



Foto: Gilmar Ribeiro Nachtigall

COMUNICADO
TÉCNICO

227

Bento Gonçalves, RS
Janeiro, 2023



Condições meteorológicas na fase vegetativa da macieira nos Campos de Cima da Serra do RS

Safras 2017/2018 a 2021/2022

Gilmar Ribeiro Nachtigall
Fernando José Hawerroth

Condições meteorológicas na fase vegetativa da macieira nos Campos de Cima da Serra do RS Safras 2017/2018 a 2021/2022¹

¹ Gilmar Ribeiro Nachtigall, Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS; Fernando José Hawerroth, Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

O cultivo da macieira é uma atividade agrícola de grande importância socioeconômica em regiões de altitude no Sul do Brasil. No Rio Grande do Sul, cuja produção representa aproximadamente 47% da produção nacional (IBGE, 2020), o cultivo está concentrado na Região dos Campos de Cima da Serra, mais precisamente nos municípios de Vacaria, Bom Jesus, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, onde se estabeleceram médias e grandes empresas pomicultoras do Estado.

As variações na temperatura do ar no período da primavera e verão podem afetar o desenvolvimento vegetativo da macieira. A amplitude térmica, calculada pela diferença entre a temperatura do ar do dia e da noite, pode afetar positivamente a cor vermelha da epiderme (Leite et al., 2002). Segundo Warrington et al. (1999), a ocorrência de temperaturas amenas no início da formação dos frutos estimula o crescimento e aumenta o tamanho final, influenciando a produtividade.

Na fase de desenvolvimento vegetativo, a avaliação de variáveis

como Graus-dia, Soma Térmica Diária (GDH °C) e disponibilidade de água do solo é importante para a previsão da época de colheita e da qualidade de produção de maçãs.

O conceito de Graus-dia baseia-se na premissa de que a planta necessita de uma quantidade de energia, representada pela soma de graus térmicos necessários para completar determinada fase fenológica (Ometto, 1981). Já o modelo GDH °C, proposto por Richardson et al. (1975), contabiliza a soma térmica para estabelecer uma projeção de crescimento vegetativo não linear entre a temperatura base e a ótima.

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar as condições meteorológicas do período vegetativo ocorridas entre as safras de 2017/2018 a 2021/2022, nos municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul (região dos Campos de Cima da Serra, RS) e analisar seus efeitos potenciais sobre a produção e a qualidade da maçã, observadas a campo.

Metodologia aplicada

A base de dados meteorológicos foi composta de informações horárias de temperaturas instantâneas do ar, no período de 1º de setembro a 30 de abril, para os anos de 2017 a 2022, obtidos de estações meteorológicas localizadas em regiões produtoras de maçãs nos municípios de Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

A partir de temperaturas horárias sequenciais foram calculadas, a máxima (TMax) e a mínima (TMin) ocorridas no dia, chamadas de absolutas diárias. A temperatura média diária (TMed) foi calculada a partir da média das temperaturas instantâneas horárias. A probabilidade de geada moderada foi estimada pela ocorrência de temperaturas mínimas iguais ou abaixo de 3 °C no abrigo meteorológico, equivalentes à temperatura em torno de -1 °C na relva (Silva; Sentelhas, 2001).

Da mesma forma, a partir de umidades relativas horárias sequenciais foram calculadas, a máxima (URMax) e a mínima (URMin) ocorridas no dia (absolutas diárias). A umidade relativa média diária foi calculada a partir da média das umidades relativas horárias sequenciais. A amplitude foi obtida pela diferença entre a URMax e a URMin.

Os resultados são apresentados em gráficos de dispersão de pontos.

Os valores de Graus-dia foram calculados segundo as equações propostas por Villa Nova et al. (1972), considerando as temperaturas base de 4,5 °C, 10 °C e 14 °C. A Soma Térmica Diária (GDH °C) foi calculada segundo modelo de Richardson et al. (1975), considerando a temperatura base da macieira de 4,5 °C. Definida como sendo uma hora a uma temperatura de 1 °C acima da temperatura base de 4,5 °C. Desta forma, as unidades de calor (GDH °C) são calculadas subtraindo 4,5 de cada temperatura horária entre 4,5 °C e 25,0 °C. São apresentados os resultados para os meses de setembro a abril dos anos de 2017 a 2022 e média dos anos de 2013 a 2019.

Utilizando os valores de precipitações horárias sequenciais foram calculados os valores diários e mensais. Os resultados são apresentados em gráficos de barra e linhas.

A partir das medidas de temperatura e precipitação, foram calculados os valores de balanço hídrico climatológico, empregando-se o método de Thornthwaite e Mather (1955). Como capacidade de água disponível (CAD), utilizou-se o valor de 100 mm, valor comumente utilizado para culturas perenes e estudos de classificação climática (Cecílio et al., 2012) e a evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). A inicialização do balanço hídrico seguiu o critério de Mendonça (1958).

Para o monitoramento hídrico do solo em Vacaria, classificado como Latossolo Bruno Distrófico (Santos et al., 2011), foram empregadas 16 baterias de tensiômetros de punção instalados na linha de plantas de um pomar de macieira na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, na profundidade de 30 cm, correspondendo às camadas de 20 a 40 cm, nos quais foram feitas leituras diárias dos níveis da tensão de água no solo. Os resultados são apresentados em gráficos de dispersão de pontos.

A média histórica das variáveis analisadas representa o valor médio obtido no período de sete safras (2013/2014 a 2019/2020) para as estações meteorológicas de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul.

O acompanhamento fenológico da cultura, visando estabelecer o período de floração e colheita, foi realizado em pomares da Embrapa e em pomares comerciais da região, utilizados em experimentos.

Já as observações sobre produtividade e qualidade das safras avaliadas foram feitas através de entrevistas com técnicos e produtores do setor na região.

Análise das condições meteorológicas no período vegetativo

Temperatura do ar

No período das safras analisadas verificou-se um padrão relativamente similar de comportamento térmico para as temperaturas máximas e mínimas nos municípios estudados, com ocorrência de picos de altas temperaturas (superiores a 25 °C) seguidos por baixas temperaturas (inferiores a 7 °C) no período de floração (Figura 1).

Na safra 2018/2019, a média das temperaturas máximas e mínimas no período de floração da macieira na região foi de 21,6 °C e 12,1 °C, respectivamente. A baixa amplitude térmica verificada (Figura 1), cujo valor médio foi de 9,5 °C, representou 1,6 °C a menos quando comparado à média das cinco safras analisadas. Este dado foi influenciado pelas temperaturas mínimas no período, que foram praticamente 1,0 °C mais altas que nos anos anteriores. Na primavera de 2018 não foram verificadas probabilidades de geadas moderadas.

Outro fato que mereceu destaque foram as temperaturas do mês de janeiro de 2019, que superaram as observadas nos seis anos anteriores (Figura 2). A média das temperaturas máximas do mês foram aproximadamente 2,0 °C,

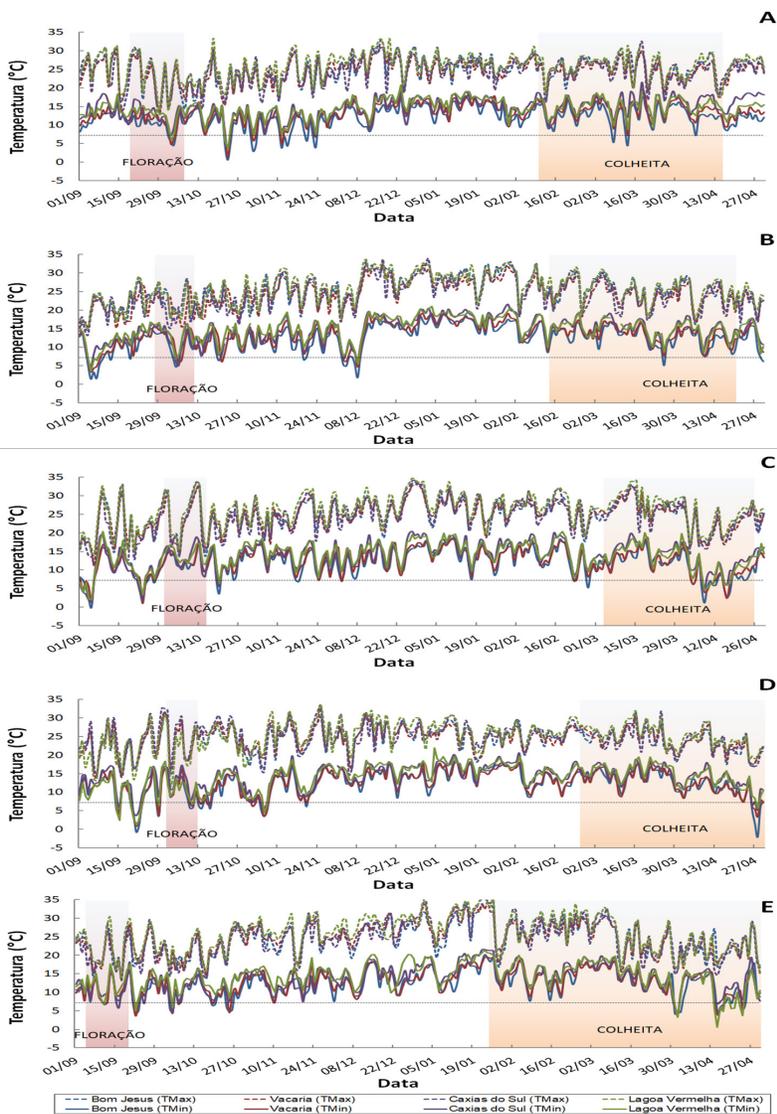


Figura 1. Temperaturas mínimas e máximas diárias entre os dias 1º de setembro e 30 de abril, para as safras: (A) 2017/2018, (B) 2018/2019, (C) 2019/2020, (D) 2020/2021 e (E) 2021/2022, nos municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, RS. Fenologia considerando as áreas experimentais da Embrapa Uva e Vinho.

Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416); Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

1,5 °C, 1,2 °C e 1,2 °C mais altas do que a média histórica para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, respectivamente, enquanto que a média das temperaturas mínimas do mês foram 1,5 °C, 1,8 °C, 1,1 °C e 1,1 °C maiores que o valor histórico, para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, respectivamente.

Estas condições climáticas podem ter afetado a qualidade das maçãs na região, principalmente do grupo Gala, uma vez que a menor amplitude térmica, com a temperatura noturna mais alta e menor radiação (dados não apresentados) durante o dia, pode ter reduzido a coloração da película das frutas.

Na safra 2019/2020, a média das temperaturas máximas e mínimas na floração da macieira na região foi de 24,2 °C e 13,3 °C, respectivamente (Figura 1). Estes valores representam aproximadamente 2,0 °C acima dos valores médios das cinco safras analisadas. A amplitude térmica média verificada neste período foi de 10,9 °C, valor próximo ao valor médio das safras analisadas, contudo superior 1,4 °C em comparação à safra 2018/2019. Na primavera de 2019 não foram verificadas probabilidades de geadas moderadas.

Também mereceram destaque as temperaturas máximas do mês de março de 2020, que superaram as observadas entre os anos de 2014 a 2020. As médias das temperaturas máximas do

mês foram aproximadamente 3,0 °C mais altas do que a média histórica para os municípios estudados. Já a média das temperaturas mínimas deste mês foi similar à média histórica. (Figura 2).

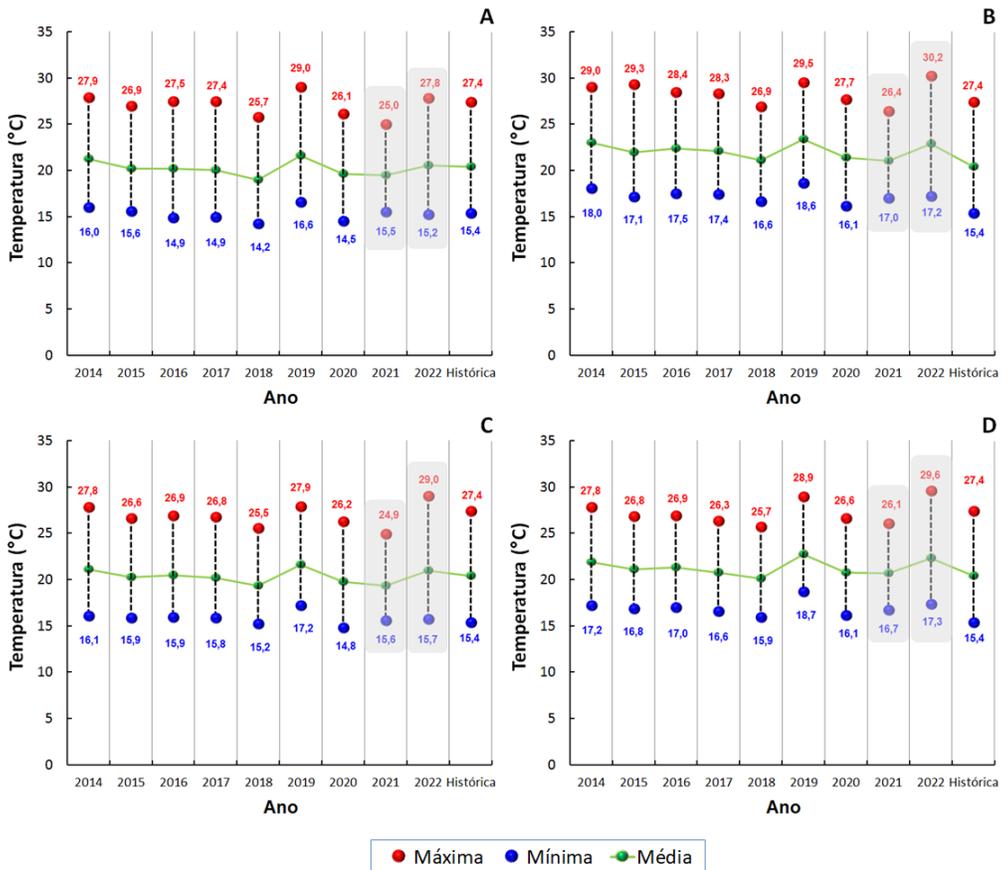
A safra 2020/021, caracterizou-se por apresentar temperaturas máximas baixas no início e no final da floração e temperaturas mínimas acompanhando estas tendências (Figura 1). A média das temperaturas máximas e mínimas no período de floração da macieira na região foi de 23,0 °C e 11,2 °C, respectivamente. Na primavera de 2020 não foram verificadas probabilidades de geadas moderadas nos municípios de Lagoa vermelha e Caxias do Sul, porém em Bom Jesus e Vacaria foi verificada uma ocorrência em setembro.

No período da colheita as temperaturas máximas e mínimas foram inferiores à safra 2019/2020, com amplitude térmica de 3,3 °C.

Destaca-se na safra 2020/2021 as temperaturas máximas do mês de janeiro de 2021, que foram bem inferiores às observadas nos sete anos anteriores (Figura 2).

As médias das temperaturas máximas do mês foram aproximadamente 2,0 °C mais baixas do que a média histórica para os municípios estudados. Já a média das temperaturas mínimas deste mês foi similar à média histórica.

Em 2021, a média das temperaturas mínimas no período de floração da



maceira na região foi de 11,2 °C, enquanto em 2020 e 2019, foi de 11,2 °C e 13,3 °C, respectivamente. Outra condição diferenciada foi a menor amplitude térmica verificada no período da floração (9,1 °C), comparada às amplitudes térmicas verificadas em

2020 e 2019, cujos valores foram de 11,7 °C e 10,9 °C, respectivamente. A média das temperaturas médias durante a primavera foi de 17,7 °C, valor similar ao observado em 2020 e 2019 (17,6 °C e 17,2 °C, respectivamente), mesmo com situações diferenciadas entre os

anos (Figura 1). Na primavera de 2021 não foram verificadas probabilidades de geadas moderadas.

Destaca-se no último decêndio de dezembro de 2021 e nos dois últimos decêndios de janeiro de 2022 o aumento significativo da temperatura diária, ultrapassando o limite de 30 °C em algumas localidades (Figura 1).

Em janeiro de 2022, a média das temperaturas máximas foi de 29,2 °C, enquanto em 2021 e 2020, foi de 25,5 °C e 26,8 °C, respectivamente (Figura 2). Situação similar também ocorreu em fevereiro, cuja média das temperaturas máximas foi de 28,1 °C, enquanto que em 2021 e 2020, foi de 25,9 °C e 26,3 °C, respectivamente. Considerando os dados coletados pelas estações automáticas do INMET, desde 2008, (INMET, 2022), não existem registros de temperaturas máximas tão elevadas neste período.

Já as médias das temperaturas mínimas foram similares entre os três anos, variando de 15,4 °C em 2020 a 16,4 °C em 2022. Contudo, considerando todo o período de colheita, na última safra estudada, a amplitude térmica foi similar à observada na safra 2020/2021 (10,8 °C).

Umidade relativa do ar

A umidade relativa mínima do ar na safra 2017/2018, apresentou um longo período de baixos valores no início

da floração, alternados por picos de elevado valor (Figura 3). Nessa safra, a média da umidade relativa mínima do ar no período de floração da macieira foi de 78%, valor superior ao observado no ano anterior no mesmo período. Na colheita, média da umidade relativa mínima foi de 61,3%, enquanto que a média das máximas foi de 99,0%.

Na safra 2018/2019, no período de pré e pós-floração, a umidade relativa mínima do ar apresentou diferença significativa em relação aos valores dos anos anteriores, com valores 50% e 24% maiores do que os observados no mesmo período em 2016 e 2017, respectivamente. Já no período de floração, a média da umidade relativa mínima do ar foi de 84,4%, valor superior aos observados nos anos anteriores, contudo, a variação de umidade relativa no período de colheita foi similar à observada no ciclo 2017/2018.

Na safra 2019/2020 a umidade relativa mínima do ar apresentou diferença significativa em relação aos valores das safras 2017/2018 e 2018/2019, com um período de altos valores no início da floração e um longo período de baixos valores na fase final da floração. No período de floração, a média foi de 71%. No período de colheita, os valores médios foram de 63,9% (médias das mínimas) e 99,6% (média das máximas). Diferindo das safras anteriores, a colheita foi marcada por grande amplitude diária em termos de umidade relativa sendo de 50,4%,

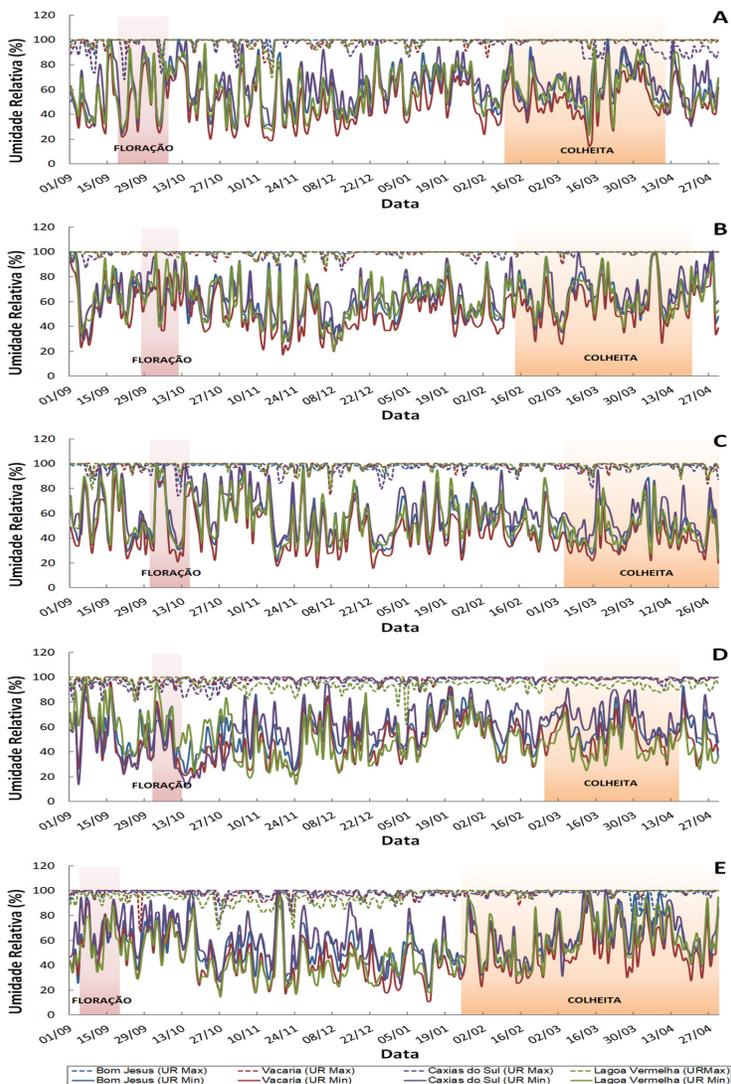


Figura 3. Umidades relativas do ar mínimas e máximas diárias entre os dias 1º de setembro e 30 de abril, nas safras: A) Safra 2017/2018, (B) Safra 2018/2019, (C) Safra 2019/2020, (D) Safra 2020/2021 e (E) Safra 2021/2022, nos municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, RS. Fenologia considerando as áreas experimentais da Embrapa Uva e Vinho.

Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

enquanto nos ciclos anteriores a amplitude variou de 35,9% a 37,8%.

A umidade relativa mínima do ar na safra 2020/2021 (Figura 3) apresentou um período de altos valores no início da floração e um longo período de baixos valores na fase final, sendo que a média foi de 75%. Nesta safra a amplitude da umidade relativa na colheita foi de 45,8%.

Na safra 2021/2022, a umidade relativa mínima do ar apresentou condições distintas em relação à safra 2020/2021 (Figura 3), com valores elevados no início da floração (média de 64,8%), condição relacionada à ocorrência de chuvas no período. No período de floração, a média foi de 80%. Destaca-se a ocorrência de períodos com umidade relativa inferior a 30% no último decêndio de 2021 e primeiro decêndio de 2022. No período de colheita, a umidade relativa média foi de 79,8% (médias das mínimas de 60,8% e média das máximas de 98,8%).

Acúmulo térmico

Os valores de Graus-dia acumulados mensalmente para os municípios avaliados, considerando as temperaturas bases de 4,5 °C, 10 °C e 14 °C, na safra 2017/2018 foram superiores aos observados na safra de 2016/2017 e menores que a média histórica do período (2014 a 2019), com exceção de Bom Jesus, onde os valores foram maiores que a média do período de 2013

a 2017 (Tabelas 1 a 4). Até abril de 2018 foram contabilizados, em média, 3.550 Graus-dia para a temperatura base de 4,5 °C, 2.226 para a temperatura base de 10 °C e 1.303 para a temperatura base de 14 °C.

Na safra 2018/2019, os valores foram similares aos da safra de 2017/2018 e maiores que a média histórica do período. Até abril de 2019 foram contabilizados, em média, 3.561 Graus-dia para a temperatura base de 4,5 °C, 2.248 para a temperatura base de 10 °C e 1.347 para a temperatura base de 14 °C.

Na safra 2019/2020, foram similares aos das safras anteriores e maiores que a média histórica do período. Ao final de abril de 2020 foram contabilizados, em média, 3.519 Graus-dia para a temperatura base de 4,5 °C, 2.205 para a temperatura base de 10 °C e 1.322 para a temperatura base de 14 °C.

Na safra 2020/2021, os valores foram similares aos das safras anteriores. Ao final do mês de abril de 2021 foram contabilizados, em média, 3.483 Graus-dia para a temperatura base de 4,5 °C, 2.173 para a temperatura base de 10 °C e 1.281 para a temperatura base de 14 °C.

Considerando os locais e as cinco safras avaliadas, os valores de Graus-dia acumulados foram maiores em Lagoa Vermelha, seguidos por Caxias do Sul, Vacaria e Bom Jesus, considerando as

Tabela 1. Valores de Graus-dia para as temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °C e média histórica, ocorridas mensalmente e acumuladas (GDH °C) entre os dias 1º de setembro e 30 de abril, entre as safras de 2017/2018 a 2021/2022, no município de Bom Jesus, RS.

Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 4,5 °C					Mês					Graus-dia ⁽¹⁾ TB 10 °C				
	2017/18	2018/19	2019/20	2021/22	Média ⁽²⁾						2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Setembro	404	335	305	335	341	317	Setembro	239	178	157	185	180	165		
Outubro	339	320	397	397	325	351	Outubro	176	169	228	230	165	195		
Novembro	354	412	415	396	414	394	Novembro	194	248	251	235	249	232		
Dezembro	474	476	473	480	453	422	Dezembro	309	315	303	310	288	275		
Janeiro	480	567	491	487	527	515	Janeiro	309	397	321	317	357	347		
Fevereiro	410	429	435	431	470	461	Fevereiro	256	275	277	272	311	304		
Março	442	443	470	462	387	438	Março	279	273	305	292	244	269		
Abril	407	392	310	344	348	372	Abril	242	228	161	186	193	214		
Acumulado	3309	3375	3297	3332	3266	3270	Acumulado	2003	2083	2004	2026	1989	2000		
Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 14 °C					Mês					GDH °C (temperatura base 4,5 °C) ⁽³⁾				
	2017/18	2018/19	2019/20	2021/21	2021/22	Média ⁽²⁾					2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Setembro	131	83	78	92	85	79	Setembro	7053	7034	5933	6843	6910	6245		
Outubro	78	78	120	127	72	96	Outubro	7460	6761	7740	7425	7106	6789		
Novembro	95	138	139	133	133	126	Novembro	7402	7955	8204	7405	7835	7891		
Dezembro	193	207	188	188	174	173	Dezembro	7990	7406	8294	8551	7828	7252		
Janeiro	188	273	200	194	235	226	Janeiro	9322	8303	8757	9376	8031	8356		
Fevereiro	150	166	169	160	199	192	Fevereiro	7610	7590	7840	8179	7741	7953		
Março	166	157	189	172	143	152	Março	8298	8356	7712	8974	7292	8593		
Abril	131	120	77	88	98	113	Abril	7667	7908	6474	7351	6289	7463		
Acumulado	1130	1221	1161	1154	1141	1156	Acumulado	62804	61313	60954	64104	59032	60542		

(1) Graus-dia calculados segundo equações propostas por Vila Nova et al. (1972).

(2) Valor médio dos anos de 2013 a 2019, cujos dados foram obtidos nas Estação Meteorológica da BASF (2409) e Estação Meteorológica do INMET (A880).

(3) GDH °C calculado de acordo com Richardson et al. (1975).

Tabela 2. Valores de Graus-dia para as temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °C e média histórica, ocorridas mensalmente e acumuladas (GDH °C) entre os dias 1º de setembro e 30 de abril, entre as safras de 2017/2018 a 2021/2022, no município de Vacaria, RS.

Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 4,5 °C				Mês				Graus-dia ⁽¹⁾ TB 10 °C			
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾
Setembro	412	333	329	345	347	312	Setembro	247	173	173	194	185
Outubro	359	369	410	415	345	371	Outubro	190	200	236	246	187
Novembro	377	427	430	411	437	418	Novembro	206	254	266	250	273
Dezembro	504	499	490	469	487	492	Dezembro	333	330	319	296	317
Janeiro	492	559	496	488	554	515	Janeiro	322	389	326	317	376
Fevereiro	421	434	442	416	459	470	Fevereiro	267	280	283	262	305
Março	476	445	491	474	447	450	Março	306	274	321	303	278
Abril	426	402	334	356	347	381	Abril	261	238	177	195	188
Acumulado	3467	3467	3423	3373	3424	3410	Acumulado	2131	2139	2102	2064	2107
Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 14 °C				Mês				GDH °C (temperatura base 4,5 °C) ⁽³⁾			
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾
Setembro	127	73	87	97	88	71	Setembro	7255	7255	6312	7161	7052
Outubro	86	93	127	139	82	99	Outubro	7999	7999	8109	7865	7799
Novembro	109	139	152	139	158	142	Novembro	8746	8746	8337	7614	8370
Dezembro	211	216	196	180	184	200	Dezembro	8229	8229	8733	8570	8230
Janeiro	194	265	204	194	262	220	Janeiro	9143	9143	9229	10126	8901
Fevereiro	155	170	173	147	196	202	Fevereiro	8123	8123	8539	8189	7977
Março	178	152	187	182	154	161	Março	9251	9251	8737	9418	8985
Abril	132	121	86	95	86	112	Abril	8692	8692	7222	7560	7490
Acumulado	1192	1229	1212	1173	1211	1207	Acumulado	67437	67437	65218	66503	63490

⁽¹⁾ Graus-dia calculados segundo equações propostas por Vila Nova et al. (1972).

⁽²⁾ Valor médio dos anos de 2013 a 2019, cujos dados foram obtidos nas Estação Meteorológica da BASF (2409) e Estação Meteorológica do INMET (A880).

⁽³⁾ GDH °C calculado de acordo com Richardson et al. (1975).

Tabela 3. Valores de Graus-dia para as temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °C e média histórica, ocorridas mensalmente e acumuladas (GDH °C) entre os dias 1° de setembro e 30 de abril, entre as safras de 2017/2018 a 2021/2022, no município de Lagoa Vermelha, RS.

Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 4,5 °C					Mês					Graus-dia ⁽¹⁾ TB 10 °C						
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/22	2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Setembro	456	378	355	341	387	373	Setembro	291	216	199	186	224	213				
Outubro	404	406	457	402	403	425	Outubro	236	236	287	233	233	257				
Novembro	422	463	485	458	483	458	Novembro	251	304	320	287	318	294				
Dezembro	551	542	538	525	539	540	Dezembro	381	372	368	360	369	370				
Janeiro	534	607	539	503	596	520	Janeiro	364	437	369	343	426	366				
Fevereiro	451	471	488	461	524	501	Fevereiro	297	317	328	307	364	346				
Março	491	442	541	519	473	442	Março	326	288	371	348	309	289				
Abril	474	448	374	407	342	439	Abril	309	284	214	243	189	278				
Acumulado	3784	3758	3777	3615	3747	3699	Acumulado	2455	2453	2455	2307	2432	2412				
Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 14 °C					Mês					GDH °C (temperatura base 4,5 °C) ⁽³⁾						
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22
Setembro	156	96	88	130	80	91	Setembro	7713	7758	6294	7728	7317	6948				
Outubro	103	99	138	177	97	112	Outubro	8293	8107	8147	7932	7346	8130				
Novembro	113	164	161	146	144	141	Novembro	7934	8386	8383	7574	8350	8373				
Dezembro	216	226	226	203	200	209	Dezembro	8565	8250	8314	8900	8272	8638				
Janeiro	211	304	230	229	294	229	Janeiro	9471	8711	8780	9506	8344	8094				
Fevereiro	174	190	200	188	232	215	Fevereiro	8247	8060	8100	8825	7924	8284				
Março	202	175	226	177	172	177	Março	9508	9229	8705	9716	8312	9426				
Abril	197	145	104	125	102	142	Abril	9798	8724	7634	8202	7817	8110				
Acumulado	1371	1400	1373	1375	1320	1314	Acumulado	69529	67224	64358	68383	63682	66003				

⁽¹⁾ Graus-dia calculados segundo equações propostas por Vila Nova et al. (1972).

⁽²⁾ Valor médio dos anos de 2013 a 2019, cujos dados foram obtidos nas Estação Meteorológica da BASF (2409) e Estação Meteorológica do INMET (A880).

⁽³⁾ GDH °C calculado de acordo com Richardson et al. (1975).

Tabela 4. Valores de Graus-dia para as temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °C e média histórica, ocorridas mensalmente e acumuladas (GDH °C) entre os dias 1º de setembro e 30 de abril, entre as safras de 2017/2018 a 2021/2022, no município de Caxias do Sul, RS.

Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 4,5 °C				Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 10 °C							
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21		2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾
Setembro	435	365	320	389	340	340	340	270	202	169	234	177	182
Outubro	384	375	419	464	356	389	389	216	207	250	293	194	221
Novembro	384	444	440	403	421	416	416	220	279	276	247	256	252
Dezembro	508	512	516	495	482	493	493	338	343	346	325	317	327
Janeiro	505	598	523	524	588	496	496	335	428	353	353	417	341
Fevereiro	439	455	472	463	506	481	481	285	301	312	303	347	327
Março	496	466	520	477	450	468	468	325	296	350	306	286	298
Abril	490	426	367	398	360	404	404	325	261	205	235	203	248
Acumulado	3641	3643	3578	3613	3503	3487	3487	2313	2317	2259	2297	2198	2195
Mês	Graus-dia ⁽¹⁾ TB 14 °C				Mês	GDH °C (temperatura base 4,5 °C) ⁽³⁾							
	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21		2021/22	Média ⁽²⁾	2017/18	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22	Média ⁽²⁾
Setembro	156	96	88	130	80	91	91	7713	7758	6294	7728	7317	6948
Outubro	103	99	138	177	97	112	112	8293	8107	8147	7932	7346	8130
Novembro	113	164	161	146	144	141	141	7934	8386	8383	7574	8350	8373
Dezembro	216	226	226	203	200	209	209	8565	8250	8314	8900	8272	8638
Janeiro	211	304	230	229	294	229	229	9471	8711	8780	9506	8344	8094
Fevereiro	174	190	200	188	232	215	215	8247	8060	8100	8825	7924	8284
Março	202	175	226	177	172	177	177	9508	9229	8705	9716	8312	9426
Abril	197	145	104	125	102	142	142	9798	8724	7634	8202	7817	8110
Acumulado	1371	1400	1373	1375	1320	1314	1314	69529	67224	64358	68383	63682	66003

⁽¹⁾ Graus-dia calculados segundo equações propostas por Vila Nova et al. (1972).

⁽²⁾ Valor médio dos anos de 2013 a 2019, cujos dados foram obtidos nas Estação Meteorológica da BASF (24/09) e Estação Meteorológica do INMET (A880).

⁽³⁾ GDH °C calculado de acordo com Richardson et al. (1975).

temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °C.

A soma térmica, em GDH °C, contabilizada na região dos Campos de Cima da Serra do RS, na safra 2017/2018, segundo modelo proposto por Richardson et al. (1975), apresentou valor médio de 66.638 unidades (Tabelas 1 a 4), valor superior ao observado na safra anterior (62.849 unidades), sobretudo nos meses de setembro e janeiro.

Na safra 2018/2019, a soma térmica, em GDH °C, foi, em média, de 65.248 unidades, valor inferior ao da safra de 2017/2018 (66.638 unidades) e superior ao da safra de 2016/2017 (62.849 unidades). A menor contabilização de Graus-dia e GDH °C na safra 2018/2019 pode ser justificada pela menor amplitude térmica observada no período (média de 10,6 °C), em razão da ocorrência de temperaturas noturnas mais altas, quando comparada à observada na safra 2017/2018 (amplitude térmica média de 11,4 °C).

Na safra 2019/2020, a soma térmica contabilizada, em GDH °C, nos municípios avaliados, apresentou valor médio de 63.407 unidades, valor inferior aos observados nas safras de 2017/2018 e 2018/2019, sobretudo no mês de setembro, porém similar à média histórica da região. Esta situação tem sua importância, uma vez que existe relação entre o acúmulo de Graus-dia e o diâmetro da fruta (Ortega-Farías et al., 2002).

O valor médio mensal da soma térmica na região, em GDH °C, no período avaliado foi de 7.926 unidades, com amplitude variando entre 5.933 e 9.229 unidades.

A soma térmica contabilizada na região, na safra 2020/2021, em GDH °C foi, em média, de 66.333 unidades, valor superior aos observados nas safras de 2018/2019 e 2019/2020 (Tabelas 1 a 4). O valor médio mensal da soma térmica contabilizada nos municípios avaliados, no período, em GDH °C, foi de 8.292 unidades, com amplitude variando entre 6.843 e 10.126 unidades.

Na safra 2021/2022, os valores de Graus-dia acumulados mensalmente, foram inferiores aos observados na safra 2020/2021 e superiores aos da média histórica, com exceção dos municípios de Vacaria e Lagoa Vermelha (Tabelas 1 a 4).

Ao final do mês de abril de 2022 foram contabilizados, em média, 3.485 Graus-dia para a temperatura base de 4,5 °C, 2.181 para a temperatura base de 10 °C e 1.299 para a temperatura base de 14 °C. Considerando o mesmo período, verifica-se que os valores acumulados até abril de 2022 foram similares para as temperaturas bases de 4,5, 10 °C e 14 °C, em relação aos valores observados para a média histórica. Contudo, os valores de Graus-dia acumulados em janeiro de 2022 foram significativamente superiores aos anos anteriores (Tabelas 1 a 4).

Para os locais avaliados na safra 2021/2022, os valores de Graus-dia acumulados, foram maiores em Lagoa Vermelha, seguidos pelos observados em Caxias do Sul, Vacaria e Bom Jesus, para as temperaturas bases de 4,5 °C; 10 °C e 14 °C.

A soma térmica contabilizada na região, na safra 2021/2022, em GDH °C, foi, em média, de 62.489 unidades, valor inferior aos observados nas safras de 2019/2020 e 2020/2021 (Tabelas 1 a 4).

O valor médio mensal da soma térmica contabilizada nos municípios avaliados, na safra 2021/22, em GDH °C, foi de 7.811 unidades, com amplitude variando entre 6.289 e 8.448 unidades.

Precipitação pluviométrica

Na safra 2017/2018, a precipitação pluviométrica, no período de desenvolvimento vegetativo da macieira, apresentou variação em relação aos municípios avaliados (Figura 4). A precipitação em Bom Jesus, Vacaria e Lagoa Vermelha foi inferior aos volumes observados no município de Caxias do Sul.

Considerando a média histórica de setembro a abril (1.231 mm), o volume de precipitação foi 20% abaixo do normal esperado para a região, com exceção do município de Caxias do Sul, cujos valores foram 42% superiores à média histórica. Destacam-se as condições observadas para Bom Jesus, Vacaria e

Lagoa Vermelha, onde a precipitação média nos meses de fevereiro e abril foi de apenas 60% e 31% da média histórica destes meses, respectivamente.

Quanto à precipitação ocorrida na safra 2018/2019, foram verificadas variações significativas entre os municípios avaliados, principalmente durante o período de desenvolvimento vegetativo da macieira. Verificou-se que o volume de precipitação no município de Bom Jesus foi 26% inferior aos volumes observados nos demais municípios.

Considerando a média histórica, o volume observado na safra 2018/2019 representou 94% do normal esperado para a região, com exceção do município de Bom Jesus, cujos valores foram 74,8% no volume histórico do município. Para os municípios de Bom Jesus, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, a precipitação verificada no período de dezembro a março foi de apenas 72% da média histórica para o período.

Na safra 2019/2020 praticamente não foram verificadas variações significativas nos volumes de precipitação. Nos meses de dezembro, fevereiro, março e abril foram verificados períodos de estiagem, com volumes de precipitação que representaram apenas 56%, 57%, 23% e 30% dos valores normais para estes meses, respectivamente.

No mês de janeiro de 2020 os volumes foram similares à média histórica. O volume médio acumulado na região para o período (setembro a abril)

foi de 857 mm (média dos valores de precipitação pluviométrica), valor 30% inferior à média histórica (1.231 mm) para o mesmo período e região. No mesmo período na safra 2018/19, os valores acumulados foram de 1.161 mm.

Destaca-se que os volumes de chuvas acumulados no período de fevereiro a abril de 2020 foram os menores observados, comparados aos do mesmo período entre 2013 e 2019, o que representou um déficit de 227 mm.

Na safra 2020/2021, após um inverno com volumes de precipitação pluviométrica acima da média histórica, verificaram-se valores baixos desde o início do período de desenvolvimento vegetativo da macieira, levando a acúmulos de precipitação bem abaixo dos valores normais (Figura 4).

A precipitação pluviométrica para os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2020 representou, em média, 60%, 24%, 61% e 84% dos valores normais para a região, respectivamente. No mês de janeiro os volumes foram bem superiores à média histórica, contudo, no mês de fevereiro de 2021 a precipitação pluviométrica voltou a apresentar valores inferiores à média histórica. O volume médio acumulado na região para o período (setembro a abril) na safra 2020/2021 foi de 887 mm, valor 28% inferior à média histórica (1.231 mm), representando uma mesma tendência nas safras 2019/2020 e 2020/2021.

Destaca-se que os volumes de chuvas acumulados entre setembro e dezembro de 2020 foram os menores observados, comparados aos do mesmo período entre 2013 e 2019, representando apenas 62% do volume esperado para o período, o que representou um déficit de 260 mm.

Na safra 2021/2022, o volume médio acumulado da precipitação pluviométrica na região para o período (setembro a abril) foi de 941 mm, valor 24% inferior à média histórica (1.231 mm), o que representou uma mesma tendência nas safras 2020/2021 e 2021/2022 (Figura 4). Destaca-se que os volumes de chuvas acumulados no período de setembro de 2021 a fevereiro de 2022 foram os menores observados no período avaliado entre os anos de 2013 a 2022, representando um déficit de 371 mm no período.

Considerando os volumes de precipitação pluviométrica na região dos Campos de Cima da Serra do RS entre as safras 2013/2014 a 2021/2022, (Figura 5), verifica-se que os três últimos ciclos produtivos foram marcados por períodos de estiagem em fases importantes da macieira. Considerando o período de setembro a abril, o menor volume de precipitação pluviométrica foi registrado na safra 2019/2020 (857 mm), seguido das safras de 2020/2021 e 2021/2022 (887 e 941 mm, respectivamente), em comparação com a média histórica (1.231 mm).

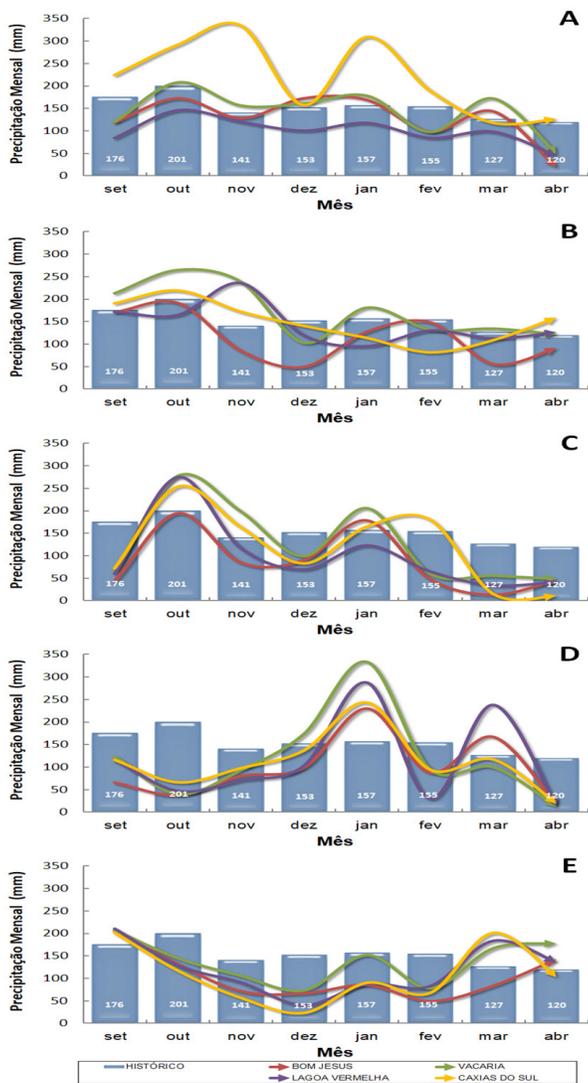


Figura 4. Precipitação pluviométrica acumulada mensal entre os dias 1º de setembro e 30 de abril (linhas) nas safras (A) Safra 2017/2018, (B) Safra 2018/2019, (C) Safra 2019/2020, (D) Safra 2020/2021 e (E) Safra 2021/2022 e média histórica mensal do mesmo período entre os anos de 2013 e 2019 (barras).

Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

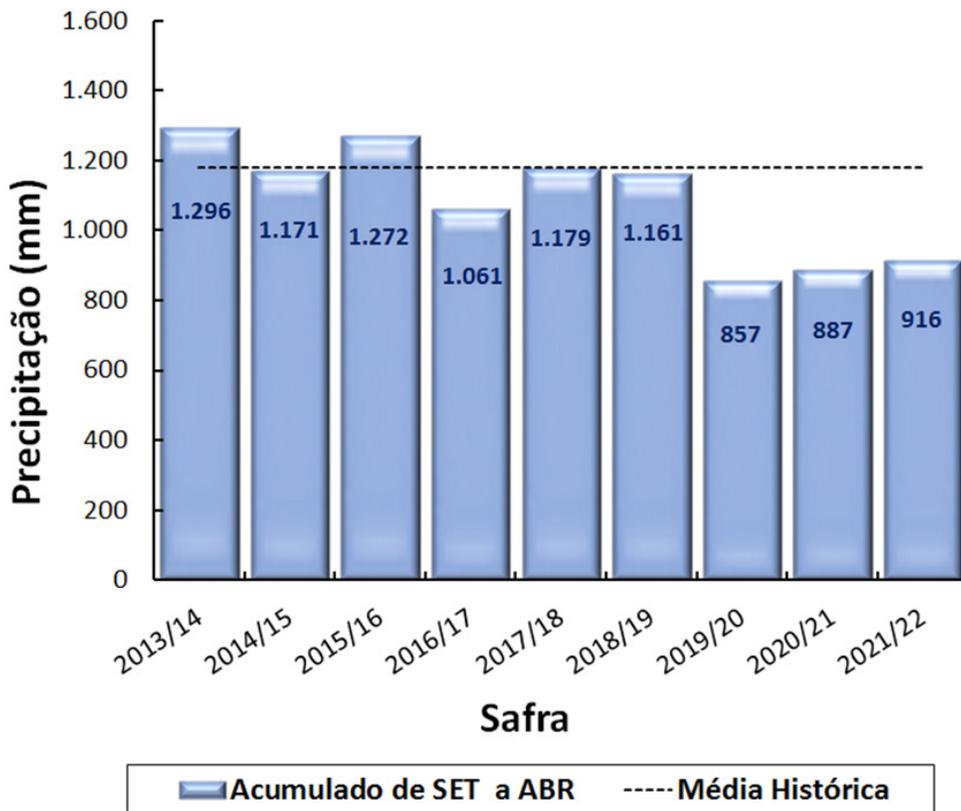


Figura 5. Precipitação média acumulada entre setembro e abril das safras 2013/2014 a 2021/2022 e média histórica do mesmo período entre os anos de 2013 e 2019, para os municípios de Caxias do Sul, Lagoa Vermelha, Vacaria e Bom Jesus, RS.

Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409); Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417); Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416); e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

Balanço hídrico

Os extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) mostraram que os volumes totais do excedente hídrico entre os meses de setembro a abril da safra 2017/2018

foram de 212, 312, 127 e 915 mm, para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, respectivamente (Figuras 6 e 7). Já os volumes totais do déficit hídrico no mesmo período foram de 15, 11, 29 e zero mm, respectivamente. Nesta safra, para todos os municípios avaliados,

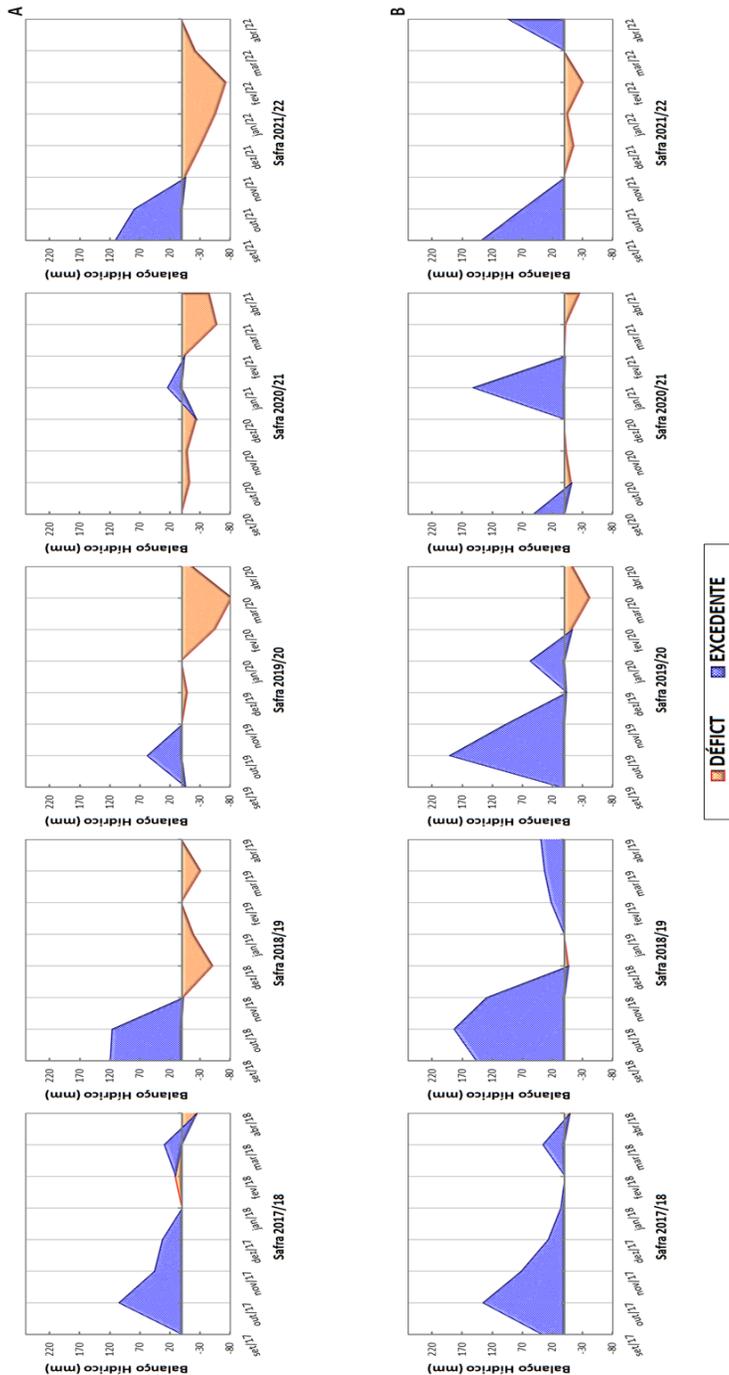


Figura 6. Extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados pelo método Thornthwaite e Mather (1955) para o período de setembro a abril, nas safras de 2017/2018 a 2021/2022, nos municípios de Bom Jesus e Vacaria, RS.

Fonte dos dados meteorológicos: Bom Jesus - Estação Meteorológica da BASF (2409) e Vacaria - Estação Meteorológica do INMET (A880).

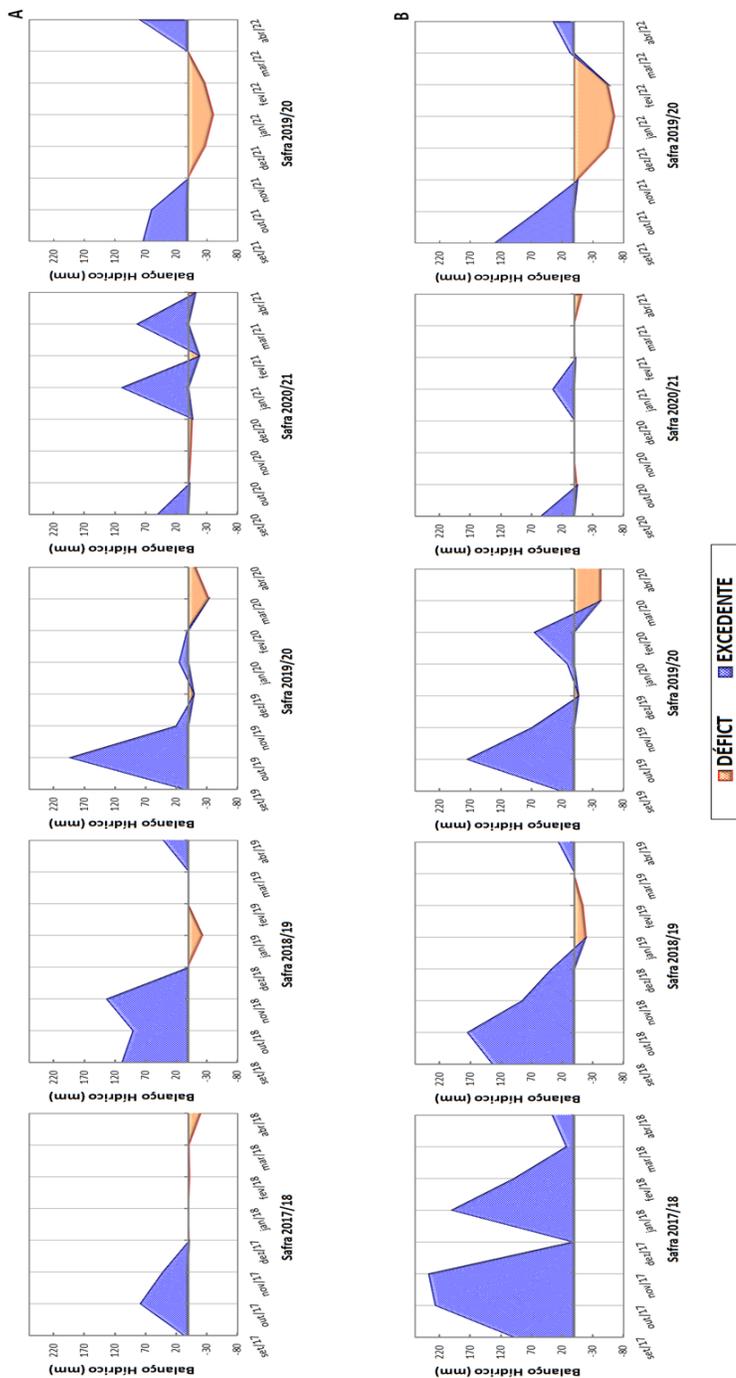


Figura 7. Extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados pelo método Thornthwaite e Mather (1955) para o período de setembro a abril, nas safras de 2017/2018 a 2021/2022, nos municípios de Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, RS. Fonte dos dados meteorológicos: Lagoa Vermelha - Estação Meteorológica da BASF (2416) e Caxias do Sul - Estação Meteorológica da BASF (2417).

observou-se baixo acúmulo hídrico no período de janeiro a abril, cujos valores médios mensais não ultrapassaram o volume de 26 mm.

Na safra 2018/2019, os extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados mostraram que os volumes totais do excedente hídrico foram de 235, 558, 375 e 458 mm para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, respectivamente (Figuras 6 e 7). Os volumes totais do déficit hídrico no mesmo período foram de 106, 7, 24 e 33 mm, respectivamente. No período de janeiro a abril de 2019, para todos os municípios avaliados, observou-se acúmulo hídrico muito baixo, cujos valores médios mensais não ultrapassaram o volume de 7 mm. Destaca-se a ocorrência de déficit hídrico nos meses de janeiro a abril, principalmente nos municípios de Bom Jesus, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul.

Os volumes totais do excedente hídrico, no período de fevereiro de 2019 a abril de 2020, foram de 58, 354, 241 e 344 mm para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, respectivamente (Figura 6 e 7), valores bem inferiores aos observados para as safras anteriores. Já os volumes totais do déficit hídrico no mesmo período foram de 176, 73, 55 e 93 mm, respectivamente para os mesmos municípios, valores superiores aos observados para as safras anteriores. Estes valores de déficit hídrico foram concentrados entre

os meses de fevereiro e abril de 2020. Considerando os extratos dos balanços hídricos climatológicos, o município de Bom Jesus foi o mais afetado pelo déficit hídrico na safra 2019/20.

Os extratos dos balanços hídricos climatológicos na safra 2020/2021 mostraram que o volume total do excedente hídrico no período de abril de 2020 a setembro de 2021 foi de 24, 205, 209 e 14 mm para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do Sul, respectivamente (Figura 6 e 7), valores similares aos observados para o ano anterior. Já os volumes totais do déficit hídrico no mesmo período foram de 230, 84, 79 e 34 mm, respectivamente para os mesmos municípios, valores similares aos observados para as safras anteriores.

Nesta safra, observou-se baixo acúmulo hídrico, cujos valores médios não ultrapassaram o volume de 60 mm. Verificaram-se déficits hídricos entre os meses de outubro e dezembro de 2020 e entre fevereiro a março de 2021. Considerando os extratos dos balanços hídricos climatológicos, o município de Bom Jesus novamente foi o mais afetado pelo déficit hídrico na safra 2020/2021.

Na safra 2021/2022, os extratos dos balanços hídricos climatológicos mostraram que o volume total do déficit hídrico no período de fevereiro de 2021 a abril de 2022 foi de 189, 55, 99 e 184 mm para os municípios de Bom Jesus, Vacaria, Lagoa Vermelha e Caxias do

Sul, respectivamente (Figuras 6 e 7), valores similares aos observados para o ano anterior e mesma região.

Observou-se, para a região, baixo acúmulo hídrico no período na safra 2021/22, cujos valores médios não ultrapassaram o volume de 61 mm. Considerando os extratos dos balanços hídricos climatológicos, o município de Lagoa Vermelha foi o mais afetado pelo déficit hídrico.

Déficit hídrico no solo

Considerando o monitoramento da umidade do solo, verificaram-se déficits hídricos nas medições através de tensiometria. Na profundidade de 20 a 40 cm, foram totalizados 26, 21 e 15 dias sequenciais de déficit hídrico (umidade do solo inferior a capacidade de campo – área vermelha do gráfico) nos meses de dezembro de 2017, fevereiro e março de 2018, respectivamente (Figura 8).

Na safra 2018/2019, também foram verificados déficits hídricos. Foram totalizados 15 e 33 dias sequenciais de déficit hídrico de dezembro de 2018 e janeiro/fevereiro de 2019, respectivamente.

Na safra 2019/2020 verificaram-se expressivos déficits hídricos, avaliados na profundidade de 20 a 40 cm, que totalizaram 115 dias de déficit hídrico no período avaliado, distribuídos na seguinte condição: 21 dias em novembro/2019, 28 dias em dezembro/2019, 17 dias em

janeiro/2020, 29 dias em fevereiro/2020 e 20 dias em março/2020.

Praticamente em todo o período de desenvolvimento vegetativo da macieira na safra 2020/2021 foram verificados déficits hídricos expressivos no solo, principalmente nas camadas superficiais (Figura 8), totalizando 154 dias, período similar ao observado na safra 2019/2020 (132 dias) e significativamente superior aos observados nas safras 2017/2018 e 2018/2019 (84 e 80 dias de déficit hídrico, respectivamente).

Na safra 2021/2022, o monitoramento da umidade do solo, durante o desenvolvimento vegetativo, indicou expressivos déficits hídricos (Figura 8), totalizando 157 dias, período significativamente superior aos observados na safra 2020/2021 (117 dias) e 2019/2020 (113 dias).

Para as cinco safras avaliadas, principalmente na profundidade de 20 a 40 cm (camada mais representativa para o sistema radicular da macieira), as leituras dos tensiômetros mostraram tensões de água no solo superiores a 50 kPa, indicando alta necessidade da aplicação de água, independente da frequência de precipitações pluviométricas no período.

Destaca-se que o uso da irrigação por gotejamento nos pomares de macieira, minimizou os efeitos de déficits hídricos no solo (Figura 8), uma vez que a umidade do solo foi mantida próxima

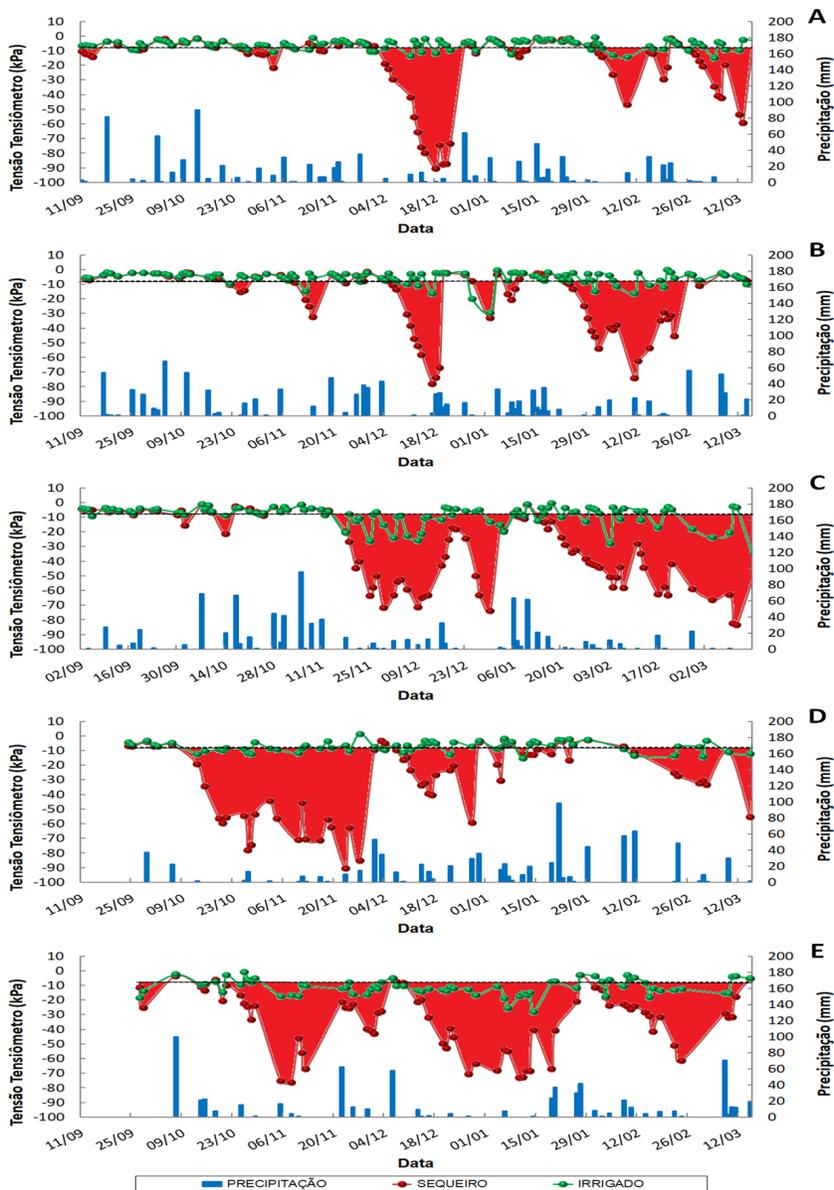


Figura 8. Distribuição sazonal da tensão de água em Latossolo de Vacaria, medida por tensiometria, na profundidade de 20 a 40 cm, em cultivo de macieira em sequeiro e com irrigação, e da precipitação pluviométrica entre os meses de setembro a março (---- tensão de água no solo na Capacidade de Campo). Safras: (A) 2017/2018; (B) 2018/2019; (C) 2019/2020; (D) 2020/2021; (E) 2021/2022.

à capacidade de campo (10 KPa), condição ideal para o desenvolvimento vegetativo e produção da cultura. Além disso, o monitoramento da tensão da água no solo, por meio de tensiometria, combinado com os volumes de água fornecidos por irrigação, foram eficientes para manter os índices de umidade do solo adequados para a macieira, indicando ser uma técnica eficiente para este tipo de manejo da água no pomar.

Condições climáticas x produtividade e qualidade da maçã

Safra 2017/2018

A maior frutificação efetiva observada em macieiras do grupo 'Gala' na safra 2017/2018, em relação às safras 2014/2015 e 2016/2017 (dados não apresentados), repercutiu no aumento do número de frutos por planta, com reflexos diretos na redução da massa média dos frutos.

O déficit hídrico observado, por sua vez, teve impacto no crescimento vegetativo das plantas, provocando sua redução. Em alguns pomares com elevados índices de frutificação a redução de calibre dos frutos foi intensificada, em virtude do limitado desenvolvimento vegetativo associado aos déficits hídricos evidenciados durante o ciclo.

Considerando a expectativa de menor massa média de frutos, o

retardo de colheita de maçãs do grupo 'Gala' com o uso do fitorregulador aminoetoxivinilglicina (AVG) mostrou-se fundamental para o aumento da proporção de frutos de maior calibre. Vale destacar que a maior amplitude térmica observada no período de pré-colheita de maçãs do grupo 'Gala' também contribuiu para melhoria do calibre em pomares em que a colheita foi retardada, tanto pelas menores perdas no processo de respiração como pela notória melhoria de eficiência de AVG no atraso da maturação dos frutos em relação às safras 2015/2016 a 2016/2017.

A qualidade da fruta na safra 2017/2018 foi marcada por um percentual mais elevado de frutos com "russetting" (aspecto ferruginoso, áspero ou liso e sem brilho na epiderme dos frutos) (Figura 9), cuja intensidade foi mais expressiva, quando comparada à safra anterior. Essa situação, com grande variabilidade de ocorrência entre pomares, foi mais expressiva nas cultivares do grupo 'Gala' quando comparada ao grupo 'Fuji'.

Considerando o padrão de ocorrência de 'russetting' nesta safra, não é possível atribuir apenas aos fatores climáticos a ocorrência do distúrbio, mas sim a interação de condições climáticas com tratamentos fitossanitários.

Safra 2018/2019

Em muitos pomares de macieiras do grupo 'Gala', a densidade floral



Figura 9. Frutos de macieira das cultivares Maxi Gala (A) e Fuji Suprema (B) com sintomas de ‘russetting’ na epiderme.

observada no período de floração de 2018 foi significativamente reduzida, sendo observada diminuição expressiva da frutificação efetiva, repercutindo em produtividades inferiores a 25 toneladas por hectare.

A menor densidade floral, reflexo da carga frutal excessiva do ciclo anterior, associada à rápida evolução da brotação de gemas, seguida de condições de nebulosidade e baixa temperatura na floração, foram decisivas para a

redução da frutificação dos pomares, sobretudo em macieiras do grupo ‘Gala’. Vale destacar que a menor frutificação observada em parte dos pomares, associada aos maiores volumes de chuva no início do ciclo (setembro a outubro de 2018), determinou aumento do desenvolvimento vegetativo, o que resultou na ampliação da necessidade de práticas culturais para manejo do dossel.

O atraso no início da brotação de gemas e na floração na safra 2018/2019, retardou o início da colheita de maçãs, tanto de cultivares precoces de macieira como do grupo ‘Gala’. Apesar disso, o regime de temperaturas no período determinou rápida evolução da colheita.

De maneira geral, as condições climáticas não foram restritivas ao desenvolvimento da coloração vermelha nos frutos, a exceção de pomares com excessivo desenvolvimento vegetativo. Como consequência da menor frutificação verificada na maior parte dos pomares, foi observado aumento do calibre médio dos frutos em relação à safra 2017/2018.

Safra 2019/2020

As condições meteorológicas do período de outono e inverno do ciclo 2019/2020, caracterizadas pelo insuficiente acúmulo de frio hibernal e déficit hídrico, associadas às condições climáticas evidenciadas no início da primavera, resultaram em atraso na brotação de gemas, em reduzidos

níveis de brotação de gemas axilares e ampliação do período de floração, que representou impacto negativo na uniformização fenológica necessária à padronização de práticas culturais no decorrer do ciclo. Ficou evidenciada, de maneira geral, o início de florescimento antecipado em macieiras do grupo 'Gala' em relação às do grupo 'Fuji'.

Em muitas situações, a disponibilidade de flores das cultivares do grupo 'Fuji' foi muito reduzida no momento em que as macieiras do grupo 'Gala' atingiram a plena floração, reduzindo as possibilidades quanto à polinização e frutificação de ambas cultivares.

Nos pomares onde se optou pela aplicação de indutores de brotação mais tardiamente (realizadas a partir de 08 de setembro) do que convencionalmente utilizado na região (aplicação na última semana de agosto) verificou-se significativa melhoria dos índices de brotação e de uniformização do florescimento. Contudo, a época de florescimento coincidiu com período de intensa precipitação pluvial e nebulosidade, reduzindo significativamente os índices de frutificação efetiva nesses pomares, com reflexos diretos na redução do potencial produtivo. Seja por problemas de coincidência de florescimento ou por condições climáticas no pleno florescimento, observou-se em muitos pomares a maior parte dos frutos formada a partir de flores de final de



Foto: Gilmar Ribeiro Nachtigall

Figura 10. Folhas de macieira da cultivar Fuji Suprema com sintomas de deficiência de ferro.

floração, que normalmente são menores e de calibre inferior.

Nesta safra, no início de formação das folhas, alguns pomares apresentaram sintomas de clorose principalmente nas cultivares do grupo 'Fuji' (Figura 10). Estes sintomas são característicos de deficiência de ferro, ocasionados pela combinação de dois fatores: a) intenso crescimento vegetativo durante a brotação, que demanda grandes quantidades de nutrientes; b) baixa taxa transpiratória das plantas, decorrente do período nublado e úmido que ocorreu no início da brotação, a qual teve

como consequência baixa absorção de nutrientes, como é o caso do ferro.

A precipitação pluvial e nebulosidade registradas no florescimento e na pós floração tiveram aumento do crescimento vegetativo e impacto negativo na frutificação efetiva. As condições de menor qualidade de luz e baixo nível de brotação de gemas axilares determinaram aumento expressivo do crescimento vegetativo, demandando a intensificação das práticas culturais para manejo do dossel, resultando na necessidade de emprego de fitorreguladores para essa finalidade.

A magnitude do impacto das condições climáticas sobre a frutificação efetiva foi variável entre pomares, sendo maior a redução do potencial produtivo onde a plena floração coincidiu com um período de intensa precipitação entre 13 e 18 de outubro de 2019, principalmente nas localidades em que foi observada menor acúmulo de frio no período hibernal, em especial as regiões de menor altitude.

A partir do mês de novembro, houve uma redução significativa da precipitação pluviométrica, caracterizando situação de déficit, a qual se intensificou nos meses subsequentes, coincidindo com o período de maior demanda hídrica das macieiras para a definição do calibre dos frutos. Assim, dada a severidade do estresse hídrico observado no período, parte dos frutos não cresceu suficientemente para atingir o calibre comercial e, os frutos que atingiram apresentaram massa média dos

frutos inferior à observada nas safras 2017/2018 e 2018/2019. O somatório dessas condições resultou em significativa redução do volume de frutos colhidos e do valor comercial associado devido ao menor calibre. Mesmo em pomares com reduzida carga de frutos, o calibre foi abaixo do observado nos últimos ciclos produtivos.

De maneira geral, as condições climáticas não foram restritivas ao desenvolvimento da coloração vermelha em maçãs 'Gala'. Para macieiras 'Fuji' e em cultivares bicolors de maturação mais tardia do que 'Gala', foi evidenciada melhoria da coloração dos frutos, mesmo em clones de menor coloração.

Vale destacar que apesar de condições de intensa precipitação na floração e pós-floração, o distúrbio fisiológico 'russeting' não foi expressivo. As condições de severa restrição hídrica tiveram impacto, causando a limitação do crescimento de ramos, mesmo em pomares com reduzida produtividade. A redução de crescimento dos ramos, com maior exposição dos frutos à luz, resultou no aumento significativo de frutos com sintomas de dano de sol, sobretudo em macieiras 'Fuji Suprema' em pomares sem o uso de telas antigranizo.

Safra 2020/2021

As condições climáticas do outono e inverno de 2020 determinaram níveis de brotação de gemas superiores ao observado na média dos anos. Em virtude da qualidade de brotação

e uniformização da floração, foram observados, de maneira geral, bons níveis de frutificação dos pomares de macieiras 'Gala' e 'Fuji', com algumas variações associadas à época preconizada de indução de brotação de gemas.

Nos pomares em que a indução de brotação de gemas foi realizada mais tardiamente, de maneira geral, foram registrados menores níveis de frutificação em relação às aplicações mais precoces. Altas temperaturas e reduzida umidade relativa do ar observada no período de florescimento e de polinização também foram determinantes na diminuição da frutificação.

A primavera de 2020, caracterizada pela reduzida precipitação pluviométrica e temperaturas mais altas em relação à média histórica, limitou o crescimento vegetativo das macieiras. O impacto foi mais expressivo em pomares implantados em 2020, que determinou atraso do crescimento vegetativo das plantas. Em certas localidades, a restrição hídrica foi tão severa que acarretou no aumento da mortalidade de plantas, determinando incremento na necessidade de mudas para restabelecer o número de plantas por hectare desejado em cada pomar.

Em alguns pomares foi observado crescimento vegetativo intenso no início do ciclo produtivo, o qual foi limitado pela adoção de ferramentas de controle de vigor e pela intensificação do déficit hídrico. Em pomares adultos de macieira, a restrição hídrica na primavera de 2020 também foi determinante na redução do

crescimento vegetativo das plantas, mas sem determinar comprometimento da frutificação, visto que a exigência hídrica da cultura é reduzida nessa fenofase.

Um dos pontos de destaque no ciclo 2020/2021 foi o calibre médio dos frutos, muito superior aos observados nas safras 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020. O limitado crescimento vegetativo associado às temperaturas mais altas na primavera de 2020 até o mês de dezembro, resultou, de maneira geral, no aumento do calibre médio dos frutos.

A ocorrência de precipitações no terço final de crescimento dos frutos (janeiro e fevereiro/2021) foi determinante para a obtenção de frutos de maior calibre quanto comparado aos calibres médios observados nas safras 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020. Contudo, para as cultivares de maturação tardia (Cripp's Pink, por exemplo), a restrição hídrica evidenciada a partir de março/2021 afetou a dinâmica de maturação, com atraso na coloração e reduzido nível de resposta aos manejos para antecipação da maturação e moderado impacto no aumento do calibre.

O granizo também foi de relevância nesse ciclo produtivo (Figura 11), com registros de ocorrência em localidades das quatro regiões produtoras, sendo alguns de grande intensidade e com elevado nível de dano econômico nos pomares atingidos.

A partir de chuvas de maior volume e da redução das temperaturas



Figura 11. Frutos de macieira da cultivar Galaxy com danos causados pelo impacto do granizo.

diárias, ocorreu melhoria significativa da coloração de maçãs tardias. Outro aspecto de relevância foi a uniformidade entre frutos quanto ao calibre evidenciada nesse ciclo, níveis reduzidos de ‘russeting’, assim como outros defeitos na película dos frutos.

A uniformidade fenológica e de desenvolvimento vegetativo e o maior calibre dos frutos evidenciados nesse ciclo produtivo contribuiu decisivamente no manejo de colheita de maçãs, sobretudo do grupo ‘Gala’, com aumento da eficiência operacional de colheita em relação ao ciclo anterior. Destaca-se a importância do escalonamento na

indução de brotação e do manejo de fitorreguladores para a obtenção de colheita escalonada, dado ao significativo aumento do volume de frutos colhidos em relação à safra 2019/2020.

Safra 2021/2022

A frutificação de macieiras ‘Gala’, em razão da utilização dos programas de fitorreguladores para aumento da frutificação, para o ciclo 2021/2022, se mostrou dentro da média dos anos na maior proporção dos pomares. Contudo, destaca-se que a abscisão natural de flores e frutos foi elevada, de modo que parte dos pomares não demandou uso de raleantes químicos para ajuste de carga frutal em macieiras ‘Gala’. Para as macieiras ‘Fuji’, houve aumento da proporção de áreas com sintomas de alternância de produção. A carga frutal elevada evidenciada no ciclo anterior, estresse hídrico na pré-colheita e retardo da colheita em função de problemas logísticos, foram os fatores determinantes ao menor retorno floral de macieiras ‘Fuji’ no ciclo 2021/22.

Outro ponto a destacar para o ciclo 2021/2022, foi o aumento da intensidade de manejos fitossanitários em função da combinação de condições favoráveis a ocorrência de doenças de início de ciclo. Em razão da intensificação dos manejos fitossanitários, associados às condições climáticas, foi verificada a formação de ‘russeting’ em frutos em maior proporção do que evidenciado no ciclo 2020/21.

A partir do mês de outubro de 2021 houve ocorrência de precipitações de granizo em algumas localidades, com danos moderados à severos. Destacam-se as precipitações de granizo no início do

mês de dezembro de 2021, repercutindo em danos de elevada proporção em pomares adultos, comprometendo o potencial produtivo e qualitativo dos pomares sem sistema de proteção antigranizo, inviabilizando grande parte da produção de frutas para o mercado 'in natura'. A ocorrência de precipitações de granizo foi de grande relevância nesse ciclo, sendo observados eventos de grande intensidade em localidades das quatro regiões produtoras, com elevado nível de dano econômico nos pomares atingidos (Figura 12).

As precipitações pluviométricas de maior volume foram registradas no início do mês de dezembro, mas em volume insuficiente para a demanda da cultura. Alguns pomares tiveram volume de chuva acumulado em dezembro inferior a 25 mm. Considerando a fase fenológica da cultura, em que a macieira apresenta aumento da demanda hídrica em função do aumento do calibre dos frutos, a limitada disponibilidade hídrica no solo determinou atraso no crescimento dos frutos, reduzindo o calibre médio quando comparado ao ciclo 2020/2021.

As temperaturas elevadas no último decêndio de dezembro de 2021 que se prolongaram até o terceiro decêndio de janeiro de 2022, associadas à alta radiação solar intensificaram a frequência de frutos com danos de sol na epiderme, sobretudo naqueles localizados nas porções mais expostas da copa das plantas. Em tecidos foliares, além da possibilidade de ocorrência de porções necrosadas, foram observados

Fotos: Gilmar Ribeiro Nachtigall



Figura 12. Pomar de macieira após ocorrência severa de granizo, com acúmulo de granizo na tela antigranizo (A) e danos em folhas e frutos causados pelo impacto do granizo (B).

sintomas de deficiência nutricional, sobretudo de nutriente potássio.

A restrição hídrica foi determinante na redução do crescimento vegetativo e no desenvolvimento de frutos em pomares adultos na safra 2021/2022, principalmente após meados de dezembro. Em pomares em plena produção foram observados sintomas

típicos de deficiência hídrica, como paralisação do crescimento de ramos e de frutos, e murchamento das folhas nos horários de maior temperatura no decorrer do dia. Nas situações de pomar em locais com solos com horizonte superficial raso ou com presença expressiva de cascalho, cuja capacidade de retenção de água no solo foi menor, os sintomas se mostram mais severos, com elevada abscisão e senescência foliar, murchamento de frutos e necroses de ramos (Figura 13). Em algumas situações constatou-se a mortalidade de plantas adultas, dada a severidade da restrição hídrica nesse período.

Como consequência das condições climáticas da safra, o calibre médio dos frutos foi bem inferior ao evidenciado nos últimos três ciclos produtivos. O limitado crescimento vegetativo, associado às temperaturas mais altas em dezembro de 2021 e janeiro de 2022, resultou, de maneira geral, na redução do calibre médio dos frutos até o terceiro decêndio mês de janeiro.

A ocorrência de precipitações no terço final de crescimento dos frutos (janeiro e fevereiro/2021) não foi suficiente para a o aumento de calibre, quanto comparado aos calibres médios evidenciados nos últimos ciclos produtivos para maçãs 'Gala'.

No último decêndio de dezembro de 2021 e no primeiro decêndio de 2022 foram registrados períodos com umidade relativa inferior a 30% em alguns horários do dia. A utilização de fitorreguladores para manejo da



Fotos: Gilmar Ribeiro Nachtigall

Figura 13. Plantas e frutos de macieira com sintomas de estresse hídrico, causando pela estiagem no mês de dezembro de 2021.

maturação dos frutos, normalmente é feita nesse período, na pré-colheita de maçãs 'Gala'. Considerando a diminuição da eficácia dos programas de uso de fitorreguladores, quando aplicados nesse período de baixa umidade relativa e estresse hídrico, foi importante a indicação da aplicação de fitorreguladores em períodos com umidade relativa superior a 55%, a fim de atenuar as perdas evaporativas e ampliar o tempo de contato do ingrediente ativo nos tecidos foliares para potencializar sua absorção.

A ocorrência de chuvas na metade do mês de janeiro de 2022 atenuou o quadro estabelecido de estresse hídrico. Contudo, a redução do calibre médio de maçãs 'Gala' foi muito acentuada

quando comparada aos valores médios obtidos nos últimos três ciclos produtivos. Destaca-se que a ocorrência de chuvas de maior volume após severo período de restrição hídrica determinou uma rápida maturação de parte dos frutos, sendo observado intenso amarelecimento e abscisão de frutos em pré-colheita

Foto: Fernando José Hawerth



Figura 14. Amarelecimento de maçãs 'Gala' e abscisão de frutos em pré-colheita.



Foto: Fernando José Hawerth

Figura 15. Distúrbio fisiológico 'dano de sol' em maçãs 'Fuji Suprema'. Vacaria, RS .

(Figura 14), que foram atenuadas pelo uso de fitorreguladores no manejo de maturação, porém ainda sim em níveis mais elevados que a média histórica regional.

Para as macieiras 'Fuji' também foi observado comprometimento do calibre em função do estresse hídrico evidenciado ao longo do ciclo 2021/2022. Destaca-se que a ocorrência de perdas em função da fotoxidação da epiderme



Figura 16. Maçãs ‘Fuji’ com rachaduras após a ocorrência de chuvas de maior volume.

de maçãs ‘Fuji’ (‘golpe de sol’) foi mais acentuada nesse ciclo (Figura 15), em função de períodos de maior temperatura e elevada radiação solar, assim como pela redução do desenvolvimento foliar advindo do déficit hídrico.

Nos pomares de macieiras ‘Fuji’ manejados de modo a promover a realização da colheita mais tardiamente, foram observadas perdas significativas em função de rachaduras nos frutos (Figura 16). Estes sintomas foram verificados após a ocorrência de chuvas intensas no mês de março de 2022, já que são associados à menor capacidade

de expansão da casca, aliada a elevada disponibilidade de água, o que predispõe a rachadura do fruto próximo a colheita.

Considerações finais

A variabilidade interanual nas condições climáticas no período de desenvolvimento vegetativo da macieira nas safras 2017/2018 a 2021/2022, na região dos Campos de Cima da Serra do RS, em diferentes magnitudes, afetaram o desenvolvimento das plantas e de frutos, com impactos negativos na produção e qualidade dos frutos.

Destaca-se os efeitos na redução da frutificação dos pomares na safra 2018/2019, sobretudo em macieiras do grupo ‘Gala’. Enquanto que na safra 2019/2020, as condições climáticas provocaram atraso na brotação de gemas e ampliação do período de floração. Do mesmo modo, as condições de severa restrição hídrica do solo na safra 2019/2020, tiveram impacto na limitação do crescimento de ramos e na definição do calibre dos frutos, implicando em redução da produtividade.

Já na safra 2020/2021, a primavera foi caracterizada por reduzida precipitação pluviométrica e temperaturas mais altas em relação à média histórica, o que limitou o crescimento vegetativo das macieiras. O destaque da safra fica por conta do maior calibre médio dos frutos, superior aos observados nas safras 2017/2018, 2018/2019 e 2019/2020.

Na safra 2021/2022, a restrição hídrica foi determinante na redução do crescimento vegetativo e no desenvolvimento de frutos em pomares adultos de macieira. Em pomares localizados em solos rasos ou com afloramento de pedras foi possível verificar sintomas de murchamento, com elevada abscisão e senescência foliar, murchamento de frutos e necroses de ramos.

Das cinco safras avaliadas, as duas últimas (2020/2021 e 2021/2022) estiveram sob efeitos do fenômeno La Niña, principalmente no período de desenvolvimento vegetativo (setembro a abril), com efeitos mais expressivos concentrados nos meses de outubro a janeiro, caracterizados por redução das chuvas e aumento das temperaturas diurnas.

Referências

- CECÍLIO, R. A.; SILVA, K. R.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M. Método para a espacialização dos elementos do balanço hídrico climatológico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 4, p. 478-488, abr. 2012. DOI 10.1590/S0100-204X2012000400002.
- IBGE. **SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação de Automática**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso: em 30 mar. 2020.
- INMET. **Banco de Dados Meteorológicos**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso: em 04 mai. 2022.
- LEITE, G. B.; PETRI, J. L.; MONDARDO, M. Efeito da tela antigranizo em algumas características dos frutos de macieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 714-716, 2002. Doi 10.1590/S0100-29452002000300037.
- MENDONÇA, P. V. E. Sobre o novo método de balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. In: CONGRESSO LUSO-ESPANHOL PARA O PROGRESSO DAS CIÊNCIAS, 24., 1958, Madrid, **Acta...** Madrid: [s.n.], 1958. p. 415-425.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres 1981. 440 p.
- ORTEGA-FARIAS, S.; FLORES, L.; LEÓN, L. Elaboración de una tabla predictiva de diámetros de manzanas cv. Granny Smith usando los grados días acumulados. Nota científica. **Agricultura Técnica**, v. 62, n. 4, p.624-632, Oct. 2002. DOI 10.4067/S0365-280720020004000014.
- RICHARDSON, E. A.; SEELEY, S. D.; WALKER, D. R.; ANDERSON, J. L.; ASHCROFT, G. L. Pheno-climatography of spring peach bud development. **HortScience**, v.10, n. 3, p. 236-237, 1975. Disponível em: <https://eurekamag.com/research/000/456/000456744.php>. Acesso em: 5 jan. 2023.
- SANTOS, H. G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M. L. D.; SOUSA, J. S. de; PARES, J. G.; FONTANA, A.; MARTINS, A. L. da S.; OLIVEIRA, A. P. de. **O novo mapa de solos do Brasil**: legenda atualizada. Rio de janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/920267>. Acesso em: 5 jan. 2023.
- SILVA, J. G. da; SENTELHAS, P. C. Diferença de temperatura mínima do ar medida no abrigo e na relva e probabilidade de sua ocorrência em eventos de geada no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p. 9-15, abr. 2001.
- THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geography Review**, v. 38, n. 1, p. 55-94, Jan. 1948. DOI 10.2307/210739.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology, Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. X, n. 3).
- 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**. São Paulo, SP: USP, Instituto

de Geografia, 1972. (Caderno Ciência da Terra, n. 30) p. 1-8.

WARRINGTON, I. J.; FULTON, T. A.; HALLIGAN, E. A.; SILVA, H. N. de. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 124, n. 5, p. 468–477, Sep. 1999. DOI 10.21273/JASHS.124.5.468.

Embrapa Uva e Vinho

Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS

Fone: (0xx) 54 3455-8000

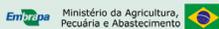
Fax: (0xx) 54 3451-2792

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digitalizada (2023)



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Uva e Vinho

Presidente

João Caetano Fioravanço

Secretário-Executivo

Edgardo Aquiles Prado Perez

Membros

Fernando José Hawerth, Jorge Tonietto,

Renata Gava, Rochelle Martins Alvorcem

Silvana Buriol, Thor Vinicius Martins Fajardo

Supervisão editorial

Klecius Ellera Gomes

Revisão de texto

Renata Gava

Normalização bibliográfica

Rochelle Martins Alvorcem CRB10/1810

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Renata Gava

Foto da capa

Gilmar Ribeiro Nachtigall