

Estimativa das datas de brotação, plena floração e colheita da videira variedade Goethe em Urussanga-SC, Brasil

Prediction of bud break, full bloom and harvest dates for the Goethe grapevine variety in Urussanga, SC, Brazil

Augusto C. Pola*, Emílio Della Bruna, Álvaro J. Back e Alexander L. Moreto

Epagri, Estação Experimental de Urussanga, Caixa Postal 49, CEP 88840-000 Urussanga, SC, Brasil.

(*E-mail: pola@epagri.sc.gov.br)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16061>

Recebido/received: 2016.05.10

Aceite/accepted: 2016.09.20

RESUMO

Este trabalho objetivou desenvolver modelos para previsão dos estágios fenológicos de brotação, plena floração e colheita da videira variedade Goethe, a partir da temperatura do ar, para a região de Urussanga-SC, Brasil. Nos sete anos de registros fenológicos os estágios citados ocorreram nos meses de setembro, outubro e janeiro, respectivamente. As temperaturas médias do trimestre junho-agosto e do período de 11/06 a 10/08 foram as que apresentaram os maiores coeficientes de correlação com a data de brotação ($R = 0,94$ e $0,93$, respectivamente, com $p < 0,01$). As temperaturas médias diárias acumuladas nas fases brotação-floração e floração-colheita não apresentaram coeficientes de correlação significativos ($p > 0,05$) com a duração destes estágios. Entretanto, o total de horas com temperaturas entre $19,0$ e $25,0^{\circ}\text{C}$ nos primeiros 14 dias do estágio brotação-floração e nos primeiros 30 dias da fase floração-colheita explicaram 83% e 64%, respectivamente, da variabilidade observada na duração destas fases. Temperaturas abaixo de $16,0^{\circ}\text{C}$ correlacionaram-se positivamente com a duração dos estágios fenológicos, indicando um desenvolvimento vegetal mais lento sob este limite térmico. Os resultados mostram que a duração das fases brotação-floração e floração-colheita é influenciada principalmente pelas temperaturas que ocorrem nos períodos iniciais destas fases.

Palavras-chave: *Vitis* spp., modelos fenológicos, temperatura do ar.

ABSTRACT

The objective of this work was to develop models to predict the different phenological stages of the Goethe grapevine variety, such as bud break, full bloom and harvest date, using air temperature data, for Urussanga-SC region, Brasil. In seven years of phenological records, the stages occurred in September, October and January, respectively. Average temperatures in the June-August quarter and in the period from 11/06 to 10/08 were the ones that had the highest correlations coefficient with the budburst date ($R = 0.94$ and 0.93 , respectively; $p < 0.01$). The daily average temperatures accumulated in the phases budburst-flowering and flowering-harvest did not show significant correlation ($p > 0.05$) with the duration of these stages. However, the total number of hours with temperatures between 19.0 and 25.0°C in the first 14 days of the budburst-flowering stage, and the first 30 days of the flowering-harvest stage explained 83% and 64%, respectively, of the variability in the duration of these stages. Temperatures below 16.0°C were positively correlated with the duration of phenological stages, indicating a slower plant development under this thermal limit. The results show that the duration of the phases budburst-flowering and flowering-harvest is mainly influenced by the temperatures that occur in the initial period of the stages.

Keywords: *Vitis* spp., phenological models, air temperature.

INTRODUÇÃO

A temperatura é um dos fatores microclimáticos primários relacionados com a fenologia da videira (Malheiro *et al.*, 2013), com influência preponderante durante a dormência (Boeno, 2014), sobre as taxas de crescimento e desenvolvimento da área foliar (Keller e Tarara, 2010), das flores e dos frutos (Vasconcelos *et al.*, 2009). É também responsável por variações anuais de rendimento e de qualidade (Martinez-Luscher *et al.*, 2016).

A obtenção de modelos de previsão dos estágios fenológicos em fruteiras de clima temperado é importante por auxiliar no planejamento de tratamentos culturais como a poda, o raleio, a quebra de dormência, o controle de pragas e doenças e a colheita. O desenvolvimento de modelos agrometeorológicos permite que se conheçam os principais fatores climáticos que são responsáveis por determinadas variações fenológicas. Tal conhecimento pode auxiliar no desenvolvimento de novas tecnologias, de novas variedades (Parker *et al.*, 2013), na compreensão do comportamento fenológico das plantas com relação ao clima, na zonagem agroclimática (Wollmann e Galvani, 2013) e na projeção do impacto de mudanças climáticas futuras (Bita e Gerats, 2013), dentre muitas outras utilizações.

O conceito de graus-dia é muito utilizado para caracterizar as necessidades térmicas de determinadas fases em videira, sendo que as temperaturas base e somas térmicas podem variar de local para local para uma mesma variedade (Busato *et al.*, 2013), ou mesmo não explicar adequadamente as variações fenológicas observadas (Morris *et al.*, 1980; Alves *et al.*, 2013). Temperaturas base inverossímeis podem ser encontradas na literatura, como por exemplo, 0,0°C para florescimento ou amadurecimento de frutos de *Vitis vinifera* L. (Zapata *et al.*, 2015). Estes resultados divergentes podem ocorrer devido a uma influência de fatores climáticos não considerados no modelo, ou devido a que a intensidade de influência das temperaturas seja variável dentro do período considerado, ou até decorrente da metodologia utilizada, dentre outros fatores.

Os modelos de graus-dia consideram que a influência das temperaturas sobre o desenvolvimento vegetal é a mesma durante toda uma fase, ou seja, não consideram que em determinadas

subfases de um período em análise estas influências térmicas possam variar em intensidade. Geralmente consideram também uma influência linear das temperaturas sobre o desenvolvimento vegetal. Estas características do conceito de graus-dia podem limitar a sua utilização em modelos de previsão, principalmente se a soma térmica de toda uma fase fenológica não explicar adequadamente a variação da duração da mesma.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver equações para a estimativa dos estágios de brotação, plena floração e colheita, a partir da temperatura média diária do ar e de temperaturas horárias estimadas, para a cultivar Goethe, em Urussanga-SC.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados fenológicos utilizados foram provenientes de um pomar da cultivar Goethe, enxertado sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, localizado em Urussanga, estado de Santa Catarina, Brasil, nas coordenadas de latitude 28° 31' S, longitude 49° 19' W e altitude de 49 m. Foram utilizados os dados fenológicos disponíveis registrados de 2007 a 2011, e dos anos de 2013 e 2014, sendo que as médias fenológicas utilizadas nos estudos eram compostas por três repetições (três plantas distribuídas aleatoriamente em um pomar de 0,5 ha). O pomar foi implantado em 2004, sendo que os dados relativos ao primeiro ano de colheita (2006) não foram utilizados de forma a diminuir eventuais erros estatísticos devido ao efeito da juvenilidade das plantas. A ocorrência da brotação foi considerada quando 50% das gemas atingiram o estágio de pontas verdes (estádio 5 de acordo com a escala de Eichhorn e Lorenz, 1984), a plena floração quando 50% das flores estavam abertas (estádio 23) e a data da colheita foi considerada quando 50% da produção foi colhida (a variedade Goethe pode exigir até quatro colheitas em razão de seu amadurecimento desuniforme). As podas foram todas realizadas nos primeiros 10 dias do mês de agosto.

O parreiral dista cerca de 100 m da estação meteorológica, está instalado num Argissolo de origem granítica e cultivado no sistema de latada, com espaçamento de 2 m entre plantas e 3 m entre filas.

O clima da região é subtropical úmido, com verão quente e sem estação seca definida (Cfa segundo a classificação de Köppen). A temperatura média anual é de 19,4°C, com uma temperatura média das máximas de 25,9°C e das mínimas de 14,2°C. A precipitação total anual é de 1624,0 mm, sendo normalmente bem distribuída ao longo do ano. As horas de frio abaixo de 7,2°C ocorrem de maio a setembro com um total médio anual de 234 horas.

Os dados de temperatura média diária do ar (T_a) foram coletados na estação meteorológica convencional de Urussanga-SC, sendo esta calculada por:

$$T_a = (T_{\max} + T_{\min} + T_9 + 2T_{21})/5,$$

onde T_{\max} é a temperatura máxima diária, T_{\min} a mínima diária e T_9 e T_{21} as temperaturas das 9:00 e 21:00 h, respectivamente. Esta equação é recomendada para cálculo da temperatura média diária pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do Brasil (Medeiros *et al.*, 2012).

Para o cálculo das temperaturas horárias foi considerada uma variação linear entre os horários de ocorrências destas quatro temperaturas registradas diariamente e considerado fixo o horário de ocorrência das temperaturas extremas (6:00h e 15:00h). As temperaturas horárias foram estimadas por interpolação linear simples.

A partir das temperaturas horárias estimadas (T) foram calculados os totais de horas em que as temperaturas permaneceram em oito faixas térmicas pré-determinadas ($T \leq 7,0$; $i < T \leq i+3$, $i \in \{7,10,13,16,19,22\}$; $T > 25,0$). Este tempo de permanência da temperatura nestas faixas foi calculado com a utilização de planilha eletrônica e funções condicionais.

O início do período de acumulação das temperaturas para a construção dos modelos de estimativa da data de brotação foi definido através da análise visual dos gráficos, considerando o momento em que as temperaturas médias acumuladas passaram a apresentar um aumento crescente e relativamente contínuo. As variáveis independentes das equações de previsão das fases brotação-floração e floração-colheita também foram definidas a partir da avaliação dos gráficos correspondentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A data média de brotação ocorreu em 08/09, com a ocorrência mais precoce em 30/08 e a mais tardia em 14/09. Através da Figura 1 observa-se a influência das temperaturas médias acumuladas sobre a data de brotação, considerando o período dos meses de maio a agosto (Tac1) e de junho a agosto (Tac2). A curva Tac2 foi escolhida para definir os momentos a partir do qual as correlações passam a ser significativas ($|R| > 0,75$; $p < 0,05$), sendo, portanto, utilizadas as temperaturas médias diárias acumuladas a partir de 11/06 para a obtenção de algumas equações de estimativa da data de brotação. Utilizou-se a curva Tac2 em razão desta apresentar um aumento crescente e contínuo das correlações a partir de 11/06, e em razão de que a inserção do mês de maio nas equações ter proporcionado uma influência relativamente pequena deste mês sobre a magnitude dos coeficientes de correlação finais em agosto, como pode ser observado na Figura 1. As correlações negativas indicam que quanto maior a temperatura média nos meses anteriores à brotação, mais precocemente ela irá ocorrer. No Quadro 1 são apresentadas as equações formuladas para a estimativa da data de brotação a partir das temperaturas médias diárias acumuladas.

No Quadro 2 são apresentadas as equações obtidas pela análise de regressão entre as temperaturas médias mensais e a data de brotação. A temperatura média do trimestre composto pelos meses de junho, julho e agosto explicou 88% da variabilidade observada das datas de brotação. Isoladamente, a temperatura média do mês de julho explicou 62% da variabilidade observada das datas de brotação, sendo o único dentre estes três meses que apresentou um valor de R^2 significativo ($p < 0,05$; Quadro 2). Assim, a utilização das Eq. nº 1 e nº 2 (Quadro 1), ou a nº 7 (Quadro 2), por exemplo, permitem uma previsão inicial da data de brotação com 30 dias ou mais de antecedência.

Pelos gráficos da Figura 2 é possível observar que as temperaturas acima de 16,0°C entre 11/06 e 31/08 apresentaram correlações negativas com a data de brotação, estando, portanto, relacionadas com o adiantamento da brotação (Figura 2A), e que temperaturas inferiores a 16,0°C estão relacionadas com o seu atraso (Figuras 2A e 2B). O total de horas em que a temperatura permaneceu

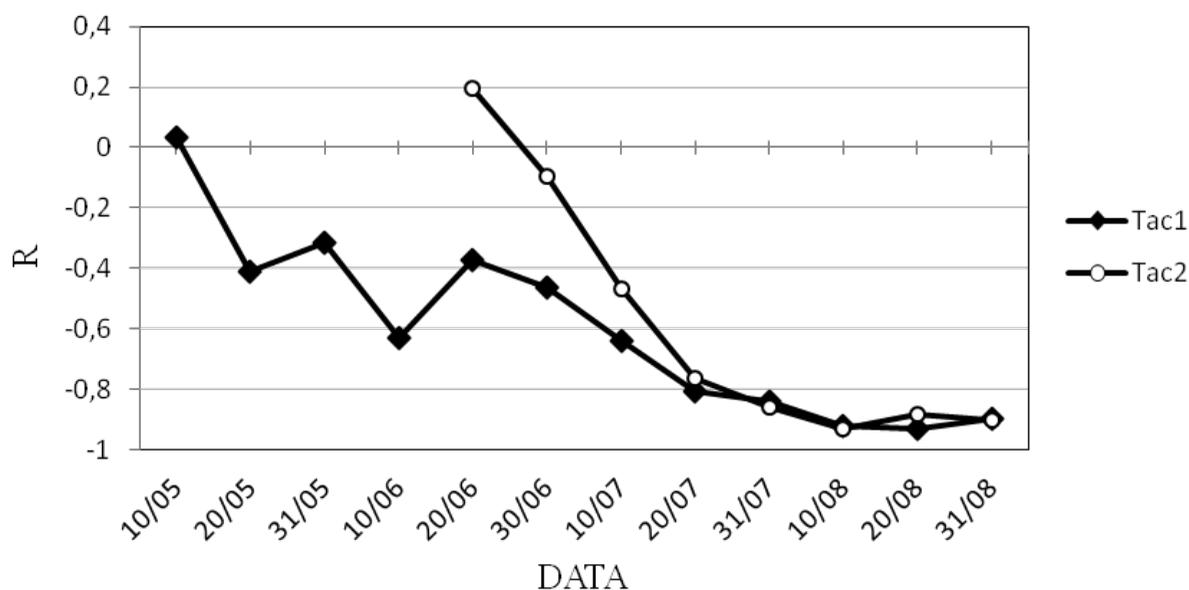


Figura 1 - Coeficientes de correlação (R) entre a data de brotação da cultivar Goethe e temperaturas médias diárias acumuladas a partir de 01/05 (Tac1) e de 11/06 (Tac2) até determinadas datas (DATA). Urussanga-SC, 2007 a 2011, 2013 e 2014.

Quadro 1 - Equações, coeficientes de determinação (R²), erro padrão da estimativa (Se) e valor-p da relação linear entre a data de brotação (DB; variável dependente) e temperaturas médias diárias acumuladas (Ta; variável independente) de diferentes períodos, para a videira 'Goethe'. Urussanga-SC, 2007 a 2011, 2013 e 2014

Equação nº	EQUAÇÃO	R ²	Se (dias)	Valor-p
1	$DB = 111,62 - 1,20Ta_1$	0,58	3,6	0,045
2	$DB = 119,44 - 1,09Ta_2$	0,74	2,9	0,014
3	$DB = 136,76 - 1,10Ta_3$	0,86	2,0	0,002
4	$DB = 152,76 - 1,08Ta_4$	0,77	2,6	0,008
5	$DB = 153,81 - 0,95Ta_5$	0,81	2,5	0,006

DB = dias a partir de 01/08.

Ta1 = temperatura média diária acumulada de 11/6 a 20/7.

Ta2 = temperatura média diária acumulada de 11/6 a 31/7.

Ta3 = temperatura média diária acumulada de 11/6 a 10/8.

Ta4 = temperatura média diária acumulada de 11/6 a 20/8.

Ta5 = temperatura média diária acumulada de 11/06 a 31/8.

acima de 16,0°C no citado período explicou 76% da variabilidade observada das datas de brotação ($p < 0,05$). Assim, também poder-se-ia utilizar, para a previsão da data de brotação, equações formuladas a partir de outras variáveis independentes como, por exemplo, o número de horas em que a temperatura permanece acima do nível térmico de 16,0°C ($NH > 16,0^\circ\text{C}$) a partir de 11/06 (Figura 2B).

O trabalho de Biasi *et al.* (2010) mostrou uma endodormência mais intensa da videira ocorrendo em abril e maio em Pinhais-PR, Brasil, com uma

redução gradativa de sua intensidade até agosto. No nosso trabalho, em Urussanga-SC, Brasil, observou-se um aumento gradual constante da influência das temperaturas acumuladas sobre a antecipação da brotação a partir de 11 de junho (Figura 1; curva Tac₂). Segundo Melke (2015), as transições entre os diferentes estágios da dormência ocorrem de maneira gradual. Assim, se a entrada na ecodormência ocorre gradativamente, pode-se considerar que a cultivar Goethe encontra-se nesta fase do início de junho até o momento da brotação em setembro em Urussanga-SC.

Quadro 2 - Coeficientes de determinação (R²) entre a data de brotação (DB; variável dependente) da cultivar Goethe e temperaturas médias de diferentes meses (T; variável independente), erro padrão da estimativa (Se) e equações de estimativa para a condição $p < 0,05$. Urussanga-SC, 2007 a 2011, 2013 e 2014

Equação nº	MESES	EQUAÇÃO	R ²	Se (dias)	Valor-p
6	JUNHO	-	0,12 ^{NS}	-	-
	JULHO	DB = 82,65 - 2,98 T _{jul}	0,62 *	3,5	0,035
7	AGOSTO	-	0,13 ^{NS}	-	-
	JUN-JUL	DB = 116,10 - 5,24 T _{jj}	0,72 *	3,0	0,016
8	JUL-AGO	-	0,55 ^{NS}	-	-
	JUN-JUL-AGO	DB = 157,34 - 7,87T _{jja}	0,88 *	2,0	0,002

Obs.: T_{jul}, T_{jj} e T_{jja} = temperatura média do mês de julho, do bimestre junho-julho e do trimestre junho-agosto, respectivamente; DB = Data de brotação (dias a partir de 01/08). * = significativo ($p < 0,05$); NS = não significativo.

Aparentemente, em Urussanga, a cultivar Goethe gradativamente vai saindo da endodormência e também gradativamente vai entrando na fase de ecodormência. Segundo Hlaszny *et al.* (2012) diversos modelos para a estimativa da data de brotação se baseiam no conceito de que esta data é principalmente determinada pelo calor que ocorre após o efeito do frio na dormência. Os gráficos das Figuras 2A e 2B mostram que as temperaturas acima de 16,0°C podem ser consideradas determinantes para a antecipação da data de brotação.

A data média de floração ocorreu em 12/10, com floração mais precoce em 02/10 e mais tardia em 18/10. A duração do período entre a brotação e a plena floração variou de 28 a 42 dias.

A regressão linear entre a duração da fase da brotação à plena floração e a temperatura média desta fase apresentou um valor de R² = 0,05, ou seja, a temperatura média ocorrida em todo o citado período não explica as variações observadas nas datas de floração. Da mesma forma, nenhuma faixa de temperatura apresentou correlação estatisticamente significativa ($p > 0,05$) quando se considerou o seu total em todo o período brotação-floração (dados não apresentados). Entretanto, foram observados coeficientes de correlação significativos ($p < 0,05$) entre a duração da fase brotação-floração e as temperaturas entre 19 e 25°C para os períodos iniciais desta fase (Figura 3).

Observa-se pela Figura 3 que:

Temperaturas abaixo de 16,0°C correlacionaram-se positivamente com a duração da fase brotação-floração, indicando um desenvolvimento fenológico mais lento;

As temperaturas entre 19,0 e 25,0°C que ocorreram até o 14º dia após a brotação explicaram 83% da variabilidade observada na duração desta fase;

Temperaturas entre 16,0 e 19,0°C e acima de 25,0°C não apresentaram coeficientes de correlação significativos com a duração da fase da brotação à floração ($|R| < 0,5$).

A ocorrência de correlações negativas entre as temperaturas acumuladas no 14º dia após a brotação e a duração da fase brotação-floração (Figura 3) coincide com as observações de Wilson (1996), que sugere que uma alta intensidade luminosa e temperaturas elevadas têm o seu maior efeito sobre o desenvolvimento da inflorescência nas duas semanas seguintes à brotação. A formação das flores tem início antes da visualização da inflorescência, ocorrendo já nos primeiros estádios da brotação quando a gema está na fase de gema inchada e algodão (Souza, 2013). Mas os nossos resultados (Figura 3) mostram que baixas temperaturas (< 16,0 °C) também podem ter influência sobre a duração da fase brotação-floração até o 24º dia, aproximadamente. Segundo Friend (2005), o florescimento da videira é mais lento a

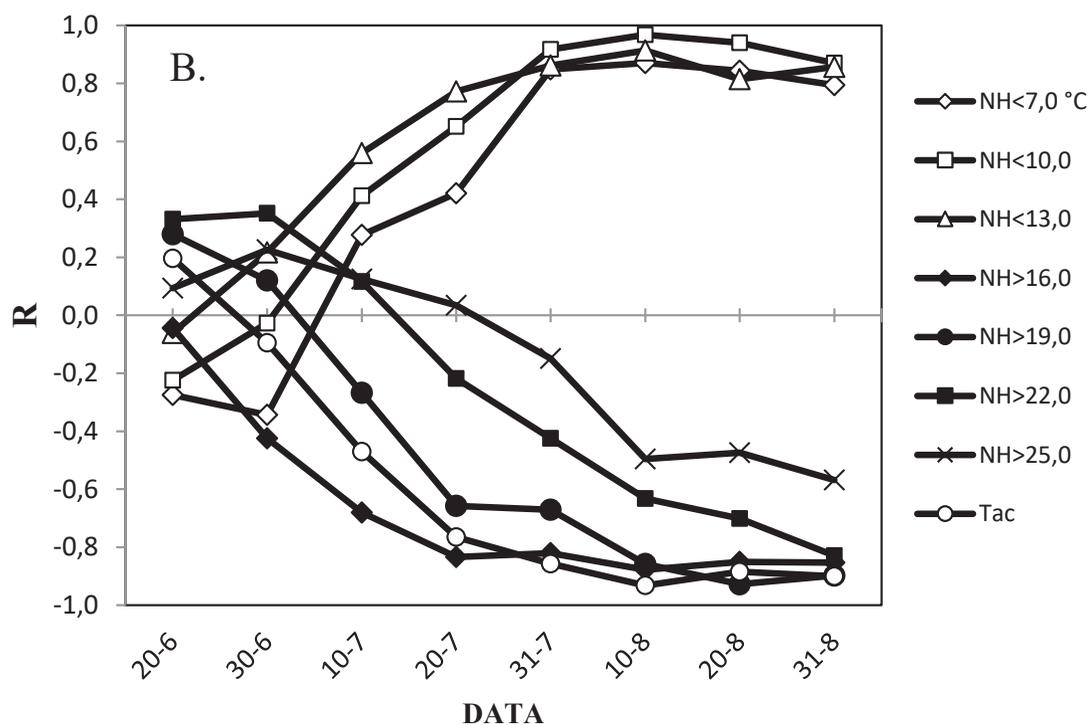
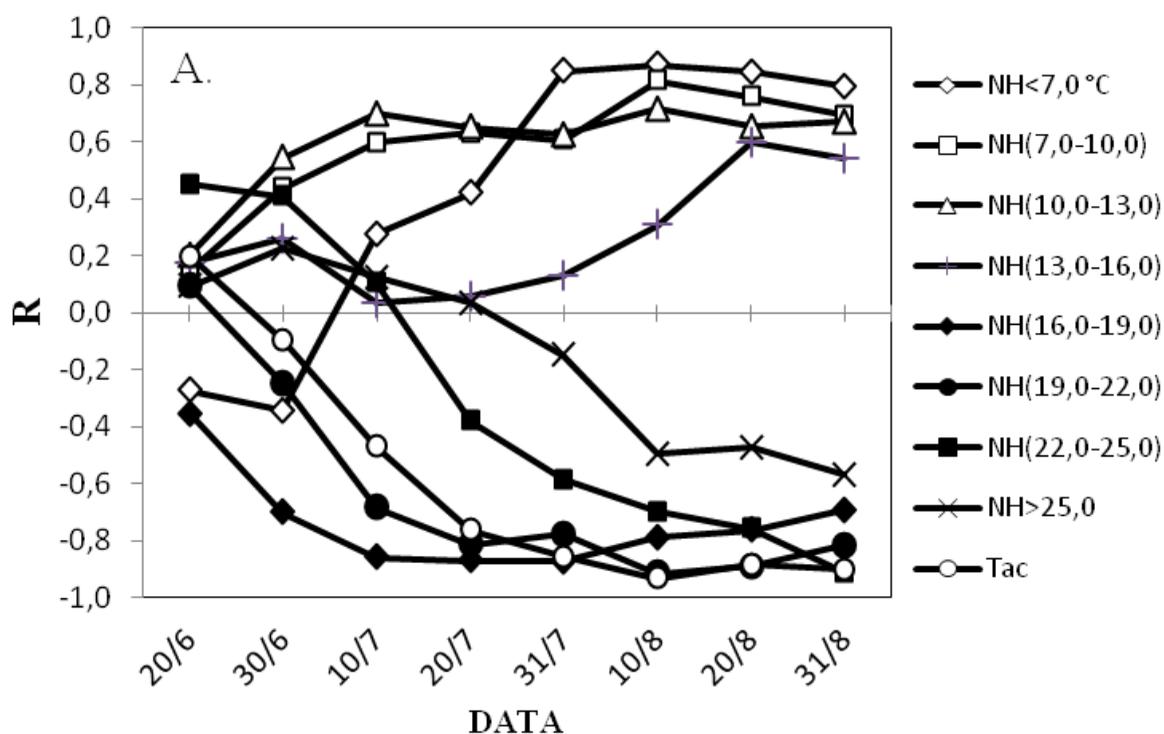


Figura 2 - Coeficientes de correlação (R) entre a data de brotação da cultivar Goethe e totais acumulados de horas (NH) em que a temperatura permanece em determinadas faixas térmicas de 11/06 até as datas especificadas (DATA). Tac refere-se às temperaturas médias diárias acumuladas. A Figura A apresenta os resultados por faixa térmica e na Figura B são consideradas as temperaturas abaixo ou acima de determinados níveis térmicos. Urussanga-SC, 2007 a 2011, 2013 e 2014.

temperaturas de 15,0°C, apresenta uma taxa normal a 17,0°C e é mais rápido na faixa de 20,0 a 25,0°C. Estas temperaturas são compatíveis com os resultados obtidos e que são apresentados na Figura 3, onde pode ser observado que temperaturas entre 13,0 e 16,0°C estão correlacionadas com fases brotação-floração mais longas e aquelas entre 19,0 e 25,0°C com fases mais curtas. Temperaturas entre 16,0 e 19,0°C apresentaram coeficientes de correlação relativamente baixos e não significativos com a duração da fase brotação-floração ($|R| < 0,5$; $p > 0,05$).

Assim, a partir dos resultados apresentados na Figura 3, foram formuladas duas equações para estimativa da duração da fase brotação-floração, as quais são apresentadas no Quadro 3 (Eq. 9 e 10).

A duração média observada da fase floração-colheita foi de 103 dias, com uma duração mínima de 87 e máxima de 114 dias. Na Figura 4 são apresentadas as correlações entre a duração da fase floração-colheita e as temperaturas acumuladas após a data de plena floração. É possível observar que a partir de 70 dias após a plena floração, de uma maneira geral, os coeficientes de correlação passam a diminuir, indicando uma influência menos acentuada das temperaturas.

Tanto a temperatura média da fase da floração à colheita, assim como o total de horas em que a temperatura permaneceu em quaisquer faixas de temperatura em todo este período, não apresentaram coeficientes de correlação estatisticamente significativos ($p > 0,05$) com a duração da citada fase (dados não apresentados). Contudo, o total de horas acumuladas em que a temperatura permaneceu entre 19,0 e 25,0°C nos primeiros 30, 50 e 70 dias após a plena floração foram variáveis que explicaram as variações na duração da fase, com R^2 significativos ($p < 0,05$; Quadro 3; Eq. 11 a 15). Entretanto, não foi observada significância nos coeficientes de correlação entre a duração da fase floração-colheita e a temperatura média ou qualquer faixa térmica nos períodos de 31 a 60 dias e de 61 a 90 dias após a plena floração (dados não apresentados).

No Quadro 3 constam as equações para a estimativa da duração da fase da plena floração à colheita, com a utilização de parâmetros térmicos acumulados até 30, 50 e 70 dias após a plena floração, as quais servirão para estimativas e validações futuras (Eq. 11 a 15). De acordo com Meier *et al.* (2007), a maior parte da influência climática sobre a data de colheita ocorre antes do início da

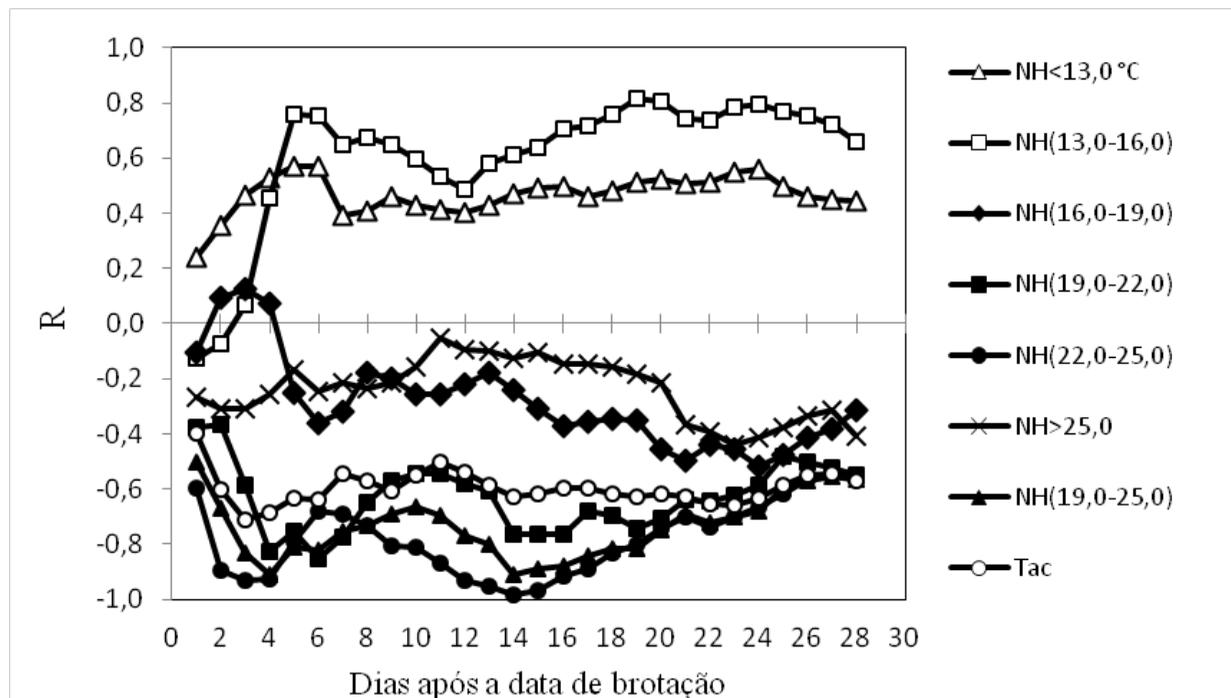


Figura 3 - Coeficientes de correlação (R) entre a duração da fase brotação-floração e totais acumulados de horas (NH) em que a temperatura permanece em determinadas faixas térmicas após a brotação. Tac refere-se às temperaturas médias diárias acumuladas. Urussanga-SC, 2007 a 2011, 2013 e 2014.

Quadro 3 - Equações para a estimativa da duração da fase brotação-floração (BF; variável dependente) e da duração da fase floração-colheita (FC; variável dependente), em dias, a partir do total de horas com temperaturas acumuladas entre 22,0 e 25,0° C (NH; variável independente) e entre 19,0 e 25,0° C (nh; variável independente), com coeficiente de determinação (R²), erro padrão da estimativa (Se) e valor-p da relação linear, da cultivar Goethe. Urussanga-SC, 2007 a 2011, 2013 e 2014

Equação n°	EQUAÇÃO	R ²	Se (dias)	Valor-p
9	$BF = 46,17 - 0,4NH_{14}$	0,90	0,9	0,006
10	$BF = 51,2 - 0,17nh_{14}$	0,83	2,1	0,004
11	$FC = 140,6 - 0,17NH_{30}$	0,67	5,9	0,023
12	$FC = 166,7 - 0,18nh_{30}$	0,64	6,2	0,030
13	$FC = 151,5 - 0,14NH_{50}$	0,61	6,5	0,040
14	$FC = 180,9 - 0,13nh_{50}$	0,58	6,8	0,048
15	$FC = 220,4 - 0,14nh_{70}$	0,61	6,4	0,037

Obs.: os índices subscritos das equações 9 e 10 referem-se ao número de dias considerado após a brotação; os índices subscritos das equações de 11 a 15 referem-se ao número de dias considerado após a plena floração.

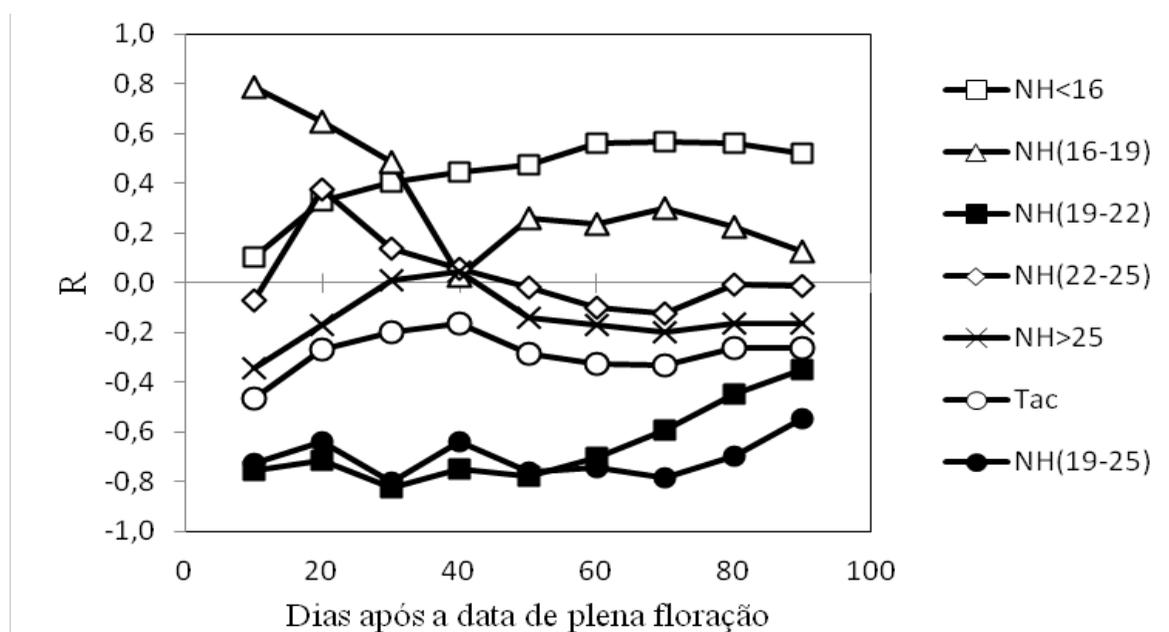


Figura 4 - Coeficientes de correlação (R) entre a duração da fase floração-colheita e totais acumulados de horas (NH) em que a temperatura permanece em determinadas faixas térmicas após a data da plena floração. Tac refere-se às temperaturas médias acumuladas. Urussanga-SC, 2007 a 2011, 2013 e 2014.

maturação das bagas (pintor), concordando com os resultados obtidos neste estudo. Rodrigues (2009), conclui em seu trabalho que o período do florescimento até o início de maturação das bagas possui maior influência na duração do ciclo biológico.

CONCLUSÕES

É possível desenvolver equações para previsão de estágios fenológicos em videira utilizando variáveis relacionadas com as temperaturas horárias. Os nossos resultados indicam que quanto maior a temperatura média e maior o total de horas com

temperaturas acima de 16°C no trimestre junho-agosto, mais precocemente ocorre a brotação e que as temperaturas do mês de julho foram as principais responsáveis pela variabilidade observada das datas de brotação. O total de horas em que a temperatura permaneceu acima de 16,0°C no citado trimestre explicou 76% da variabilidade observada das datas de brotação.

O total de horas com temperaturas entre 19,0 e 25,0°C nos primeiros 14 dias do estágio brotação-floração e nos primeiros 30 dias da fase floração-colheita explicaram 83% e 64%, respectivamente, da variabilidade observada na duração destas fases.

Os resultados indicam que a duração das fases brotação-floração e floração-colheita é influenciada principalmente pelas temperaturas que ocorrem nos períodos iniciais destas fases.

A metodologia utilizada no presente trabalho é relativamente simples, utilizando análise de correlação com temperaturas acumuladas a partir de uma determinada data ou estágio fenológico, determinando-se quais são os períodos em que a influência da temperatura é maior. Constitui-se em uma alternativa para estudos da influência térmica sobre as plantas e para a construção de modelos de previsão, principalmente quando as somas térmicas em todo um período fenológico não explicarem satisfatoriamente as variações observadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, F.; Edlmann, M.; Costa, J.; Costa, P.; Macedo, P.; da Costa, P.L. e Symington, C. (2013) – *Heat requirements and length of phenological stages. Effects of rootstock on red grape varieties at Douro Region*. 5 p, [cit. 2015-12-10]. <http://www.advid.pt/imagens/Comunicacoes/13736283345728.pdf>
- Biasi, L.A.; Carvalho, R.I.N. e Zanette, F. (2010) – Dinâmica da dormência de gemas de videira e quivizeiro em região de baixa ocorrência de frio. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 32, n. 4, p. 1244-1249. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000118>
- Bitá, C. e Gerats T. (2013) – Plant tolerance to high temperature in a changing environment: scientific fundamentals and production of heat stress tolerant crops. *Frontiers in Plant Science*, vol. 4, n. 273. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2013.00273>
- Boeno, S.I.S. (2014) – *Influência da temperatura sobre atividade da catalase, taxa respiratória e liberação da dormência em gemas de videira cultivadas em clima tropical*. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil, 41 p.
- Busato, C.C.M.; Soares, A.A.; Motoike, S.Y. e Busato, C. (2013) – Fenologia e exigência térmica da cultivar de videira 'Niágara Rosada' produzida no Noroeste do Espírito Santo. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, vol. 7, n. 2, p. 135-148.
- Eichhorn, K.W. e Lorenz, D.H. (1984) – Phaenologische Entwicklungsstadien der Rebe. *European and Mediterranean Plant Protection Organization*, vol. 14, n. 2, p. 295-298.
- Friend, A.P. – (2005) – *Berry set and development in Vitis vinifera L.* Tese de Doutorado. Lincoln University, Nova Zelândia, 193 p.
- Hlaszny, E.; Hajdu, E.; Bisztray, G. e Ladányi, G.Y. (2012) – Comparison of budburst models predictions for Kékfrankos. *Applied Ecology and Environmental Research*, vol. 10, n. 1, p. 75-86.
- Keller, M. e Tarara, J.M. (2010) – Warm spring temperatures induce persistent season-long changes in shoot development in grapevines. *Annals of Botany*, vol. 106, n. 1, p. 131-141. <http://dx.doi.org/10.1093/aob/mcq091>
- Malheiro, A.C.; Campos, R.; Fraga, H.; Eiras-Dias, J.; Silvestre, J. e Santos, J.A. (2013) – Winegrape phenology and temperature relationships in the Lisbon Wine Region, Portugal. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, vol. 47, n. 4, p. 287-299.

- Martinez-Luscher, J.; Kizildeniz, T.; Vucetic, V.; Dai, Z.; Luedeling, E.; Leeuwen, Van Leeuwen, C.; Gomes, E.; Pascual, I.; Irigoyen, J.J.; Morales, F. e Delrot, S. (2016) – Sensitivity of grapevine phenology to water availability, temperature and CO₂ concentration. *Frontiers in Environmental Science*, vol. 4, n. 48. <http://dx.doi.org/10.3389/fenvs.2016.00048>
- Medeiros, R.M.; Tavares, A.L.; Kassar, C.B.; Silva, A.S. e Silva, V.P.R. (2012) – Metodologia de cálculo da temperatura média diária do ar: aplicação para os municípios de Parnaíba, Picos e Gilbués, PI. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, vol. 6, n. 4, p. 283-295. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v6n400093>
- Meier, N.; Rutishauser, T.; Pfister, C.; Wanner, H. e Luterbacher, J. (2007) – Grape harvest dates as a proxy for Swiss April to August temperature reconstructions back to AD 1480. *Geophysical Research Letters*, vol. 34, p. 1-6. <http://dx.doi.org/10.1029/2007GL031381>
- Melke, A. (2015) – The Physiology of chilling temperature requirements for dormancy release and bud-break in temperate fruit trees grown at mild winter tropical climate. *Journal of Plant Studies*, vol. 4, n. 2, p. 110-156. <http://dx.doi.org/10.5539/jps.v4n2p110>
- Morris, J.R.; Cawthon, D.L.; Spayd, S.E.; May, R.D. e Bryan, D.R. (1980) – Prediction of ‘Concord’ grape maturation and sources of error. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 105, n. 3, p. 313-318.
- Parker, A.; de Cortázar-Atauri, I.G.; Chuine, I.; Barbeau, G.; Bois, G.B.B.; Boursiquot, J.M.; Cahurel, J.Y.; Claverie, M.; Dufourcq, T.; Gény, L.; Guimberteau, G.; Hofmann, R.W.; Jacquet, O.; Lacombe, T.; Monamy, C.; Ojeda, H.; Panigai, L.; Payan, J.C.; Lovelle, B.R.; Rouchaud, E.; Schneider, C.; Spring, J.L.; Storchi, P.; Tomasi, D.; Trambouze, W.; Trought, M. e van Leeuwen, C. (2013) – Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: A case study for the grapevine species *Vitis vinifera* L. *Agricultural and Forest Meteorology*, vol. 180, p. 249-264. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.06.005>
- Rodrigues, A. (2009) – *Desenvolvimento da videira ‘Itália’ em clima tropical de altitude*. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Brasil, 96 p.
- Souza, G.M. (2013) – *Desenvolvimento e morfologia de inflorescências em videiras ‘Niagara Rosada’ (Vitis labrusca L.)*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil, 93 p.
- Vasconcelos, M.C.; Greven, M.; Winefield, C.S. e Trought, M.C. (2009) – The flowering process of *Vitis vinifera*: a review. *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 60, n. 4, p. 411-434.
- Wilson, G. (1996) – *The influence of site environment and the effects of varying light and temperature on inflorescence development and flowering in grapevines, Vitis vinifera L. Cabernet Sauvignon*. Tese de Mestrado. Lincoln University, Nova Zelândia, 121 p.
- Wollmann, C.A. e Galvani, E. (2013) – Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórico-conceitual. *Sociedade e Natureza*, vol. 25, n. 1, p. 179-190. <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132013000100014>
- Zapata, D.; Salazar, M.; Chaves, B.; Keller, M. e Hoogenboom, G. (2015) – Estimation of the base temperature and growth phase duration in terms of thermal time for four grapevine cultivars. *International Journal of Biometeorology*, vol. 59, n. 12, p. 1771-1781. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-015-0985-y>