30ºC (KLIEWER, 1981).

O crescimento e desenvolvimento estão associados às temperaturas basais (ou temperaturas-base), que representam os limites superior e inferior para o crescimento/desenvolvimento da planta. As temperaturas basais podem ser definidas como sendo a temperatura abaixo (temperatura base inferior) ou acima (temperatura base superior) da qual a planta não se desenvolve e se o fizer, será abaixo de seu potencial. Além disso, há uma faixa de temperatura ótima para cada espécie ou variedade. Para a videira 'Niagara Rosada', tem sido utilizada a temperatura base inferior de 10°C como um valor médio (HIDALGO, 1980). Pedro Junior et al. (1993) também determinaram a temperatura base inferior para a videira 'Niagara Rosada' de 10°C utilizando o método de menor desvio padrão proposto por Arnold (1959).

Camargo (1984) comenta que cada espécie e cultivar possuem uma temperatura base inferior que pode variar de acordo com a fase fenológica da planta, sendo comum, entretanto, a adoção de um valor médio para todo o ciclo da cultura, por ser de fácil aplicação. Temperaturas elevadas alteram a máxima taxa de assimilação de CO_2 tanto em plantas C4 como C3 (KLIEWER, 1973). Altas temperaturas reduzem a assimilação de carbono através da instabilidade térmica de enzimas, dissecação de tecido e fechamento dos poros estomáticos. Acima de 30ºC, a respiração aumenta numa taxa mais rápida do que a fotossíntese (KLIEWER, 1981). Em alguns índices biometeorológicos baseados em soma térmica haveria a necessidade de utilização de uma temperatura base superior no cálculo; no caso, tem se adotado valor igual a 30℃.

Mandelli (1984) discute a influência da temperatura nas diversas fases do ciclo da videira, concluindo que altas temperaturas encurtam a fase de brotação, ao passo que as baixas prolongam essa fase. Sentelhas (1998) relata que regiões onde a temperatura é mais elevada, o ciclo da cultura é menor, em razão de seu desenvolvimento mais acelerado.

2.5.3 Exigências hídricas

As disponibilidades de água e de energia radiante, junto com a temperatura, são importantes fatores físicos do ambiente a governar a distribuição das espécies vegetais na terra. Na agricultura, a disponibilidade hídrica é um dos grandes fatores que condicionam a produtividade e o sucesso de uma cultura (ANGELOCCI, 2002).

A videira, por possuir um sistema radicular profundo, ajusta-se até certo ponto ao suprimento limitado de água, podendo vegetar em situações adversas e se adaptar bem desde zonas onde o regime pluviométrico não ultrapassa 200 mm anuais até naquelas extremamente úmidas, com mais de 1000 mm anuais, variando somente a tecnologia de produção e os níveis de produtividade (HIDALGO, 1956).

Diversos autores como Doorenbos e Kassan (1994), Hidalgo (1993) e Pommer (1993) chamam a atenção a respeito da importância do suprimento hídrico nas diversas fases de desenvolvimento da videira. A necessidade de água da cultura é função do seu desenvolvimento fenológico e do período do ano.

Para uma boa produção de frutos no mesmo ano e nos subseqüentes, é importante haver bom crescimento vegetativo durante a primeira parte da fase de crescimento, onde o período de alongamento dos ramos é, especialmente, muito sensível aos déficits hídricos (DOORENBOS; KASSAN, 1994).

As chuvas desde a frutificação até o início da maturação influenciam positivamente para uma boa colheita. Doorenbos e Kassan (1994) destacam o período antes e durante a floração como primordial em ter um suprimento adequado de água para o desenvolvimento das flores. Qualquer déficit hídrico durante esse período atrasa o desenvolvimento das flores, enquanto que déficit hídrico rigoroso reduz o estabelecimento dos frutos.

A regulação do suprimento de água é determinante para obtenção de uvas de qualidade (MÉROUGE et al., 1998). Vários autores como (GALET, 1993; RIOU et al., 1994; HUGLIN; SCHNEIDER, 1998) relatam que o déficit hídrico moderado durante o período de maturação dos frutos é favorável para incrementar as qualidades organolépticas do vinho. Bravdo e Hepner (1987) chamam a atenção de que o déficit pode incrementar a qualidade dos frutos, especialmente em níveis moderados.

O balanço hídrico de uma região produtora agrega informações úteis relacionadas às entradas (chuva e irrigação) e saídas (evapotranspiração) de água permitindo estudar a distribuição da sua disponibilidade hídrica ao longo do ano. Em regiões onde as chuvas são freqüentes e intensas, há favorecimento da ocorrência de doenças fúngicas nas folhas e nos frutos. Por outro lado, onde a deficiência hídrica torna-se um obstáculo à produção, há a necessidade de irrigação como fonte suplementar de água.

Em condições de estresse hídrico severo, os estômatos fecham-se e as folhas podem cair prematuramente, provocando redução da atividade fotossintética e, consequentemente, da produção e acumulação de carboidratos (SOARES; COSTA, 1998).

2.6 Índices biometeorológicos

O meio vitícola pode ser analisado sob diversos aspectos: meteorológicos ou biometeorológicos, pedológico, interação entre genótipos e ambiente, bem como utilizando dois ou mais dos critérios referidos (MANDELLI, 2002).

O estudo simultâneo de dados meteorológicos com o desenvolvimento das plantas gera a necessidade de comparações com bases estatísticas (SEEMANN, 1979). Os índices são equações/modelos matemáticos no qual dados meteorológicos traduzem a possibilidade rentável de sucesso de uma cultura. Os cálculos tendem a expressar o desenvolvimento da cultura pelos aspectos qualitativos e quantitativos, ou mostram as datas limites de plantio e colheita. Índices biometeorológicos promovem informações que possibilitam tanto o planejamento da safra (poda, colheita e escalonamento da produção), como o acompanhamento da videira, permitindo estimar-se a data de colheita provável (SENTELHAS, 1998).

Os primeiros estudos relacionando clima-vegetal consideravam somente a temperatura do ar como fator de desenvolvimento vegetal. Disso originou o conceito de unidades térmicas ou graus-dia; pesquisadores como Lana e Arbor (1951), Arnold (1959), Holmes e Robertson (1959), Allison (1963), Mederski et al. (1973), entre muitos outros, desenvolveram e aplicaram este índice. Porém, somente a temperatura do ar, isoladamente, não explica todo o processo de desenvolvimento de um vegetal e por isso sugeriu-se a introdução de outros elementos meteorológicos nos modelos já existentes, de modo a aperfeiçoá-los. Contudo, a não adição de outros fatores de natureza não meteorológica na determinação do desenvolvimento vegetal, tais como a fertilidade e tipo de solo, a topografia, a altitude, entre outros, no cálculo de diversos índices, são algumas limitações ao uso de índices.

Diversos índices biometeorológicos foram estabelecidos para a videira, na maioria dos casos orientados para regiões vitícolas do hemisfério norte, onde a temperatura é o principal fator envolvido na adaptação dos cultivares (HUGLIN, 1986; HIDALGO, 1993). Atualmente, vários são os índices com aplicação na viticultura, embora pouco ainda seja conhecido quanto as suas aplicabilidades e limitações (SENTELHAS; UNGARO, 1998).

De um modo geral, o desenvolvimento e a utilização de modelos ficam limitados pela disponibilidade de dados de entrada e também pela falta de conhecimento do sistema a ser modelado. A utilização de modelos desenvolvidos em outros locais, para uma determinada situação, implica na aceitação de todos os pressupostos teóricos embutido nos modelos (COSTA, 1997).

2.6.1 Graus-dia (GD)

Historicamente foi Réaumur em 1735 o primeiro a sugerir que “o somatório da temperatura média, para uma fase do desenvolvimento das plantas é constante para uma dada espécie vegetal” (VILLA NOVA et al., 1972).

Baseado no conhecimento da relação existente entre o clima e o desenvolvimento da videira, Hidalgo (1993) verificou que, para completar determinada fase fenológica ou seu ciclo, a videira necessitava de certa quantidade de energia, representada pelo somatório de temperaturas acima de um valor base.

Um dos primeiros índices usados para a videira foi o de “graus-dia” ou soma das temperaturas efetivas (acima de 10ºC) verificadas durante o período de vegetação ativa da videira (WINKLER, 1965). No caso específico do estudo de formas de antecipação da safra de uvas comuns de mesa, como meio de se alcançar melhores preços de mercado, a aplicação do índice de graus-dia (GD) por Winkler (1965), a partir de dados de temperatura de ar obtidos em estação meteorológica, pode permitir a identificação de regiões com temperaturas médias mais elevadas e, portanto, com potencial de proporcionar, naturalmente, a precocidade desejada.

A caracterização fenológica e a quantificação das unidades térmicas necessárias para a videira completar as diferentes fases do ciclo produtivo fornecem ao viticultor o conhecimento das prováveis datas de colheita, indicando o potencial climático das regiões para o seu cultivo (PEDRO JÚNIOR et al., 1993).

Pedro Júnior et al. (1993), estudando a cultivar Niagara Rosada, utilizaram a temperatura base de 12°C verificando uma necessidade térmica média de 1330°C.dia (brotação-colheita) com variação em função do local de 1248 a 1386°C.dia. A época de poda proporcionou diferenças na duração do ciclo, contudo, não influiu no total de GD necessários para completar o ciclo num mesmo local. Para a mesma cultivar, Ferri (1994) obteve na região de Jundiaí-SP um ciclo produtivo médio de 159 dias e uma necessidade térmica de 1589°C.dia da poda a colheita (utilizando a temperatura base de 12°C).

Pedro Júnior et al. (1994) estudando diferentes épocas de poda para a mesma cultivar no município de Jundiaí-SP, determinaram a temperatura base de 10°C e duração do ciclo variação de 153 a 124 dias (poda-colheita) com uma necessidade

térmica de 1549°C.dia. Schiedeck et al. (1997) utilizaram a temperatura base inferior de 10°C para a videira 'Niagara Rosada' no município de Bento Gonçalves-RS, em plantas a céu aberto e em estufas.

Abrahão et al. (2002) verificando a soma das temperaturas ativas (acima de 10°C) durante o período de vegetação da videira 'Niagara Rosada' (agosto a fevereiro), encontrou 2361°C.dia em Lavras-MG, contra apenas 1955°C.dia em Caldas-MG, alcançando uma diferença de 406°C.dia na totalidade do ciclo. É interessante ainda observar que a maior diferença entre as duas localidades foi registrada durante o mês de agosto (96°C.dia), época de início de vegetação, e vital para a obtenção da precocidade de produção.

O conceito de GD é um índice bastante usado em videira e possui a vantagem da fácil determinação pela aquisição de dados de temperatura do ar, além de favorecer ao viticultor um melhor planejamento das atividades como época para realização de poda e colheita. Apesar de suas limitações (McINTYRE et al., 1987), tem sido usado para avaliar a duração do ciclo, a produção e a qualidade do produto (HIDALGO, 1980). Além disso, Almeida (1972) considera que as regiões com maiores somas térmicas, em menor espaço de tempo, devem ser indicadas para o cultivo de uva de mesa.

2.6.2 Índice biometeorológico de Primault (IB)

Em seu trabalho original, o autor propôs a determinação estatística das regiões da Suíça nas quais a cultura do milho poderia ser cultivada com grandes chances de rentabilidade. Primault (1969) observou o efeito, ao longo de um período, de temperaturas médias excedendo um valor base, com valores das durações de insolação e precipitação, assim como combinações entre elas durante o desenvolvimento da cultura do milho. A dificuldade para o desenvolvimento do índice residiu entre a escolha dos elementos meteorológicos a destinar como indicadores biológicos e a determinação do peso com que cada um tem efeito no valor limite.

Brunini et al. (1976) utilizou o IB para a previsão das fases fenológicas da cultura do arroz no Estado de São Paulo. Para a videira 'Niagara Rosada', Pedro Junior et al. (1994) comparando o índice de GD com o índice biometeorológico de Primault (IB),

determinaram respectivamente, valores de 1549°C.dia e 1945 IB para o período (poda-colheita) no município de Jundiaí-SP.

2.6.3 Índice heliotérmico de Huglin (IH)

Huglin (1978) desenvolveu o índice heliotérmico (IH) com o objetivo de melhorar a validade da utilização da soma térmica em videira. Baseado no princípio de que a temperatura noturna não tem nenhum efeito na atividade fotossintética, este índice leva em consideração somente a somatória da temperatura ativa durante o período diurno, quando há atividade fotossintética.

O componente "hélio" é devido ao coeficiente multiplicador (k), o qual expressa o comprimento do dia em relação com a latitude. Para latitudes entre 40°01' a 42°00', k = *1,02*; entre 42°01' a 44°00', k = *1,03*; entre 44°01' a 46°00', k = *1,04*; entre 46°01' a 48°00', k = *1,05*; e entre 48°01' a 50°00', k = *1,06*. Para latitudes menores de 40°, o coeficiente multiplicador assume valor unitário.

O índice heliotérmico de Huglin é bastante usado em viticultura e fornece informações considerando o nível de potencial heliotérmico. Empregando tal índice, Huglin (1978) observou que para algumas videiras obtinha-se uma nítida melhoria da correlação entre a soma da temperatura ativa e a taxa de açúcares nos frutos.

Atualmente, este índice é frequentemente usado pela sua confiabilidade para obtenção de descrição de zonas aptas ao cultivo de videiras, especialmente videiras destinadas à produção de vinhos (CONCEIÇÃO; TONIETTO, 2005).

Por simplificação, o índice é estabelecido a partir das médias mensais, multiplicadas pelo número de dias do mês considerado. De uma maneira geral assume-se que o limite inferior de possibilidades de cultivo da videira ocorre aproximadamente para IH = 1500 Inversamente, abaixo de IH = 2400 todas as variedades encontram condições suficientes, e as dificuldades que possam apresentar correspondem a outros motivos, tais como regime hídrico, etc. (HIDALGO, 1993).

Tonietto e Carbonneau (2004) classificaram as regiões vitícolas em seis classes vitícolas de acordo com os valores do IH:

- IH > 3000, região vitícola 'muito quente'.
- 2400 < IH ≤ 3000, região vitícola 'quente'.

- 2100 < IH ≤ 2400, região vitícola ‘temperada quente’.
- 1800 < IH ≤ 2100, região vitícola ‘temperada’.
- 1500 < IH ≤ 1800, região vitícola ‘fria’.
- IH ≤ 1500, região vitícola ‘muito fria’, cujas regiões estão abaixo do limite inferior heliotérmico para videiras.

Conceição e Tonietto (2005), estudando o potencial de uvas para elaboração de vinhos (*Vitis vinifera*) na região norte de Minas Gerais, encontraram valores do IH variando entre 1865 a 2319 para o ciclo. Mandelli (2002) estudando a ‘Niagara Branca’ na região de Bento Gonçalves-RS determinou valor do IH de 3033 desde o início da brotação até o final da queda das folhas.

2.6.4 Índice heliotérmico de Geslin (IHG)

As necessidades bioclimáticas das espécies (temperatura e fotoperíodo) definem a capacidade de adaptação aos diferentes ambientes (CUNHA et al., 1999). Para os cereais de estação fria, Geslin (1944), ao trabalhar com a cultura de trigo, na França, estabeleceu uma metodologia de caracterização bioclimática (exigências térmicas e de fotoperíodo) baseada em um índice heliotérmico.

O índice heliotérmico de Geslin (IHG) é calculado por um somatório em um período, do produto da temperatura média do ar e do fotoperíodo. Esse índice é bastante utilizado em culturas anuais. Diversos autores (CUNHA et al., 1997, 1999; SENTELAS; UNGARO, 1998) desenvolveram trabalhos utilizando-o para a caracterização bioclimática de culturas de centeio e girassol. Em nossa pesquisa bibliográfica não foram encontradas citações do uso desse índice em videira.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área do Departamento de Produção Vegetal, da ESALQ-USP no município de Piracicaba-SP (latitude 22° 42' 30'' sul; longitude 47° 38' 00'' oeste e altitude 546 metros). O tipo climático da região segundo a classificação de Köppen é Cwa (tropical de altitude), com três meses mais secos (junho/julho/agosto), chuvas predominantes de verão e seca no inverno, a temperatura média no mês mais quente é maior que 22ºC e do mês mais frio menor que 18ºC, com média de 21,1ºC, precipitação média de 1253 mm/ano, umidade relativa do ar de 74% e insolação anual de 2418 horas.

O tipo de solo é classificado, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), como "Terra Roxa Estruturada Eutrófica A" de moderada textura argilosa, correspondendo ao "Argissolo Vermelho Eutrófico".

Foi utilizada a uva de mesa, (*Vitis labrusca*) cultivar Niagara Rosada, em porta enxerto ´Ripária do Traviu´, conduzida em diferentes épocas de poda e fases do ciclo vegetativo:

a) Na tradicional, também chamada de poda seca, a poda de produção é executada no final de inverno (fase de mobilização de reservas). Quando podada nessa época a colheita dos frutos ocorre no final da primavera e no começo do verão. Nesse ciclo de produção é realizado uma poda curta (Figura 1) e o desenvolvimento inicial da videira ocorre em época com baixa umidade relativa (UR) e temperaturas amenas; a maturação e a colheita dos frutos ocorrem em época com temperaturas elevadas e alta UR.

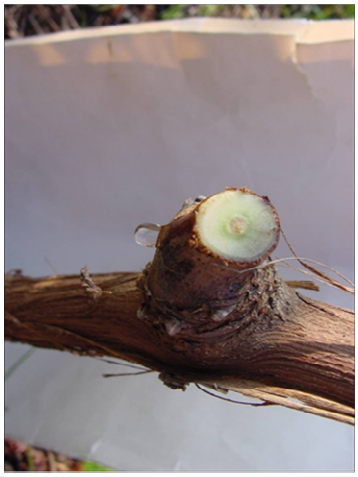

Figura 1 – Poda curta realizada na estação do inverno em videira 'Niagara Rosada' (fase de mobilização de reservas)

b) A poda verde é realizada no verão, fase de acúmulo de reservas, e a colheita ocorre no final do outono e começo do inverno. Essa poda de produção é longa, três a quatro gemas (Figura 2). Esse ciclo de produção é caracterizado por apresentar alta UR e temperaturas elevadas no início do desenvolvimento das plantas e temperaturas amenas e baixa UR no período de colheita.

Figura 2 – Poda longa realizada na estação do verão em videira 'Niagara Rosada' (fase de acúmulo de reservas)

Foram realizadas podas nos anos agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007 nas seguintes datas:

Poda Seca:

- 20/07, 04/08, 19/08, 03/09 e 18/09

Poda Verde:

- 01/02, 15/02, 02/03, 16/03

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 9 tratamentos (datas de poda). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2005). Para a análise de variância foi utilizado o teste de Tukey para comparar as médias das datas de poda, duas a duas, e o teste F para contrastes ortogonais comparando as médias das épocas de poda (poda seca versus poda verde).

A parcela experimental foi composta de 12 plantas com treze anos de idade, sendo duas de bordadura (dez plantas úteis), cultivadas no espaçamento de 2,0 m x 1,0 m, conduzidas no sistema de espaldeira sob irrigação por inundação, mantendo-se as plantas sempre próximas da capacidade de campo. Para isso, foram instalados três tensiômetros a 0,20 m, (Figura 3) fazendo-se a irrigação quando o valor do potencial mátrico do solo atingia, na média valor em torno de – 150 hPa, com aplicação de uma lâmina de água suficiente para que o potencial mátrico ficasse em torno de – 70 hPa, valor próxima da capacidade de campo para esse solo, segundo determinações realizadas por Vieira (1994).

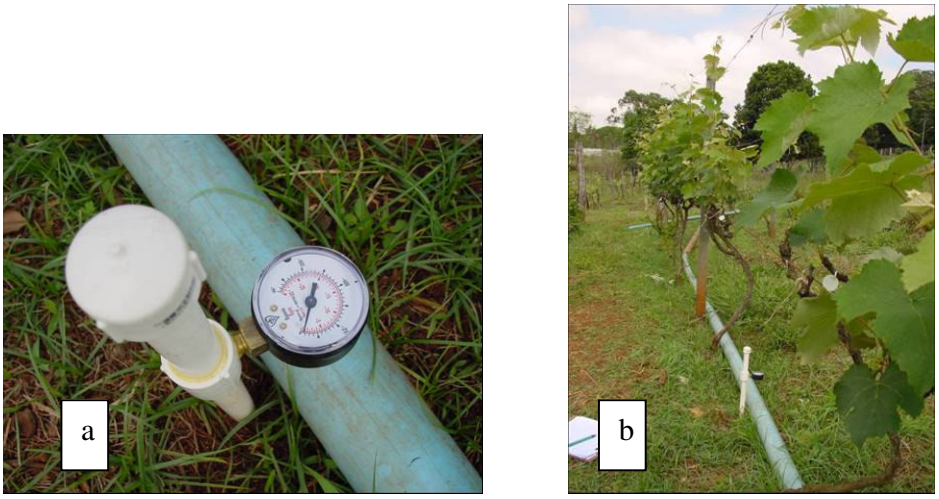

Figura 3 – a) Tensiômetro, b) Tensiômetro na linha de plantio

As variáveis analisadas foram o período e os subperíodos ocorridos para cada data de poda:

Período:

- Poda – Colheita;

Subperíodos:

- Poda - Brotação (Consumo de reservas);
- Brotação - Florescimento (Consumo de reservas);
- Florescimento – “Veraison” (Auto-suficiência);
- “Veraison” - Colheita (Acúmulo de reservas);
- Brotação – Colheita;

As avaliações dos estádios fenológicos foram realizadas nas plantas úteis datando-se a mudança de cada estádio fenológico: a) brotação: considerou-se como a data de brotação, o momento em que 50% das plantas apresentaram gemas induzidas no estádio de ponta verde (REYNIER, 1995); b) florescimento: foi determinada a data de florescimento quando metade das plantas apresentou mais de 50% de flores abertas; c) “veraison”: considerou-se como data do início de maturação quando metade das plantas apresentou bagas com início de coloração típica da ‘Niagara Rosada’; e d) colheita: a data da colheita foi determinada quando mais de 50% dos cachos de cada planta foi colhido (Figura 4).

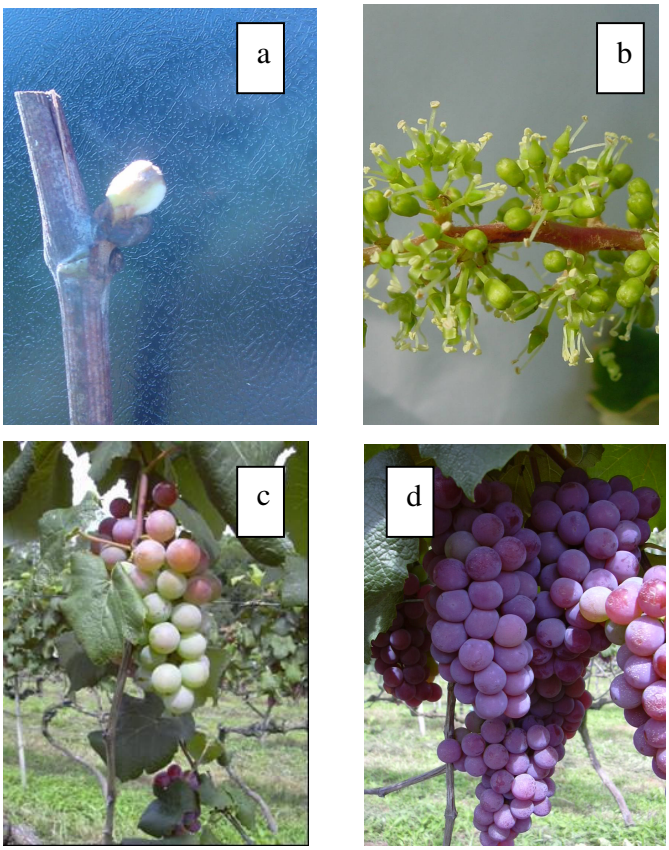

Figura 4 - Estádios fenológicos da videira 'Niagara Rosada' a) Brotação, b) Florescimento, c) "Veraison" e d) Colheita

Para a caracterização das exigências climáticas da variedade em estudo foram utilizados dados meteorológicos obtidos na Estação Meteorológica da Universidade de São Paulo, Campus "Luiz de Queiroz" da USP.

Os índices biometeorológicos foram calculados segundo as equações a seguir:

a) <u>Graus-dia</u>: o cálculo de GD foi realizado segundo as seguintes equações propostas por Villa Nova et al. (1972).

$$GD = (Tm - Tb) + \frac{(TM - Tm)}{2} - C \qquad (Tm > Tb); \qquad (1)$$

$$GD = \frac{(TM - Tb)^2}{2 \times (TM - Tm)} - C \qquad (Tm < Tb); \qquad (2)$$

$$C = \frac{(TM - TB)^2}{2 \times (TM - Tm)} \qquad (TM > 30°C) \qquad (3)$$

sendo: TM a temperatura máxima diária (ºC); Tm a temperatura mínima diária (ºC); Tb a temperatura base inferior (10ºC); TB a temperatura base superior diária (30ºC) e C a correção da temperatura base superior.

b) Índice Biometeorológico de Primault (IB) foi determinado segundo a fórmula de Primault (1969):

$$IB = GD + i\sum I + p\sum Pk \qquad (4)$$

em que: IB é o valor limite da soma total (Índice Biometeorológico), GD é o valor de graus-dia, I é o total de insolação diária (horas), P é o total de precipitação considerando um fator máximo de água disponível ao vegetal no solo (mm), i,p são coeficientes de ponderação variáveis a serem determinados, k é o fator máximo de água disponível no solo (mm).

Durante todo o ciclo de produção houve o monitoramento da água disponível no solo através de tensiômetros instalados na área experimental (Figura 3). Portanto, considerou-se não ter havido déficit hídrico, de maneira que se desconsiderou o fator precipitação, resultando no seguinte modelo matemático de acordo com Pedro Júnior et al. (1994):

$$IB = \sum GD + 0{,}4\sum I \qquad (5)$$

c) Índice heliotérmico de Huglin (IH) foi calculado segundo a fórmula (HUGLIN, 1978):

$$IH = \sum \frac{(Tmed - Tb) + (TM - Tb)}{2} \times k \qquad (6)$$

em que: Tmed é a temperatura média (ºC); Tb é a temperatura base (10ºC); TM é a temperatura máxima (ºC) e k é o coeficiente multiplicador.

d) Índice Heliotérmico de Geslin (IHG) foi calculado segundo (Geslin, 1944):

$$IHG = \frac{1}{100} \times \sum (Tmed \times n) \qquad (7)$$

sendo, Tmed a temperatura média (ºC) e n o fotoperíodo médio (horas) do período considerado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ciclo em dias

A duração média do período de desenvolvimento da videira poda-colheita e dos subperíodos (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) em dias, constam da Tabela 1.

Tabela 1 - Duração em dias, do período poda-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) da videira ‘Niagara Rosada’, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda realizada em duas épocas: inverno (poda seca) e verão (poda verde), Piracicaba-SP

		Datas de poda								
		Poda seca	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**
		20/jul	4/ago	19/ago	3/set	18/set	1/fev	15/fev	2/mar	16/mar
Período										
Poda-Colheita	Média	146 **A**	138 **AB**	137 **AB**	126 **BC**	117 **C**	128 **BC**	127 **BC**	127 **BC**	132 **BC**
	DP	3,79	3,17	8,10	3,52	4,36	4,01	3,24	3,95	3,41
	CV	2,60	2,30	5,91	2,80	3,72	3,13	2,55	3,10	2,59
Subperíodos										
Poda-Brotação	Média	18 **A**	16 **A**	18 **A**	16 **A**	12 **B**	8 **C**	11 **BC**	9 **BC**	9 **BC**
	DP	2,39	1,98	2,21	1,93	1,84	1,29	2,24	1,25	1,81
	CV	13,01	12,27	12,44	11,77	14,94	16,68	21,19	13,76	20,07
Brotação-Florescimento	Média	29 **A**	28 **AB**	29 **A**	22 **CD**	22 **CD**	24 **CD**	23 **CD**	21 **D**	25 **BC**
	DP	2,15	2,32	1,70	1,84	2,07	1,96	1,76	2,28	1,63
	CV	7,35	8,19	5,84	8,25	9,54	8,29	7,81	10,64	6,43
Florescimento-"Veraison"	Média	69 **A**	66 **A**	62 **A**	59 **A**	60 **A**	65 **A**	62 **A**	66 **A**	67 **A**
	DP	1,79	1,15	7,26	1,86	2,30	3,02	3,01	2,82	1,76
	CV	2,59	1,75	11,78	3,15	3,86	4,64	4,86	4,29	2,65
"Veraison"-Colheita	Média	29 **AB**	27 **BC**	28 **AB**	28 **AB**	24 **C**	31 **AB**	32 **A**	31 **AB**	31 **AB**
	DP	1,42	1,10	2,13	2,04	3,14	1,17	2,72	1,16	1,27
	CV	4,85	3,99	7,53	7,29	13,32	3,65	8,52	3,73	4,16
Brotação-Colheita	Média	128 **A**	122 **AB**	119 **AB**	109 **BC**	105 **C**	1215 **AB**	116 **ABC**	118 **AB**	123 **A**
	DP	3,01	2,91	7,48	2,23	3,87	3,75	3,47	3,54	2,82
	CV	2,36	2,40	6,28	2,04	3,69	3,11	2,98	2,99	2,30

As médias seguidas de mesma letra no sentido horizontal não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey
DP - desvio padrão
CV - coeficiente de variação

Na tabela 2 estão apresentados os valores do teste F para contrastes entre as épocas de poda (poda seca versus poda verde).

Tabela 2 - Valores de F obtidos na análise de contraste para duração, em dias, entre a poda seca e poda verde do período poda-colheita e subperíodos (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e poda-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP

		Valor F
Período	Poda-Colheita	0,0367 *
Subperíodos	Poda-Brotação	0,0001 *
	Brotação-Florescimento	0,0002 *
	Florescimento-"Veraison"	0,2528 n.s.
	"Veraison"-Colheita	0,0001 *
	Brotação-Colheita	0,0838 n.s.

n.s.; * = não significativo; significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.1.1 Período Poda-Colheita

Observa-se diferenças estatísticas significativas na duração, em dias, desse período, conforme as datas de poda realizadas (Tabela 1). A duração do período de produção após a poda seca, diminui com o deslocamento da data de poda, para o final do inverno, variando de 146 dias para a poda realizada em 20/07 a 117 dias para a poda realizada em 18/09. A mesma tendência foi verificada por Pedro Júnior et al. (1993) em videira ‘Niagara Rosada’ em diferentes locais, em função das datas de poda. Observaram que podas efetuadas de 15/07 a 01/09 tiveram variação de 199 a 149 dias no município de São Roque-SP; em Monte Alegre do Sul-SP variou de 176 a 132 dias; em Tietê-SP, de 164 a 116 dias; em Jundiaí-SP, de 159 a 130 dias e em Mococa-SP 151 a 116 dias. Resultados semelhantes foram observados por Pedro Júnior et al. (1994), que estudando a caracterização fenológica da videira ‘Niagara Rosada’ em Jundiaí-SP, observaram diferença estatística significativa com relação à duração, em dias, desse período. Com o deslocamento da data de poda de 15/07 para 15/09, os autores verificaram que houve diminuição de 153 dias para 124 dias. Também em Lavras-MG, Gonçalves (2005) estudou o efeito da antecipação da data de poda em videira ‘Niagara Rosada’ e verificou valores do período poda-colheita de 158 dias para a poda realizada em maio, 156 dias em junho, 144 dias em julho e 139 dias em agosto. Isso mostra o efeito da temperatura, principalmente, pois há o incremento dos seus valores médios no período, conforme a data de poda avança no inverno.

Com relação à poda verde, verifica-se que não houve diferença estatística significativa desse período poda-colheita com o deslocamento das datas de poda de 01/02 a 16/03.

No teste F para contraste ortogonal, verifica-se que houve diferença estatística significativa ao nível de 5% de probabilidade para a duração desse período conforme a época em que a poda foi realizada (Tabela 2). As plantas podadas na época de inverno, (poda seca) apresentaram duração do período poda-colheita maior do que as plantas podadas no verão.

4.1.2 Subperíodo Poda-Brotação

Esse subperíodo apresentou a mesma tendência do período poda-colheita. À medida que se desloca a data de poda, diminui, em dias, esse subperíodo, embora as quatro primeiras datas de poda (poda seca) não apresentem diferenças estatísticas significativas. Semelhantes aos do período poda-colheita foram, também, os resultados da poda verde, em que as datas de poda não apresentaram diferenças estatísticas significativas para o subperíodo (Tabela 1). Também para esse subperíodo, a poda de 18/09 (poda seca) apresentou desenvolvimento característico das plantas podadas na época de verão (poda verde).

Quando se compara a duração, em dias, das diferentes datas de poda nesse subperíodo, verifica-se que as plantas podadas no inverno (poda seca), com exceção da última poda (18/09), apresentam duração superior às plantas podadas no verão (poda verde) (Tabela 1). No teste F para contraste ortogonal realizado entre as médias das épocas de poda, seca versus verde (Tabela 2), observa-se diferença altamente significativa.

Além dos fatores climáticos, uma outra causa dessa diferença pode estar no fato de que a poda seca e a verde são realizadas em diferentes fases do ciclo vegetativo da videira, em diferentes situações fisiológicas. A poda seca é realizada durante a mobilização de reservas e a poda verde na fase de acúmulo de reservas, portanto a energia necessária para disponibilizar os carboidratos necessários para iniciar a brotação provavelmente seja diferente.

Por se tratar de um subperíodo que é delimitado por uma técnica cultural (poda) e um estádio fenológico (brotação), outros fatores como eficiência do uso de regulador

vegetal e vigor do porta-enxerto influenciam na duração desse subperíodo. Mandelli (2002) comenta que plantas jovens ou fracas antecipam a data do início da brotação, ao passo que nas cepas mais vigorosas ocorre um atraso. A temperatura do solo, textura, teor de umidade também interfere na data da brotação. Aquele autor comenta também que a classificação baseada na época de brotação é importante para os viticultores, pois permite que os mesmos possam utilizar cultivares de brotação precoce em locais com baixo risco de ocorrência de geadas tardias, e cultivares de brotação tardia em locais propensos à geadas tardias.

Essa tendência à diminuição no número de dias no período da poda-brotação com a prática do deslocamento da data de poda foi observada por Pedro Júnior et al. (1994) e Schiedeck et al. (1997) para a videira 'Niagara Rosada' nos municípios de Jundiaí-SP e Bento Gonçalves-RS, respectivamente. Em Jundiaí, houve variação média de 26 para 11 dias com o deslocamento da poda do dia 15/07 para 15/09; para Bento Gonçalves, a variação média foi de 36 a 31 dias com o deslocamento da poda do dia 21/07 para 11/08. Observa-se ainda que para Bento Gonçalves houve uma duração maior nesse subperíodo em decorrência de ser uma região mais fria. Justamente essa tendência da variação da duração do ciclo em função do local foi observada por Pedro Júnior et al. (1993) para a 'Niagara Rosada' que foi, em média, 17,3 dias para o município de Jundiaí, 14,8 dias em Mococa, 22,8 dias em Monte Alegre do Sul, 35 dias em São Roque e 19,5 dias em Tietê.

4.1.3 Subperíodo Brotação-Florescimento

Pelo teste F para contraste ortogonal, observa-se diferença altamente significativa entre as épocas de poda (poda seca versus poda verde) (Tabela 2). O teste de Tukey, para as médias das datas de poda, mostra ter havido diferenças estatísticas significativas. As três primeiras datas de poda realizada logo após o repouso hibernal da planta (20/07, 04/08 e 19/08) foram significativamente superiores, em dias, nesse subperíodo (Tabela 1).

Pedro Júnior et al. (1993), estudando a 'Niagara Rosada' em cinco municípios no Estado de São Paulo, verificaram também uma diminuição na duração desse subperíodo com o deslocamento da data de poda de julho para setembro; em média

observaram 33 dias na poda de julho, 28 dias em agosto e 27 em setembro. Gonçalves (2005) verificou que podas realizadas de maio a agosto na mesma cultivar, 'Niagara Rosada', na região de Lavras-MG, levaram à duração do subperíodo de, em média 49 dias para podas realizadas em maio, 45 dias em junho, 33 dias em julho e 30 dias em agosto. Scarpare et al. (2007) observaram diferenças na duração do subperíodo brotação-florescimento entre a poda seca e a poda verde para a videira 'Niagara Rosada' em Piracicaba-SP. Plantas podadas na época do verão, poda verde, mostraram duração média nesse subperíodo de 23 dias, enquanto que plantas podadas no inverno, poda seca, mostraram em média 30 dias.

Essas diferenças observadas podem estar relacionadas a diversos fatores, dentre eles o vigor da planta, pois esse subperíodo, brotação-florescimento, é caracterizado por uma alta taxa de crescimento dos ramos, principalmente com a utilização das reservas da planta (HIDALGO, 1993). Scarpare et al. (2007) constataram que na poda seca os ramos apresentam um crescimento de forma sigmoidal no tempo, apresentando crescimento lento no início do desenvolvimento dos ramos, passando por um período acelerado, seguido por um ritmo desacelerado de crescimento. Na poda verde os ramos apresentam rápido crescimento inicial, praticamente linear, com uma parada de crescimento precoce. Observaram, também, que além de um período maior de crescimento, os ramos da poda seca foram superiores em tamanho, quando comparados com os ramos da poda verde.

Outro fator que pode causar essas diferenças é a dificuldade na determinação dos estádios fenológicos. Mandelli (2002) relata que a brotação e o florescimento apresentam grande variabilidade. O autor comenta que a brotação, além de estar relacionada com os fatores fisiológicos da planta, está também fortemente relacionada com a temperatura do ar. Pouget (1966) demonstrou que a velocidade de brotação das gemas varia em função da temperatura do ar, variando segundo uma lei de natureza logarítmica. Mandelli et al. (2004) na região de Bento Gonçalves-RS estudaram a cultivar Niagara Branca e verificaram variação de 31 dias entre o início e o final da brotação, enquanto que para o início e final do florescimento a duração foi de 15 dias.

4.1.4 Subperíodo Florescimento-“Veraison”

O início desse subperíodo é caracterizado pelo declínio da taxa de crescimento dos ramos e pela alta suficiência da fotossíntese corrente, ou seja, a quantidade de carboidratos utilizados é aproximadamente igual à fotossíntese líquida (KLIEWER, 1990). É nesse subperíodo que ocorre a primeira fase de crescimento dos frutos, basicamente pela multiplicação celular, denominada fase herbácea, e no final dele, o endurecimento das sementes.

Analisando esse subperíodo, verifica-se que não houve efeito estatisticamente significativo, das datas de poda (Tabela 1), assim como para as épocas de poda (Tabela 2) sobre a duração do subperíodo, que variou de 59 a 69 dias. Resultados semelhantes foram verificados por Ferreira et al. (2004), os quais, estudando diferentes épocas de poda em cultivar ‘Niagara Rosada’ na região de Lavras-MG, com e sem o uso de cobertura plástica, verificaram que não houve diferenças significativas, em dias desse subperíodo.

Porém, nos estudos realizados por Schiedeck et al. (1997) em Bento Golçalves-RS com cultivar Niagara Rosada, dentro de estufas e a céu aberto, podadas em julho e agosto, observou-se uma ligeira diminuição da duração desse subperíodo de 82 dias para plantas a céu aberto, para 77 dias em plantas com estufas. Diferenças nesse subperíodo foram observadas, também, por Gonçalves (2005) em Lavras-MG. O autor analisou o período compreendido entre o início do florescimento-início da maturação dos frutos da ‘Niagara Rosada’ e obteve em média 83 dias para podas realizadas em maio e 71 dias de duração para podas realizadas em junho.

Mandelli (2002) comenta que essas diferenças nos resultados de trabalhos de pesquisa, podem estar relacionadas ao início da mudança da coloração das bagas, que está intimamente ligada à data de florescimento. O autor observa, também, que para uma mesma cultivar ocorrem variações entre os anos, nas datas do início e final da maturação, embora o padrão fenológico das diferentes cultivares apresente certa homogeneidade entre os diversos anos estudados pelo autor.

4.1.5 Subperíodo “Veraison”-Colheita

Por esse subperíodo caracterizar-se por mudanças físicas e bioquímicas nas bagas da videira, autores como Hidalgo (1993), Reynier (1995), Mandelli (2002) e Pedro Júnior e Sentelhas (2003), relatam que as condições meteorológicas, o estado nutricional e fitossanitário da planta, a carga de gemas e o sistema de condução, entre outros fatores, atuam sobre a data de maturação. De modo geral, plantas com excessivas cargas apresentam maturação irregular e desequilíbrio na relação quantidade/qualidade. Por esse motivo esperava-se uma variação, em dias, muito grande desse subperíodo. O teste F para contraste ortogonal detecta diferença altamente significativa nesse subperíodo entre as épocas de poda (Tabela 2). Porém, verifica-se que houve pequena variação em número de dias do subperíodo para as datas de poda (de 24 a 32), embora tenha havido diferenças estatísticas significativas (Tabela 1).

Resultados semelhantes foram observados por Scarpare Filho e Watanabe (2004), os quais no município de Atibaia-SP obtiveram em média para a ‘Niagara Rosada’ duração 28 dias para a poda seca e 33 dias para a poda verde. Pedro Júnior (2000) afirma que esse subperíodo varia de acordo com a região em que é cultivada a videira, citando duração de 29 a 52 dias em diferentes regiões do Estado de São Paulo. Ferreira et al. (2004) para a videira ‘Niagara Rosada’ na região de Caldas-MG, verificaram variação entre 19 a 27 dias de duração nesse subperíodo.

A colheita da poda seca é realizada na estação do verão com condições de elevadas temperaturas e umidade relativa. Essas condições, durante a maturação das bagas, podem acarretar a antecipação da colheita. A colheita da poda verde ocorre no final do outono e começo do inverno, ou seja, época de temperaturas amenas e umidade relativa baixa, condições favoráveis para a maturação das bagas.

4.1.6 Subperíodo Brotação-Colheita

Analisando as épocas poda seca versus poda verde, pelo teste F de contraste, observa-se que esse subperíodo não apresenta diferença significativa entre elas (Tabela 2). Analisando as datas de poda pelo teste de Tukey, observa-se que houve efeitos estatísticos significativos entre elas (Tabela 1). A menor duração nesse

subperíodo foi de 105 dias para a poda realizada em 18/09, e a maior duração de 128 dias para a poda realizada em 20/07.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Pedro Junior et al. (1993), que observaram diferenças significativas na duração nesse subperíodo com a antecipação da data de poda. Os autores verificaram que poda realizada em 01/09 apresentou duração de 117 dias para esse subperíodo, e a de 15/07 duração de 137 dias. Os mesmos autores verificaram também que o subperíodo varia de acordo com as localidades em que a videira se desenvolve. Para os municípios de Mococa, Tietê e Jundiaí o subperíodo teve duração de 119 a 128 dias, para Monte Alegre do Sul 134 dias e São Roque 145 dias. Semelhantes, também, são os resultados de Gonçalves (2005), que estudando o período da brotação-colheita com a 'Niagara Rosada' na região de Lavras-MG obteve, em média, duração de 134 dias para o mês de maio, 130 dias para o mês de junho, 116 dias em julho e 116 dias em agosto. Roberto et al. (2004) estudando a videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) em Maringá-PR, mesma espécie da 'Niagara Rosada', obtiveram duração de 110 dias para esse subperíodo.

4.2 Índices biometeorológicos

A principal limitação na aplicação de índices biometeorológicos em plantas perenes que passam por repouso hibernal, como a videira, está na identificação do estádio fenológico que caracterize o início do ciclo vegetativo, ou seja, a saída da dormência e o início da fase da mobilização de reservas, diferente das plantas anuais que tem a semeadura como ponto de partida. Como não há nenhum estádio fenológico visível indicando o final do período de dormência nas videiras, é adotada uma técnica cultural (poda) como ponto de partida para o cálculo dos índices biometeorológicos.

Os quatro índices biometeorológicos estudados neste trabalho, (GD, IB, IH e IHG) tomam a temperatura do ar como a única ou uma das variáveis de cálculo. Os métodos que se baseiam somente na temperatura do ar para análise do desenvolvimento vegetal, pressupõem uma linearidade entre temperatura e o desenvolvimento da cultura. Os efeitos da temperatura sobre os processos de desenvolvimento de um vegetal, em geral, devem ser muito bem estudados e

analisados para uma melhor interpretação dos fenômenos que ocorrem numa comunidade vegetal (BRUNINI et al., 2001).

4.2.1 Graus-dia (GD)

Os graus-dia acumulados no período poda-colheita e subperíodos estudados (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita, brotação-colheita e poda-colheita) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Graus-dia acumulados (°C.dia) utilizando temperatura-base inferior de 10°C e superior de 30°C, do período poda-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) da videira ‘Niagara Rosada’, nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas realizadas em duas épocas, inverno (poda seca) e verão (poda verde) Piracicaba-SP

		Datas de poda								
		Poda seca	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**
		20/jul	4/ago	19/ago	3/set	18/set	1/fev	15/fev	2/mar	16/mar
Período										
Poda-Colheita	Média	1742 **A**	1707 **AB**	1741 **A**	1643 **ABC**	1584 **ABC**	1604 **ABC**	1509 **ABC**	1410 **BC**	1350 **C**
	DP	29,63	25,48	108,31	27,55	26,40	106,56	102,77	109,46	96,78
	CV	1,70	1,49	6,22	1,68	1,67	6,64	6,81	7,76	7,17
Subperíodos										
Poda-Brotação	Média	165 **A**	177 **A**	180 **A**	177 **A**	128 **A**	117 **A**	158 **A**	148 **A**	131 **A**
	DP	15,32	23,26	28,66	3,41	0,99	10,21	41,24	14,60	12,03
	CV	9,30	13,11	15,95	1,93	0,77	8,71	26,07	9,88	9,19
Brotação-Florescimento	Média	310 **AB**	303 **AB**	327 **AB**	270 **B**	294 **AB**	355 **A**	338 **A**	314 **AB**	346 **A**
	DP	17,08	9,19	23,40	7,37	1,05	8,68	6,52	24,88	20,30
	CV	5,51	3,04	7,17	2,73	0,36	2,44	1,93	7,93	5,86
Florescimento-"Veraison"	Média	845 **A**	831 **A**	820 **A**	785 **A**	805 **A**	858 **A**	741 **A**	670 **A**	611 **A**
	DP	12,71	13,04	104,22	9,14	8,35	78,02	99,88	78,69	51,40
	CV	1,50	1,57	12,71	1,17	1,04	9,09	13,48	11,75	8,41
"Veraison"-Colheita	Média	422 **A**	396 **A**	415 **A**	411 **A**	356 **AB**	274 **B**	273 **B**	279 **B**	262 **B**
	DP	18,68	24,45	1,17	40,65	32,71	9,65	31,83	41,05	13,06
	CV	4,43	6,17	0,28	9,88	9,18	3,53	11,67	14,72	4,99
Brotação-Colheita	Média	1577 **A**	1530 **A**	1562 **A**	1466 **AB**	1456 **ABC**	1487 **AB**	1351 **ABC**	1263 **BC**	1219 **C**
	DP	14,31	2,22	79,65	24,14	25,41	96,35	61,53	94,86	84,75
	CV	0,91	0,15	5,10	1,65	1,75	6,48	4,55	7,51	6,95

As médias seguidas de mesma letra no sentido horizontal não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey
DP - desvio padrão
CV - coeficiente de variação

Na tabela 4 estão apresentados os valores do teste F para contrastes entre as épocas de poda (poda seca versus poda verde) para o índice de GD.

Tabela 4 - Valores de F obtidos na análise de contraste para o índice GD entre a poda seca e poda verde do período poda-colheita e subperíodos (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-"veraison", "veraison"-colheita e poda-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP

		Valor F
Período	Poda-Colheita	0,0003 *
Subperíodos	Poda-Brotação	0,0173 *
	Brotação-Florescimento	0,0012 *
	Florescimento-"Veraison"	0,0116 *
	"Veraison"-Colheita	0,0001 *
	Brotação-Colheita	0,0002 *

n.s.; * = não significativo; significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.2.1.1 Período Poda-Colheita

Pela análise de variância realizada pelo teste de Tukey, observa-se que houve diferença estatística significativa entre os valores de GD obtidos para as diferentes datas de poda (Tabela 3). Em valores absolutos, as três primeiras datas de poda (20/07, 04/08 e 19/08) apresentam os maiores valores, enquanto que as últimas três datas de poda (15/02, 02/03 e 16/03) apresentam valores absolutos menores. Esses dados são da mesma ordem de grandeza aos obtidos por Pedro Junior et al. (1994) que, estudando a videira 'Niagara Rosada' e utilizando a temperatura-base inferior de 10°C, verificaram que o total médio de GD necessários para o desenvolvimento da poda-colheita foi de 1549°C.dia. Porém, os dados obtidos nesse trabalho diferem do observado por Pedro Júnior et al. (1993), que verificaram que o total de GD não difere estatisticamente quando comparados em diferentes datas de poda, variando entre os extremos de 1318°C.dia para a poda do dia 01/09 a 1337°C.dia para a poda de 15/07, mas com temperatura base inferior de 12°C. Ferreira et al. (2004), na região de Caldas-MG, estudando a videira 'Niagara Rosada' e utilizando a temperatura-base inferior de 10°C, obtiveram valor de 1425°C.dia. Porém, não identificaram diferenças estatísticas para os valores de GD em plantas cultivadas com e sem o uso de cobertura plástica.

No teste F para contraste ortogonal realizado entre a média da poda seca versus poda verde (Tabela 4) observa-se diferença estatística altamente significativa, concluindo-se que esse índice apresenta resultados diferentes, para esse período,

conforme a época e a fase do ciclo vegetativo da videira em que a poda é realizada. Em média, para esse período, a poda seca obteve valor de 1683°C.dia, ressaltando-se que embora os valores de GD sejam decrescentes com o deslocamento da data de poda a partir do final do repouso hibernal, não foram diferentes estatisticamente quando comparados nessa época. Não houve diferença estatística entre as datas de poda realizadas no verão. Em média, para essa época de poda, o período foi de 1469°C.dia apresentando também valores decrescentes com o deslocamento da data de poda após a colheita.

4.2.1.2 Subperíodo Poda-Brotação

Na análise de variância realizada pelo teste de Tukey não foram observadas diferenças estatísticas significativas no cálculo do índice GD para esse subperíodo entre as datas de poda (Tabela 3). Porém a variação de 180°C.dia para a poda realizada em 19/08 e de 128°C.dia para a poda realizada no dia 18/09, é considerada alta, pois a duração, em dias, desse subperíodo normalmente é relativamente curta. Resultados bastante diferentes foram obtidos por Schiedeck et al. (1997), que estudando GD em videira 'Niagara Rosada' no município de Bento Gonçalves-RS, em plantas a céu aberto e em estufas de polietileno transparente de baixa densidade, obtiveram valores médios de 200 e 297°C.dia, respectivamente, utilizando como temperatura base inferior 10°C. Roberto et al. (2004) estudando o mesmo índice a mesma temperatura base para videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) no município de Maringá-PR, obteve para esse período valor de 111°C.dia.

No teste F para contraste (Tabela 4), observa-se que houve diferença estatística significativa para as épocas de poda (poda seca versus poda verde), de onde se conclui que as plantas podadas logo após o repouso hibernal necessitam maior quantidade de energia, em média 165°C.dia, para completar esse subperíodo do que as plantas podadas no verão, em média 139°C.dia.

4.2.1.3 Subperíodo Brotação-Florescimento

Observa-se pela tabela 3 que as maiores médias de GD, em valores absolutos, ocorrem nesse subperíodo, em datas da poda verde (01/02, 15/02 e 10/03), embora elas sejam superiores estatisticamente somente à poda seca realizada em 03/09. Pelo

teste F para contraste ortogonal, observa-se pela tabela 4 que houve alta significância entre as épocas de poda (poda seca vs. poda verde). Deve-se ressaltar o paradoxo observado para esse subperíodo para as épocas de poda: plantas podadas no inverno (poda seca) tiveram em média maior duração em dias (26) e menor necessidade de acúmulo de GD (301°C.dia), contrastando com as plantas podadas no verão, que apresentaram menor duração média em dias (23) e maior necessidade de energia, medidas em GD (338°C.dia). A provável explicação para as diferentes quantidades de energia observada para as épocas de poda, nesse subperíodo, está no fato de que ele ocorre em épocas com temperaturas altas para as plantas submetidas à poda verde, enquanto que nas plantas podadas no inverno, esse subperíodo ocorre em épocas com temperaturas menores, o que pode ter causado essa distorção (Tabela 12 do Anexo).

Roberto et al. (2004) estudando a videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) na região de Maringá-PR e calculando o índice GD com a temperatura-base de 10°C, obtiveram para esse período 193°C.dia, resultado bem inferior aos obtidos em 'Niagara Rosada' (*Vitis labrusca*) neste trabalho. Schiedeck et al. (1997), no município de Bento Gonçalves-RS, estudando a videira 'Niagara Rosada', em plantas a céu aberto e em estufas, obtiveram valores médio de 239 e 316°C.dia respectivamente, utilizando como temperatura base inferior 10°C, resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho.

4.2.1.4 Subperíodo Florescimento-"Veraison"

Pela análise de variância realizada pelo teste de Tukey observa-se, para o índice GD, que não houve diferenças estatísticas significativas entre as datas de poda nesse subperíodo, tanto da poda seca como da poda verde (Tabela 3). Esse mesmo comportamento foi observado nesse subperíodo, para o número de dias.

Esses resultados não são concordantes como os observados por Schiedeck et al. (1997) que verificaram para o subperíodo do florescimento-início da maturação, requerimento térmico médio para videira 'Niagara Rosada', conduzida em estufas e a céu aberto, respectivamente de 1032 e 922°C.dia. Resultados mais aproximados aos obtidos neste trabalho foram obtidos por Roberto et al. (2004), que estudando a videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) na região de Maringá-PR e calculando o índice GD com a temperatura-base de 10°C, obtiveram para esse subperíodo 645°C.dia.

Contudo, no teste F para análise de contrastes verifica-se que houve diferença no acúmulo de GD nas diferentes épocas de poda (Tabela 4). Em média, para a poda seca houve o requerimento de 817°C.dia, enquanto que para a poda verde o requerimento foi de 720°C.dia.

4.2.1.5 Subperíodo "Veraison"-Colheita

Foram observadas diferenças estatísticas significativas no acúmulo de GD para as diferentes datas de poda (Tabela 3). Houve maior necessidade de energia para completar esse subperíodo nas plantas podadas na época da poda seca, em comparação com a poda verde. A poda realizada no dia 18/09 apresenta valor nos limites entre as duas épocas de poda. Os valores observados foram semelhantes aos obtidos por Schiedeck et al. (1997) que, estudando a videira 'Niagara Rosada' em estufa e a céu aberto, verificaram valores variando de 207°C.dia em estufa a 455°C.dia a céu aberto. Esses autores observaram também que os valores de GD variaram com a data de poda. Valores concordantes foram apresentados por Roberto et al. (2004), que estudando a videira 'Isabel' (*Vitis labrusca*) na região de Maringá-PR e calculando o índice GD com a temperatura-base de 10°C obtiveram para esse subperíodo 288°C.dia.

Pela análise de contraste (Tabela 4) observa-se diferença altamente significativa para as épocas de poda, sendo que há um requerimento maior de energia, GD, para completar esse subperíodo nas datas de poda seca, 401°C.dia enquanto que na poda verde o requerimento médio foi de 272°C.dia. Observa-se pela tabela 12 do anexo que a maturação da videira para as plantas submetidas à poda seca ocorre nos meses de altas temperaturas (novembro/dezembro), enquanto que em plantas submetidas à poda verde, o desenvolvimento desse subperíodo ocorre em meses com temperaturas amenas (maio/junho).

4.2.1.6 Subperíodo Brotação-Colheita

Os dados observados para esse subperíodo (Tabela 3) são semelhantes aos obtidos por Pedro Júnior et al. (1993), que verificaram a necessidade térmica de 1330°C.dia, mas considerando a temperatura base de 12°C para a videira 'Niagara Rosada'. Mandelli (2002) na região de Bento Gonçalves-RS estudando a 'Niagara Branca' também obteve valores semelhantes, de 1380°C.dia para esse subperíodo.

A variação observada para esse subperíodo, entre os valores acumulados de GD para as datas de poda, de 1577°C.dia para a poda realizada em 20/07 e 1219°C.dia para a poda realizada em 16/03, são concordantes com os observados por Pedro Júnior et al. (1993), que verificaram influência do local no total de GD acumulados para esse subperíodo, variando de 1248°C.dia para Jundiaí até 1386°C.dia para São Roque. Nesse trabalho os autores utilizaram temperatura base inferior de 12°C.

Na análise do contraste, tabela 4, observa-se diferenças altamente significativas entre as épocas de poda, sendo que na época da poda seca, para esse subperíodo, as plantas necessitam de maior quantidade de energia (1518°C.dia), enquanto que na poda verde a média foi de 1330°C.dia.

4.2.2 Índice biometeorológico de Primault (IB)

Para cálculo do índice biometeorológico (IB) considerou-se o período brotação-colheita e os subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-"veraison" e "veraison"-colheita). Não foi considerado o subperíodo poda-brotação, pela simples razão das videiras estarem sem folhas, portanto o fator insolação só poderia influenciar a temperatura, o que já foi estudado no índice GD.

Os valores do índice biometeorológico (IB) acumulados para o período brotação-colheita e subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-"veraison" e "veraison"-colheita) para as datas de poda e para as duas épocas de poda (poda seca versus poda verde) nos anos agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007 são apresentados nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 - Índice Biometeorológico (IB) do período brotação-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-"veraison" e "veraison"-colheita) da videira 'Niagara Rosada', nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda em Piracicaba-SP

		Datas de poda								
		Poda seca	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**
		20/jul	4/ago	19/ago	3/set	18/set	1/fev	15/fev	2/mar	16/mar
Período Brotação-Colheita	Média	1889 **A**	1816 **ABC**	1831 **AB**	1706 **ABC**	1692 **ABC**	1804 **ABC**	1669 **ABC**	1584 **BC**	1555 **C**
	DP	58,33	55,81	49,20	55,14	10,56	155,55	94,07	126,66	112,75
	CV	3,09	3,07	2,69	3,23	0,62	8,62	5,64	7,99	7,25
Subperíodos Brotação-Florescimento	Média	397 **A**	377 **A**	392 **A**	319 **A**	338 **A**	410 **A**	397 **A**	367 **A**	415 **A**
	DP	17,11	9,38	36,43	4,94	4,34	34,84	5,36	26,89	40,64
	CV	4,31	2,49	9,28	1,55	1,28	8,49	1,35	7,32	9,79
Florescimento-"Veraison"	Média	1003 **A**	982 **A**	960 **A**	921 **A**	945 **A**	1036 **A**	907 **A**	843 **A**	794 **A**
	DP	46,49	9,82	94,01	16,12	36,61	103,76	121,97	95,81	59,83
	CV	4,64	1,00	9,79	1,75	3,87	10,02	13,45	11,37	7,53
"Veraison"-Colheita	Média	488 **A**	456 **AB**	478 **AB**	467 **AB**	409 **AB**	358 **AB**	365 **AB**	375 **AB**	345 **B**
	DP	28,94	36,61	8,38	43,96	51,50	16,95	22,54	57,74	12,29
	CV	5,93	8,02	1,75	9,42	12,60	4,74	6,18	15,41	3,56

As médias seguidas de mesma letra no sentido horizontal não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey
DP - desvio padrão
CV - coeficiente de variação

Tabela 6 - Valores de F obtidos na análise de contraste para o IB do período brotação-colheita e subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-"veraison" e "veraison"-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP

		Valor F
Período	Brotação-Colheita	0,0026 *
Subperíodos	Brotação-Florescimento	0,0024 *
	Florescimento-"Veraison"	0,0602 n.s.
	"Veraison"-Colheita	0,0003 *

n.s.; * = não significativo; significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.2.2.1 Período Brotação-Colheita

Em números absolutos, os maiores índices foram obtidos nas três primeiras datas de poda (20/07, 04/08 e 19/08) enquanto que os menores valores foram observados nas três últimas datas de poda (15/02, 02/03 e 16/03) (Tabela 5). Pedro Júnior et al. (1994) determinaram o índice biometeorológico de Primault (IB), para um

período maior, poda-colheita, no município de Jundiaí-SP, tendo encontrado o valor de 1945 IB, resultado semelhante aos obtido neste trabalho, caso se considere os valores de GD no subperíodo poda-brotação (Tabela 3) somados ao IB.

O teste de Tukey mostrou haver diferença estatística entre as datas de poda. O teste F para contraste ortogonal mostrou diferença altamente significativa entre as épocas de poda (poda seca versus poda verde) (Tabela 6). Em média, para a poda seca obteve-se valor de 1786 IB e para a poda verde, 1653 IB.

4.2.2.2 Subperíodo Brotação-Florescimento

Os resultados obtidos pelo teste de Tukey para esse subperíodo, não apresentam diferenças estatísticas significativas para as datas de poda (Tabela 5). Porém para o teste F, para contraste ortogonal, houve diferença estatística significativa para as épocas de poda, seca versus verde, ao nível de 5 % de probabilidade (Tabela 6), em média 365 IB para a poda seca e 397 IB para a poda verde. Assim como para o índice GD, as plantas podadas no verão (pode verde) apresentaram maiores valores.

4.2.2.3 Subperíodo Florescimento-“Veraison”

Para esse subperíodo, embora haja diferença em números absolutos, não foi observada diferença estatística significativa entre os valores de IB para as datas de poda (Tabela 5), da mesma forma verificada para o índice GD.

No teste F para contraste ortogonal, esse índice também não apresenta diferenças significativas entre as épocas de poda (Tabela 6). Ou seja, a quantidade de energia para a videira completar esse subperíodo, medida pelo IB, independe da época de poda. Para as videiras completarem esse subperíodo, necessita em média de 932 IB. Concluí-se que o IB está mais adequado a esse subperíodo do que o índice GD.

4.2.2.4 Subperíodo “Veraison”-Colheita

Pela tabela 5, observa-se que houve diferença estatística significativa nesse índice somente entre a primeira data de poda (20/07) e a última (16/03). Porém, no teste F para contraste ortogonal a diferença entre as épocas de poda é altamente significativa (Tabela 6), resultado semelhante ao obtido para o índice GD. Para o IB, as

videiras podadas no inverno (poda seca) exigem maior valor médio de IB (460) para completar esse subperíodo do que para plantas podadas no verão, (361).

4.2.3 Índice heliotérmico de Huglin (IH)

As análises do índice heliotérmico de Huglin (IH) acumulado durante o período poda-colheita e para os seis subperíodos estudados (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-“veraison”, “veraison”-colheita e brotação-colheita) para as datas de poda e para as duas épocas de poda (poda seca versus poda verde) nos anos agrícolas de 2005/2006 e 2006/2007, são apresentados na Tabela 7 e 8 respectivamente.

Tabela 7 - Índice Heliotérmico de Huglin (IH) do período poda-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-"veraison", "veraison"-colheita e brotação-colheita) da videira 'Niagara Rosada', nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda em Piracicaba-SP

		Datas de poda								
		Poda seca	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**
		20/jul	4/ago	19/ago	3/set	18/set	1/fev	15/fev	2/mar	16/mar
Período										
Poda-Colheita	Média	2196 **A**	2124 **AB**	2125 **AB**	1977 **ABC**	1886 **ABC**	1961 **ABC**	1879 **ABC**	1796 **BC**	1755 **C**
	DP	52,08	46,06	112,11	31,55	47,19	131,66	117,31	114,51	87,69
	CV	2,37	2,17	5,27	1,60	2,50	6,72	6,24	6,37	5,00
Subperíodos										
Poda-Brotação	Média	233 **AB**	245 **A**	242 **A**	232 **AB**	162 **ABC**	139 **C**	184 **ABC**	177 **ABC**	150 **BC**
	DP	16,40	23,78	26,21	16,31	0,70	10,03	55,49	22,44	16,25
	CV	7,03	9,73	10,83	7,02	0,43	7,25	30,10	12,69	10,80
Brotação-Florescimento	Média	421 **A**	404 **A**	414 **A**	330 **A**	351 **A**	413 **A**	396 **A**	368 **A**	414 **A**
	DP	15,32	9,12	40,57	9,33	7,96	20,65	8,86	21,37	34,56
	CV	3,64	2,26	9,81	2,82	2,27	5,01	2,24	5,81	8,36
Florescimento-"Veraison"	Média	1040 **A**	1010 **A**	988 **A**	943 **A**	964 **A**	1036 **A**	915 **A**	859 **A**	824 **A**
	DP	32,17	10,23	121,45	7,98	15,19	99,53	115,12	72,41	34,43
	CV	3,09	1,01	12,30	0,85	1,58	9,61	12,58	8,43	4,18
"Veraison"-Colheita	Média	501 **A**	466 **AB**	482 **AB**	472 **AB**	410 **AB**	374 **AB**	383 **AB**	393 **AB**	367 **B**
	DP	18,83	23,38	5,03	32,56	55,11	1,44	44,44	41,02	2,45
	CV	3,76	5,02	1,04	6,90	13,46	0,39	11,61	10,45	0,67
Brotação-Colheita	Média	1962 **A**	1879 **AB**	1884 **AB**	1745 **ABC**	1724 **ABC**	1822 **ABC**	1694 **ABC**	1619 **BC**	1605 **C**
	DP	35,68	22,28	85,90	15,25	47,89	121,63	61,82	92,07	71,44
	CV	1,82	1,19	4,56	0,87	2,78	6,68	3,65	5,69	4,45

As médias seguidas de mesma letra no sentido horizontal não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey
DP - desvio padrão
CV - coeficiente de variação

Tabela 8 - Valores de F obtidos na análise de contraste ortogonal para o IH do período poda-colheita e subperíodos (poda-brotação, brotação-florescimento, florescimento-"veraison", "veraison"-colheita e brotação-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP

		Valor F
Período	Poda-Colheita	0,0005 *
Subperíodos	Poda-Brotação	0,0004 *
	Brotação-Florescimento	0,2379 n.s.
	Florescimento-"Veraison"	0,0436 *
	"Veraison"-Colheita	0,0005 *
	Brotação-Colheita	0,0012 *

n.s.; * = não significativo; significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.2.3.1 Período Poda-Colheita

Para esse índice, verifica-se que, em valores absolutos, os maiores resultados são apresentados nas primeiras datas de poda após o repouso hibernal (20/07, 04/08 e 19/08), e os menores valores são observados para as últimas duas datas da poda verde (02/03 e 16/03) (Tabela 7), resultados bastante semelhantes aos obtidos para GD.

No teste F para contraste ortogonal, verifica-se diferença altamente significativa entre as épocas de poda (poda de inverno versus poda de verão) (Tabela 8). Para plantas podadas na época do inverno (poda seca) o requerimento foi de 2061 IH, e para plantas podadas no verão (poda verde) 1848 IH.

4.2.3.2 Subperíodo Poda-Brotação

Esse subperíodo teve comportamento semelhante ao período (poda-colheita) onde foram verificados que os maiores valores absolutos foram observados nas primeiras datas de poda após o repouso hibernal (Tabela 7). Da mesma forma, no teste F para contraste ortogonal, as diferenças entre as épocas de poda foram altamente significativas para esse subperíodo (Tabela 8). Para plantas podadas na época do inverno (poda seca) o requerimento foi de 223 IH enquanto que para plantas podadas no verão (poda verde) foi de 163 IH.

4.2.3.3 Subperíodo Brotação-Florescimento

O resultado do IH para esse subperíodo não apresentou diferenças estatísticas para as datas de poda e para o teste F para contraste ortogonal (poda seca versus poda verde) (Tabelas 7 e 8 respectivamente). Para esse subperíodo o valor médio do índice heliotérmico de Huglin foi de 390 IH independente da época de poda. Portanto, para esse subperíodo o IH pode ser aplicado independente da fase da cultura e época em que a poda é realizada.

4.2.3.4 Subperíodo Florescimento-“Veraison”

Na tabela 7 pode ser observado que não houve diferenças estatísticas significativas do IH entre as datas de poda. Entretanto, no teste F para contraste ortogonal, observa-se pela tabela 8 que houve diferença entre as épocas de poda,

indicando que para as videiras podadas no inverno o subperíodo (florescimento-“veraison”) IH apresentou maiores valores do que para as videiras podadas no verão. Para as videiras podadas no inverno, poda seca, a média foi de 989 IH, e para as podadas no verão, poda verde, a média foi de 909 IH.

4.2.3.5 Subperíodo “Veraison”-Colheita

Comparando a análise estatística dos resultados obtidos para esse subperíodo para o IH, (Tabela 7) com análise estatística dos resultados obtidos para o IB, (Tabela 5), verifica-se que são idênticas. Ou seja, somente entre a primeira data de poda (20/07) e a última data de poda (16/03), houve diferença estatística significativa, sendo que as demais datas de poda não apresentaram essas diferenças. Da mesma forma, pelo teste F para contrastes ortogonais as diferenças entre as épocas de poda são altamente significativas (Tabela 8). Para plantas podadas na época do inverno (poda seca) o requerimento foi de 466 IH enquanto que para as plantas podadas no verão (poda verde) a média foi de 379 IH.

4.2.3.6 Subperíodo Brotação-Colheita

Os resultados obtidos pelo IH nesse subperíodo (Tabela 7), de 1962 a 1605, são semelhantes aos observados por Mandelli (2002), que na região de Bento Gonçalves-RS estudando a videira ‘Niagara Branca’ obteve valor acumulado para esse subperíodo de 1777 IH. Pode-se observar também que os maiores valores absolutos do índice IH foram obtidos nas primeiras datas de poda, após o repouso hibernal. Isso fica evidente pelo teste F para contrastes ortogonais que apresentou diferença altamente significativa entre as épocas de poda (poda seca versus poda verde) (Tabela 8). Para plantas podadas na época do inverno (poda seca) o requerimento foi de 1839 IH e para plantas podadas no verão (poda verde) a média foi de 1635 IH.

4.2.4 Índice heliotérmico de Geslin (IHG)

Para cálculo do índice heliotérmico de Geslin (IHG) considerou-se o período brotação-colheita e os subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-“veraison” e “veraison”-colheita). O subperíodo poda-brotação não foi considerado, pois as plantas estão desfolhadas e não haveria influência do fator fotoperíodo.

Tabela 9 - Índice Heliotérmico de Geslin (IHG) do período brotação-colheita e dos subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-"veraison" e "veraison"-colheita) da videira 'Niagara Rosada', nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, para as diferentes datas de poda em Piracicaba-SP

		Datas de poda								
		Poda seca	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda seca**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**	**Poda verde**
		20/jul	4/ago	19/ago	3/set	18/set	1/fev	15/fev	2/mar	16/mar
Período Brotação-Colheita	Média	348 **A**	339 **A**	345 **A**	324 **A**	319 **AB**	307 **ABC**	280 **BCD**	266 **CD**	263 **D**
	DP	2,62	2,17	20,57	2,03	7,33	14,13	5,49	9,64	9,23
	CV	0,75	0,64	5,97	0,63	2,30	4,60	1,96	3,62	3,52
Subperíodos Brotação-Florescimento	Média	68 **AB**	67 **AB**	73 **A**	59 **B**	62 **AB**	73 **A**	67 **AB**	61 **AB**	68 **AB**
	DP	2,66	2,10	4,06	2,07	1,13	1,54	2,16	4,81	2,31
	CV	3,94	3,12	5,57	3,52	1,82	2,12	3,21	7,87	3,39
Florescimento-"Veraison"	Média	186 **A**	183 **A**	181 **AB**	174 **AB**	180 **AB**	171 **AB**	151 **AB**	144 **AB**	135 **B**
	DP	3,92	2,34	23,27	3,02	0,94	12,38	14,35	10,62	5,37
	CV	2,11	1,28	12,89	1,73	0,52	7,23	9,50	7,40	3,99
"Veraison"-Colheita	Média	94 **A**	89 **A**	91 **A**	91 **A**	78 **AB**	63 **B**	62 **B**	61 **B**	60 **B**
	DP	1,36	2,41	1,36	7,12	7,53	0,20	6,70	3,84	1,55
	CV	1,44	2,72	1,49	7,86	9,69	0,32	10,81	6,25	2,59

As médias seguidas de mesma letra no sentido horizontal não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey
DP - desvio padrão
CV - coeficiente de variação

Tabela 10 - Valores de F obtidos na análise de contraste ortogonal para o IHG do período brotação-colheita e subperíodos (brotação-florescimento, florescimento-"veraison" e "veraison"-colheita) da cultivar Niagara Rosada, Piracicaba-SP

		Valor F
Período	Brotação-Colheita	0,0001 *
Subperíodos	Brotação-Florescimento	0,3106 n.s.
	Florescimento-"Veraison"	0,0005 *
	"Veraison"-Colheita	0,0001 *

n.s.; * = não significativo; significativo ao nível de 5% de probabilidade

4.2.4.1 Período Brotação-Colheita

As videiras que foram submetidas à poda após o repouso hibernal e desenvolveram-se em época de fotoperíodo crescente, apresentaram IHG estatisticamente superiores quando comparadas com videiras podadas no verão, que se desenvolveram em fotoperíodos decrescentes (Tabela 9). Essa diferença fica bem caracterizada pelo teste F para contraste ortogonal que apresenta diferença estatística

altamente significativa entre as duas épocas de poda, poda seca versus poda verde (Tabela 10). Em média, plantas podadas na época do inverno, poda seca, obtiveram valor de 335 IHG e para as plantas podadas na época do verão (poda verde) a média foi de 279 IHG.

4.2.4.2 Subperíodo Brotação-Florescimento

Nesse subperíodo pelo teste de Tukey (Tabela 9) não é possível observar a influência da data de poda para esse índice. Isso fica evidente pelo teste F para contraste ortogonal que não apresenta diferenças estatísticas significativas entre as épocas de poda (Tabela 10). O IHG, para esse subperíodo, pode ser aplicado à videira independentemente da época e fase da cultura, em que a poda for realizada. O valor médio obtido foi de 66 IHG para esse subperíodo.

4.2.4.3 Subperíodo Florescimento-"Veraison"

Os maiores valores absolutos desse índice foram obtidos para as duas primeiras datas de poda (20/07 e 04/08), sendo que a última data de poda (16/03) foi a que menor valor apresentou (Tabela 9). Pelo teste F para contraste ortogonal, a diferença entre as épocas de poda fica evidenciada pela alta diferença estatística (Tabela 10). Em média, plantas podadas na época do inverno, poda seca, obtiveram valor médio de 181 IHG e as plantas podadas na época do verão (poda verde) obtiveram valor médio de 150 IHG.

4.2.4.4 Subperíodo "Veraison"-Colheita

Comparando as médias das datas de poda duas a duas, pelo teste de Tukey, os resultados obtidos para IHG são significativamente maiores para videiras podadas no inverno (Tabela 9). Como a maturação da videira podada nessa época ocorre no final da primavera e início do verão (novembro/dezembro), e este índice leva em consideração o fotoperíodo, era esperado que apresentasse maiores valores quando comparados com videiras podadas no final do verão (poda verde) em que a maturação ocorre no final do outono (fotoperíodo decrescente). No teste F para contraste ortogonal fica destacada essa diferença pela alta significância entre as épocas de poda (Tabela 10). Para plantas podadas na época do inverno, poda seca, o valor médio de IHG foi 88 e para plantas podadas na época do verão (poda verde) a média foi de 62.

4.3 Discussão geral dos índices

Para que um índice biometeorológico tenha emprego prático em viticultura, é desejável que seja "estável", no sentido de que na sua determinação não se encontre uma variação muito ampla de seus valores para cada período ou subperíodo em função das datas, épocas, e locais em que a poda é realizada, pois assim ele terá aplicação mais universal e confiável.

A discussão comparativa dos quatro índices estudados neste trabalho será feita com base no discutido até o momento sobre cada um em particular, incluindo-se a comparação com a literatura e, também com auxílio da tabela 11, na qual são fornecidos valores médios de cada índice, para cada período e subperíodo e para as épocas de poda. Esses valores médios são apresentados separadamente para poda seca e poda verde, quando o teste F indicou diferença estatística nos valores médios entre as duas épocas de poda. Quando não houve diferença significativa, são colocados valores médios das duas épocas de poda, independente se seca ou verde, no meio das colunas correspondentes a cada época. Além de auxiliar na análise comparativa, a tabela 11 facilita o emprego dos índices, pois é um resumo de interesse prático dos resultados apresentados.

Tabela 11 - Médias dos índices biometeorológicos GD, IB, IH e IHG para período e subperíodos determinados para a videira 'Niagara Rosada' podadas em diferentes datas e épocas (inverno e verão) nos anos agrícolas 2005/2006 e 2006/2007, Piracicaba-SP

	GD		**IB**		**IH**		**IHG**	
	Poda seca	**Poda verde**	**Poda seca**	**Poda verde**	**Poda seca**	**Poda verde**	**Poda seca**	**Poda verde**
Período e Subperíodos								
Poda-Colheita	1683	1469	--	--	2061	1848	--	--
Brotação-Colheita	1518	1330	1786	1653	1839	1685	335	279
Poda-Brotação	165	139	--	--	223	163	--	--
Brotação-Florescimento	301	338	365	397	390		66	
Florescimento-"Veraison"	817	720	932		989	909	181	150
"Veraison"-Colheita	401	272	460	361	466	379	88	62

GD = índice de graus-dia, IB = índice biometeorológico de Primault, IH = índice heliotérmico de Huglin e IHG = índice heliotérmico de Geslin

Em geral, todos os índices apresentaram-se relativamente estáveis. Os graus-dia mostraram diferença estatística entre as duas épocas de poda para o período em todos os subperíodos, fornecendo valores menores na poda verde, com exceção do subperíodo de brotação-florescimento. No período poda-colheita, os dados do presente estudo foram comparáveis em até 10% com os de Pedro Júnior et al. (1994), e em até 15% em comparação com os resultados de Ferreira et al. (2004) em Caldas-MG. Para o subperíodo brotação-colheita, o valor obtido na poda seca é comparável com os obtidos por Pedro Júnior et al. (1993) com ´Niagara Rosada´ em Jundiaí e por Mandelli (2002), este último em Bento Gonçalves-RS e com ´Niagara Branca´. Para a poda-brotação, foi possível somente uma comparação com os resultados de Schiedeck et al. (1997), em Bento Gonçalves-RS, sendo os obtidos no presente trabalho cerca de 15% inferior, considerada a poda seca. Comparando com esse mesmo trabalho, mas para o subperíodo brotação-florescimento, no presente estudo o valor obtido foi 26% maior. No subperíodo florescimento- "veraison" o valor obtido na poda seca é cerca de 13% menor que o obtido para estudo a céu aberto em Bento Gonçalves, enquanto que no "veraison"-colheita o obtido no presente estudo foi cerca de 12% menor. Em síntese, pode-se considerar os resultados aqui obtidos confiáveis e indicadores da aplicabilidade de GD para cada período e subperíodo analisado, havendo de se ressaltar que estatisticamente foram encontradas diferenças entre as épocas de poda.

Quanto ao índice biometeorológico de Primault, mostrou valores relativamente mais estáveis que o índice GD, porque no florescimento-"veraison" foi possível indicar um único valor médio para as duas épocas de poda e na brotação-colheita há uma diferença pequena entre as épocas de poda, embora tenham se mostrado estatisticamente diferentes. Quando se compara com o trabalho de Pedro Júnior et al. (1994) em Jundiaí-SP, no período de brotação-colheita os resultados de ambos os trabalhos são praticamente idênticos (ver item 4.2.2.1). Nesse aspecto, pode-se considerar que o IB seria até mais adequado que GD, mas há de se considerar, também, que IB é um índice que exige um número de variável maior e, além disso, deve-se lembrar que no presente estudo ele só foi usado em condições sob as quais não houve deficiência hídrica no solo.

No caso do índice heliotérmico de Huglin (IH), mostrou-se mais estável que o GD sendo que no subperíodo brotação-florescimento foi possível encontrar sob o ponto de vista estatístico um único valor médio (390) para ambas as épocas de poda. A comparação dos resultados obtidos no presente estudo com os de literatura fica dificultada pelo fato de pouco ter-se encontrado sobre o uso desse índice para períodos ou subperíodos específicos e, no caso do Brasil, ter-se encontrado o valor de 3033 desde o início da brotação até a queda de folhas de 'Niagara Branca' para Bento Gonçalves-RS, por Mandelli (2002). Mas é um índice que merece mais estudos, pois somente exige dados de temperatura do ar.

O índice heliotérmico de Geslin (IHG) mostrou-se, também, um pouco mais estável que o GD. Nesse sentido, mostra-se um índice interessante, mas não foram encontrados na literatura resultados para confrontar com os obtidos no presente estudo e ele merece ser melhor estudado quanto ao emprego em videira, pois é um índice que somente exige observações de temperatura do ar, já que o fotoperíodo é uma variável astronômica conhecida. Tanto quanto IH, é recomendável que mais estudos com esse índice sejam realizados, para se conhecer melhor seu desempenho e sua aplicabilidade em determinações do desenvolvimento da videira.

No caso de GD no subperíodo brotação-florescimento, houve um paradoxo para os dois tipos de poda, quando se compara o número de dias observado e o valor do índice. A temperatura base superior de 30℃ usada nesse trabalho merece ser melhor investigada.

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, conclui-se que:

- Os valores obtidos para o índice GD, são diferentes para a videira 'Niagara Rosada' podada em diferentes épocas (inverno e verão) e em diferentes fases do ciclo vegetativo (mobilização de reservas e acúmulo de reservas).
- O índice biometeorológico de Primault (IB) é aplicável para determinar a quantidade de energia necessária para a videira 'Niagara Rosada' completar o subperíodo florescimento-"veraison", em plantas podadas em diferentes épocas (inverno e verão) e em diferentes fases do ciclo vegetativo (mobilização de reservas e acúmulo de reservas). O IB varia de acordo com a época de poda e fase do ciclo vegetativo para o período brotação-colheita e demais subperíodos estudados.
- O índice heliotérmico de Huglin (IH) é aplicável para determinar a quantidade de energia necessária para a videira 'Niagara Rosada' completar o subperíodo brotação-florescimento, em plantas podadas em diferentes épocas (inverno e verão) e em diferentes fases do ciclo vegetativo (mobilização de reservas e acúmulo de reservas). Para o período poda-colheita e demais subperíodos, esse índice é diferentes conforme a época e a fase do ciclo vegetativo em que a poda é realizada.
- O índice heliotérmico de Geslin (IHG) é aplicável para determinar a quantidade de energia necessária para a videira 'Niagara Rosada' completar o subperíodo brotação-florescimento, em plantas podadas em diferentes épocas (inverno e verão) e em diferentes fases do ciclo vegetativo (mobilização de reservas e acúmulo de reservas). Para o período brotação-colheita e demais subperíodos, esse índice apresenta diferenças de acordo com a época e fase do ciclo vegetativo em que a poda é realizada.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A.A.; FRÁGUAS, J.C.; REGINA, M.A.; SILVA, V.J. Potencialidades do município de Lavras-MG para produção extemporânea de uvas 'Niagara Rosada' para mesa. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 865-868, 2002.

ALLISON, J.C.S. Use of the day-degree summation technique for specifying flowering times of maize varieties at different localities in Southern Africa. **Rhodesian Journal of Agricultural Research,** Salisbury, v. 1, p. 22-28, 1963.

ALMEIDA, J.L.F. **Possibilidades de produção de uvas de mesa em Moçâmedes e em Roçadas.** Nova Lisboa: Instituto de Investigação Agronômica de Angola, 1972. 19 p.

ALVARENGA, A.A.; ABRAHÃO, E.; REGINA, M.A.; ANTUNES, L.E.C.; PEREIRA, A.F. Origem e classificação botânica da videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 5–8, 1998.

ALVARENGA, A.A.; ABRAHÃO, E. Escolhas de cultivares na viticultura. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 117, p. 15-21, set. 1984.

ANGELOCCI, L.R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera**: introdução ao tratamento biofísico. Piracicaba: O autor, 2002. 272 p.

ARNOLD, C.Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Virginia, v. 74, p. 430-445, 1959.

BOLIANI, A.C. **Avaliação fenológica de videira (*Vitis vinifera*) cv. 'Itália' e 'Rubi' na região Oeste do Estado de São Paulo.** 1994. 188 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 1994.

BRAVDO, B.A.; HEPNER, Y. Irrigation management and fertigation to optimize grape composition and vine performance. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 206, p. 49-67, 1987. Apresentado no SYMPOSIUM ON GRAPEVINE CANPOY AND VIGOR MANAGEMENT, 3., 1987, Davis.

BRUNINI, O.; ZULLO JÚNIOR, J.; PINTO, H.S.; ASSAD, E.; SAWAZAKI, E.; DUARTE, A.P.; PATTERNIANI, M.E.Z. Riscos climáticos para a cultura do milho no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 519-526, 2001.

BRUNINI, O.; AZZINI, L.E.; ORTOLANI, A.A.; SANTOS, J.M. Determinação dos índices biometeorológicos para variedade de arroz Pratão Precoce e IAC-1246. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 28, n. 8, p. 928-931, 1976.

BRUNINI, O. **Relações solo-água-planta em cultura de arroz em condições de sequeiro**. 1975. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear na Agricultura) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1975.

CAMARGO, M.B.P.de. **Exigências bioclimáticas e estimativas da produtividade para quatro cultivares de soja no Estado de São Paulo**. 1984. 96 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba,1984.

CARBONNEAU, A. Etude écophysiologique des principaux systémes de conduite interêt qualitatif et économique des vignes en Lyre: premières indications de leur comportement em situation de vigueur élevée. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 6. , 1990, Bento Gonçalves. **Anais ...** Bento Gonçalves: EMBRAPA, CNPUV; ABTE; OIV, 1991. p. 21-34.

CHAVES, M.M.C.F. **Fotossíntese e repartição de produtos de assimilação em *Vitis vinifera L*.** 1986. 122 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 1986.

CONCEIÇÃO, M.A.F.; TONIETTO, J. Climatic potential for wine grape production in the tropical north region of Minas Gerais State, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 404-407, 2005.

CORRÊA, L.S; BOLIANI, A.P. O cultivo de uvas de mesa no Brasil e no mundo e sua importância econômica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UVAS DE MESA, 2000, Ilha Solteira. **Anais ...** Ilha Solteira: UNESP, 2000 p. 1-19.

COSTA, J.M.N.; ANTUNES, F.Z.; SANTANA, D.P. Zoneamento agroclimático planejamento agrícola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 14-17, jun. 1986.

COSTA, L.C. Modelagem e simulação em agrometeorologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10., 1997, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba: SBA; ESALQ, 1997. p. 3-6.

CUNHA, R.G. da; SCHEEREN, P.L.; RODRIGUES, O.; DEL DUCA, L.J.A.; FIORINI, C.M.; SILVA, C.F.L. e. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 195-198, 1997.

CUNHA, R.G. da; SILVA, M.S. e; ÁRIAS, G.; DALMAGO, G.A. Caracterização bioclimática de cevada brasileiras, **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 201-206, 1999.

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO. Estudos. Irrigação e Drenagem, 33).

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

FERREIRA, E.A.; REGINA, M.A.; CHALFUN, N.N.J.; ANTUNES, L.E.C. Antecipação de safra para videira 'Niagara Rosada' na região do sul do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 6, p. 1221-1227, 2004.

FERRI, C.P. **Caracterização agronômica e fenológica de cultivares e clones de videira (*Vitis* spp.) mantidos no Instituto Agronômico, Campinas, SP**. 1994. 89 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2006**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, 2006. 495 p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2007**: anuário estatístico da agricultura brasileira**.** São Paulo, 2007. 515 p.

FREGONI, C.; PEZZUTO, S. Príncipes et premières approches de l'indice bioclimatique de qualitá de Fregoni. **Progres Agricole et Viticole**, Montpellier ,v. 18, p. 390-396, 2000.

GALET, P. **Précis de viticulture**. Montpellier: Déhan, 1993. 582 p.

GESLIN, H. **Étude des lois de croissance d'une plante en fonction des facteurs du climat (température et radiation solaire) contribution a l'étude du climat du blé**. Paris : Université de Paris, 1944. 116 p.

GONÇALVES, F.C. **Antecipação da produção de videira 'Niágara Rosada' na região de Lavras, MG**. 2005. 74 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

HIDALGO, L. Equivalentes meteorologicos de la vid. **INIA,** Madrid, v. 16, p. 175-209, 1956.

HIDALGO, L. **Caracterización macrofisica del ecossitema médio-planta em los viñedos españoles.** Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrárias, 1980. 225 p. (Comunicaciones I.N.I.A. Producción Vegetal, 29)

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Mundi-prensa, 1993. 983 p.

HOLMES, R.M.; ROBERTSON, G.W. **Heat units and crop growth.** Ottawa: Canada Department of Agriculture, 1959. 35 p. (Publication, 1042).

HUGLIN, P. Nouveau mode d'évaluation des possibilités héliothermiques d'um milieu vitícola. In: SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR L'ECOLOGIE DE LA VIGNE, 1978, Contança. **Annales …** Contança: Ministère de l'Agricultura et de l'Industrie Alimentaire, 1978. p. 89-98.

_____. **Biologie et ecologie de la vigne**. Paris: Payot Lausunne, 1986. 372 p.

HUGLIN, P.; SCHNEIDER, C**. Biologie et écologie de la vigne.** Paris: Lavoisier, 1998. 370 p.

JACKSON, D.I.; LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grapes composition and wine quality: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, n. 4, p. 409-430, 1993.

JANICK, J.J.; MOORE. **Advances in fruit breeding**. West Lafayette: Purdue University Press, 1975. 623 p.

JONES, H.G. **Plants and microclimate:** a quantitative approach to environmental plant physiology. Cambridge University Press, 1994. 428 p.

KLIEWER, W.R. Berry composition of *Vitis vinifera* cultivars as influenced by photo and nycto-temperatures during maturation. **Journal of the American Society for Horticultural Science,** Geneva, v. 2, p. 153-159, 1973.

_____. **Grapevine physiology.** How does a grapevine make sugar? Davis: University of Califórnia, Division of Agricultural Science,1981. (Leaflet, 21231)

_____. **Fisiologia da videira**: como produz açúcar uma videira? Tradução de C.V. Pommer e I.R.S Passos. Campinas: IAC, 1990. 20 p. (IAC. Documento, 20).

LANA, E.P.; ARBOR, E.S. The value of the degree-hour summation system for estimating planting schedule and harvest with sweet corn in Iowa, **Iowa Academy of Science Journal,** Cedar, v. 26, n. 1, p. 99-109, 1951.

LEÃO, P.C.S.; MAIA, J.D.G. Aspectos culturais em viticultura tropical uvas de mesa. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 34-39, 1998.

MANDELLI, F.; TONIETTO. J.; CAMARGO. U.A.; CZERMAINSKI. A.B.C. Fenologia e necessidades térmicas da videira na serra gaúcha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais …** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1 CD-ROM.

MANDELLI, F. **Comportamento fenológico das principais cultivares de *Vitis vinifera L.* para a região de Bento Gonçalves, RS**. 1984. 152 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1984.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na “serra gaúcha”** 2002. 196 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

MEDERSKI, H.J.; MILLER. M.E; WEAVER, C.R. Accumulated heat unit for classifying corn hybrid maturity. **Agronomy Journal,** Madison, v. 65, p. 743-747,1973.

MÉROUGE, I.; SEGUIN, G.; ARROUAYS, D. Les sols et l'alimentation hydrique de la vigne à Pomerol: état hydrique et croissance de la vigne em 1995. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin,** Bordeaux, v. 32, n. 2, p. 59-68, 1998.

McINTYRE, G.N.; KLIEWER, W.M.; RIDER, L.A. Some limitation of the degree day system as used in viticulture in California. **American Journal of Enology and Viticulture**, Lockeford, v. 38, n. 2, p. 128-132, 1987.

NAGATA, K.R.; SCARPARE FILHO, J.A.; KLUGE, R.A.; VILLA NOVA, N.A. Temperatura-base e soma térmica (graus-dia) para videiras 'Brasil' e 'Benitaka'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 329-333, 2000.

NOGUEIRA, D.J.P. Poda e condução das videiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 117, p. 48-56, set. 1984.

ORLANDO, T.G.S. **Características ecofisiológicas de cultivares de videira em diferentes sistemas de condução**. 2002. 126 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PEDRO JÚNIOR, M.J. Clima para videira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE UVAS DE MESA, 2000, Ilha Solteira. **Anais ...** Ilha Solteira: UNESP, 2000 p. 69-77.

PEDRO JÚNIOR, M.J; SENTELHAS, P.C. Clima e produção. In: POMMER, C.V. P. (Ed.). **Uva:** tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 63-107.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; POMMER, C.V. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para da videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 51-56, 1994.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; SENTELHAS, P.C.; POMMER; MARTINS, F.P.; GALLO, P.B.; SANTOS, R.R.; BOVI, V.; SABINO,J.C. Caracterização fenológica da videira 'Niagara Rosada' em diferentes regiões paulistas. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 2, p. 153-160, 1993.

PEREIRA, F.M. **Caracterização das principais variedades de videira em cultivo no Estado de São Paulo**. Jaboticabal: UNESP, FCAV, 1987. 6 p.

POUGET, R. Édute du rythme végétatif: caracteres physiologiques liés a la précocité de débourrement chez la vigne. **Annales de l'Amélioration des Plantes**, Versailles, v. 16, p. 81-100, 1966.

POMMER, C.V. **Tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre, Cinco Continentes, 2003. 777 p.

POMMER, C.V.; PASSOS, I.R.S.; TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P. **Variedades de videira para o Estado de São Paulo**. Campinas IAC, 1997. 59 p. (IAC. Boletim Técnico, 166).

PRATES, J.E.; SEDIYAMA, G.C.; VIEIRA, H.A. Clima e produção agrícola. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 12, n. 138, p. 18-22, 1986.

PRIMAULT, B. D'une application pratique des indices biométéorologiques. **Agricultural Meteorology** , Amsterdam v. 6, n. 2, p. 71-96, 1969.

REGINA, M.A.; PEREIRA, A.F.; ALVARENGA, A.A.; ANTUNES, L.E.C.; ABRAHÃO, E. Sistema de condução da videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 5-8, 1998.

REYNIER, A. **Manual de viticultura**. 5.ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1995. 407 p.

RIOU, CH.; BECEKER, N.; SOTES RUIZ, V.; GOMEZ-MIGUEL, V.; CARBONNEAU, A.; PANAGIOTOU, M.; CALO, A.; COSTACURTA, A.; CASTRO DE, R.; PINTO, A.; LOPES, C.; CARNEIRO, L.; CLIMACO, P. **Le déterminisme climatique de la maturation du raisin: application au zonage de la teneur em sucre dans la communauté européenne.** Luxemburgo: Office des Publications Officielles de Communautés Européennes, 1994. 322 p.

ROBERTO, S.R.; SATO, A.J.; BRENNER, E. A.; SANTOS, C.E.; GENTA, W. 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.

SAS INSTITUTE. **SAS/Stat 2000:** version, 8. Cary, 2005.

SCARPARE, F.V.; ANGELOCCI, L.R.; SCARPARE FILHO, J.A.; SIMON, J.; SENTELHAS, P.C.; CASAROLI, D. Graus-dia relacionado com o crescimento de ramos da videira 'Niagara Rosada'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. **Anais ...** Aracaju: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 2007. 1 CD-ROM.

SCARPARE FILHO, J.A.; WATANABE, A.T. Relação entre os teores de carboidratos solúveis em raízes e os estádios fenológicos, em dois ciclos de produção. In: SIMPÓSIO DE VITICULTURA DO ALENTEJO, 6., 2004, Évora. **Actas ...** Évora: ATEVA; CCDRA; CVRA; DRAAl; EU, 2004. p. 199-209,

SCHIEDECK, G.; MIELE, A.; BARRADAS, C.I.N.; MANDELLI, F. Fenologia da videira Niagara Rosada cultivada em estufa e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 199-206, 1997.

SCHIEDECK, G. **Ecofisiologia da videira e qualidade da uva 'Niagara Rosada' conduzida sob estufa de plástico**. 1996. 112 p. (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

SEEMANN, J. Greenhouse climate. In: _____. **Agrometeorologia**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. p. 165-178.

SENTELHAS, P.C.; UNGARO, M.R.G. Índices bioclimáticos para a cultura de girassol. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 73-78, 1998.

SENTELHAS, P.C. Aspectos climáticos para a viticultura tropical. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 9-14, 1998.

SMART, R.E.; SMITH, S.M.; WINCHESTER, R.V. Light quality and quantity effects on fruit ripening for cabernet sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 39, n. 3, p. 250-258, 1988.

SOARES, J.M.; COSTA, F.F. Irrigação na cultura da videira. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 58-69, 1998.

SOUSA, J.S.I. de. **Uvas para o Brasil**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 1996. 760 p.

TEIXERIA, A.H.C.; LIMA FILHO, J.M.P. Relações entre o índice de área foliar e radiação solar na cultura da videira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 143-146, 1997.

TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P; NOGUEIRA, N.A.M. **Tecnologia para a produção de uva Itália na região noroeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1998 51 p. (CATI. Documento Técnico, 97).

TOMONA, T.; UTSUNOMIYA, N.; DATAOKA, I. The effect of envionmental temperatures on fruit on rippening on the tree. II. The effect of temperatures around whole vines and clusters on the coloration of 'Kyoho' grapes. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science,** Tokyo, v. 48, p. 261-266, 1979.

TONIETTO J.; CARBONNEAU A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 124, n. 1-2, p. 81-97, 2004.

VIEIRA, A.R.R. **Influência da deficiência hídrica do solo nos parâmetros vegetativos e reprodutivos da berinjela (Solanum melongena L.)**. 1994. 134 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

VILLA NOVA, N.A.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; PEREIRA, A.R.; OMETTO, J.C. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base em função das temperaturas máxima e mínima. **Ciência da Terra**, São Paulo, n. 30, p. 1-8, 1972.

WINKLER, A. J **General viticulture**. Berkeley: University of California, 1965. 633 p.

WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.; LIDER, L.A. **General viticulture**. 2nd ed. Berkeley: University of California Press, 1974. 710 p.

ANEXO

Tabela 12 – Médias mensais da temperatura, umidade relativa, chuva e insolação do período (Julho de 2005 a Julho de 2007), Piracicaba-SP

Ano		TMED (°C)	TMAX (°C)	TMIN (°C)	UR MED (%)	Chuva (mm)	Insolação (Horas/dia)
2005	Julho	17,5	24,5	11,3	81,3	8,1	6,3
	Agosto	20	28,4	12,3	70,9	23,6	7,9
	Setembro	20,1	26,5	14,7	83,6	35,2	5,4
	Outubro	23,2	30	18,2	84,5	118,9	4,5
	Novembro	22,4	29,1	17	82,5	116,8	5,8
	Dezembro	22,8	29,2	17,9	84,9	122,4	5,3
2006	Janeiro	24,4	30,8	19,6	84	225,2	6,2
	Fevereiro	23,8	29,8	19,7	91,3	164,8	5
	Março	23,8	30,4	19,3	89,5	151,5	5,9
	Abril	21,2	27,9	15,9	86,1	31,7	6,4
	Maio	17,5	24,9	10,8	83,4	0,1	6,3
	Junho	17,5	25,7	10,4	81,3	18,6	6,6
	Julho	18,2	26,4	10,8	78,5	28,1	6,4
	Agosto	20	28,6	12	70,6	9,4	7,4
	Setembro	20,2	27,6	13,7	75,7	60,3	6,3
	Outubro	22,5	29,1	17,1	82,6	74,9	6,6
	Novembro	22,8	29,8	17,6	82,2	195,3	6,5
	Dezembro	24	29,8	19,8	89,6	254,7	6
2007	Janeiro	23,6	28,9	20,3	93,8	259	3,8
	Fevereiro	24,4	31,1	19,4	87,2	228,3	7,3
	Março	24,6	31,7	19,1	84,6	85,9	7,7
	Abril	22,9	29,4	17,8	87,5	36,4	7
	Maio	18,5	25,4	12,6	86,4	55,7	6,8
	Junho	18,4	26,7	11,4	83,9	22,3	8,1
	Julho	17	24,5	10,8	83,5	160,7	6,6

Fonte: Estação meteorológica do Departamento de Ciências Exatas (ESALQ-USP)

TMED, TMAX e TMIN = temperatura média, máxima e mínima mensal, respectivamente
UR MED = umidade relativa média mensal