



Análise quali-quantitativa da interação entre variáveis climáticas e produção de maçã no Planalto Sul-catarinense

Roni Matheus Severis^{1, 2(*)}, Cláudia Guimarães Camargo Campos² e Luciane Isabel Malinovski³

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Universitário UFSC/CTC, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Bairro Trindade, CEP 88.040-900 Florianópolis, SC. E-mail: eng.severis@hotmail.com.

² Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária. Avenida Luís de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88.520-000 Lages, SC. E-mail: claudia.campos@udesc.br

³ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias. Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, CEP 88.040-900 Florianópolis, SC. E-mail: lucianemalinovski@gmail.com.

(*) Autor para correspondência.

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 17 de setembro de 2019

Aceito em 4 de março de 2020

Termos para indexação:

temperatura do ar

precipitação

Malus domestica

RESUMO

Projeções indicam que devido às mudanças climáticas, a temperatura do ar e precipitação deverão aumentar na região do Planalto Sul-catarinense, podendo prejudicar a produção macieira nessa área de grande importância para esse setor econômico. O objetivo deste estudo foi analisar quali-quantitativamente a interação entre as variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação sobre a produção de maçã na região do Planalto Sul-catarinense. O período entre as safras de 2006 e 2017 foi analisado para verificar o somatório de horas de frio durante a fase de dormência e o número de horas com temperatura do ar superior à faixa ideal durante o período vegetativo. Dados pluviométricos foram organizados em agrupamento sazonal para analisar sua relação com variação na produção. Os resultados quali-quantitativos indicaram que a precipitação, o número de horas de frio durante a fase de dormência e o número de horas com temperaturas mais elevadas no período vegetativo podem ter influenciado a produção de maçãs no Planalto Sul-catarinense. Também foi observado que a queda de produção pode estar associada à ocorrência de fenômenos meteorológicos extremos, como o granizo e geada.

© 2020 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

O ciclo anual da maçã compreende, essencialmente, as fases de dormência e crescimento vegetativo, ambas dependentes de elementos meteorológicos como temperatura do ar e precipitação (Petri et al., 2011). A dormência é a suspensão temporária do crescimento visível da planta durante períodos frios, quando plantas como macieiras

sobrevivem às condições climáticas menos favoráveis (Embrapa, 2013). À medida que “acumula” frio, ocorrem reações bioquímicas e fisiológicas em seu interior. Em seguida, ocorre o ciclo vegetativo, com o surgimento de folhas e ramos, maximizando a capacidade de fotossíntese da planta (Cardoso et al., 2015). Ocorre também o aumento da área foliar e o surgimento de pontos de frutificação, dando origem às maçãs (Braga et al., 2001).

De acordo com os dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2018) São Joaquim é o maior produtor municipal de maçã (375,6 mil t), produzindo, principalmente, a variedade 'Fuji' (Cario et al., 2012). O município de Lages, por sua vez, desponta com uma produção de cerca de 6,7 mil toneladas anuais. Contudo, projeções climáticas indicam que as temperaturas médias do ar e o volume de precipitação deverão aumentar na região dos municípios catarinenses de São Joaquim e Lages (Pandolfo et al., 2007). Isso poderá impactar na fenologia de macieiras, especialmente quanto à superação da dormência, devido à redução nas horas de frio durante o outono e inverno (Legave et al., 2015).

Embora todas as variáveis meteorológicas possam influenciar a produção e a qualidade dos frutos das macieiras, as mais influentes são a precipitação (intensidade, duração, frequência, sazonalidade) e a temperatura do ar (horas de frio, distribuição, uniformidade) (Cardoso et al., 2012; Embrapa, 2013; Lopes et al., 2013).

Para verificar-se a superação ou não da dormência a partir da análise de elementos meteorológicos, são utilizados modelos como o de Angelocci et al. (1979), o qual realiza o somatório do número de horas com temperatura do ar igual ou inferior a 7,2°C (horas de frio). A variedade 'Gala' exige de 500 a 600 horas de frio, enquanto a variedade 'Fuji' requer, em média, de 600 a 700 horas (Embrapa, 2013). Durante o período de superação de dormência, a "falta de frio" pode provocar floração e brotação deficientes e mais prolongadas, abertura de gemas de forma escalonada e redução na produção e longevidade das macieiras (Anzanello et al., 2014). Por outro lado, temperaturas do ar acima de 25°C têm efeito bastante negativo na superação de dormência, pois tendem a "anular" as horas de frio

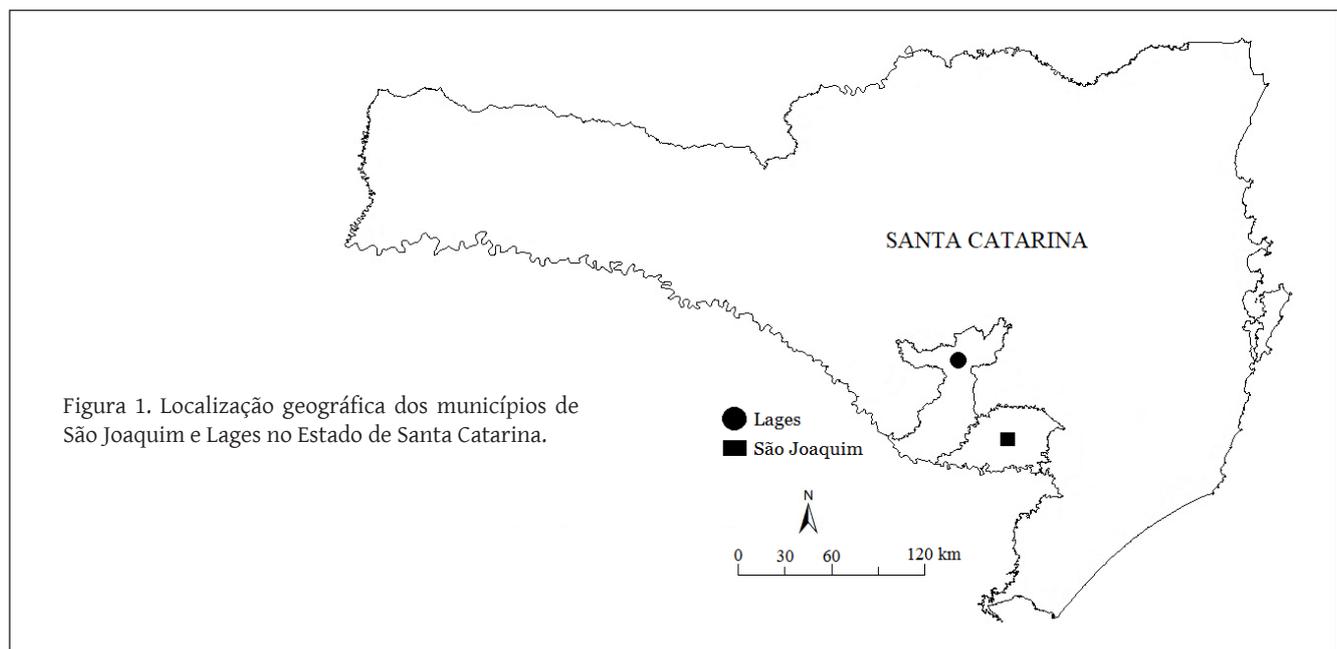
"acumuladas" (Legave et al., 2015; Vegis, 1964).

Além disso, a precipitação tem efeitos diretos sobre o tamanho das maçãs, a capacidade de absorção de nutrientes, produtividade e limitação do trabalho de abelhas polinizadoras (Mota & Alves, 1990). Macieiras são bem adaptadas a uma pluviosidade anual de 700 mm (Embrapa, 2013), sendo a média anual de precipitação em São Joaquim de 1.609,2 mm, distribuindo-se de junho a setembro 572,8 mm e de outubro a maio 1.036,4 mm. Em Lages, essa média alcança 1.483,7 mm, sendo de junho a setembro 502,8 mm e de outubro a maio 980,9 mm (INMET, 2009). Já eventos extremos de precipitação, como geadas e granizo, podem causar graves prejuízos, resultando em queda da produção e depreciação da qualidade do fruto (Embrapa, 2013).

A partir do quadro projetado de mudança climática por razões antropogênicas (IPCC, 2014) e os possíveis efeitos que isso poderá causar sobre a produção de maçã, o objetivo deste estudo foi analisar qualitativa e quantitativamente a interação entre as variáveis climáticas temperatura do ar e precipitação sobre a produção de maçã na região do Planalto Sul-catarinense.

Material e métodos

A região analisada compreende os municípios de São Joaquim e Lages, situados no Planalto Sul de Santa Catarina (Figura 1). O tipo de vegetação predominante é a de campos, com ocorrência de floresta ombrófila mista, com espécies em diferentes estágios sucessionais e o clima é classificado como *Cfb* (temperado mesotérmico, úmido e com verões amenos), conforme a classificação de Köppen (Ramos et al., 2011).



Os principais fatores meteorológicos que influenciam o clima dessa área são a proximidade com o Oceano Atlântico, a elevada altitude e a latitude. Além disso, as estações são bem definidas e as chuvas bem distribuídas, sendo comum a ocorrência de geadas durante os meses de inverno. Fenômenos climáticos interanuais, como El Niño e La Niña costumam alterar os padrões climáticos predominantes na região (Borghazan et al., 2014).

Com relação à produção total de maçã na área analisada, os dados foram obtidos a partir do levantamento da Produção Agrícola Municipal (PAM), realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para as safras de maçã de 2006 a 2017, não sendo feita distinção entre as variedades produzidas. Os dados de temperatura do ar e precipitação relativos a esse período foram obtidos a partir das estações meteorológicas do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (INMET/EPAGRI/CIRAM) situadas em São Joaquim (-28.30; -49.93, a 1.415 m de altitude) e Lages (-27.81; -50.33, a 937 m de altitude).

Os dados de horas de frio foram calculados segundo equações matemáticas provenientes da variação diária da temperatura do ar, conforme modelo de Angelocci et al. (1979). O período compreendido entre junho e setembro (anos 2005 a 2016) foi analisado para São Joaquim e Lages para verificar o somatório de horas de frio ($T \leq 7,2^{\circ}\text{C}$) durante a fase de dormência (a). O mesmo princípio foi considerado para o número de horas com temperaturas ($T > 25^{\circ}\text{C}$, durante o período vegetativo, especificamente em São Joaquim, no período entre outubro e maio (safras 2009 a 2015) (b). A série temporal reduzida dessa análise específica foi devido à indisponibilidade de dados para períodos anteriores. Os dados pluviométricos foram organizados em grupamento sazonal (junho a setembro) e utilizados para analisar a relação entre disponibilidade hídrica durante a dormência e variação na produção de maçã, tanto

em São Joaquim, quanto em Lages, entre as safras de 2006 e 2017 (c).

Resultados e discussão

Horas de frio

Conforme a Normal Climatológica (1961-1990), as temperaturas mínimas e máximas médias variam de 6,3 a 15,6°C em São Joaquim e 8,0 a 18,0°C em Lages, entre os meses de junho e setembro. Já entre outubro e maio as máximas médias alcançam cerca de 20,6°C em São Joaquim e 23,5°C em Lages (INMET, 2009).

Macieiras da variedade 'Fuji' necessitam de pelo menos 600 horas de frio para que ocorra a superação natural da dormência. O número de horas calculadas as quais a temperatura do ar nas estações climatológicas de São Joaquim e Lages foi igual ou inferior a 7,2°C, entre os meses de junho e setembro, pode ser verificado na Figura 2.

Conforme a Figura 2, o número mínimo de horas de frio recomendado para a cultura da maçã 'Fuji' foi alcançado em São Joaquim durante praticamente em toda a série, observando-se um pico nas HF para a safra 2010, havendo alteração nesse panorama a partir das safras 2015. A Figura 2 indica ainda, que em Lages, o total de horas de frio abaixo de 600 horas foi recorrente.

A Figura 3 apresenta as variáveis horas de frio (h) e produção total de maçã (em mil toneladas).

Nos invernos das safras 2006 a 2014, as horas de frio não ficaram abaixo das 600 horas mínimas recomendáveis (apesar de uma diminuição não substancial na safra 2007). Foi observado um incremento acentuado na produção entre as safras 2008 a 2012. Esse aumento pode ser relacionado a um número de HF adequado favorecer a produção (Oliveira et al., 2013). Houve ainda um período de oscilação na produção total entre as safras 2012 a 2016, havendo novo aumento substancial na produção na safra seguinte,

Figura 2. Número de horas de frio calculadas entre os meses de junho e setembro, safras 2006 a 2017, nas estações climatológicas de São Joaquim e Lages.

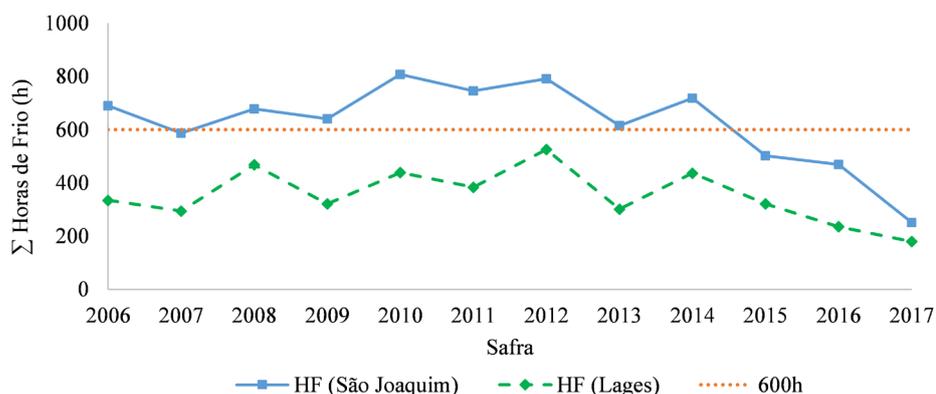
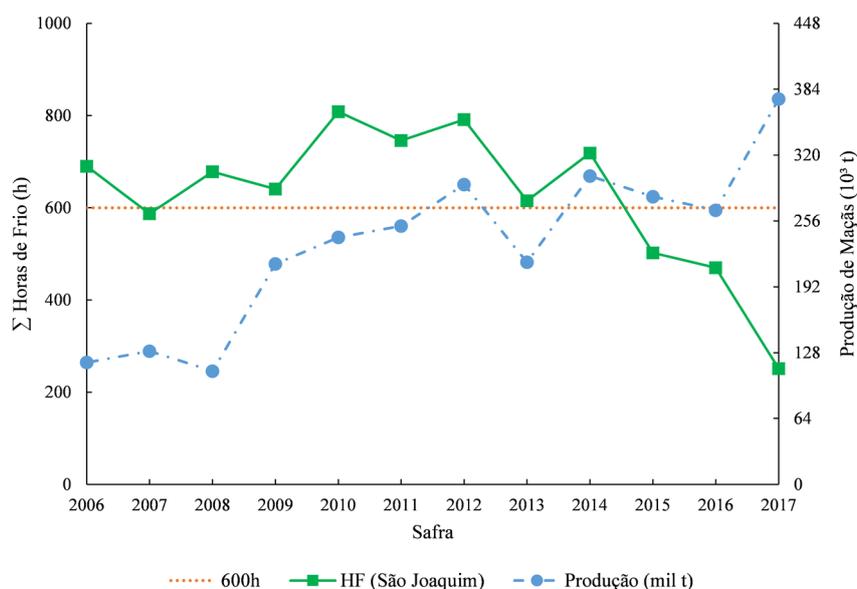


Figura 3. Horas de frio calculadas entre junho e setembro e a produção de maçã em São Joaquim (safras 2006-2017).



apesar dos três ciclos com HF bastante inferiores às safras anteriores. Quadro oposto ao de São Joaquim foi observado em Lages (Figura 4), em que o número de 600 HF não foi alcançado em nenhuma das safras no período estudado.

Mesmo para variedades de maçã como a ‘Gala’, que requerem ao menos 500 HF, o mínimo ideal foi atingido apenas para a safra 2012, enquanto que nas safras de 2007, 2016 e 2017 menos de 300 HF foram registradas. A hipótese inicial era de que a produção de maçã seria reduzida em magnitude semelhante à diminuição de horas de frio (Atkinson et al., 2013). Porém, mesmo quando o número mínimo de horas de frio não foi alcançado, técnicas de manejo foram, possivelmente, adotadas para induzir a planta a superar a dormência (Pasa et al., 2017; Pasa et al., 2018; Petri et al., 2006; Ushirozawa, 1978), como por exemplo, a aplicação de indutores de brotação em pulverizações, arqueamento dos ramos e incisão anelar (Embrapa, 2013), o que é a razão mais indicativa para os valores de produção observados.

Temperaturas máximas médias

Temperaturas ideais nas fases fenológicas também são importantes para o desenvolvimento da macieira. Por essa razão, para o período entre os anos 2008 e 2015, foram contabilizadas horas de temperatura máxima média do ar superiores a 25°C, especificamente em São Joaquim, conforme Tabela 1.

Com relação ao período vegetativo, como se observa na Tabela 1, os meses de dezembro e janeiro corresponderam, de forma geral, ao maior número de horas com temperaturas consideradas desfavoráveis à cultura da maçã, em especial no verão de 2014, marcado por ondas de calor e recordes de temperatura do ar, muito em função da ocorrência do fenômeno El Niño (INMET, 2018).

Não é possível atrelar, qualitativamente, a queda da produção na safra 2013 em São Joaquim, com o número de horas com $T > 25^{\circ}\text{C}$, pois se nessa safra $\Sigma T > 25^{\circ}\text{C}$ foi 125 horas, havendo queda acentuada na produção, na safra seguinte (2014), $\Sigma T > 25^{\circ}\text{C}$ foi 229 horas, com recorde de produção até então (300 mil t) (IBGE, 2018). No entanto, isso pode ser explicado pela característica da macieira de diferenciação das gemas vegetativas no ano anterior à produção. Em ambas as safras, o maior acumulado de horas de $T > 25^{\circ}\text{C}$ foi registrado nos meses de dezembro e janeiro, mantendo-se a área colhida quase em sua totalidade. Logo, o maior número de horas com temperaturas mais elevadas durante o período vegetativo não foi causa para as variações na produção, como também associado por Črepinšek et al. (2012) e Fujisawa & Kobayashi (2010). Houve, inclusive, similaridade em alguns picos de horas mais quentes, com safras de elevada produção (2010/12/14), quando analisados conjuntamente dados de produção total (Figura 3) com a Tabela 1.

Pluviosidade

A Figura 5 apresenta os índices pluviométricos registrados em São Joaquim, entre safras 2006 e 2017, nos meses de junho a setembro.

A média de precipitação de junho a setembro (709,2 mm) no período analisado foi 23,8% superior ao registrado na Normal Climatológica (572,8 mm). O pressuposto de que tenha ocorrido superação de dormência devido a menor disponibilidade hídrica mostra-se inconsistente, assim como observado em Sparks et al. (2000), sugerindo que, de fato, o uso de técnicas de manejo e indutores de brotação tenham sido empregados, haja vista, também, o menor somatório de HF registrado no período (Figura 3). No entanto, verifica-se que o rendimento médio dos po-

Tabela 1. Número de horas com temperaturas máximas médias do ar superiores a 25°C - INMET (2008-2015) - São Joaquim⁽¹⁾.

Período	T. máx. méd. (ar) > 25°C (h)				Subtotal
	Out.- Nov.	Dez. - Jan.	Fev. - Mar	Abr. - Maio	
10/2008 - 05/2009	0	21	21	0	42
10/2009 - 05/2010	75	57	56	2	190
10/2010 - 05/2011	0	45	0	0	45
10/2011 - 05/2012	1	26	77	1	105
10/2012 - 05/2013	11	101	13	0	125
10/2013 - 05/2014	4	129	96	0	229
10/2014 - 05/2015	21	65	11	0	97
Subtotal	112	444	274	3	- (2)

⁽¹⁾ Notas:

Cada célula representa o somatório de horas de frio totais no respectivo período indicado no cabeçalho da coluna.

Célula vazia, pois, neste caso, os subtotais não se somam.

Figura 4. Horas de frio calculadas entre junho e setembro e a produção de maçã em Lages (safras 2006-2017).

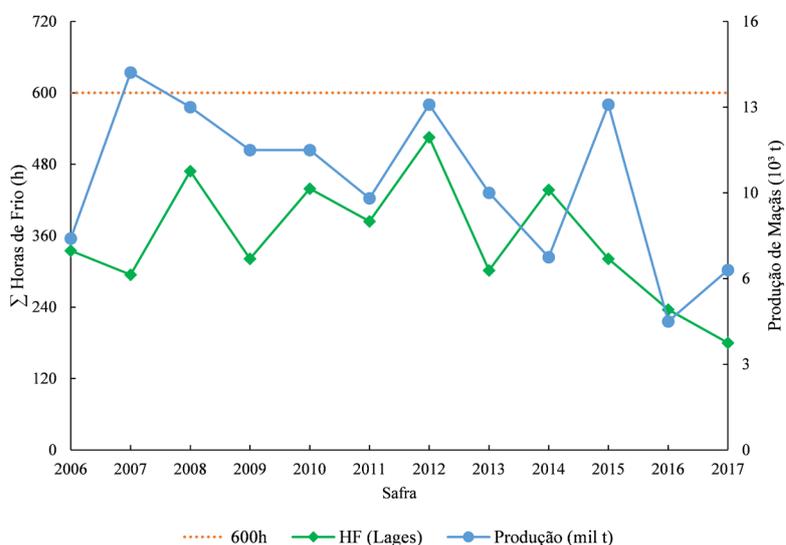
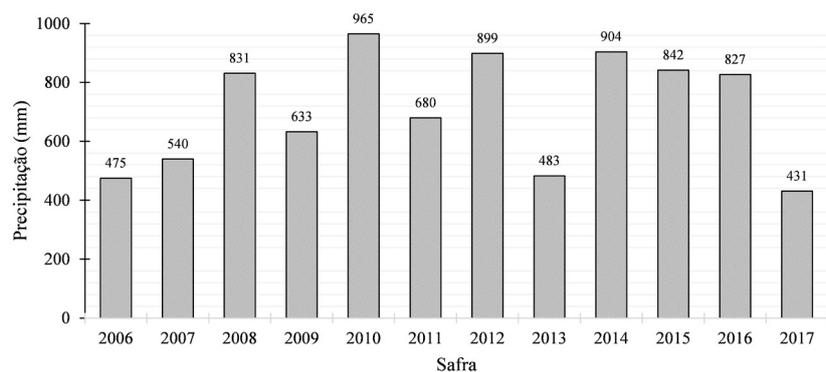


Figura 5. Precipitação (mm) sazonal (junho a setembro) em São Joaquim.

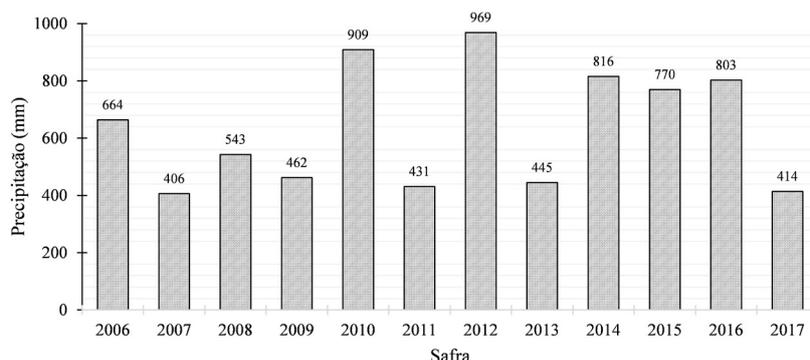


mares aumentou nesse período (IBGE, 2018). A alteração do microclima nas macieiras, conforme apresentado por Moraes e Carbonieri (2014), pode ter sido uma prática de manejo adotada por produtores para compensar condições de temperatura do ar desfavoráveis (Campoy et al., 2011).

Os dados pluviométricos entre as safras 2006-2017 registrados em Lages são mostrados na Figura 6.

Da mesma maneira que em São Joaquim, o volume precipitado em Lages (636,0 mm) superou o estabelecido na Normal Climatológica (502,8 mm), em 26,5%. Apesar da favorável condição hidrológica, a produção sofreu redução substancial após a safra 2015, quando foram totalizadas 12,9 mil t, em um ano com forte influência do fenômeno El Niño (INMET, 2018). O perfil da produção observado em La-

Figura 6. Precipitação (mm) sazonal (junho a setembro) em Lages.



ges não se assemelha ao observado em São Joaquim, mostrando-se oscilante, com tendência à redução da produção ao longo da série, a qual indicou crescimento após a safra baixa em 2013. Pode-se considerar a influência de eventos extremos em ambos os municípios nessa safra de menor colheita, algo que pode influenciar fortemente o desempenho dos pomares (Gonçalves et al., 2017).

Nesse sentido, o ano de 2012, por exemplo, foi marcado por eventos fortes de frio extremo entre o outono e o inverno e geadas tardias, após a floração das plantas. As primeiras massas de ar frio, com forte intensidade foram registradas no mês de março, com temperaturas mínimas abaixo de 0°C. Em junho deste mesmo ano, o ar frio e seco que atingiu o estado catarinense provocou quedas bruscas de temperatura do ar, com registros de geada de intensidade forte. Por outro lado, foi observado em 2012 um contraste de temperatura do ar na primeira quinzena de agosto. Enquanto junho e julho foram meses muito frios, o mês de agosto apresentou temperaturas acima do padrão para o inverno, em todas as regiões de Santa Catarina, devido a um bloqueio atmosférico causado por uma massa de ar seco (INMET, 2018). Como observado por Eccel et al. (2009), esse efeito pode ter ocasionado a antecipação da brotação, tornando os pomares mais sensíveis a geadas tardias.

Conclusão

As variáveis temperatura do ar e precipitação podem influenciar o ciclo da maçã, mas suas variabilidades não apresentam relações diretas com a elevação ou queda da produção nos municípios de São Joaquim e Lages na série histórica analisada. Elementos antrópicos são determinantes para a produção de maçã em grande volume, especialmente em safras onde variáveis como horas de frio e disponibilidade hídrica não alcançam o mínimo recomendado. Anomalias climáticas de grande escala, como o El Niño, juntamente com a ocorrência de eventos extremos durante o período vegetativo ou de dormência, também podem impactar no nível de produção em determinadas safras. Futuros estudos que utilizem inferência estatística

poderão determinar a correlação da temperatura do ar e precipitação com a produção de maçã.

Agradecimentos

Ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, em forma de bolsa de estudos, a UDESC/CAV, pela disponibilidade estrutural e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos durante o período de Doutorado na UFSC.

Referências

- ANGELOCCI, L. R.; CAMARGO, M. B. P.; PEDRO JUNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A.; ALFONSI, R. R. Estimativa do total de horas abaixo de determinada temperatura base através das medidas diárias da temperatura do ar. *Bragantia*, v. 4, n. 38, p. 27-36, 1979.
- ANZANELLO, R.; FIALHO, F. B.; SANTOS, H. P.; BERGAMASCHI, H.; MARODIN, G. A. B. Bud dormancy in apple trees after thermal fluctuations. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 49, n. 6, p. 457-464, 2014.
- ATKINSON, C. J.; BRENNAN, R. M.; JONES, H. G. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. *Environmental and Experimental Botany*, Amsterdam, v. 91, p. 48-62, 2013.
- BORGHEZAN, M.; VILLAR, L.; SILVA, T. C. da; CANTON, M.; GUERRA, M. P.; CAMPOS, C. G. C. Phenology and vegetative growth in a new production region of grapevines: case study in São Joaquim, Santa Catarina, Southern Brazil. *Open Journal of Ecology*, v. 4, p. 321-335, 2014.
- BRAGA, H. J.; PRUDÊNCIO DA SILVA, V.; PANDOLFO, C.; PEREIRA, E. S. Zoneamento de riscos climáticos da cultura da maçã no estado de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 439-445, 2001.
- CAMPOY, J. A.; RUIZ, D.; EGEE, J. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: a review. *Scientia Horticulturae*, V. 130, p. 357-372, 2011.
- CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; BOSCO, L. C.; PAULA, V. A.; NACHTIGAL, G. R. Unidades de frio para macieiras na região de Vacaria - RS, Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 37, n. 2, p. 289-295, 2015.
- CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; BOSCO, L. C.; PAULA, V. A. de; MARODIN, G. A. B.; CASAMALI, B.; NACHTIGALL, G. R. Disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, RS. *Ciência Rural*, v. 42, n. 11, p. 1960-1967, 2012.

- CARIO, S. A. F.; SEABRA, F.; NICOLAU, J. A.; SIMIONI, F. J.; BITTENCOURT, C. Implicações e consequências da deficiência de infraestrutura de armazenamento de maçã em Santa Catarina. **Análise**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 182-192, 2012.
- ČREPINŠEK, Z.; ŠTAMPAR, F.; KAJFEŽ-BOGATAJ, L.; SOLAR, A. The response of *Corylus avellana* L. phenology to rising temperature in north-eastern Slovenia. **International Journal of Biometeorology**, v. 56, p. 681-694, 2012.
- ECCEL, E.; REA, R.; CAFFARRA, A.; CRISCI, A. Risk of spring frost to apple production under future climate scenarios: the role of phenological adaptation. **International Journal of Biometeorology**, v. 53, p. 273-286, 2009.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa). **Maçã: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Editores técnicos: FIORAVANÇO, J.C.; SANTOS, R.S.S. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 239 p. ISBN 978-85-7035-204-0.
- FUJISAWA, M.; KOBAYASHI, K. Apple (*Malus pumila* var. domestica) phenology is advancing due to rising air temperature in northern Japan. **Global Change Biology**, v. 16, p. 2651-2660, 2010.
- GONÇALVES, M. W.; ARGENTA, L. C.; DE MARTIN, M. S. Maturity and quality of apple fruit during the harvest period at apple industry. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 5, p. 1-10, 2017.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?edicao=22566&t=resultados>>. Acesso em: 07 maio 2019.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Normais climatológicas do Brasil: 1961-1990**. Brasília, DF: INMET, 2009. 465 p. ISBN 978-85-62817-01-4.
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 12 set. 2019.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2014: synthesis report**. Geneva, Switzerland: IPCC, 2015. 151 p. ISBN 978-92-9169-143-2.
- LEGAVE, J. M.; GUÉDON, Y.; MALAGI, G.; YAACOUBI, A. E.; BONHOMME, M. Differentiated responses of apple tree floral phenology to global warming in contrasting climatic regions. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 1054, p. 1-13, 2015.
- LOPES, P. R. C.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, R. R. S.; CAVALCANTE, Í. H. C. Growing Princesa apples under semiarid conditions in northeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 93-99, 2013.
- MORAIS, H.; CARBONIERI, J. Horas e unidades de frio em pomares de maçã com diferentes microclimas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 1-12, 2015.
- MOTA, F. S.; ALVES, E. G. P. Regiões edafoclimáticas preferenciais para macieira no Rio Grande do Sul. **HortiSul**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 18-24, 1990.
- OLIVEIRA, I. V. M.; LOPES, P. R. C.; SILVA-MATOS, R. R. S.; CAVALCANTE, Í. H. C. Fenologia da macieira, cv. 'Condessa' no vale de São Francisco. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 23-30, 2013.
- PASA, M. S.; FELIPPETO, J.; NAVA, G.; SOUZA, A. L. K.; BRIGHENTI, A. F.; PETRI, J. L. Performance of 'Maxi Gala' apple trees as affected by budbreak promoters, in São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 5, p. 1-10, 2018.
- PASA, M. S.; FELIPPETO, J.; NAVA, G.; SILVA, C. P.; BRIGHENTI, A. F.; CIOTTA, M. N. Performance of 'Fuji Suprema' apple trees treated with budbreak promoters, in São Joaquim-SC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 40, n. 1, p. 1-10, 2018.
- PANDOLFO, C.; HAMMES, L. A.; CAMARGO, C. G. C.; MASSIGNAM, A.; PINTO, E.; LIMA, M. Estimativas dos impactos das mudanças climáticas nos zoneamentos da cultura da banana e da maçã no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v. 20, p. 36-40, 2007.
- PETRI, J. L.; LEITE, G. B.; COUTO, M.; FRANCESCATTI, P. Avanços na cultura da macieira no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 48-56, 2011.
- PETRI, J. L.; PALLADINI, L. A.; POLA, A. C. **Dormência e indução da macieira**. In: EPAGRI, 2006, Florianópolis. A cultura da macieira. Florianópolis, 2006. p. 261-298.
- RAMOS, D. M.; CHAVES, C. L.; BORTOLUZZI, R. L. C.; MANTOVANI, A. Florística de floresta ombrófila mista altomontana e de campos em Urupema, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 9, n. 2, p. 156-166, 2011.
- SPARKS, T. H.; JEFFREE, E. P.; JEFFREE, C. E. Na examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. **International Journal of Biometeorology**, v. 44, n. 2, p. 82-87, 2000.
- USHIROZAWA, K. **Cultura da Maçã: a experiência catarinense**. Florianópolis, SC: Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária - EMPASC, 1978. 295 p.
- VEGIS, A. Dormancy in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology, Palo Alto**, v. 15, p. 185-224, 1964.

REFERENCIAÇÃO

- SEVERIS, R. M.; CAMPOS, C. G. C.; MALINOVSK, L. I. Análise quali-quantitativa da interação entre variáveis climáticas e produção de maçã no Planalto Sul-catarinense. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.1, p.27-34, set 2019.

Declaração: os trabalhos estão sendo publicados nesse número de AGROMETEOROS (v.27, n.1, set 2019) conforme foram aceitos pelo XXI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, realizado de 12 a 16 de agosto de 2019, em Catalão, Goiás, sem revisão editorial adicional da revista.



Qualitative and quantitative analysis of the interaction between climate variables and apple production in Santa Catarina South Planalto, Brazil

Roni Matheus Severis^{1,2(*)}, Claudia Guimarães Camargo Campos² and Luciane Isabel Malinovski³

¹ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Campus Universitário UFSC/CTC, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. R. Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Bairro Trindade, CEP 88.040-900 Florianópolis, SC, Brazil. E-mail: eng.severis@hotmail.com.

² Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro de Ciências Agroveterinárias, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária. Avenida Luís de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88.520-000 Lages, SC, Brazil. E-mail: claudia.campos@udesc.br

³ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias. Rodovia Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, CEP 88.040-900 Florianópolis, SC, Brazil. E-mail: lucianemalinovski@gmail.com.

(*)Corresponding author.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 17 September 2019

Accepted 4 March 2020

Index terms:

air temperature

precipitation

Malus domestica

ABSTRACT

Projections indicate that due to climate change, the air temperature and precipitation might increase in the region of the South Planalto in Santa Catarina state, Brazil, which can hinder the production of apples in this key area of this economic sector. The objective of this study was to analyze qualitatively and quantitatively the interaction between the climate variables of air temperature and precipitation on the production of apples in the South Planalto, Santa Catarina. The period between the harvests of 2006 and 2017 was analyzed to verify the sum of cold hours during the dormancy phase and the number of hours with temperatures above the ideal range during the vegetative phase. Rainfall data were organized into a seasonal cluster to analyze their relationship with variation in production. The qualitative and quantitative results indicated that precipitation, the number of cold hours during the dormancy phase, and the number of hours with temperatures above the ideal range in the vegetative phase might have influenced the variation in the production of apples in the South Planalto. Also, the reduction in production could be associated with the occurrence of extreme weather phenomena, such as hail and frost.

© 2020 SBAgro. All rights reserved.

CITATION

SEVERIS, R. M.; CAMPOS, C. G. C.; MALINOVSK, L. I. Análise quali-quantitativa da interação entre variáveis climáticas e produção de maçã no Planalto Sul-catarinense. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.1, p.27-34, set 2019.

Disclaimer: papers are published in this issue of AGROMETEOROS (v. 27, n.1, set 2019) as accepted by the XXI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, held August 12-16, 2019 in Catalão, Goiás State, Brazil, without further revision by editorial board.