



Nutrientes no solo, rendimento e qualidade da maçã em sistemas de irrigação e adubação do solo⁽¹⁾.

Marlise Nara Ciotta⁽²⁾; Gilberto Nava⁽³⁾; Juliana Huguen Cechinel⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos próprios do Projeto de Pesquisa Embrapa/Epagri

⁽²⁾ Pesquisadora; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Estação Experimental de São Joaquim (SC), marlise@epagri.sc.gov.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.- EMBRAPA; ⁽⁴⁾ Estudante de Pós Graduação; Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV (UDESC).

RESUMO:

Restrições hídricas durante a fase de crescimento do fruto podem influenciar a produção e a qualidade da maçã (*Malus domestica*). Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a disponibilidade de nutrientes no solo, rendimento e qualidade da maçã em função da irrigação e adubação do solo. O experimento foi conduzido em um pomar na Estação Experimental da Epagri em São Joaquim (SC), em um Cambissolo húmico, na safra 2014/15. Os tratamentos foram: T1 – adubação convencional (em cobertura); T2 – irrigação + adubação convencional; T3- irrigação + fertirrigação; e T4 - fertirrigação. Delineamento de blocos ao acaso, com oito repetições. Foram avaliados os teores de Ca, Mg, P e K no solo, parâmetros de produção, além dos sólidos solúveis, acidez total titulável e firmeza de frutos. Os dados foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$), e teste de comparação de médias de Tukey. No solo, os maiores teores de P, K, Ca e Mg ocorreram no tratamento onde se aplicou a fertirrigação, em relação à adubação convencional. O maior número de frutos, assim como a produção, ocorreu nos tratamentos com irrigação e fertirrigação ou a combinação de ambas. Atributos de qualidade do fruto não foram influenciados pelos tratamentos.

Termos de indexação: adubação; macieira; firmeza.

INTRODUÇÃO

A região serrana catarinense, especialmente no município de São Joaquim, destaca-se pela produção de maçãs. A característica desse local produtor, em termos de clima, é principalmente a temperatura, bastante peculiar, permitindo que o produto final apresente qualidade de destaque. Por outro lado, na época de crescimento do fruto, que compreende o período de final de dezembro até início de fevereiro, a ocorrência de estiagens são relativamente frequentes. Isso pode ser um

problema, considerando que na região predominam os solos Neossolos e Cambissolos, de origem basáltica ácida, jovens, de pouca profundidade e com a presença de pedras (Embrapa, 2013).

Para os macronutrientes, a presença de umidade no solo é importante. Os nutrientes Ca e Mg movimentam-se e chegam até as raízes pelo fluxo de massa, P e K movimentam-se por difusão. Ambos os mecanismos de movimentação dependem do teor de água no solo.

Uma restrição hídrica durante a fase de crescimento rápido dos frutos (início do desenvolvimento) resulta em frutos de menor tamanho (Green, 2001). E conforme a severidade, também pode afetar sua qualidade em termos de teor de acidez e firmeza do fruto, entre outras características, o que interfere no período de conservação dos mesmos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilidade de nutrientes no solo, rendimento e atributos de qualidade da maçã em função de regimes de irrigação e adubação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Epagri de São Joaquim, SC, localizada a aproximadamente 1400m de altitude (28° 16' 39" S, 49° 55' 56" W), em um Cambissolo húmico, durante a safra 2014/15. O pomar foi plantado no ano de 2011 com a cultivar 'Kinkas', sobre porta-enxerto Marubakaido e com interenxerto M-9. O sistema de condução utilizado é o de líder central, com espaçamento entre filas de 4,0m e entre plantas de 1,5m, totalizando 1.666 planta por hectare.

Os tratamentos foram: T1 – adubação convencional (em cobertura); T2 – irrigação + adubação convencional; T3- irrigação + fertirrigação; e T4 - fertirrigação. As parcelas foram compostas por seis plantas, sendo consideradas as quatro centrais como úteis. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com oito repetições.

As análises químicas do solo realizadas antes da correção apresentaram os seguintes resultados: pH em água de 5,1; 6,1 mg kg⁻¹ de P; 79 mg kg⁻¹ de



K; 46 mmol_c dm⁻³ de Ca; 21 mmol_c dm⁻³ de Mg e 65 g dm⁻³ de matéria orgânica.

Foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de N e 150 kg ha⁻¹ de K₂O. Nos tratamentos com adubação convencional (T1 e T2) a adubação foi parcelada em três aplicações nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. A fertirrigação nos tratamentos T3 e T4 foi parcelada em seis aplicações quinzenais de novembro a janeiro. Para os tratamentos com irrigação, a lâmina de água aplicada foi estabelecida pelo monitoramento da umidade do solo, através de tensiometria.

No inverno de 2014, foram coletadas amostras de solo em quatro pontos distintos de cada parcela experimental, na profundidade 0-20 cm. Após as coletas, as amostras foram secas em estufa, destorroadas, moídas, peneiradas em peneira com malha de 2 mm de diâmetro e determinados os teores de P, K, Ca e Mg. As análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Na colheita foi contado o número de fruto/planta e posteriormente os mesmos foram colhidos e pesados. De uma amostra composta de 10 frutos foram determinados: firmeza de polpa, quantificada utilizando-se um penetrômetro manual; o teor de sólidos solúveis - SS (°Brix), cortou-se uma fatia com 1,0 cm de espessura no sentido longitudinal do fruto, e esta foi comprimida até obter-se algumas gotas de suco sobre o leitor do refratômetro digital; a acidez titulável (% ácido málico), que foi determinada pela titulação de 5ml de suco com NaOH 1 mol L⁻¹ até o ponto de viragem de bromotimol.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$), e quando houve diferença significativa, os tratamentos foram separados pelo teste de comparação de médias de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de nutrientes no solo, três anos após a implantação do experimento, apresentou variação na camada de 0-20 cm (**Tabela 1**). O maior teor de P, K e Ca ocorreram no tratamento onde se aplicou a irrigação +fertirrigação, em relação à adubação convencional. Os maiores teores de Mg foram observados nos tratamentos de fertirrigação e adubação convencional.

No entanto, em todos os tratamentos os teores são considerados adequados no solo, segundo as recomendações da Comissão de Químicas e Fertilidade (CQFS RS/SC, 2004).

Tabela 1 – Teor de nutrientes no solo no pomar de macieira em função dos tratamentos com irrigação e fertirrigação, São Joaquim – SC, 2014/15

Tratamentos	P	K	Ca	Mg
	g kg⁻¹			
Adub. conv.	14,85c	140a	8,43a	4,09a
Adub. Conv. + Irrig	15,36c	129b	7,14b	3,45b
Irrig + fertirrig	17,09b	123b	7,88b	3,67ab
Fertirrigação	20,00a	140a	8,29a	3,81a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

O número de frutos por planta juntamente com o peso de frutos reflete na produção. O maior número de frutos ocorreu nos tratamentos com irrigação e fertirrigação ou a combinação de ambas (**Tabela 2**). Esse resultado está relacionado com a forma de disponibilidade dos nutrientes e suprimento para a planta. Especialmente P e K chegam até a raiz da planta pelo processo de difusão, ou seja, direcionado de um ponto de maior para de menor concentração do nutriente. A disponibilidade de nutrientes pouco móveis como P e K diretamente às raízes é facilitada quando estes nutrientes são aplicados em solução via fertirrigação (Neilsen; Neilsen, 2008). Os nutrientes Ca e Mg são supridos especialmente pelo fluxo de massa. Porém todos eles são absorvidos pela planta juntamente com a água do solo. O Ca é um dos nutrientes mais importantes na nutrição da macieira, uma vez que o acúmulo significativo deste nutriente nos frutos ocorre até aproximadamente 45 dias após a plena floração. Por isso, a maior umidade no solo deve ter potencializado a absorção dos nutrientes no solo o que se refletiu em condições para aumentar o número de frutos.

A produção foi maior nos tratamentos com irrigação, fertirrigação e irrigação+fertirrigação. Esse resultado pode ser devido ao crescimento vegetativo mais equilibrado, com menor presença de ramos ladrões competindo com os frutos por nutrientes e carboidratos neste tratamento. Vale ressaltar que nesta safra não houve longos períodos de falta de chuvas. Conceição et al. (2014), em um experimento semelhante conduzido no município de Vacaria (RS), monitorando o desenvolvimento dos frutos em macieira, não observaram diferenças na safra 2009/2010, o que foi atribuído ao maior volume de precipitação pluviométrica no período avaliado. O efeito do déficit hídrico na macieira pode afetar o crescimento e a qualidade de frutos, porém



depende da fase que essa deficiência ocorre (Conceição, 2006).

Tabela 2. Componentes do rendimento de macieira, em função dos tratamentos com irrigação e fertirrigação, São Joaquim – SC, 2014/15

Tratamentos	Frutos/pl	Peso/ fruto	Produção
	Núm.	g	t ha ⁻¹
Asub. conv.	59b	213a	16,5b
Asub. Conv. + Irrig	64a	169b	18,2a
Irrig + fertirrig	63a	178b	18,8a
Fertirrigação	65a	174b	18,8a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Os tratamentos não influenciaram os atributos de qualidade do fruto, teor de açúcares, acidez total e firmeza (**Tabela 3**). Possivelmente esse resultado ocorreu, pois não houve limitação de nenhum dos nutrientes avaliados, os quais estando disponíveis em teores adequados no solo foram absorvidos e utilizados pela macieira.

Segundo Boneti et al. (2009), os frutos da cultivar 'Kinkas' apresentam boa firmeza de polpa (14,9 lb pol⁻²), doces (13,7% de açúcares) e 0,45% de ácido málico na colheita, conferindo-lhe um sabor bem equilibrado. Neste estudo, com relação à disponibilidade dos nutrientes avaliados, não houve

Lima et al. (2014), avaliando esta mesma área experimental, na safra 2013/14 observaram efeito dos tratamentos sobre a qualidade do fruto. O tratamento fertirrigação + irrigação apresentou maior peso médio de frutos que os tratamentos adubação convencional e adubação convencional + irrigação, enquanto para a produção total de frutos não houve efeito significativo dos tratamentos.

Tabela 3. Atributos de pós colheita dos frutos em macieira, em função dos tratamentos com irrigação e fertirrigação, São Joaquim – SC, 2014/15

Tratamentos	SST	Acidez total titulável	Firmeza
	°Brix	meq L ⁻¹	lb m ⁻²
Asub. conv.	14,9 ^{ns}	4,2 ^{ns}	19,7 ^{ns}
Asub. Conv. + Irrig	14,6	4,2	20,0
Irrig + fertirrig	14,3	4,5	20,1
Fertirrigação	14,2	4,3	19,7

^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

Para as condições de solo da região de São Joaquim, o uso de irrigação e fertirrigação proporcionou aumento na disponibilidade dos macronutrientes no solo. Isso refletiu em impactos positivos na produção, e não afetou a qualidade da maçã, nas condições de cultivo da safra avaliada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Epagri – Estação Experimental de São Joaquim e à Embrapa pelo apoio na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

- BONETI, J. I. S.; PEREIRA, A. J.; DENARDI, F.; NUNES, E. C.; BRIGHENTI, E.; KATSURAYAMA, Y. SCS 416-Kinkas: nova cultivar de macieira resistente à sarna (*Venturia inaequalis*) e à mancha da gala (*Colletotrichum gloeosporioides*). 11p., 2009.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004, 400p.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Irrigação e fertirrigação de macieiras. Circular Técnica n. 71. Embrapa: Bento Gonçalves, 2006, 12p.
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ed. Brasília:Embrapa, 2013. 342p.
- GREEN, S. R., et al. "Measurements of Light Interception and Utilisation in An Apple Orchard." *Acta Horticulturae* p. 369-376., 2001
- LIMA, CM, et al. "Efeito da irrigação e fertirrigação na qualidade de maçãs" MaxiGala"-Safra 2012/13." *Embrapa Uva e Vinho-Resumo em anais de congresso (ALICE)*. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUANDOS DA EMBRAPA UVA E VINHO, 7., Resumos... Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013., 2014.
- NACHTIGALL, GR, et al. "Viabilidade da fertirrigação em pomares de macieira no Sul do Brasil." *Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE)*(2014).
- NEILSEN, G. H.; NEILSEN, D. Fertigation and nutrition of apple orchards. *Agropecuária Catarinense: Suplemento especial do 11º Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado*, 27:34- 43, 2014



TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.;
BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas
e outros materiais. 2. Ed. Porto Alegre-RS. Departamento
de Solos UFRGS, 1995, 174 p.