



Efeito da Aplicação de Boro Via Foliar na Qualidade e na Colheita de Frutos de Macieira

Gilmar Ribeiro Nachtigall¹
Ana Beatriz Costa Czermainski²

Introdução

A produção de maçãs está concentrada na Região Sul do Brasil, que é responsável por 98,5% da produção nacional. O estado com maior produção é Santa Catarina, que, em 2011, produziu 631.094 toneladas de maçãs, seguido pelo Rio Grande do Sul, com 422.766 toneladas, e demais estados, com 50.900 toneladas (IBGE, 2013).

As cultivares de macieira do grupo 'Gala' representam, aproximadamente, 60% da área cultivada com essa espécie no Rio Grande do Sul, sendo o restante representado basicamente por cultivares do grupo 'Fuji' (AGAPOMI, 2014). As cultivares do grupo 'Gala' apresentam ciclo mais curto, com um período de colheita mais restrito, de aproximadamente um mês.

A colheita é uma das etapas do ciclo da cultura da macieira que mais pesa no custo total da produção,

especialmente pelo custo e dificuldade de contratação de mão-de-obra qualificada. Dessa forma, o desenvolvimento tecnológico deve viabilizar a garantia da qualidade dos frutos na colheita e armazenamento, bem como o desenvolvimento de técnicas para ampliar o período adequado de colheita por meio do escalonamento da maturação.

Resultados de pesquisas têm constatado que aplicações foliares de boro podem afetar a qualidade dos frutos e a capacidade de conservação dos mesmos. Alguns trabalhos evidenciam os efeitos negativos da aplicação foliar de boro em macieira. Os resultados de Yogarathnam e Johnson (1982) e Marlow e Loescher (1984) mostram que houve correlação negativa entre altas concentrações de boro nos frutos e o aumento da incidência de desordens internas. Wojcik et al. (1999) relatam que, com a aplicação foliar de boro após o florescimento,

¹ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador, Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura Temperada, Caixa Postal 1777, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: gilmar.nachtigall@embrapa.br.

² Eng. Agrôn., Dra., Pesquisadora, Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: ana.czermainski@embrapa.br.

o tamanho médio dos frutos da cultivar 'Elstar' foi menor, bem como reduziu a firmeza da polpa após a armazenagem. Segundo Picchioni et al. (1995), como na cultura da macieira o boro apresenta translocação rápida, o aumento da concentração desse nutriente nos frutos pode influenciar negativamente a capacidade de conservação dos mesmos.

Por outro lado, outros trabalhos mostram efeito positivo na qualidade dos frutos com a aplicação de boro. Segundo Wojcik et al. (1997), com a aplicação foliar de boro depois do florescimento da cultivar 'Sampion', a firmeza da polpa após a armazenagem foi maior, com menor incidência de bitter pit, bem como com maiores concentrações de boro e cálcio no fruto. Uma redução na incidência de bitter pit após a armazenagem em função da aplicação foliar de boro também foi observada por Zude et al. (1997). Distúrbios internos no fruto de macieira da cultivar 'Egremont Russet' não foram observados quando a concentração de boro foi superior a 56 mg kg^{-1} de matéria seca (SHORROCKS; NICHOLSON, 1980).

Segundo Li (1997), em estudo realizado com a cultivar de macieira 'Starking', a aplicação de 0,3% de bórax, juntamente com 1 a 2% de solução de açúcar, durante o florescimento, aumentou a frutificação efetiva em 33% e a coloração dos frutos em 4%, bem como antecipou a maturação dos frutos em uma semana. Resultados de aumento da coloração dos frutos de macieira também foram constatados por Peryea e Drake (1991).

Em experimentos com macieira realizados no Egito, Khalifa et al. (2009) verificaram que aplicações foliares de boro melhoraram o estado nutricional das plantas, bem como aumentaram a qualidade dos frutos. Os efeitos do aumento nas concentrações de boro na planta de macieira pela aplicação de boro também foram relatados por Wojcik et al. (2008), que observaram aumento do tamanho, melhor coloração e teores de sólidos solúveis e de acidez total em frutos nos tratamentos cujas plantas foram adubadas via solo com boro, em comparação com os frutos de plantas que não receberam boro.

No Brasil, são poucos os resultados de pesquisas sobre esse tema. Conforme Ernani et al. (2010) a

aplicação foliar de boro algumas semanas antes da colheita dos frutos aumenta a intensidade da cor vermelha da epiderme e antecipa a sua maturação. Contudo, esse efeito é variável de ano para ano, dependendo das condições climáticas.

Há indicações de que a relação entre as medidas de qualidade da maçã e as concentrações de boro nos frutos está associada à cultivar, ao manejo da planta e à época de aplicação de boro (PERYEA et al., 2003; WOJCIK, 2006; ASGHARZADE et al., 2012; GANIE et al., 2013).

Para as condições de cultivo de macieira no Brasil, ainda não existem trabalhos suficientes que comprovem o efeito da aplicação foliar de boro na cultura da macieira. O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito da aplicação foliar de boro sobre a qualidade e a maturação de frutos de macieiras das cultivares 'Gala' e 'Fuji', em Vacaria, RS.

Metodologia Experimental

O trabalho foi desenvolvido nas safras de 2004/2005 a 2006/2007, no município de Vacaria, RS, na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho ($28^{\circ} 30' 49'' \text{ S}$; $50^{\circ} 52' 58'' \text{ W}$), a 981 m de altitude, cujo solo predominante é o Latossolo Bruno aluminico câmbico (STRECK et al., 2008). O clima da região é o temperado (Cfb1), segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961).

Foram utilizadas as cultivares 'Gala' e 'Fuji', enxertadas sobre o portaenxerto M VII, conduzidas no espaçamento 1,5 m x 4,0 m, plantadas em 1995. Optou-se por estas cultivares pelo fato de que são materiais que tipicamente apresentam problemas de qualidade de produção. As plantas, distribuídas no espaçamento de 1,5 m x 4,0 m e conduzidas no sistema de líder central, foram manejadas de acordo com a forma normalmente utilizada nos pomares comerciais da região.

Os tratamentos aplicados foram: a) 0,1% bórax; b) 0,2% de bórax; c) 0,4% de bórax; d) 0,8% de bórax; e) testemunha (sem aplicação de bórax). As aplicações de boro, em número de três, iniciaram-se quatro semanas após a plena floração, e o intervalo entre as aplicações foi de aproximadamente trinta dias.

Foram avaliadas as seguintes variáveis qualitativas dos frutos: o grau de maturação (através do teste iodo-amido, em que, quanto maior for o valor, numa escala de 1 a 5, mais maduros estarão os frutos); o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix); e a firmeza da polpa (através de penetrômetro) (GIRARDI et al., 2004). Foi avaliada, também, a coloração da película quanto à intensidade de cor (frequência de frutos numa escala de 1 a 5) e quanto à percentagem de cobertura dos frutos com coloração vermelha. Para os dois aspectos de cor, a partir das frequências por classe, foram obtidos índices de cobertura de cor no fruto e de intensidade de cor (CZERMAINSKI, 1999). Amostras de aproximadamente 18 kg de frutos foram colocadas em câmara fria e, após três meses de armazenamento, foram medidos o teor de sólidos solúveis e a firmeza da polpa. A extração de boro dos frutos foi feita por via seca e as concentrações determinadas por espectrofotometria, através da azometina H.

Os dados relativos à firmeza da polpa, teor de sólidos solúveis e índices de cobertura e intensidade de cor foram analisados a cada ano, antes e após o armazenamento refrigerado, através de análise de variância segundo o modelo de delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. O desdobramento do efeito dos tratamentos foi efetuado através de regressão polinomial.

Principais Resultados

Observou-se que houve antecipação da maturação nas cultivares 'Gala' e 'Fuji', avaliada através do teste iodo-amido, com a aplicação foliar de boro (Tabela 1). Essa influência na maturação dos frutos foi mais acentuada na cultivar 'Gala' (Figura 1), cuja antecipação variou de sete a doze dias, enquanto que, para a cultivar 'Fuji', foi de três a cinco dias. Bramlage et al. (1980) e Ernani et al. (2010) também verificaram que a aplicação de boro antecipou a maturação de maçãs. Contudo, a forma de ação do boro sobre a maturação de maçãs ainda não é bem esclarecida e os resultados desses autores não permitem sugerir um mecanismo para explicar esse fato. Uma provável forma de ação do boro sobre a maturação de frutos pode estar relacionada ao fato de que esse nutriente é precursor de ascorbato, o qual é necessário para a atividade da enzima ACC oxidase, conforme sugerem os resultados de Cakmak e Römheld (1997) e de Liu e Yang (2000).

O efeito da aplicação de boro foliar pode representar benefícios aos produtores. Primeiramente, pela vantagem técnica da antecipação da colheita, principalmente da cultivar 'Gala', pois permite realizar o escalonamento da maturação e, assim, ampliar o período adequado de colheita; e, ainda, pela vantagem econômica, pois possibilita a oferta antecipada de maçãs em comparação a pomares com período de colheita normal, sem antecipação.

Foto: Gilmar R. Nachtigall.



Fig. 1. Amostras de frutos de macieira da cultivar 'Gala' na colheita, retratando o efeito da aplicação de diferentes níveis de boro via foliar na antecipação da maturação, em Vacaria, RS.

Observou-se, nas cultivares 'Gala' e 'Fuji', que a coloração da película dos frutos foi altamente influenciada pela aplicação de boro, tanto com relação à cobertura do fruto como quanto à intensidade de cor (Tabela 1). As análises de regressão confirmaram o efeito do boro sobre os índices de intensidade de cor vermelha e cobertura do fruto, com modelos lineares significativos ($p < 0,02$) para a maioria das combinações cultivar-ano. As exceções foram para 'Fuji', quanto à intensidade de cor, em 2004 e 2005. Ou seja, nesses anos, não foi observado efeito do boro sobre a coloração dos frutos. A aplicação de 0,8% de bórax aumentou em 91% e 39% a intensidade de cor e em 61% e 19% a cobertura nas cultivares 'Gala' e 'Fuji', respectivamente (médias das safras). Esses resultados concordam com os encontrados por Li (1997), que observou aumento na coloração do fruto e antecipação na colheita. Peryea e Drake (1991) também observaram aumento da coloração do fruto com a aplicação de boro em maçãs do grupo 'Delicious'. Relação positiva entre

a concentração de boro na planta e a cor de frutos de macieiras da cultivar 'Jonagold' também foram verificadas por Wojcik et al. (2008). Por outro lado, deve-se considerar que o efeito no aumento da cor da película dos frutos de macieira, em função da aplicação de boro via foliar, pode estar relacionado ao estágio de maturação dos frutos no momento da

colheita (Tabela 1). Desse modo, a expressão dos efeitos na intensidade de cor da película pode ser consequência dos diferentes estádios de maturação dos frutos no momento de avaliação (colheita). Ou seja, a aplicação de boro pode levar a antecipação da colheita, pelo seu efeito sobre a maturação e a intensidade de cor dos frutos.

Tabela 1. Índice lodo-amido e coloração da película em frutos de macieiras das cultivares 'Gala' e 'Fuji' na colheita, em função da aplicação de níveis de boro via foliar após a plena floração (safras de 2004, 2005 e 2006), em Vacaria/RS.

Tratamento	Índice lodo-amido			Índice de cobertura de cor			Índice de intensidade de cor		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
GALA									
Testemunha	2,1	1,8	1,6	40,5	41,5	39,5	25,3	46,8	28,3
0,1% bórax	2,9	2,3	1,6	36,1	50,3	41,5	28,1	49,6	29,2
0,2% bórax	2,3	2,8	1,4	40,1	66,8	55,0	20,2	63,1	52,4
0,4% bórax	3,6	2,8	2,1	53,0	74,9	65,0	47,9	75,5	77,9
0,8% bórax	4,2	4,1	3,2	64,3	84,9	89,0	66,6	90,8	93,1
Média anual	3,0	2,7	2,0	46,8	63,7	58,0	37,6	65,2	56,2
P-valor teste F	-	-	-	0,003	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
CV (%)		-			9,35			8,56	
FUJI									
Testemunha	4,5	3,9	4,2	68,4	67,7	69,4	46,7	46,7	47,5
0,1% bórax	4,5	3,9	4,1	80,7	75,0	72,6	60,5	56,0	61,4
0,2% bórax	4,5	4,0	4,2	68,8	74,1	72,1	49,7	52,2	59,4
0,4% bórax	4,7	4,4	4,4	72,7	82,5	82,7	59,5	65,2	78,4
0,8% bórax	4,7	4,3	4,5	83,6	76,6	89,8	71,8	46,3	96,5
Média anual	4,6	4,1	4,3	74,8	75,2	77,3	57,6	53,3	68,7
P-valor teste F	-	-	-	0,015	0,049	0,001	0,022	0,037	<0,001
CV (%)		-			4,57			6,18	

CV (%) = coeficiente de variação para tratamentos.

Na Tabela 2, são apresentados os resultados obtidos para firmeza da polpa e teores de sólidos solúveis, após a colheita e o armazenamento, por três meses, em frutos de macieiras das cultivares 'Gala' e 'Fuji' em função da aplicação de níveis de boro via foliar, após a plena floração, nas safras de 2004, 2005 e 2006.

A firmeza da polpa por ocasião da colheita não foi afetada por qualquer dos tratamentos aplicados a

ambas cultivares, com exceção da cultivar 'Gala', na safra de 2006. Nesse ano, a mais alta dosagem de bórax testada causou redução da firmeza dos frutos antes do armazenamento em relação aos demais tratamentos ($p < 0,05$). Para a firmeza da polpa, após a armazenagem, não houve diferenças entre tratamentos nos três anos analisados. Esses resultados são diferentes dos obtidos por Wojcik et al. (1997), que verificaram aumento na firmeza da polpa com a aplicação de boro.

Observou-se, na colheita, efeito da aplicação de bórax sobre os teores de sólidos solúveis dos frutos da cultivar 'Gala' nas safras de 2004 e 2005 e da cultivar 'Fuji' na safra de 2004. Após a armazenagem dos frutos por três meses, o efeito sobre os sólidos solúveis só foi detectado para 'Fuji' em 2005 (Tabela 2). Desse modo, não foi verificado efeito negativo da aplicação de boro via foliar nessa variável, conforme o observado por Yogarathnam e Johnson (1982) e Bramlage e Weis (1991). Tais resultados diferem dos obtidos por Raese e Drake (1997), que observaram correlação negativa entre a qualidade dos frutos e a concentração de boro nas folhas de macieira, em função de pulverizações com

esse nutriente. Da mesma forma, os resultados desse trabalho são distintos dos obtidos por Peryea e Drake (1991), que, ao pulverizar boro durante o verão, não verificaram nenhum efeito do nutriente sobre a cor, sólidos solúveis, acidez e teor de amido das maçãs.

A análise de variância apontou efeito do bórax sobre as concentrações de boro nos frutos nas duas cultivares (Figura 2). As concentrações de boro nos frutos, na dose de 0,8% de bórax nas safras de 2004 e 2005, para a cultivar 'Gala', foram superiores a 5,0 mg/kg, valor indicado por Perring e Samuelson (1988) como sendo de

Tabela 2. Firmeza da polpa e teores de sólidos solúveis após a colheita e o armazenamento por três meses, em frutos de macieiras das cultivares 'Gala' e 'Fuji', em função da aplicação de níveis de boro via foliar após a plena floração (safras de 2004, 2005 e 2006), em Vacaria/RS.

Tratamento	Após a colheita						Após o armazenamento					
	Firmeza da Polpa			Sólidos Solúveis			Firmeza da Polpa			Sólidos Solúveis		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
	----- Lb pol ⁻² -----			----- °Brix -----			----- Lb pol ⁻² -----			----- °Brix -----		
GALA												
Testemunha	19,4	18,3	21,0	11,4	11,1	13,7	12,4	13,2	16,6	12,7	12,6	14,7
0,1% bórax	18,8	18,2	21,9	11,9	11,4	13,2	11,7	12,7	16,2	12,4	11,6	15,3
0,2% bórax	19,2	18,3	21,2	11,7	11,7	13,4	12,4	12,8	15,8	12,8	12,1	15,5
0,4% bórax	18,5	18,2	21,0	12,5	11,9	13,6	11,8	12,5	15,4	12,5	11,9	15,2
0,8% bórax	18,5	17,6	20,1	12,7	12,5	14,5	11,9	12,6	15,6	12,5	11,8	15,1
Média anual	18,9	18,1	21,1	12,1	11,8	13,7	12,1	12,8	15,9	12,6	12,0	15,2
P-valor teste F	ns*	ns	0,003	0,008	0,008	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	2,34			3,25			2,20			2,06		
FUJI												
Testemunha	14,8	15,7	15,1	14,1	13,2	14,9	12,6	12,6	13,4	14,3	14,1	15,1
0,1% bórax	14,7	16,7	15,6	14,3	13,9	14,4	13,0	13,6	13,6	14,1	15,0	14,5
0,2% bórax	15,0	15,8	15,5	14,6	13,2	14,7	13,3	12,4	13,6	14,5	14,0	15,5
0,4% bórax	15,4	16,1	15,9	15,3	13,9	15,2	13,4	12,5	14,0	14,6	14,0	15,8
0,8% bórax	15,7	15,7	16,0	15,4	13,0	16,0	13,6	12,0	13,8	15,3	13,0	16,2
Média anual	15,1	16,0	15,6	15,1	16,0	15,6	13,2	12,6	13,7	14,6	14,0	15,5
P-valor teste F	ns	ns	ns	0,006	ns	ns	ns	0,02	ns	ns	0,011	ns
CV (%)	2,48			3,08			3,52			1,92		

* ns = não significativo. CV (%) = coeficiente de variação para tratamentos.

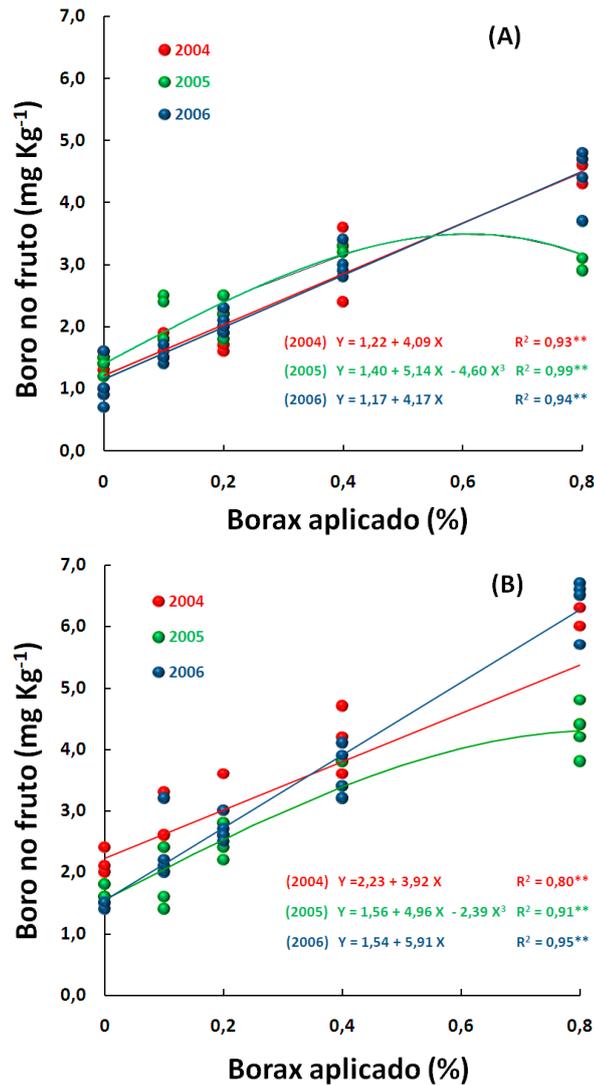


Fig. 2. Relação entre os níveis de bórax aplicados via foliar e as concentrações de boro nos frutos de macieira das cultivares 'Gala' (A) e 'Fuji' (B), em Vacaria, RS.

risco para a ocorrência de distúrbios fisiológicos nos frutos. Contudo, tais distúrbios não foram observados. Em termos médios, as concentrações desse nutriente aumentaram 205% e 219% com a aplicação de 0,8% de bórax, nas cultivares 'Gala' e 'Fuji', respectivamente. Peryea e Drake (1991) também observaram aumento nas concentrações de boro no fruto com a aplicação dos tratamentos.

Considerações Finais

A aplicação de bórax via foliar em até 0,8% antecipou a maturação, aumentou a coloração vermelha da película, principalmente na cultivar 'Gala', e aumentou a concentração de boro nos frutos.

A firmeza da polpa e o teor de sólidos solúveis nos frutos, tanto na colheita como após três meses de

armazenamento, não foram afetados pela aplicação de bórax via foliar até a dosagem de 0,8%.

Os maiores benefícios da aplicação de boro via foliar foram obtidos com a dose de 0,8% de bórax.

Novos estudos ainda são necessários para avaliarem-se os efeitos da aplicação do boro em diferentes épocas e em outras cultivares e regiões climáticas.

Referências

AGAPOMI. Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã. **Dados estatísticos:** área cultivada com macieiras no Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.agapomi.com.br/dadosestatisticos.php>>. Acesso em: 20 jan. 2014.

ASGHARZADE, A.; VALIZADE, G. A.; BABAEIAN, M. Investigating the effect of boron spray on yield nutrient content, texture and brix index of apple (Sheikh Amir Variety) in Shirvan region. **African Journal of Microbiology Research**, v. 6, n. 11, p. 2682-2685, 2012.

BRAMLAGE, W. J.; DRAKE, M.; LORD, W. J. The influence of mineral nutrition on the quality and storage performance of pome fruits grown in North America. In: ATKINSON, D.; JACKSON, J. E.; SHARPLES, R. O.; WALLER, W. J. **Mineral nutrition of fruit trees**. London: Butterworths, 1980. p. 29-39.

BRAMLAGE, W. J.; WEIS, S. A. A re-examination of the boron recommendations for apple trees in Massachusetts. **Fruit Note**, v. 56, p. 10-12, 1991.

CAKMAK, I.; ROMHELD, V. Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plant. **Plant and Soil**, v. 193, p. 71-83, 1997.

CZERMAINSKI, A. B. C. Generalização de um índice de intensidade de infecção em experimentos de avaliação de doenças em plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, p. 1545-1556, 1999.

ERNANI, P. R.; MORO, L.; MECABO JR, J.; LOURENÇO, K. S.; SA, A. A.; STEFFENS, C. A.; AMARANTE, C. V. T. Pulverizações com boro em pré-colheita antecipam o amadurecimento de maçãs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 21., 2010, Natal. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2010. 1 CD-ROM.

GANIE, M. A.; AKHTER, F.; BHAT, M. A.; MALIK, A. R.; JUNAID, J. M.; SHAH, M. A.; BHAT, A. H.; BHAT, T. A. Boron – a critical nutrient element for plant growth and productivity with reference to temperate fruits. **Current Science**, v. 104, n. 1, p. 76-85, 2013.

GIRARDI, C. L.; NACHTIGALL, G. R.; PARUSSOLO, A. Fatores pré-colheita que interferem na qualidade da fruta. In: GIRARDI, C. L. (Ed.). **Maçã: pós-colheita**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 24-34.

IBGE. Sistema de Recuperação Automática – SIDRA. **Área plantada, área colhida e produção, por ano da**

safr e produto. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/prtabl>>. Acesso em: 10 maio 2013.

KHALIFA, R. K. M.; OMAIMA, M. H.; ABD-EL-KHAIR, H. Influence of foliar spraying with boron and calcium on productivity, fruit quality, nutritional status and controlling of blossom end rot disease of Anna apple trees. **World Journal of Agricultural Sciences**, v. 5, p. 237-249, 2009.

LI, X. J. Effect of spraying sugar solution on the coloration of apple fruits. **South China Fruits**, v. 26, n. 2. p. 41, 1997.

LIU, P.; YANG, Y. A. Effects of molybdenum and boron on membrane lipid peroxidation and endogenous protective systems of soybean leaves. **Acta Botanica Sinica**, v. 42, n. 5, p. 461-466, 2000.

MARLOW, G. C.; LOESCHER, W. H. Watercore. **Horticultural Review**, v. 6, p. 189-251, 1984.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.

PERRING, M. A.; SAMUELSON, T. J. Boron in the apple fruit. In: COLLOQUIUM INTERNATIONAL SOCIETY ADVANCEMENT MICRONUTRIENTS IN AGRICULTURE, 3., 1988, Brussels. **Proceedings...** Brussels: ISAMA, 1988. p. 112-123.

PERYEA, F. J.; DRAKE, S. R. Influence of mid-summer boron sprays on boron content and quality indices of 'Delicious' apple. **Journal of Plant Nutrition**, v. 14, n. 8, p. 825-840, 1991.

PERYEA, F. J.; NEILSEN, D.; NEILSEN, G. Boron maintenance sprays for apple: early-season applications and tank-mixing with calcium chloride. **HortScience**, v. 38, n. 4, p. 542-546, 2003.

PICCHIONI, G. A.; WEINBAUM, S. A.; BROWN, P. H. Retention and the kinetics of uptake and export of foliage-applied, labeled boron by apple, pear, prune and sweet cherry leaves. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 120, p. 28-35, 1995.

RAESE, J. T.; DRAKE, S. R. Nitrogen fertilization and elemental composition affects fruit quality of 'Fuji'

apples. **Journal of Plant Nutrition**, v. 20, p. 1797-1809, 1997.

SHORROCKS, V. M.; NICHOLSON, D. D. The influence of boron deficiency on fruit quality. In: ATKINSON, D.; JACKSON, J. E.; SHARPLES, R. O.; WALLER, W. M. **Mineral nutrition of fruit trees**. London: Butterworths. 1980. p.103-108.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L. F. S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222 p.

WOJCIK, P. Effect of postharvest sprays of boron and urea on yield and fruit quality of apple trees. **Journal of Plant Nutrition**, v. 29, n. 3, p. 441-450, 2006.

WOJCIK, P.; CIESLINSKI, G.; MIKA, A. Apple yield and fruit quality as influenced by boron applications. **Journal of Plant Nutrition**, v. 22, p. 1365-1377, 1999.

WOJCIK, P.; WOJCIK, M.; KLAMKOWSKI, K. Response of apple trees to boron fertilization under

conditions of low soil boron availability. **Scientia Horticulturae**, v. 116, n. 1, p. 58-64, 2008.

WOJCIK, P.; MIKA, A.; CIESLINSKI, G. Wplyw nawozenia borem na plonowanie jabloni oraz jakosc owocow, **Acta Agrobotanica**, v. 50, p. 111-124, 1997.

YOGARATNAM, N.; JOHNSON, D. S. The application of foliar sprays containing nitrogen, magnesium, zinc and boron to apple trees. II. Effects on the mineral composition and quality of the fruit. **Journal Horticultural Science**, v. 57, p. 159-164, 1982.

ZUDE, M.; ALEXANDER, A.; LUDDERS, P. Einfluss von Bor-Sommerspritzung auf den Borgehalt und die Lagerungseigenschaften der Apfelsorte 'Elstar'. **Erwerbsobstbau**, v. 39, n. 3, p. 62-64, 1997.

Agradecimentos

Aos funcionários da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, da Embrapa Uva e Vinho, pelo apoio na coleta de dados, condução e avaliação dos experimentos de campo.

Comunicado Técnico, 164

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
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/>

1ª edição

1ª impressão (2014): 500 exemplares

Comitê de Publicações

Presidente: *César Luis Girardi*
Secretária-Executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Adeliano Cargin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanço, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Luísa Veras de Sandes Guimaraes e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Expediente

Editoração gráfica: *Alessandra Russi*
Normalização bibliográfica: *Luísa V. de S. Guimaraes*