

Foto: Gilmar R. Nachtigall.



## Disponibilidade de Água no Solo para o Cultivo de Macieira nas Safras 2008/09 a 2012/13 em Vacaria, RS

Gilmar Ribeiro Nachtigall<sup>1</sup>  
Camila Cargnino<sup>2</sup>  
Paulo Roberto Ernani<sup>3</sup>

### Introdução

A macieira por ser uma planta de grande porte, com abundante vegetação, apresenta evapotranspiração da cultura (ETc) elevada, em comparação com culturas anuais, o que exige quantidades de água disponível no solo elevadas para a obtenção de altas produtividades (NACHTIGALL et al., 2009; HOFFMANN e BERNARDI, 2004). O consumo de água pela macieira é influenciado principalmente pela temperatura, radiação solar global, déficit de pressão de vapor e umidade relativa do ar, além das características da planta, como sistema de condução, portaenxerto utilizado.

Variações climáticas tem se constituído em motivo de preocupações para os produtores de maçãs no Sul do Brasil, principalmente pelo fato de que a irregularidade e a má distribuição das chuvas podem causar problemas tanto no que se refere à qualidade

quanto à produtividade de macieiras. Estes períodos de déficit hídrico ocorrem principalmente nas etapas do ciclo produtivo da maçã (final do crescimento dos ramos até a colheita) em que a demanda hídrica é maior (BEUKES e WEBER, 1982), fato que tem aumentado o interesse dos produtores pela instalação de sistemas de irrigação em suas áreas.

Os solos da região de Vacaria nas áreas onde se cultiva macieira são predominantemente Latossolos, com textura argilosa. Estes solos, em função de sua textura, apresentam alta capacidade de retração com a perda de umidade, evidenciada pelo fendilhamento, verificado facilmente em condições em que o solo está exposto.

Diante da importância que os elementos relacionados com a disponibilidade de água do solo têm sobre

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura Temperada, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: gilmar.nachtigall@embrapa.br.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Agropecuária Schio Ltda., Caixa Postal 113, CEP 95200-000 Vacaria, RS. E-mail: camila.cargnino@ibest.com.br.

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Dr., Professor, Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88.520-000, Lages, SC. E-mail: a2pre@cav.udesc.br.

o crescimento e o desenvolvimento da macieira nas condições do Sul do Brasil, foram realizadas pesquisas para avaliar a demanda hídrica e a disponibilidade de água do solo nas condições de cultivo de macieira em Vacaria, RS, cujos resultados são apresentados neste Comunicado Técnico.

## Metodologia Experimental

O trabalho foi desenvolvido nas safras 2008/2009 a 2012/2013, no município de Vacaria, RS, na Estação Experimental de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho (28° 30' 49" S; 50° 52' 58" W), a 981 m de altitude, cujo solo predominante é o Latossolo Bruno aluminoso câmbico.

Os dados diários de temperatura e precipitação pluvial do período de 2008 a 2013 foram obtidos da base de dados meteorológicos da Estação Experimental de Fruticultura Temperada da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria, RS. 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 e a evapotranspiração potencial (ETP) foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). A inicialização do balanço hídrico segue o critério de Mendonça (1958).

O monitoramento hídrico do solo foi realizado considerando os resultados diários dos tensiômetros, utilizando tensiômetro digital, bem como dos resultados meteorológicos. Foram utilizados dois tipos de pomares: a) Safras 2008/09 a 2009/10 - pomar adulto da cv. Royal Gala sob o portaenxerto M9, plantado em 1995 no espaçamento de 1 x 4 m, conduzido no sistema de líder central (NACHTIGALL et al., 2012); b) Safras 2011/12 a 2012/13 - pomar novo da cv. Maxi-Gala sob o porta-enxerto M9, plantado em 2009 no espaçamento de 1 x 4 m, conduzido no sistema de líder central (CARGNINO et al., 2012). Foram instalados dois pares de tensiômetros por repetição, um a 0,10 m e outro a 0,30 m de profundidade, representando a faixa de maior concentração radicular da macieira. O monitoramento hídrico foi realizado diariamente durante todo o período vegetativo da cultura. Utilizou-se um tensiômetro digital para a realização das leituras. A definição de necessidade de irrigação nas áreas de pomar irrigado foi estabelecida quando os níveis médios da tensão de água no solo, na

camada 20 a 30 cm, atingiram valores inferiores a -10 kPa, valor referente à capacidade de campo do solo estudado, ou seja, quando a umidade do solo atingia valores abaixo da capacidade de campo.

## Principais Resultados

**a) Precipitação Pluvial:** Os valores de precipitação pluviométrica serão apresentados considerando o período de safra da cultura da macieira, considerando o início da safra na fase de plena dormência (junho) e o fim na conclusão do período de colheita (maio). As médias mensais de precipitação pluviométrica do período 2008 a 2013 e a comparação com a série histórica de 1983 a 2013, na região de Vacaria, RS, apresentaram comportamentos distintos, caracterizados por safras com períodos de baixos volumes de chuvas e por safras sem períodos de redução no volume de chuvas (Figura 1).

Na safra 2008/2009, os meses de junho a setembro apresentaram valores de precipitação abaixo do volume normal para este período, destacando-se altas precipitações em outubro, com média mensal de mais de 400 mm e valores muito baixos de precipitações nos meses de dezembro, com 31 mm, e de abril com 9 mm. Na comparação dos valores acumulados da safra 2008/2009 com os valores acumulados nos últimos 30 anos (valor histórico), verifica-se que a fase vegetativa da cultura da macieira ocorreu em condições de menor acúmulo de chuvas a partir do mês de dezembro, prolongando-se até maio. O valor histórico para o volume de precipitação total anual foi de 1.942 mm, enquanto que o volume total na safra (julho/2008 a maio/2009) foi de 1.587 mm, o que representou uma redução de 18% no volume esperado.

Na safra 2009/2010 o mês mais chuvoso foi setembro com 536 mm, destaca-se a condição de nenhum mês com baixos volumes de precipitação. Quando comparados os valores acumulados da safra 2009/2010 com os valores acumulados histórico, verifica-se que os volumes da safra foram sempre superiores aos valores históricos no período, cujos valores totais anuais foram de 2.646 mm e de 1.942 mm, respectivamente, o que representou um acréscimo de 368% no volume esperado.

Na safra 2011/2012, o mês mais chuvoso de todo o período foi agosto com 348 mm, destacando-se um longo período com valores de precipitações abaixo

do volume normal a partir de setembro até maio, destacando-se valores muito baixos de precipitações nos meses de março, com 28 mm, e de maio com 25 mm. Nesta safra se repete a situação que ocorreu

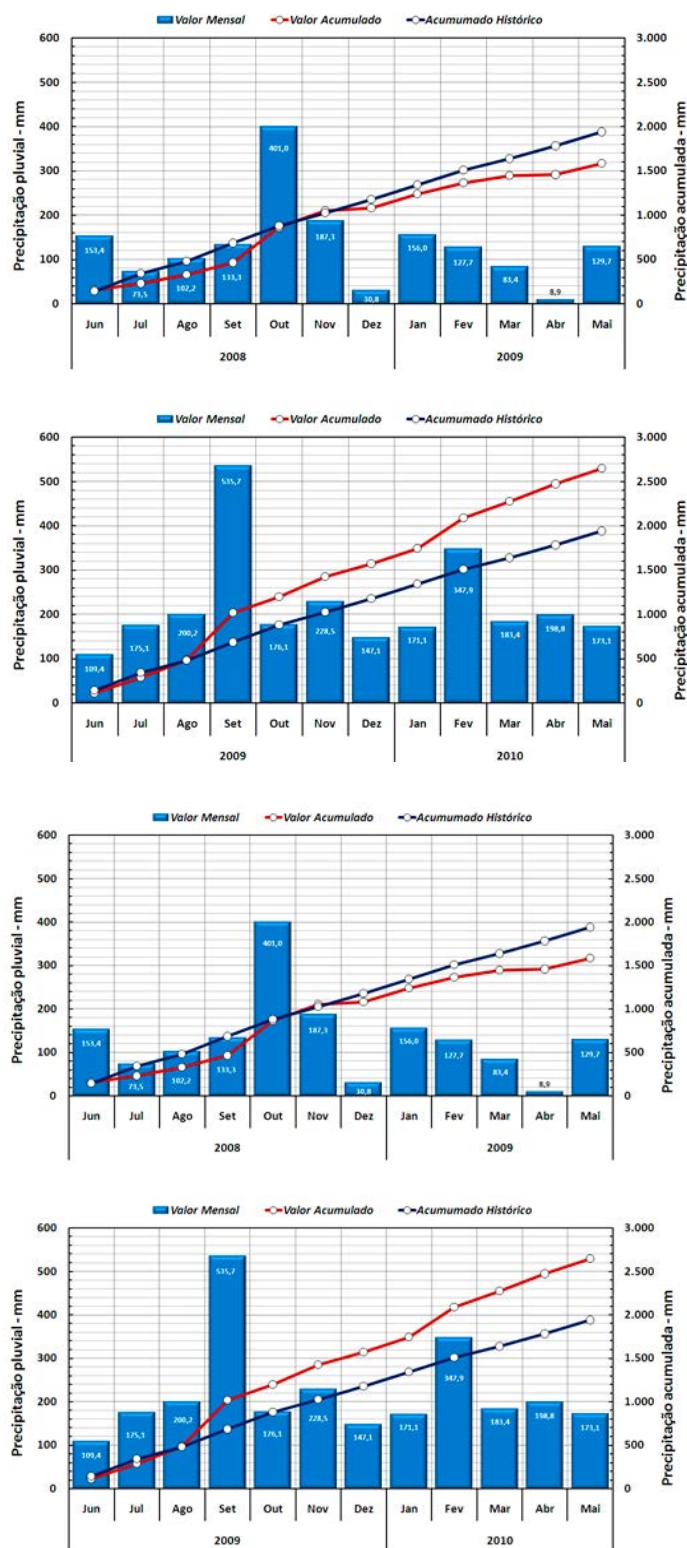


Fig. 1. Precipitação pluvial total mensal média de 2008 a 2013 e série histórica de 1983-2013 na região de Vacaria, RS.

na safra 2008/2009, onde a fase vegetativa da cultura da macieira ocorreu em condições de menor acúmulo de chuvas a partir do mês de novembro, prolongando-se até maio. O volume total na safra (julho/2011 a maio/2012) foi de 1.641 mm, o que representou uma redução de 15% no volume esperado. Contudo, nos meses de novembro, dezembro e janeiro a precipitação pluviométrica foi praticamente a metade da observada na safra 2010/2011.

Na safra 2012/2013 o mês mais chuvoso de todo o período foi julho com 237 mm, enquanto que o mês menos chuvoso foi agosto com 36 mm. Destaca-se a condição de que a partir de agosto, praticamente em todos os meses da safra (julho/2012 a maio/2013) o volume mensal de precipitação foi ligeiramente inferior ao valor histórico, de modo que o volume total na safra foi de 1.624 mm, representando uma redução de 16% no volume esperado, valor semelhante ao registrado para a safra 2011/2012, porém sem a ocorrência de períodos com baixos volumes de precipitação.

Para as quatro safras avaliadas, verificou-se que a fase vegetativa da cultura da macieira ocorreu em condições de menores volumes de chuvas a partir do mês de novembro ou dezembro. Esta condição e sua frequência de ocorrência ainda não tinham sido detectadas para as condições da região de Vacaria/RS, de modo que novas ocorrências e seus efeitos sobre a produtividade e qualidade do sistema produtivo da macieira devem ser monitorados e quantificados. As condições registradas de elevados volumes de chuvas nos meses de setembro e outubro, em pelo menos duas safras (2008/2009 e 2009/2010), não foram, provavelmente, suficientes para afetar de forma significativa a polinização, uma vez que não existem relatos de redução de frutificação efetiva de macieiras na região de Vacaria nestas safras.

**b) Balanço Hídrico Climatológico:** Os extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) do período 2008 a 2013, para a região de Vacaria, RS, são apresentados na Figura 2.

A opção pela metodologia de Thornthwaite e Mather se deve ao fato de que esta é mais sensível às variações do regime térmico e hídrico, uma vez que considera, não somente as entradas e saídas de

água no sistema, mas também àquela armazenada no perfil do solo e passível de ser utilizada nos diversos processos que ocorrem na interface solo-atmosfera.

Na safra 2008/2009, o balanço hídrico mostrou que durante seis meses da safra ocorreu excedente hídrico (julho a novembro), cujo excedente hídrico anual totalizou 675,3 mm. A deficiência hídrica ocorreu no período de dezembro a maio, onde o déficit totalizou 143,3 mm, apesar de que nos meses de janeiro e fevereiro praticamente não houve deficiência hídrica. Notam-se nesta safra, claramente dois períodos distintos: um chuvoso, que ocorreu nos meses de junho a novembro, e um outro seco (com deficiência hídrica), de dezembro a maio.

O balanço hídrico da safra 2009/2010, mostrou que em praticamente toda a safra ocorreu excedente hídrico, totalizando 1.582,4 mm. A única exceção foi o mês de dezembro onde praticamente não houve excesso hídrico. O excedente hídrico anual nesta safra representou 134% do valor observado na safra anterior, sendo que o maior acúmulo hídrico ocorreu no mês de setembro.

Na safra 2011/2012, o balanço hídrico mostrou que ocorreu excedente hídrico durante cinco meses da safra (julho a outubro), cujo excedente hídrico anual totalizou 767,1 mm. A deficiência hídrica ocorreu durante sete meses, iniciando no período de novembro e prolongando-se até o mês de maio, onde o déficit totalizou 200,0 mm, apesar de que nos meses de janeiro e fevereiro praticamente não houve deficiência hídrica. Notam-se novamente nesta safra, claramente dois períodos distintos, similares aos ocorridos na safra 2008/2009: um período chuvoso, que ocorreu nos meses de junho a outubro, e um período o seco (com deficiência hídrica), de novembro a maio.

O balanço hídrico da safra 2012/2013, mostrou que durante toda a safra ocorreram três períodos de pequena deficiência hídrica, em agosto, novembro e janeiro, totalizando somente 10,2 mm. No restante da safra ocorreu excedente hídrico, cujo acúmulo hídrico anual totalizou 602,5 mm. Destaca-se a condição de que, mesmo praticamente não sendo verificado déficit hídrico na safra, o acúmulo hídrico anual foi inferior ao da safra 2011/2012, que apresentou deficiência hídrica durante sete meses. Em comparação com as condições da safra 2009/2010, onde não ocorreram limitações hídricas,

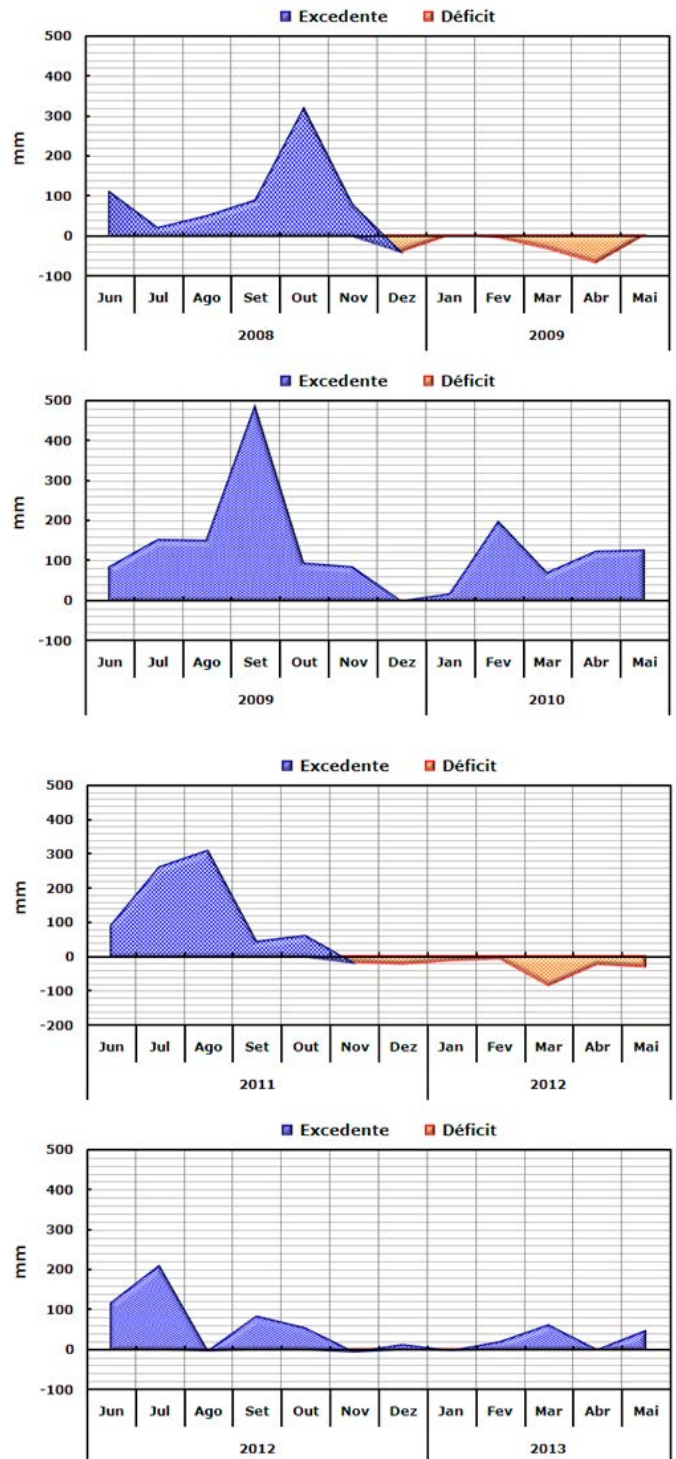


Fig. 2. Extratos dos balanços hídricos climatológicos estimados pelo método de Thornthwaite e Mather (1955) dos anos 2008 a 2013, na região de Vacaria, RS.

o valor hídrico acumulado na safra 2012/2013 representou apenas 38% do valor da safra 2009/2010.

Importante ressaltar que logo após um período de ausência de chuvas, as primeiras chuvas servirão para repor a água retirada do solo e somente após

atingir a capacidade máxima de retenção de água no solo é que começaram a ocorrer os excedentes hídricos. Da mesma forma, logo após o término de um período de chuvas a água armazenada no solo será utilizada por um determinado período, de modo que somente ocorrerão deficiências hídricas após uma redução da água do solo. Desta forma, as deficiências hídricas verificadas nas safras 2008/2009 e 2011/2012 podem ter contribuído negativamente para a produtividade e qualidade do sistema produtivo da macieira em Vacaria/RS.

**c) Monitoramento Hídrico do Solo:** Na Figura 3 são apresentados os resultados do monitoramento da tensão de água no solo em pomar adulto, em função da irrigação, comparados aos do cultivo convencional, para a camada de 20 a 40 cm de profundidade, uma vez que é a camada mais representativa dos efeitos de tratamentos, por apresentar menor variabilidade de valores de tensão de água no solo, bem como por representar a região de maior acúmulo do sistema radicular. Nestes mesmos gráficos são representadas as ocorrências de precipitação pluviométrica nas safras 2008/09, 2009/10, 2011/2012 e 2012/2013, para a região de Vacaria, RS.

O comportamento da tensão de água no solo foi bem distinto entre as safras avaliadas. Na safra 2008/09 houve déficit hídrico em vários momentos da fase vegetativa da macieira (área colorida em vermelho), verificado pela avaliação dos tensiômetros localizados no sistema convencional (sem aplicação de água de irrigação), cujas leituras mostraram, desde o início de dezembro de 2008, frequentes momentos cujas tensões foram inferiores a -10 kPa, indicando a necessidade da aplicação de água. Nos tratamentos de irrigação as tensões médias avaliadas se mantiveram nos índices pré-estabelecidos como adequados para a cultura, uma vez que os tensiômetros a 30 cm de profundidade apresentaram valores superiores ou próximos a -10 kPa, através da aplicação de água pelo sistema de irrigação, mostrando a eficácia e a aplicabilidade do controle hídrico na cultura da macieira.

Na safra 2009/10, praticamente não houve déficit hídrico durante a fase vegetativa da macieira, demonstrado pela avaliação dos tensiômetros localizados no sistema convencional (sem aplicação de água de irrigação), cujas leituras mostraram poucas situações onde as tensões foram inferiores

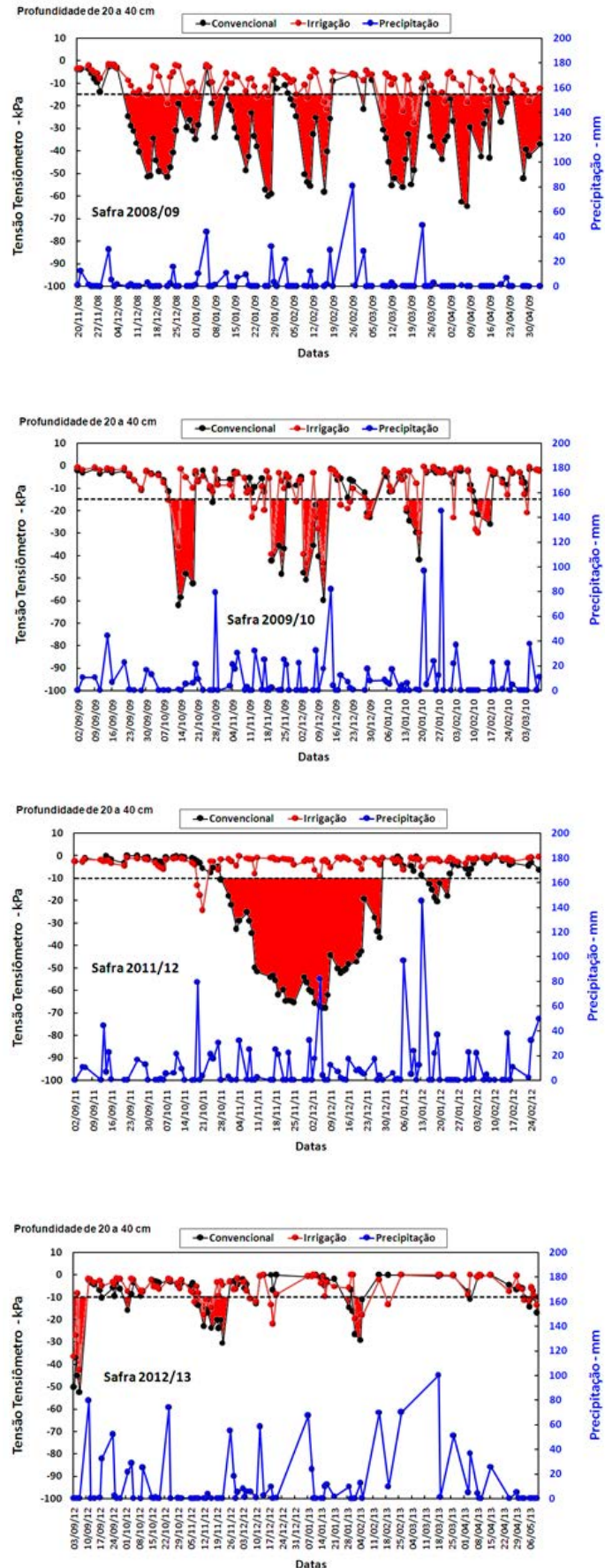


Fig. 3. Distribuição sazonal da tensão de água no solo, na profundidade de 20 – 40 cm, em cultivo de macieira irrigada e convencional e da precipitação pluviométrica nas safras 2008/09, 2009/10, 2011/12 e 2012/13. Vacaria, RS.

a -10 kPa, que indicariam a necessidade da aplicação de água. Esta condição se deve a maior ocorrência de precipitação pluviométrica na fase de desenvolvimento vegetativo da cultura nesta safra.

Para as safras 2011/2012 e 2012/2013 são apresentados os resultados do monitoramento da tensão de água no solo em pomar novo, em função da irrigação, comparados aos do cultivo convencional, para a camada de 20 a 40 cm de profundidade, bem como da ocorrência de precipitação pluviométrica. Verificou-se que na safra 2011/2012 houve déficit hídrico na fase vegetativa da macieira, demonstrado pela avaliação dos tensiômetros localizados no sistema convencional (sem aplicação de água de irrigação), caracterizado por um longo período de baixa disponibilidade de água do solo, o qual iniciou a partir do início de novembro e prolongou-se até o final de dezembro, cujas leituras mostraram tensões que ultrapassaram -50 kPa. Outros períodos de déficit hídrico ocorreram a partir de março de 2012. Nos tratamentos de irrigação as tensões médias avaliadas se mantiveram nos índices pré-estabelecidos como adequados para a cultura, uma vez que os tensiômetros a 30 cm de profundidade apresentaram valores superiores ou próximos a -10 kPa, através da aplicação de água pelo sistema de irrigação.

Na safra 2012/13 houve apenas três períodos curtos de déficit hídrico durante a fase vegetativa da macieira, dois no mês de dezembro e um no mês de janeiro, cujas leituras dos tensiômetros mostraram tensões inferiores a -10 kPa, indicando necessidade da aplicação de água. Nos tratamentos de irrigação as tensões médias avaliadas se mantiveram nos índices pré-estabelecidos como adequados para a cultura.

Para as quatro safras avaliadas, verificou-se a ocorrência de déficit hídrico no solo em pelo menos duas safras (2008/09 e 2011/2012), durante, pelo menos parte, da fase vegetativa da cultura da macieira. Esta condição, para cultivos de macieira em sistema convencional (sem irrigação), pode afetar a produtividade e a qualidade de produção. Por outro lado, estes resultados mostram a eficiência do monitoramento da tensão da água no solo (através da tensiometria), visando uma correta aplicação de irrigação, já que é possível manter os índices de umidade do solo adequados para a cultura através da

irrigação, evitando-se efeitos negativos na planta e na produtividade e qualidade dos frutos.

## Considerações Finais

Nas condições de Vacaria/RS, a fase vegetativa da cultura da macieira ocorreu em condições de menores volumes de chuvas a partir do mês de novembro ou dezembro. Novas ocorrências e seus efeitos sobre a produtividade e qualidade do sistema produtivo da macieira devem ser monitorados e quantificados.

O balanço hídrico climatológico mostrou que, para a região de Vacaria/RS, em duas safras (2008/09 e 2011/12) das quatro safras avaliadas, existem claramente dois períodos distintos: um chuvoso, que ocorreu nos meses de junho a novembro, e um outro seco (com deficiência hídrica), de dezembro a maio.

Foi caracterizado déficit hídrico no solo durante o ciclo produtivo da macieira na região de Vacaria/RS, em duas safras (2008/09 e 2011/12) das quatro safras avaliadas, caracterizando situações que podem promover limitações para a produção e qualidade da maçã.

O monitoramento da tensão da água no solo visando uma correta aplicação de irrigação é eficiente para manter os índices de umidade do solo adequados para a cultura.

## Referências

- BEUKES, D. J.; WEBER, H. W. The effects of irrigation at different soil water levels on the water use characteristics of Apple trees. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 57, n. 4, p. 383-391, 1982.
- CARGNINO, C.; DE SÁ, A. A.; LIMA, C. M.; SARAIVA, M. D.; NACHTIGALL, G. R.; ERNANI, P. Crescimento de frutos de macieira Maxigala submetida a tratamentos de irrigação e fertirrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 1 CD-ROM.
- HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Fatores edafoclimáticas. In: NACHTIGALL, G. R. (Ed.) **Maçã: Produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho;

Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 25-31.

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.

NACHTIGALL, G. R.; CARGNINO, C.; NAVA, G. Efeito da irrigação e fertirrigação na produtividade e qualidade de macieiras Royal Gala. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS - FERTBIO2012, 30., 2012, Maceió, AL. **Anais...** Maceió: SBCS, 2012. 1 CD-ROM.

NACHTIGALL, G. R.; FIORAVANÇO, J. C.; HOFFMANN, A. Macieira. In: MONTEIRO, J. E. B. A. (Ed.). **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 449-464.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 2, p. 55-94, 1948.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **The water balance**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 1955. 104 p.

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Financiadora de estudos e Projetos (FINEP) e à Coordenação de Apoio a Pesquisa (CAPES), pelo apoio financeiro aos projetos de pesquisa.

Aos Assistentes da Embrapa Uva e Vinho, Cláudio de Andrade Barros e Nereu Vanin de Melo (in memória), pelo apoio na coleta diária dos dados meteorológicos da estação meteorológica da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado (EFCT) da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria, RS.

Aos bolsistas CNPq, Christiano Mignoni de Lima e Murilo Saraiva Damiani, bem como aos demais funcionários da EFCT, pelo apoio na coleta de dados e condução e avaliação dos experimentos de campo. As empresas AGRIMAR Caxias do Sul e a NETAFIM Brasil, pelo apoio financeiro na instalação dos experimentos de monitoramento hídrico e irrigação na cultura da macieira.

**Comunicado Técnico, 147**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

**Embrapa Uva e Vinho**

Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130

95700-000 Bento Gonçalves, RS

**Fone:** (0xx) 54 3455-8000

**Fax:** (0xx) 54 3451-2792

<http://www.cnpuv.embrapa.br>

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



1ª edição

1ª impressão (2013): 1000 exemplares

**Comitê de Publicações**

**Presidente:** Mauro Celso Zanus

**Secretária-Executiva:** Sandra de Souza Sebben

**Membros:** Alexandre Hoffmann, César Luís Girardi, Flávio Bello Fialho, Henrique Pessoa dos Santos, Kátia Midori Hiwatashi, Thor Vinícius Martins Fajardo e Viviane Maria Zanella Bello Fialho

**Editoração gráfica:** Alessandra Russi

**Tratamento das ilustrações:** Gilmar R. Nachtigall

**Normalização bibliográfica:** Kátia Midori Hiwatashi

**Expediente**

Apoio:

CGPE 10950

