

Bento Gonçalves, RS / Novembro, 2024

## Influência da precipitação pluvial mensal na produtividade de videiras da Serra Gaúcha

Marco Antônio Fonseca Conceição

Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Jales, SP.

**Resumo** – Estudos para avaliar como as variáveis meteorológicas podem afetar a produção de uvas nas diferentes regiões vitícolas do mundo podem ser empregados na previsão de safras, na determinação de riscos climáticos, bem como na avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre o desempenho da cultura. O presente trabalho teve como objetivo determinar as relações entre a produtividade das videiras e a precipitação pluvial mensal, nas condições da Serra Gaúcha. Os dados dos totais mensais de precipitação pluvial foram obtidos junto à estação meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Bento Gonçalves, RS. Os valores de produtividade das videiras, nesse município, tiveram por fonte o Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul. Foram avaliadas as produtividades de cultivares destinadas ao processamento, organizadas em dois grupos: cultivares americanas, referentes à espécie *Vitis labrusca* e híbridas, destinadas à elaboração de sucos e vinhos de mesa; e cultivares europeias, referentes à espécie *Vitis vinifera*, destinadas à elaboração de vinhos finos. As avaliações tiveram por base modelos de regressão linear múltiplo, correlacionando os valores da precipitação pluvial mensal durante o ciclo da cultura com os da produtividade final de cada safra. Verificou-se que a precipitação pluvial nos meses de outubro, dezembro e janeiro afeta a produtividade das cultivares americanas e híbridas, enquanto a precipitação pluvial no mês de novembro afeta a produtividade das cultivares europeias, na região de Bento Gonçalves, RS.

**Termos para indexação:** *Vitis* spp., viticultura, clima.

## Influence of monthly rainfall in serra gaucha grapevine yield

**Abstract** – Studies to evaluate how meteorological variables can affect grape production in different wine-growing regions of the world can be used to forecast harvests, determine climate risks, as well as evaluate the impacts of climate change on crop performance. The present work aimed to determine the relationships between grapevine yield and monthly rainfall, under Serra Gaucha conditions. Data on monthly rainfall totals (P) were obtained were obtained from the Embrapa Grape and Wine meteorological station, located in the municipality of Bento Gonçalves, RS, Brazil. The yield values of the vines were sourced from the Viticultural Registry of Rio Grande do Sul. The yield of cultivars intended for processing were evaluated, organized

### Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, nº 515  
Caixa Postal 130  
95701-008 Bento Gonçalves, RS  
www.embrapa.br/uva-e-vinho  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

### Comitê Local de Publicações

Presidente  
*Henrique Pessoa dos Santos*  
Secretária-executiva  
*Renata Gava*  
Membros  
*Fernando José Hawerth,*  
*Mauro Celso Zanus, Joelsio*  
*José Lazzarotto, Jorge Tonietto,*  
*Thor Vinicius Martins Fajardo,*  
*Alessandra Russi, Edgardo*  
*Aquiles Prado Perez, Fábio*  
*Ribeiro dos Santos, Luciana*  
*Elena Mendonça Prado, Michele*  
*Belas Coutinho Pereira*  
*e Rochelle Martins Alvorcem*

Revisão de texto  
*Renata Gava*

Normalização bibliográfica  
*Rochelle Martins Alvorcem*  
(CRB-10/1810)

Projeto gráfico  
*Leandro Sousa Fazio*

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

into two groups: american cultivars, referring to the species *Vitis labrusca* and hybrids, for juices and table wines; european cultivars, referring to the *Vitis vinifera* species, for fine wines. The assessments were based on multiple linear regression models, correlating the values of monthly rainfall, during the crop cycle, with the final yield of each harvest. It was found that rainfall in October, December and January affects the productivity of American and hybrid cultivars, while rainfall in November affects the productivity of European cultivars in the region of Bento Gonçalves, RS.

**Index terms:** *Vitis* spp., viticulture, climate.

## Introdução

Vários estudos têm sido implementados para avaliar como as variáveis meteorológicas podem afetar a produção de uvas nas diferentes regiões vitícolas do mundo (Romero et al., 2016; Zhu et al., 2020; Andrade et al., 2023). Esses estudos podem ser empregados na previsão de safras, na determinação de riscos climáticos, bem como na avaliação dos impactos das mudanças climáticas sobre o desempenho da cultura (Fraga, 2019; Keller, 2023). Para essa finalidade, podem ser utilizados modelos baseados em processos, como o francês *Simulateur de Multidisciplinaire pour les Cultures Standard* (STICS) ou o australiano *Agricultural Production System sIMulator* (APSIM) (Yang et al., 2021; Zhu et al., 2021). Esses modelos requerem, no entanto, um grande número de variáveis de entrada e calibrações específicas para cada cultivar, tipo de solo e manejo cultural, entre outros.

Modelos estatísticos para estimar a produtividade da cultura em função das variáveis climáticas também têm sido ajustados para diversas regiões vitícolas do mundo (Lobell et al., 2007; Eswari; Saravanakumar, 2022; Andrade et al., 2023). Uma das principais variáveis empregadas nesses modelos é a precipitação pluvial, que também tem sido um dos índices climáticos mais adotados na contratação de seguros paramétricos (Gasparetto et al., 2023).

A Serra Gaúcha é o principal polo vitícola do Rio Grande do Sul e do Brasil (Silva et al., 2021). Nessa região, a maior parte da produção é oriunda de cultivares americanas e híbridas destinadas à elaboração de sucos e vinhos de mesa, seguidas pelas cultivares europeias para elaboração de vinhos finos (Mello; Machado, 2022).

A região apresenta altos índices pluviométricos mensais durante o ano todo, não havendo, portanto, uma estação seca definida (Junges; Tonietto,

2022). Esses índices, por sua vez, apresentam alta variabilidade interanual, o que acaba impactando na produtividade final da cultura (Junges et al., 2023; Tazzo et al., 2024). Não há informações, no entanto, que permitam avaliar, em termos quantitativos, como esses índices mensais afetam a produtividade dos vinhedos da região.

O presente trabalho teve, assim, como objetivo determinar as relações entre a produtividade das videiras e a precipitação pluvial mensal, nas condições da Serra Gaúcha.

## Material e métodos

Os dados dos totais mensais de precipitação pluvial (P) foram obtidos junto à estação meteorológica da Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Bento Gonçalves, RS (Latitude 29°09'S; Longitude 51°31'O; Altura 640 m). O município apresenta, segundo a classificação de Köppen, clima subtropical úmido sem estação seca e com verão ameno (Cfb) (Álvares et al., 2013).

Os valores de produtividade das videiras relativos ao município de Bento Gonçalves tiveram por fonte o Cadastro Vitícola do Rio Grande do Sul, que possui dados disponíveis das safras de 1995 a 2015 (Embrapa Uva e Vinho, 2023). Foram avaliadas as produtividades de cultivares destinadas ao processamento, organizadas em dois grupos: cultivares americanas, referentes à espécie *Vitis labrusca* e híbridas, destinadas à elaboração de sucos e vinhos de mesa; e cultivares europeias, referentes à espécie *Vitis vinifera*, destinadas à elaboração de vinhos finos. Em cada grupo, foram selecionadas as cinco cultivares mais representativas, com maior área e produção no período avaliado (Mello et al., 2017). Assim, o grupo das americanas e híbridas foi composto pelas cultivares Isabel, Bordô, Niágara Branca, Niágara Rosada e Concord. Já no grupo das europeias, foram empregadas as cultivares Cabernet Sauvignon, Chardonnay, Merlot, Moscato Branco e Pinot Noir.

As avaliações tiveram por base modelos de regressão linear múltiplo, correlacionando os valores da precipitação pluvial mensal durante o ciclo da cultura com os da produtividade final de cada safra. Os ciclos das cultivares foram considerados como sendo os intervalos entre os períodos de brotação e maturação das uvas, indo, aproximadamente, de setembro a janeiro, nas cultivares americanas; e de setembro a fevereiro, nas cultivares europeias (Mandelli et al., 2003).

Os modelos de regressão múltipla foram avaliados com base no teste F de significância, ao nível de

5% de probabilidade, enquanto que o teste t, também ao nível de 5% de probabilidade, foi empregado para avaliar a significância das variáveis independentes dos modelos. Para avaliar a adequabilidade do modelo escolhido foram determinados, também, erro padrão da estimativa (EPAD) e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), que foi ajustado de acordo com o número de variáveis preditoras (Lobell et al., 2007).

## Resultados e discussão

### Cultivares americanas e híbridas

A produtividade média das cultivares americanas e híbridas, no período avaliado, variou entre 15,3 Mg ha<sup>-1</sup>, em 1998, e 26,6 Mg ha<sup>-1</sup>, em 2004 (Figura 1), com uma média igual a 20,9 Mg ha<sup>-1</sup> no período (1 Mg = 1000 Kg).

A regressão linear múltipla entre os valores da produtividade e as precipitações mensais durante o ciclo da cultura, no período entre as safras de 1995 a 2015, foi significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. No entanto, somente as precipitações nos meses de outubro (Pout), dezembro (Pdez) e janeiro (Pjan) apresentaram-se como significativas pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 1).

No mês de outubro, que corresponde ao período de floração e início da formação dos frutos (Mandelli et al., 2003), a produtividade apresentou uma tendência de redução com o aumento da precipitação mensal (Figura 2A). Essa redução deve-se, provavelmente, à maior dificuldade de polinização

**Tabela 1.** Coeficiente das variáveis, erro padrão e valores estatísticos do teste t para a regressão linear múltipla entre a produtividade de videiras americanas e as precipitações mensais de setembro (Pset), outubro (Pout), novembro (Pnov), dezembro (Pdez) e janeiro (Pjan). Bento Gonçalves, RS (1995–2015).

| Variável | Coeficiente | Erro padrão | Stat t               |
|----------|-------------|-------------|----------------------|
| Pset     | -0,005      | 0,007       | -0,724 <sup>ns</sup> |
| Pout     | -0,014      | 0,005       | -2,729*              |
| Pnov     | -0,006      | 0,006       | -0,979 <sup>ns</sup> |
| Pdez     | 0,021       | 0,006       | 3,365*               |
| Pjan     | -0,013      | 0,006       | -2,132*              |

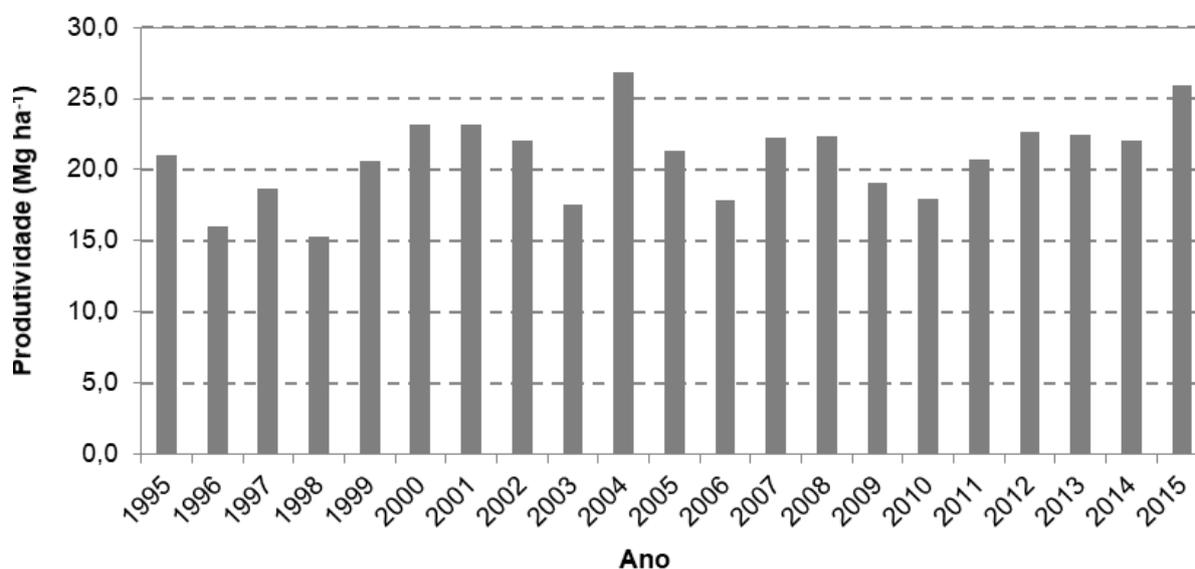
<sup>ns</sup> Não significativa pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

\* Significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

e de pegamento dos frutos, o que leva à formação de cachos com menor número de bagas (Mandelli et al., 2009).

O mês de dezembro, que corresponde ao período de final de formação dos frutos e início da maturação (Mandelli et al., 2003), foi o único que apresentou uma correlação positiva entre a precipitação pluvial e a produtividade da cultura (Figura 2B). Nesse mês, uma redução na disponibilidade de água no solo limita a produtividade da cultura (Mandelli et al., 2009). Por essa razão, esse é o período em que o uso da irrigação, provavelmente, pode beneficiar de



**Figura 1.** Produtividade médias das cultivares americanas em Bento Gonçalves, RS (1995–2015).

maneira mais relevante a produção de uvas americanas na região.

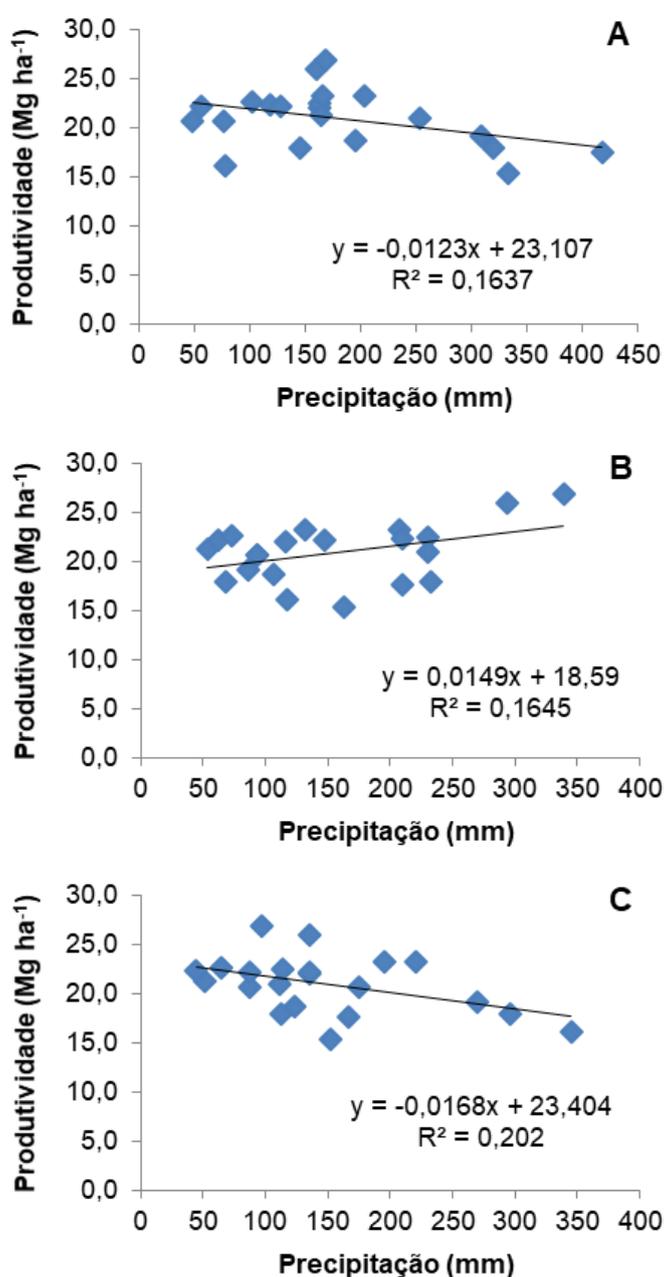
No mês de janeiro, período de maturação dos frutos (Mandelli et al., 2003), a produtividade da cultura também apresentou uma tendência de redução com o aumento do índice pluviométrico (Figura 2C). Nesse caso, essa redução está correlacionada, provavelmente, a um aumento da ocorrência de podridões dos cachos e rachaduras de bagas. Mandelli (2002) observou uma correlação negativa ( $R^2 = 0,21$ ) entre o teor de açúcar do mosto e a precipitação pluvial

durante o período de maturação de três cultivares americanas na mesma região.

O modelo de regressão linear múltipla, obtido empregando-se as três variáveis significativas, pode ser descrito da seguinte forma:

$$Prod = 22,931 - 0,014 \cdot Pout + 0,018 \cdot Pdez - 0,016 \cdot Pjan \quad (1)$$

em que *Prod* é a produtividade da cultura ( $Mg\ ha^{-1}$ ), *Pout* é precipitação pluvial no mês de outubro (mm); *Pdez* é a precipitação pluvial no mês de dezembro



**Figura 2.** Produtividade de videiras americanas em função da precipitação pluvial nos meses de outubro (A), dezembro (B) e janeiro (C). Bento Gonçalves, RS.

(mm); e  $P_{jan}$  é a precipitação pluvial no mês de janeiro (mm).

Enquanto as variáveis avaliadas individualmente apresentaram baixos coeficientes de determinação (Figura 2), o valor ajustado de  $R^2$  referente à regressão linear múltipla (Equação 1) foi igual a 0,49, com erro padrão igual a  $2,11 \text{ Mg ha}^{-1}$ . O modelo apresentado na Equação 1 permite, assim, descrever 49% do comportamento das safras, demonstrando que as variáveis apresentam um efeito sinérgico, quando avaliadas conjuntamente.

### Cultivares europeias

As cultivares europeias apresentaram produtividades médias variando entre  $8,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ , em 2010, e  $17,8 \text{ Mg ha}^{-1}$ , em 2000 (Figura 3), com uma média de  $14,1 \text{ Mg ha}^{-1}$  no período. Esse valor representa 67% do obtido com as cultivares americanas.

A regressão linear múltipla entre os valores da produtividade e as precipitações mensais durante o ciclo da cultura foi significativa pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. No entanto, somente a precipitação no mês de novembro ( $P_{nov}$ ) foi significativa pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Diferente do que ocorreu com as uvas americanas, a precipitação pluvial durante a maturação das uvas não afetou a produtividade das cultivares europeias. Mandelli (2002) também observou baixa correlação ( $R^2 = 0,03$ ) entre o teor de açúcar do mosto e a precipitação durante a maturação, para oito cultivares europeias.

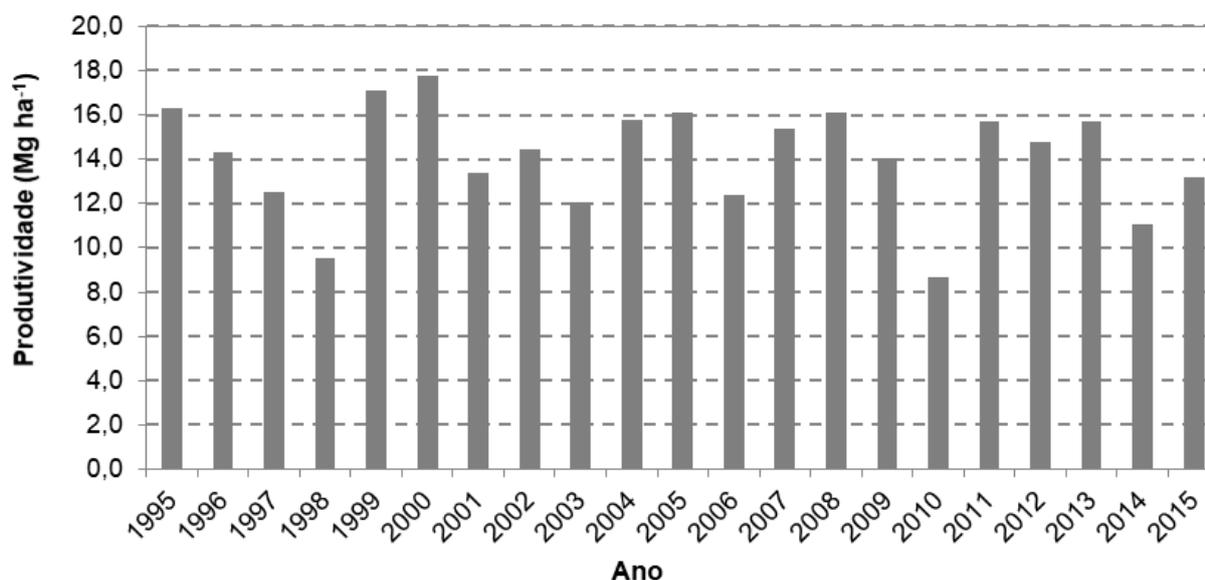
**Tabela 2.** Coeficiente das variáveis, erro padrão e valores estatísticos do teste t para a regressão linear múltipla entre a produtividade de videiras europeias e as precipitações mensais de setembro ( $P_{set}$ ), outubro ( $P_{out}$ ), novembro ( $P_{nov}$ ), dezembro ( $P_{dez}$ ), janeiro ( $P_{jan}$ ) e fevereiro ( $P_{fev}$ ). Bento Gonçalves, RS, 1995–2015.

| Variável  | Coeficiente | Erro padrão | Stat t               |
|-----------|-------------|-------------|----------------------|
| $P_{set}$ | -0,006      | 0,006       | -1,016 <sup>ns</sup> |
| $P_{out}$ | -0,008      | 0,004       | -2,010 <sup>ns</sup> |
| $P_{nov}$ | -0,015      | 0,005       | -2,900*              |
| $P_{dez}$ | 0,003       | 0,005       | 0,654 <sup>ns</sup>  |
| $P_{jan}$ | -0,003      | 0,006       | -0,461 <sup>ns</sup> |
| $P_{fev}$ | -0,009      | 0,006       | -1,416 <sup>ns</sup> |

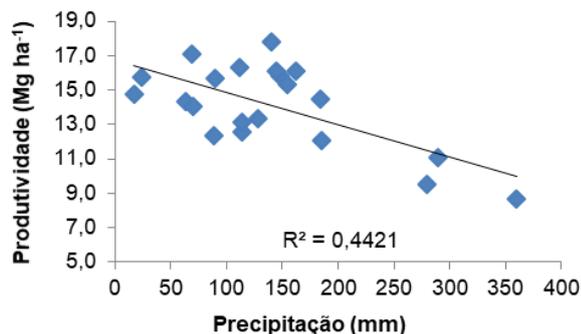
<sup>ns</sup> Não significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

\* Significativo pelo teste t ao nível de 5% de probabilidade.

O mês de novembro corresponde, por sua vez, ao período de florescimento e início da frutificação para as cultivares europeias (Mandelli et al., 2003). O efeito da precipitação nesse mês responde por 44% da produtividade dessas cultivares (Figura 4), uma vez que o aumento da precipitação pluvial pode dificultar a polinização e o pegamento dos frutos, levando à formação de cachos com menor número de bagas (Mandelli et al., 2009). Por essa razão, os eventos *La Niña* são, em geral, positivos para a cultura na região, uma vez que ele reduz a precipitação



**Figura 3.** - Produtividade média das cultivares de uvas finas em Bento Gonçalves, RS (1995–2015).



**Figura 4.** Produtividade médias das cultivares americanas em Bento Gonçalves, RS (1995–2015).

pluvial durante os meses de primavera, favorecendo a floração e reduzindo os riscos de doenças fúngicas (Mandelli, 2002).

O modelo de regressão linear simples para as cultivares europeias, considerando-se apenas a precipitação pluvial no mês de novembro, pode ser escrito da seguinte forma:

$$Prod = 16,717 - 0,019 \cdot Pnov \quad (2)$$

em que *Prod* é a produtividade da cultura (Mg ha<sup>-1</sup>), *Pnov* é precipitação pluvial no mês de novembro (mm). O coeficiente de determinação da regressão foi igual a 0,44 e o erro padrão igual a 1,85 Mg ha<sup>-1</sup>.

Diferentemente das cultivares americanas (Figura 2B), as cultivares europeias não apresentaram correlação positiva entre precipitação pluvial e produtividade em nenhum dos meses avaliados. Essa diferença de comportamento pode ser devida, entre outros fatores, à diferença entre espécies quanto à tolerância às condições de escassez hídrica (Atak, 2024) e à influência do sistema de condução na demanda hídrica da cultura (Rallo et al., 2021).

Além da precipitação pluvial, outros fatores climáticos também afetam a produtividade da cultura, como a incidência de geadas e granizo, o número de horas de frio, a temperatura do ar e a radiação solar (Mandelli et al., 2009; BIASI et al., 2010). No entanto, apesar das limitações apresentadas pelos modelos estatísticos (Lobell; Burke, 2010), eles tornam-se úteis na identificação das variáveis climáticas que podem afetar o desempenho da cultura. É o caso, por exemplo, do excesso de chuvas durante o período de florescimento, que afetou tanto cultivares americanas como as europeias. Esse tipo de variável nem sempre é inserida em modelos baseados em processos, mas são importantes para a previsão de safra e em estudos que envolvem as mudanças climáticas globais.

## Conclusões

- 1) A precipitação pluvial nos meses de outubro, dezembro e janeiro afeta a produtividade das cultivares americanas e híbridas em Bento Gonçalves, RS.
- 2) A precipitação pluvial no mês de novembro afeta a produtividade das cultivares europeias em Bento Gonçalves, RS.

## Referências

- ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ANDRADE, C. B.; MOURA-BUENO, J. M.; COMIN, J. J.; BRUNETTO, G. Grape yield prediction models: approaching different machine learning algorithms. **Horticulturae**, v. 9, n. 12, p. 1294, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9121294>.
- ATAK, A. Vitis species for stress tolerance/resistance. **Genetic Resources and Crop Evolution**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10722-024-02106-z>.
- BIASI, L. A.; CARVALHO, R. I. N. de.; ZANETTE, F. Dinâmica da dormência de gemas de videira e quivizeiro em região de baixa ocorrência de frio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 4, p. 1244-1249, Dez. 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000118>.
- EMBRAPA UVA E VINHO. **Cadastro Vitícola**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/cadastro-viticola>. Acesso em: 30 maio 2023.
- ESWARI, A.; SARAVANAKUMAR, S. Studying on crop response model for grapes under climate change scenario: statistical study approach. **International Journal of Environment and Climate Change**, v. 12, n. 12, p. 883-894, Dec. 2022. DOI: [10.9734/ijec/2022/v12i121528](https://doi.org/10.9734/ijec/2022/v12i121528).
- FRAGA, H. Viticulture and winemaking under climate change. **Agronomy**, v. 9, n. 12, p. 783, Nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120783>.
- GASPARETTO, S. C.; DAL POZZO, B. S.; OZAKI, V. A. Modelagens atuariais para o seguro agrícola: revisão sistemática. **Revista de Política Agrícola**, v. 32, n. 2, p. 69-86, Abr/Maio/jun. 2023.
- JUNGES, A. H.; SANTOS, H. P. dos; GARRIDO, L. da R. **Condições meteorológicas de outubro-novembro-dezembro de 2022, prognóstico climático para o trimestre janeiro-fevereiro-março de 2023 e recomendações fitotécnicas para vinhedos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2023. 16 p. (Embrapa Uva e Vinho, Boletim Agrometeorológico da Serra Gaúcha, Edição Janeiro 2023). Disponível em: <http://www.infoteca>.

cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1151263. Acesso em: 28 ago. 2024.

JUNGES, A. H.; TONIETTO, J. Caracterização climática da precipitação pluvial e temperatura do ar em Bento Gonçalves e Veranópolis, Serra Gaúcha, Brasil. **Agrometeoros**, v. 30, e027126, 2022. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1150028>. Acesso em: 28 ago. 2024.

KELLER, M. Climate change impacts on vineyards in warm and dry areas: challenges and opportunities. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 74, n. 2, e-0740033, p.1-9, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5344/ajev.2023.23024>.

LOBELL, D. B.; NICHOLAS, K. A.; FIELD, C. B. Historical effects of temperature and precipitation on California crop yields. **Climate Change**, v. 81, n. 2, p. 187-203, March 2007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9141-3>.

LOBELL, D. B.; BURKE, M. B. On the use of statistical models to predict crop yield responses to climate change. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 150, n. 11, p. 1443–1452, 2010. DOI: 10.1016/j.agrformet.2010.07.008.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na “Serra Gaúcha**. 2002. 217 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/538928>. Acesso em: 28 ago. 2024.

MANDELLI, F.; BERLATO, M. A.; TONIETTO, J.; BERGAMASCHI, H. Fenologia da videira na Serra Gaúcha. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 9, n. 1-2, p. 129-144, 2003.

MANDELLI, F.; MIELE, A.; TONIETTO, J.; Uva em clima temperado. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (org.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. Cap. 30, p. 503-515.

MELLO, L. R. M. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2021**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2022. 17 p. (Embrapa Uva e Vinho, Comunicado técnico, 226). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1149674>. Acesso em: 28 ago. 2024.

MELLO, L. R. M. de; MACHADO, C. A. E.; SILVA, S. M. R. da; ZANESCO, R. Dados cadastrais da viticultura do Rio Grande do Sul: 2013 A 2015. In: MELLO, L. R. M. de; MACHADO, C. A. E. (ed.). **Cadastro vitícola do Rio Grande do Sul: 2013 a 2015**. Brasília: Embrapa, 2017. p. 9-30. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1068771>. Acesso em: 28 ago. 2024.

RALLO, G.; PAÇO, T. A.; PAREDES, P.; PUIG-SIRERA, A.; PROVENZANO, G.; PEREIRA, L. S. Updated single and dual crop coefficients for tree and vine fruit crops. **Agricultural Water Management**, v. 250, p. 106645, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106645>.

ROMERO, P.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J. I.; BOTIA, O. P. Interannual climatic variability effects on yield, berry and wine quality indices in long-term deficit irrigated grapevines, determined by multivariate analysis. **International Journal of Wine Research**, v. 8, p. 3-17, Aug. 2016. DOI: <https://doi.org/10.2147/IJWR.S107312>.

SILVA, L. C. da; SOUZA, R. T. de; SANTOS, H. P. dos; FIALHO, F. B.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; FLORES, C. A.; ZANROSSO, L. P.; CONCEIÇÃO, M. A. F. **Irrigação de videiras sob cultivo protegido com base em dois níveis de reposição de água**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, julho 2021. 13 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 162). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1134113>. Acesso em: 28 ago. 2024.

TAZZO, I. F.; VARONE, F.; CARDOSO, L. S.; JUNGES, A. H. **Condições meteorológicas ocorridas em fevereiro de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: SEAPI/DDPA, 2024. 27 p. (SEAPI/DDPA. Comunicado Agrometeorológico, 66).

YANG, C.; MENZ, C.; FRAGA, H.; REIS, S.; MACHADO, N.; MALHEIRO, A. C.; SANTOS, J. A. Simultaneous calibration of grapevine phenology and yield with a soil–plant–atmosphere system model using the frequentist method. **Agronomy**, v. 11, n. 8, e-1659, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11081659>.

ZHU, J.; FRAYSSE, R.; TROUGHT, M.C.T.; RAW, V.; YANG, L.; GREVEN, M.; MARTIN, D.; AGNEW, R. Quantifying the seasonal variations in grapevine yield components based on pre- and post-flowering weather conditions. **OENO One**, v. 54, n. 2, p. 213-230, 2020. DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2020.54.2.2926>.

ZHU, J.; PARKER, A.; GOU, F.; AGNEW, R.; YANG, L.; GREVEN, M.; RAW, V.; NEAL, S.; MARTIN, D.; TROUGHT, M.C.T.; HUTH, N.; BROWN, H.E. Developing perennial fruit crop models in APSIM Next Generation using grapevine as an example. **Plants**, v. 3, n. 2, e-diab021, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1093/insilicoplants/diab021>.



*Ministério da  
Agricultura e Pecuária*