

Qualidade de maçãs baseada nas condições nutricionais e meteorológicas



***Lucimara Rogéria Antonioli¹
Gilmar Ribeiro Nachtigal²
Flavio Bello Fialho³
Henrique Pessoa dos Santos⁴
Gilberto Nava⁵
Antonio Roque Dechen⁶***

1. INTRODUÇÃO

A qualidade global e o potencial de armazenamento de maçãs são influenciados pelas condições de manejo do pomar e pelo estágio de maturação em que os frutos são colhidos, assim como pela presença de patógenos e de seu contato com os frutos. Maçãs colhidas precocemente apresentam boa conservação, mas normalmente são pequenas, com pouca coloração, sabor e aroma, sendo mais susceptíveis à escaldadura superficial durante o armazenamento. Já, os frutos colhidos tardiamente podem apresentar maior perda de firmeza de polpa, acidez e açúcares durante o armazenamento, sendo mais susceptíveis à degenerescência interna (KNEE; SMITH, 1989; BLANPIED; SILSBY, 1992). Os atributos de qualidade mais utilizados para determinação do estágio de maturação para colheita são: firmeza de polpa, índice de degradação do amido (índice de maturação), teor de sólidos solúveis, acidez titulável e cor de fundo da epiderme, muitos destes sendo utilizados, inclusive, durante o período de armazenamento para monitoramento da qualidade dos frutos.

Durante o armazenamento ou após a retirada das câmaras refrigeradas, os frutos podem apresentar uma série de distúrbios fisiológicos, responsáveis pela perda de qualidade. A lenticelose tem sido verificada em frutos das cultivares Gala e

¹ Eng. Agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: lucimara@cnpuv.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Caixa Postal 1513, CEP 95200-000, Vacaria, RS. E-mail: gilmar@cnpuv.embrapa.br

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: bello@cnpuv.embrapa.br

⁴ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS. E-mail: henrique@cnpuv.embrapa.br

⁵ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina/ EPAGRI/SC, Caixa Postal 81, CEP 88600-000, São Joaquim, SC. E-mail: nava@epagri.sc.gov.br

⁶ Eng. Agrônomo, Professor do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas/ ESALQ/USP, Caixa Postal 9, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. E-mail: ardechen@esalq.usp.br

Fuji e seus clones na última década. Sua causa é desconhecida, entretanto, sabe-se que sua ocorrência é mais freqüente em épocas secas e quentes, em áreas com excessiva adubação nitrogenada e em frutos de maior calibre e maior área de cor de superfície. A técnica de tingimento de lenticelas (CURRY; KUPFERMAN, 2004) associada aos índices de maturação (cor de fundo, amido e firmeza) pode indicar uma possível predisposição à ocorrência de lenticelose. As podridões constituem a maior causa de perdas após períodos relativamente longos de armazenamento, estando estimadas na ordem de 35%. Até o presente momento não se tem conhecimento da utilização de sistemas de previsão da qualidade baseados em parâmetros nutricionais e/ou meteorológicos, o que implica, na maioria das vezes, no completo desconhecimento da qualidade dos frutos quando da abertura das câmaras após armazenamento sob refrigeração normal ou refrigeração combinada com atmosfera controlada.

Quanto ao aspecto nutricional, sabe-se que alguns atributos físicos e químicos de qualidade de maçãs, como a firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis e coloração da epiderme estão bastante relacionados ao estado nutricional do pomar. Dentre os nutrientes, o nitrogênio (N) e o potássio (K) são os encontrados em maior concentração nas maçãs e, por esse motivo, geralmente são os que mais influenciam os atributos físicos e químicos. O excesso de N na planta induz demasiado crescimento vegetativo, promovendo, com isso, o sombreamento dos frutos e reduzindo conseqüentemente, a coloração vermelha dos mesmos. A firmeza também tende a correlacionar-se negativamente com o teor de N na polpa de maçãs. Normalmente, a deficiência de potássio inibe a biossíntese de açúcares, ácidos orgânicos e vitamina C, resultando em baixos teores de sólidos solúveis nos frutos. Com relação à coloração e acidez, o potássio tem comportamento inverso ao nitrogênio, correlacionando-se positivamente com a coloração e acidez dos frutos.

O baixo conteúdo de Ca nos frutos é o principal fator predisponente à ocorrência de "bitter pit" (FERGUSON; WATKINS, 1989; MEHERIUK et al., 1994; AMARANTE et al., 2005). O "bitter pit" é um distúrbio fisiológico verificado em todas as áreas de produção de maçãs do mundo. No Brasil, esse distúrbio ocorre principalmente em maçãs 'Gala', 'Fuji', 'Catarina' e 'Golden Delicious' (ARGENTA; SUZUKI, 1994; NACHTIGALL; FREIRE, 1998; AMARANTE et al., 2006). O sintoma primário é uma discreta mancha na polpa, de coloração escura, que se torna desidratada com o tempo, criando assim pequenas depressões na epiderme do fruto (FERGUSON; WATKINS, 1989). Apesar de aparecer normalmente durante a fase de frigoconservação, as causas e fatores predisponentes ao "bitter pit" estão presentes no pomar. Em casos extremos, os sintomas podem aparecer antes mesmo da colheita (FAUST; SHEAR, 1968; FERGUSON; WATKINS, 1989). Cultivares com baixa suscetibilidade sob condições de crescimento normais podem apresentar alta incidência de "bitter pit" sob circunstâncias agravantes, tais como pequena carga de fruto, verões secos, podas muito severas, adubação nitrogenada excessiva ou colheita antecipada (FERGUSON; WATKINS, 1989). Pode haver incidência em até 30% dos frutos provenientes de pomares mais propícios ao distúrbio, depois de alguns meses de frigoconservação (BASSO, 2002).

O adequado suprimento de Ca em maçãs retarda a maturação (POOVAIAH et al., 1988; SIDDIQUI; BANGERTH, 1995) e reduz a incidência de doenças (SHARPLES; JOHNSON, 1977) e de diversos distúrbios fisiológicos pós-colheita, especialmente o “bitter pit” (MEHERIUK et al., 1994). Além da deficiência de Ca, o desenvolvimento de “bitter pit” está relacionado com elevados conteúdos de outros nutrientes nos frutos, principalmente Mg, K e N (FERGUSON; WATKINS, 1989; ARGENTA; SUZUKI, 1994; NACHTIGALL; FREIRE, 1998; AMARANTE et al., 2006). Relações K/Ca, (K+Mg)/Ca e N/Ca altas resultam em frutos com maior susceptibilidade ao “bitter pit” (FAUST; SHEAR, 1968; FERGUSON; WATKINS, 1989; ARGENTA; SUZUKI, 1994; NACHTIGALL; FREIRE, 1998; BASSO, 2002; AMARANTE et al., 2006).

Entre os micronutrientes, o boro (B) merece destaque na nutrição da macieira, uma vez que tem sido freqüente a ocorrência de deficiência desse nutriente. Os sintomas de deficiência de B refletem no crescimento da planta e na qualidade dos frutos, os quais, em condições severas de deficiência, podem apresentar rachaduras. Os principais fatores que afetam a disponibilidade são a textura, teor de matéria orgânica, pH e umidade do solo. Com a elevação do pH do solo há diminuição na disponibilidade de B, em decorrência da maior adsorção química, notavelmente quando os valores são maiores que 6,3. Esse valor é atingido com freqüência em pomares de maçã. Alguns distúrbios fisiológicos provocados pela deficiência de cálcio podem ser intensificados ainda mais pela falta de B. Isto acontece devido ao efeito sinérgico existente entre os dois elementos na realização de funções, tais como: integridade da membrana celular, estrutura da parede celular, absorção e translocação do Ca para a parte aérea. O B, por atuar sobre o desenvolvimento do tubo polínico e germinação do grão de pólen pode melhorar a frutificação efetiva.

Nesse contexto, esta atividade teve como objetivo a disponibilização de um modelo matemático de previsão da qualidade de maçãs, a avaliação da eficiência do B aplicado via foliar em diferentes estágios vegetativos da macieira e sua associação com a aplicação desse nutriente via solo e a definição das causas de ocorrência de “bitter pit” em maçãs, no âmbito nutricional e de fluxo de seiva.

2. METODOLOGIA

2.1. Experimento 1: Diagnóstico da qualidade de maçãs armazenadas e sua possível correlação com as condições meteorológicas

Para o desenvolvimento do trabalho foi previsto a seleção de três a cinco empresas produtoras de maçãs em cada uma das regiões (Vacaria (RS), Fraiburgo (SC) e São Joaquim (SC)), sendo considerada, na escolha das empresas, a existência de estações meteorológicas próximas à área de produção e de *packing house* próprio com sistema de rastreabilidade implantado. Para isso, estava previsto a realização de levantamentos de dados meteorológicos e da qualidade de maçãs

armazenadas (firmeza de polpa, acidez titulável, sólidos solúveis, murchamento, podridões e “bitter pit”) nos últimos cinco anos.

Foram coletadas informações a partir do banco de dados meteorológicos e de qualidade de maçãs armazenadas referentes às safras de 2004/05, 2005/06 e 2006/07 em três das seis empresas parceiras, sendo que em uma delas foi possível a coleta somente do histórico de qualidade dos frutos e nas duas restantes somente os dados meteorológicos.

2.2. Experimento 2: Monitoramento da qualidade de frutos de macieira em função do estado nutricional

Para a organização e ampliação da base de dados da maçã no RS e SC, foram utilizados resultados já obtidos junto ao setor produtivo (ação desenvolvida pela EPAGRI em parceria com a ABPM), bem como aqueles obtidos em pomares de produtores que demonstram interesse em participar da pesquisa (informações das produtividades correlacionadas com os resultados das análises químicas de folhas), cujas coletas foram realizadas por cultivar e região, nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, (ação coordenada pela Equipe de Nutrição de Plantas e Fertilidade do Solo da Embrapa Uva e Vinho, da EPAGRI/Caçador e EPAGRI/São Joaquim).

As amostras de folhas, coletadas no mês de novembro de cada safra, foram constituídas de aproximadamente 100 folhas por parcela, coletadas no terço médio dos ramos de ano. As amostras de fruto foram constituídas de dez frutos por parcela, coletados nos diferentes lados das plantas, por ocasião da colheita. Foram determinadas às concentrações de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) no tecido foliar e nos frutos (base seca), conforme metodologia descrita por Freire (1998).

Os resultados analíticos da análise foliar foram utilizados para a obtenção da regionalização das Normas DRIS, onde a partir do banco de dados existente, acrescido das informações obtidas, foram obtidas as Normas DRIS por região dos estados do RS e SC, selecionando-se as amostras que constituíram a população de referência das principais regiões produtoras, com base na produtividade elevada. As normas DRIS regionalizadas foram geradas, segundo metodologia descrita por Beaufils (1973).

2.3. Experimento 3: Avaliação de parâmetros de qualidade de maçãs na colheita e pós armazenamento refrigerado em empresas de Vacaria, Fraiburgo e São Joaquim

Safra 2006/07

As atividades realizadas na safra 2006/07 foram prévias à aprovação e início do projeto INOVAMAÇÃ e tiveram como objetivo a realização de um teste piloto de avaliação dos atributos de qualidade na colheita de frutos provenientes de cada uma das quadras de uma área comercial, localizada no município de Vacaria (Empresa 1 = E1). A colheita foi realizada no estádio de maturação comercial, sendo que cada

amostra, composta por 30 frutos, foi avaliada quanto ao calibre dos mesmos, tingimento de lenticelas, cor de cobrimento da epiderme, firmeza de polpa, índice de maturação, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH.

Safra 2007/08

A atividade teve início na primeira quinzena de fevereiro de 2008 com a colheita da 'Gala' e clones e foi finalizada em dezembro de 2008, quando foram avaliados os frutos da cultivar Fuji e clones armazenados durante 8 meses. Foram selecionadas, pelos técnicos de cada uma das seis empresas parceiras (Empresa 1 (E1), Empresa 2 (E2), Empresa 3 (E3) em Vacaria, RS; Empresa 4 (E4), Empresa 5 (E5) em Fraiburgo, SC e Empresa 6 (E6) em São Joaquim, SC) entre 30 e 40 quadras que constituíram as áreas de estudo. Destas quadras foram obtidas informações quanto à cultivar predominante, porta-enxerto e ano de implantação do pomar. A colheita foi realizada no estádio de maturação comercial, idêntico ao utilizado pelas empresas. Foram colhidas 9 amostras de 30 frutos de cada uma das quadras de 'Gala' e clones, das quais uma foi avaliada na colheita (avaliação inicial) e as demais foram armazenadas nas câmaras comerciais, sendo avaliadas mensalmente durante 8 meses. Já para a cultivar Fuji e clones foram colhidas 5 amostras, sendo uma avaliada na colheita e as demais em intervalos de 2 meses.

A condição de armazenamento dos frutos (temperatura (°C), umidade relativa (UR%), atmosfera controlada (%O₂ e %CO₂), uso de 1-metilciclopropeno (1MCP) foi utilizada por cada uma das empresas. De cada amostra de 30 frutos foi avaliado o calibre e a incidência de podridões e/ou distúrbios fisiológicos. Deste total foram obtidos 2 lotes de 15 frutos, sendo um deles destinado ao teste de tingimento de lenticelas e o outro às determinações de qualidade: cor de epiderme (cobrimento e fundo), cor de polpa, firmeza de polpa, índice de maturação, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e pH. Na avaliação da colheita foram retiradas amostras de polpa destinadas à determinação da composição química (macronutrientes). Os dados foram sistematicamente tabulados, de forma a estarem disponíveis para inserção no modelo preliminar de previsão da qualidade dos frutos.

Safra 2008/09

A atividade seguiu a mesma sistemática de colheita e armazenamento, no entanto, as áreas de trabalho foram reduzidas a, aproximadamente, 20 quadras por empresa, de onde foram colhidas cinco amostras constituídas por 30 frutos, sendo uma avaliada na colheita e as demais em intervalos de 2 meses. A colheita da 'Gala' e clones teve início em 09 de fevereiro e a da cv. Fuji e clones em 19 de março de 2009. A última coleta de frutos armazenados ocorreu em 04 de dezembro de 2009.

2.4. Experimento 4: Previsão da Qualidade de maçãs

Para o desenvolvimento do trabalho foi prevista a seleção de empresas produtoras de maçãs em cada uma das regiões (Vacaria (RS), Fraiburgo (SC) e São Joaquim (SC)), sendo considerada, na escolha das empresas, a existência de estações meteorológicas próximas à área de produção e de *packing house* próprio com sistema de rastreabilidade implantado. O modelo matemático envolvendo dados

de qualidade e condições meteorológicas, previa a inserção ou subtração de fatores correlacionados com a qualidade dos frutos. Ao término, tinha-se como objetivo a obtenção de um modelo matemático de previsão de qualidade baseado nas condições meteorológicas, nutricionais e qualidade de frutos na colheita.

2.5. Experimento 5: Utilização de boro nas variedades Imperial Gala e Fuji Suprema

O experimento foi conduzido no município de São Joaquim, SC em um pomar comercial com as cultivares Fuji Suprema e Imperial Gala, estabelecido em 1999, no espaçamento de 5m entre filas e 1,5m entre plantas. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso e com tratamentos arranjados em parcelas sub-divididas. A parcela principal abrigou as épocas de aplicação foliar de B: Sem aplicação, na fase de botão rosado (0,3 % ácido bórico) e em pós-colheita (0,6 % ácido bórico). Na sub-parcela foram distribuídas as doses de B via solo: 0, 2,5 e 5,0 kg ha⁻¹, as quais foram aplicadas na faixa de projeção da copa a cada 2 anos, iniciando em 2002. As avaliações foram realizadas em 2007, 2008 e 2009.

2.6. Experimento 6: Identificação das causas de ocorrência de “bitter pit”

Para a execução deste experimento estava previsto iniciar um mapeamento de características dos pomares (porta-enxerto, cultivar, idade de pomar, condições meteorológicas e condições nutricionais) que favoreceram a ocorrência de “bitter pit” nos últimos anos nas três regiões produtoras de maçãs (Vacaria, Fraiburgo e São Joaquim). Para tanto, seriam utilizados os dados obtidos a partir do experimento "Diagnóstico da qualidade de maçãs armazenadas e sua possível correlação com as condições meteorológicas". Também estava previsto realizar acompanhamento do fluxo de seiva ao longo do período de desenvolvimento e maturação dos frutos, utilizando sensores de balanço de energia do TDP acoplado a data-logger.

Este experimento teve como objetivos principais (i) caracterizar o fluxo de seiva e concentração de minerais nos frutos ao longo do desenvolvimento e (ii) relacionar os dados fisiológicos/bioquímicos com as variações meteorológicas e com a incidência de “bitter pit” na pós-colheita. Para atingir esses objetivos, estabeleceram-se como estratégias a determinação do fluxo de seiva e o acompanhamento temporal do acúmulo de minerais em maçãs, ao longo da safra, em conjunto com o monitoramento das condições meteorológicas ao longo das safras e a avaliação da qualidade dos frutos em pós-colheita quanto à ocorrência de “bitter pit”.

2.7. Experimento 7: Previsão da qualidade de maçãs em função do estado nutricional

As atividades foram constituídas de coletas de frutos de macieira, realizadas no período de colheita, por cultivar e região e de características de qualidade dos frutos, nas safras 2007/08 e 2008/09, em pomares de produtores que demonstram interesse em participar da pesquisa e em experimentos de adubação com N e K já implantados; análises químicas de frutos e análises características de qualidade dos

frutos; monitoramento da eficiência de modelos através de variáveis de produção e qualidade.

Foram determinadas as concentrações de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) e micronutrientes (boro, cobre, ferro, manganês e zinco) no tecido foliar e nos frutos (base seca), conforme metodologia descrita por Freire (1998). Para as análises qualitativas das frutas, por ocasião da colheita, foram obtidas amostras de frutos de cada pomar, onde se determinou o teor de sólidos solúveis (SS), a firmeza de polpa, a acidez titulável (AT) e a coloração da epiderme. O teor de SS ($^{\circ}$ Brix) foi determinado através de refratômetro digital. A firmeza da polpa (N) foi medida com penetrômetro digital, com ponteira de 11 mm, efetuando-se duas leituras em lados opostos na região equatorial dos frutos, após remoção de uma pequena porção da epiderme. A acidez titulável (% ácido málico) foi determinada por meio da diluição de 10 mL da amostra em 90 mL de água destilada, e posterior titulação com solução de NaOH 0,1 N, até pH 8,10. A coloração da epiderme foi determinada por meio de colorímetro, utilizando o sistema $L^*a^*b^*$, onde L^* representa a luminosidade e o índice a^* é coordenada de croma, variando de $-a^*$ (verde) a $+a^*$ (vermelho) com variação entre -60 a $+60$. As medidas foram feitas na face mais colorida do fruto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1: Diagnóstico da qualidade de maçãs armazenadas e sua possível correlação com as condições meteorológicas

Foram coletadas informações a partir do banco de dados meteorológicos e de qualidade de maçãs armazenadas referentes às safras de 2004/05, 2005/06 e 2006/07 em três das seis empresas parceiras, sendo que em uma delas foi possível a coleta somente do histórico de qualidade dos frutos e nas duas restantes somente os dados meteorológicos. Considerando as dificuldades enfrentadas no acesso às informações necessárias e constantes nos bancos de dados das empresas, optou-se por trabalhar com dados coletados durante a execução do projeto nas safras agrícolas 2007/08 e 2008/09. Estas informações necessárias para elaboração do modelo matemático foram coletadas nos experimentos 2 e 3. Contudo, o modelo preliminar de previsão da qualidade de maçãs não foi executado pelo pesquisador responsável pela atividade.

3.2. Experimento 2: Monitoramento da qualidade de frutos de macieira em função do estado nutricional

Nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10 foram coletadas amostras de folha em pomares comerciais das regiões de Vacaria – RS, Fraiburgo – SC e São Joaquim – SC, totalizando 232, 275 e 184 amostras por safra, respectivamente, as quais foram preparadas e analisadas quimicamente para quantificação das concentrações de macro e micronutrientes.

As distribuições de frequência das concentrações de macro e micronutrientes em folhas de macieira de pomares do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, considerando os resultados das coletas em novembro das safras 2007/08 a 2009/10, são apresentadas nas Figuras 1, 2 e 3 e os resultados da análise estatística descritiva na Tabela 1. Mesmo considerando que os pomares selecionados são representativos de áreas de alta produtividade e qualidade, apresentando bom nível tecnológico de manejo do pomar, observou-se alta variabilidade nas concentrações de Fe, Mn e Zn (valores de variância da amostra e coeficiente de variação), isto pode ser atribuído à contaminação da amostra por produtos fitossanitários, utilizados para o controle de doenças e pragas, ou adubação foliar com micronutrientes.

Para os demais nutrientes estudados, a variabilidade observada pode ser considerada adequada, apresentando valores de desvio padrão, variância da amostra e coeficiente de variação adequados. Os micronutrientes apresentaram um coeficiente de variação maior em relação aos macronutrientes, principalmente para Fe, Mn e Zn. Com exceção dos nutrientes P, Mg, Cu, Fe e Zn, os demais nutrientes apresentaram distribuição próxima a normalidade, segundo o critério de Shapiro-Wilk.

Tabela 1. Estatística descritiva das concentrações de macronutrientes das amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, nas safras 2007/08 (232 amostras), 2008/09 (275 amostras) e 2009/10 (184 amostras)

Descritor	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	Fe	Mn	B
	g/kg						mg/kg				
Safra 2007/08											
Média	26,7	1,95	15,5	10,0	3,4	2,2	7,1	92,2	108,1	249,4	38,9
Desvio Padrão	2,6	0,36	3,2	2,1	0,6	0,3	1,4	71,0	60,8	150,7	16,6
Maior	34,0	3,50	25,0	18,0	5,2	3,3	19,0	387,0	630,0	628,0	191,0
Menor	20,0	1,40	6,0	6,0	2,0	1,5	5,0	13,0	45,0	20,0	21,0
Safra 2008/09											
Média	24,1	2,28	14,2	9,9	3,4	1,9	8,8	180,1	111,4	95,6	42,7
Desvio Padrão	3,8	0,40	2,8	2,6	0,8	0,3	3,1	106,9	101,7	55,4	12,0
Maior	36,0	3,70	22,0	19,0	5,7	2,8	51,0	548,0	840,0	326,0	77,0
Menor	11,0	1,50	6,0	5,0	2,0	1,1	4,0	16,0	34,0	15,0	24,0
Safra 2009/10											
Média	26,8	2,23	16,7	9,4	3,5	1,9	7,7	94,2	99,5	250,7	46,4
Desvio Padrão	3,1	0,32	2,5	1,6	0,6	0,3	1,2	59,6	51,8	171,3	8,9
Maior	34,0	3,70	23,0	12,0	4,9	2,7	12,0	317,0	401,0	726,0	67,0
Menor	20,0	1,50	10,0	5,0	2,2	1,3	5,0	17,0	45,0	33,0	26,0

Confrontando os resultados obtidos com o critério de faixa de suficiência (BASSO et al., 1986), com exceção das concentrações de N, Mn e Zn, as concentrações dos demais nutrientes situaram-se dentro da faixa considerada normal, com pequeno número de amostras situadas nas faixas abaixo do normal e acima do normal. Considerando as concentrações médias de nutrientes, pode-se observar que as concentrações estão dentro da faixa considerada normal para a

cultura, segundo o critério de faixas de suficiência, com exceção das concentrações de N, Mn e Zn, cujos valores situaram-se na faixa considerada acima do normal. Os resultados evidenciam, nas três safras avaliadas, elevado número de amostras com concentrações de nitrogênio acima da concentração considerada normal, bem como elevado número de amostras com concentrações de cálcio abaixo da concentração considerada normal.

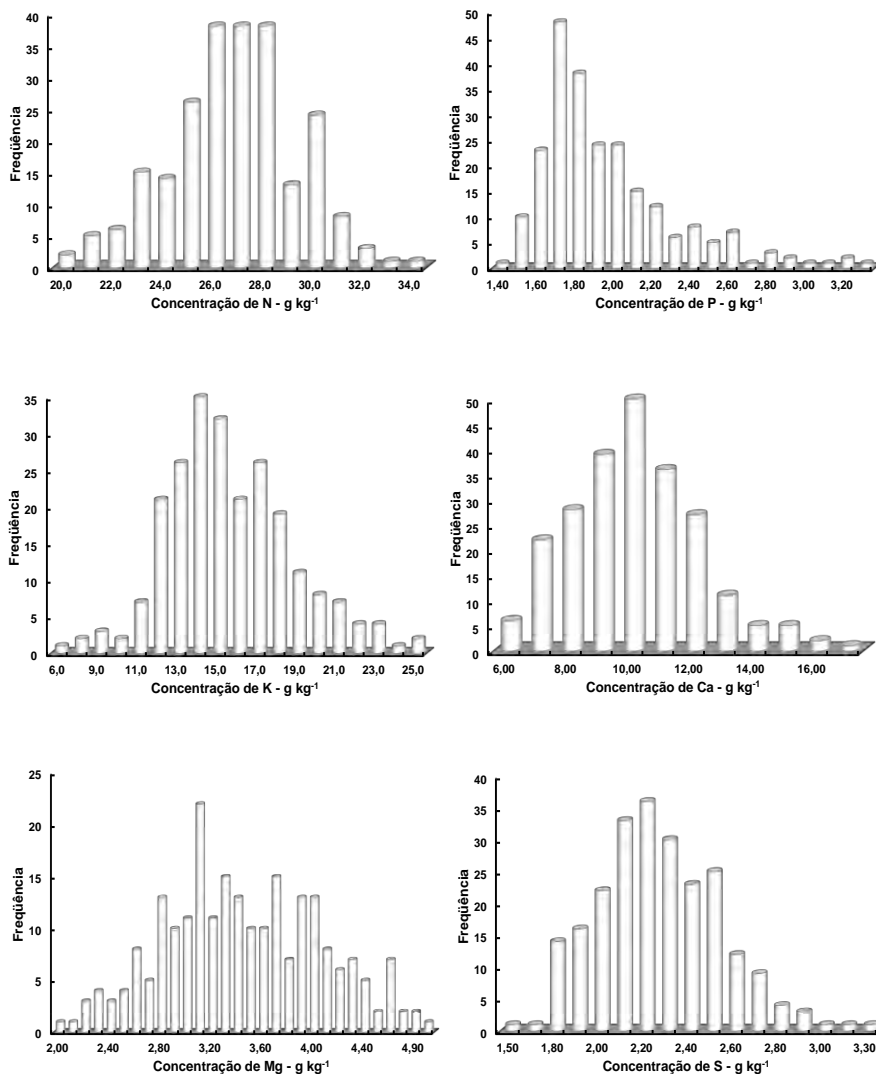


Figura 1. Distribuição de frequência das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas 232 amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2007/08.

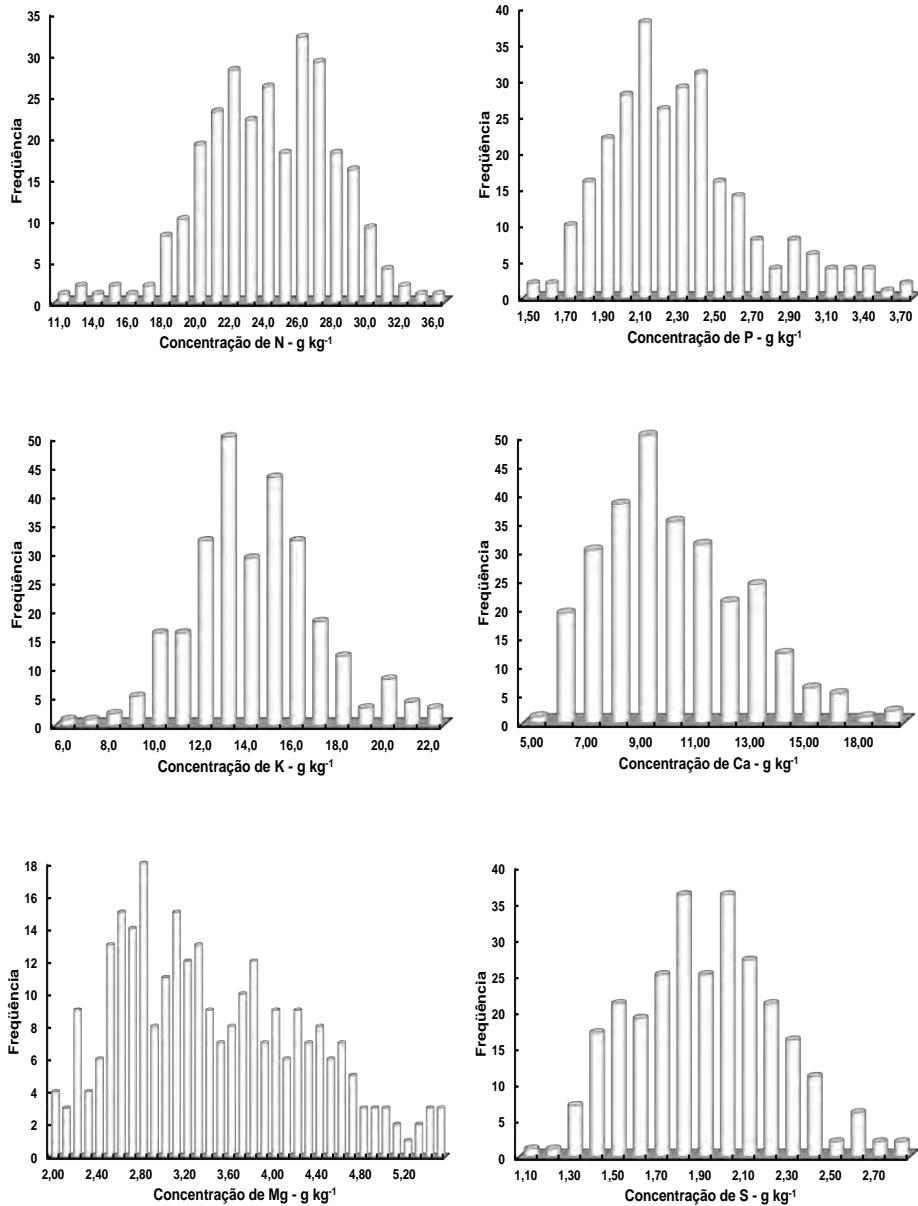


Figura 2. Distribuição de frequência das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas 232 amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2008/09.

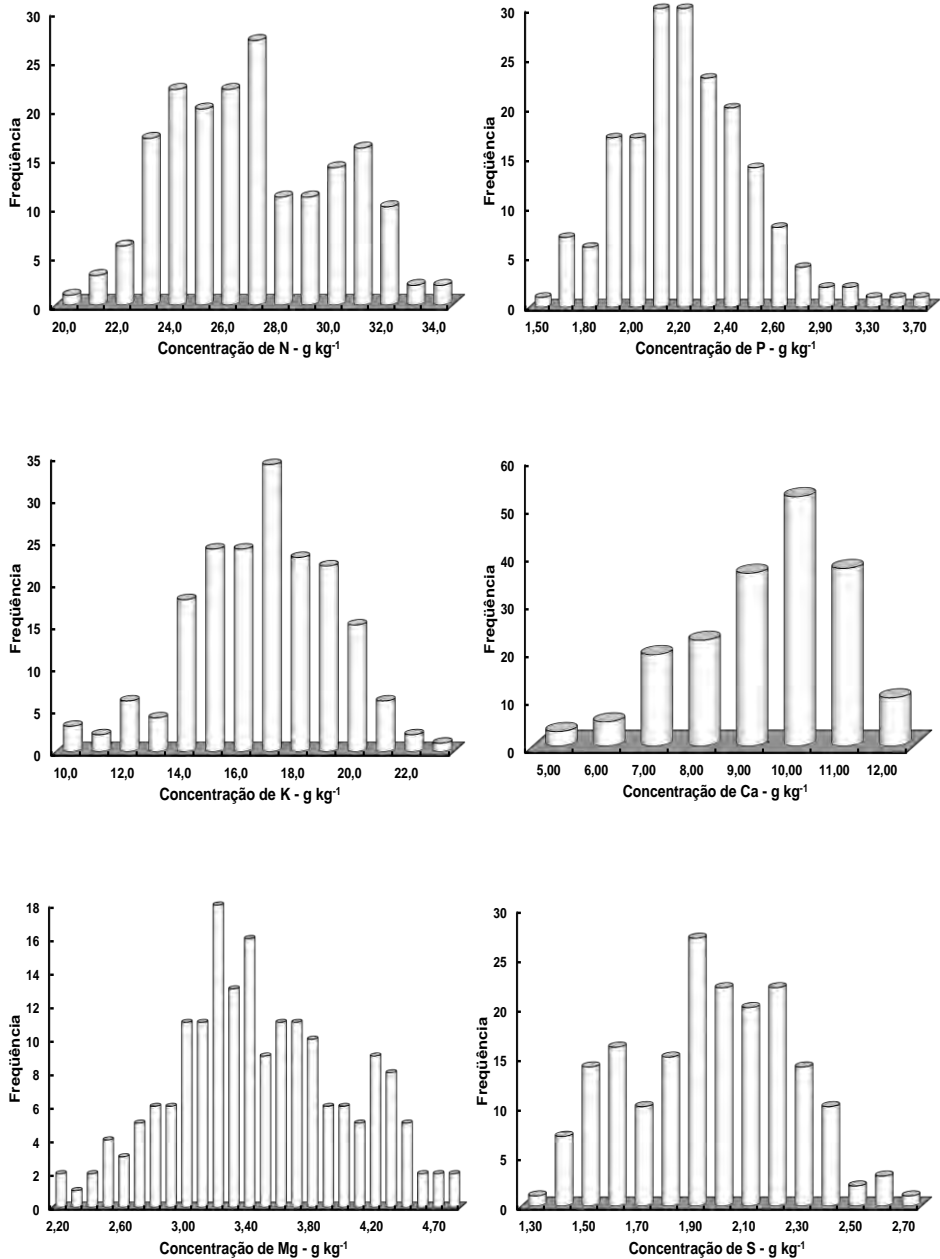


Figura 3. Distribuição de frequência das concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas 232 amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2009/10.

Para o estabelecimento das Normas DRIS para a cultura da macieira no sul do Brasil (Tabela 2) foi obtido a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores das relações das concentrações dos nutrientes, dois a dois, das amostras de folhas coletadas em novembro, das safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, das populações de alta e baixa produtividade. Para as duas populações foram excluídos os resultados referentes às concentrações de ferro, manganês e zinco, cujos valores extrapolaram a concentração considerada acima do normal para a cultura (BASSO et al., 1986).

Verificou-se elevado coeficiente de correlação entre a produção de frutos (t/ha) e o Índice de Balanço Nutricional (IBN) das plantas (Figura 4). Estes resultados indicam que para a coleta em novembro podem ser utilizadas as normas DRIS geral e a específica para novembro, enquanto que para a coleta em fevereiro deve ser utilizada a norma geral. Contudo, deve-se considerar que a percentagem de concordância no diagnóstico nutricional entre o método DRIS e o critério de faixas de suficiência pode ser aumentada se os níveis nutricionais estabelecidos pelo critério de faixas de suficiência foram estabelecidos para amostragem no período de novembro.

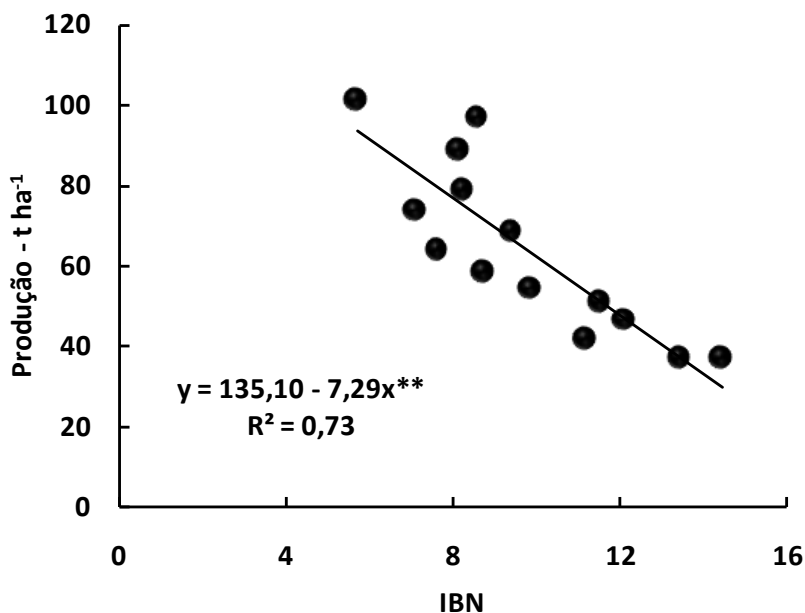


Figura 4. Relação entre a produção de frutos (t/ha) e o Índice de Balanço Nutricional (IBN) das plantas considerando as amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10.

Tabela 2. Norma DRIS para a cultura da macieira no sul do Brasil, considerando a coleta de folhas em novembro.

NORMA DRIS					Macieira				
N°	Relação	Média	CV	s	N°	Relação	Média	CV	s
1	P/N	0,0701	17,5808	0,0123	29	S/Ca	0,146	25,424	0,037
2	K/N	0,6712	28,0367	0,1882	30	B/Ca	3,254	27,898	0,908
3	N/Ca	2,0602	18,9464	0,3903	31	Cu/Ca	0,731	38,891	0,284
4	N/Mg	7,6140	28,7364	2,1880	32	Fe/Ca	10,710	37,413	4,007
5	S/N	0,0712	20,3480	0,0145	33	Ca/Mn	0,128	67,092	0,086
6	B/N	1,5763	19,3201	0,3045	34	Zn/Ca	3,388	82,236	2,786
7	Cu/N	0,3564	36,0023	0,1283	35	S/Mg	0,544	38,248	0,208
8	Fe/N	5,2374	34,4388	1,8037	36	B/Mg	11,905	32,160	3,829
9	N/Mn	0,2520	65,6791	0,1655	37	Cu/Mg	2,726	44,088	1,202
10	N/Zn	1,1467	81,3368	0,9327	38	Fe/Mg	39,177	44,225	17,326
11	K/P	10,0137	39,4697	3,9524	39	Mg/Mn	0,034	51,122	0,017
12	P/Ca	0,1419	17,0650	0,0242	40	Zn/Mg	11,465	82,881	9,503
13	P/Mg	0,5259	27,1166	0,1426	41	S/B	0,047	25,982	0,012
14	S/P	1,0429	25,5437	0,2664	42	S/Cu	0,214	29,787	0,064
15	B/P	23,3820	30,0526	7,0269	43	S/Fe	0,015	44,633	0,007
16	P/Cu	0,2156	33,8642	0,0730	44	S/Mn	0,019	86,644	0,016
17	Fe/P	75,7206	35,4866	26,8707	45	S/Zn	0,082	86,398	0,071
18	P/Mn	0,0175	60,7739	0,0106	46	B/Cu	4,880	38,060	1,857
19	Zn/P	23,1152	81,9890	18,9519	47	B/Fe	0,356	49,664	0,177
20	K/Ca	1,4011	37,9963	0,5324	48	B/Mn	0,383	64,774	0,248
21	K/Mg	5,2042	44,0016	2,2899	49	B/Zn	1,720	73,701	1,268
22	S/K	0,1134	33,5334	0,0380	50	Fe/Cu	15,974	38,762	6,192
23	K/B	0,4289	23,9855	0,1029	51	Mn/Cu	15,424	52,649	8,121
24	K/Cu	2,0635	42,5745	0,8785	52	Cu/Zn	0,405	92,135	0,373
25	K/Fe	0,1554	61,9735	0,0963	53	Fe/Mn	1,159	82,583	0,957
26	K/Mn	0,1623	76,5315	0,1242	54	Fe/Zn	6,237	91,595	5,713
27	K/Zn	0,6583	69,7714	0,4593	55	Zn/Mn	0,165	51,332	0,085
28	Ca/Mg	3,7470	27,1548	1,0175					

CV = Coeficiente de Variação (%);

s = Desvio Padrão

Os resultados obtidos para a concentração de macro e micronutrientes em folhas nas safras 2007/08, 2008/09 e 2009/10, para as regiões de Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC são apresentados na Figura 5.

Em termos gerais, as concentrações de nitrogênio e de cálcio foram maiores, enquanto que as de potássio foram menores na região de São Joaquim/SC, quando comparadas às concentrações das demais regiões. Para micronutrientes, destaca-se o fato das amostras das regiões de Vacaria/RS e Fraiburgo/SC apresentarem teores de ferro e manganês bem superiores aos da região de São Joaquim/SC, o que pode estar relacionado ao tipo de solo onde estão situados os pomares de macieira nestas regiões, uma vez que em Vacaria/RS e Fraiburgo/SC predominam solos classificados como latossolos, enquanto que em São Joaquim predominam solos classificados como neossolos.

A concentração de macro e micronutrientes em frutos na safra 2008/09, para as regiões de Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC são apresentados na Figura 6 e 7. Destacam-se as baixas concentrações de cálcio nos frutos, independente da região de cultivo, bem como as maiores concentrações de nitrogênio e potássio nos frutos das regiões de Vacaria/RS e de Fraiburgo/SC, comparadas às concentrações verificadas na região de São Joaquim/SC.

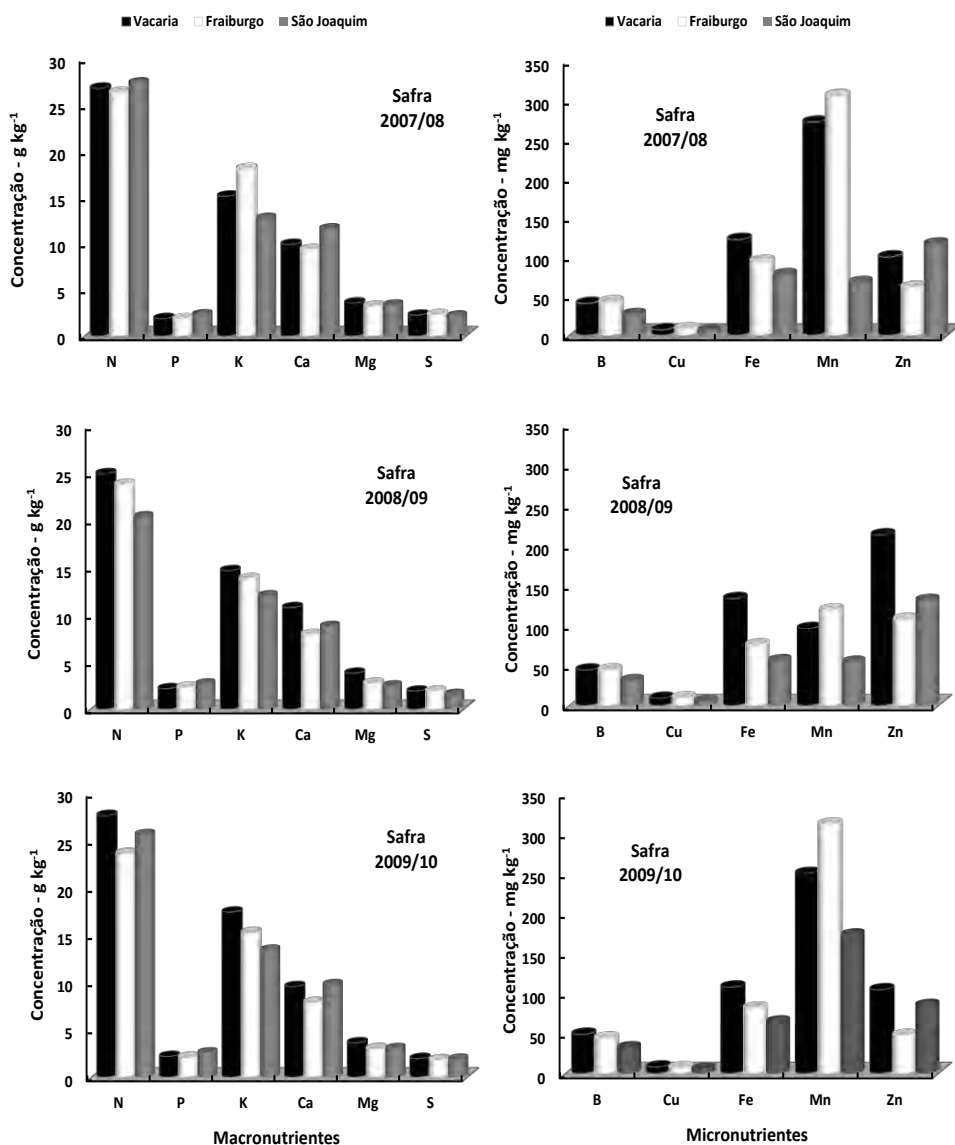


Figura 5. Concentração média de macro e micronutrientes das amostras de folhas de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, nas safras 2007/08 (232 amostras), 2008/09 (275 amostras) e 2009/10 (184 amostras).

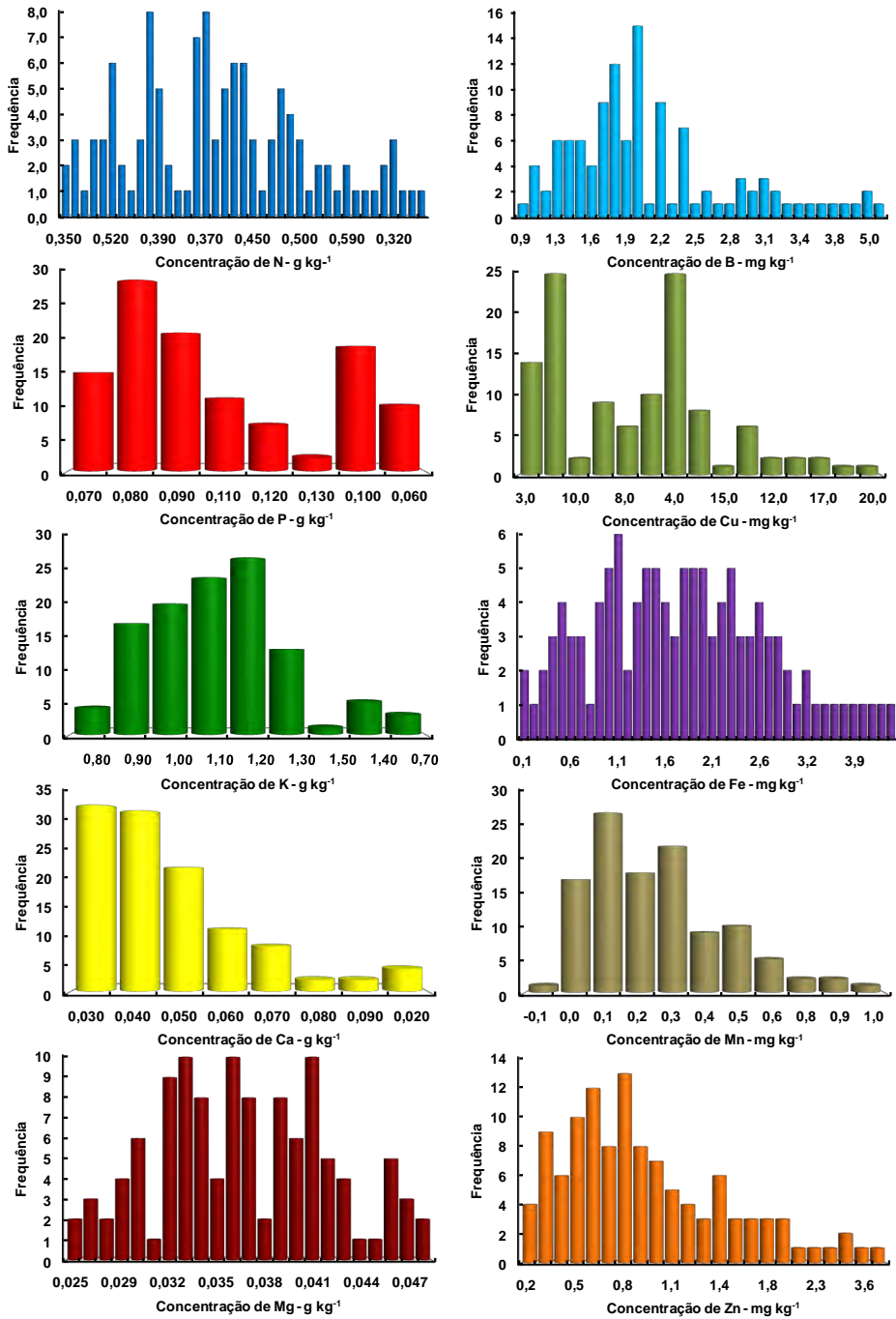


Figura 6. Distribuição de frequência das concentrações de macro e micronutrientes nas amostras de frutos de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2008/09.

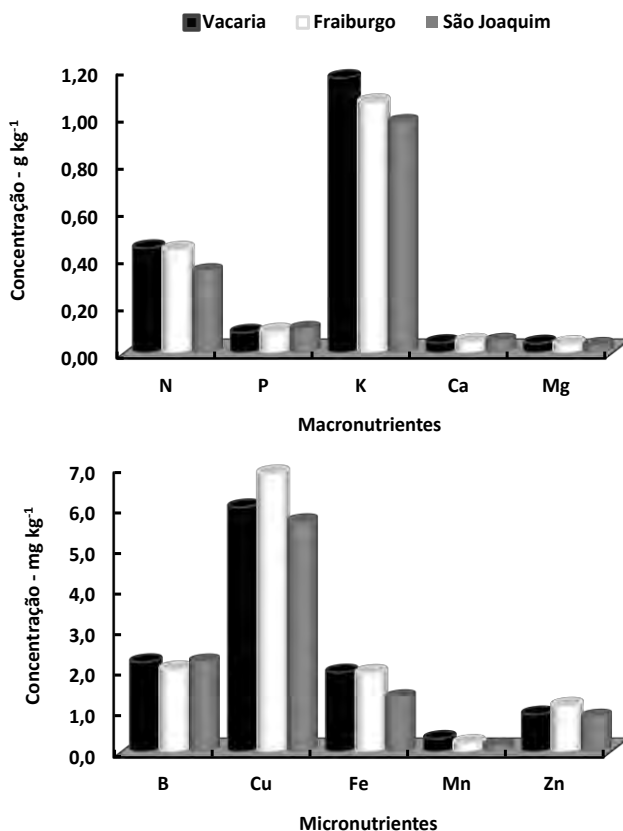


Figura 7. Concentração média de macro e micronutrientes das amostras de frutos de macieira coletadas em Vacaria/RS, Fraiburgo/SC e São Joaquim/SC, na safra 2008/09.

3.3. Experimento 3: Avaliação de parâmetros de qualidade de maçãs na colheita e pós armazenamento refrigerado em empresas de Vacaria, Fraiburgo e São Joaquim

As Figuras 8, 9 e 10 tratam de informações de qualidade de frutos recém-colhidos nas safras 2006/07 (teste piloto), 2007/08 e 2008/09, sendo considerada somente a empresa 1 (E1), localizada no município de Vacaria, RS. Quanto à firmeza de polpa, pode-se observar uma grande variação entre as quadras colhidas numa mesma safra e no decorrer das safras consecutivas. Verificou-se que os valores de firmeza variaram entre 65,4 e 74,9 N; 67,2 e 75,3 N e entre 65,6 e 81,9 N para as safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09, respectivamente, evidenciando que, apesar da variação, os limites mínimos e máximos foram muito semelhantes no decorrer das três safras estudadas. De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação da Maçã, os valores de resistências mínima e máxima para maçãs 'Gala' e clones são de 9 e 19 lbs/pol², respectivamente, equivalentes a 40,05 e 84,55 N.

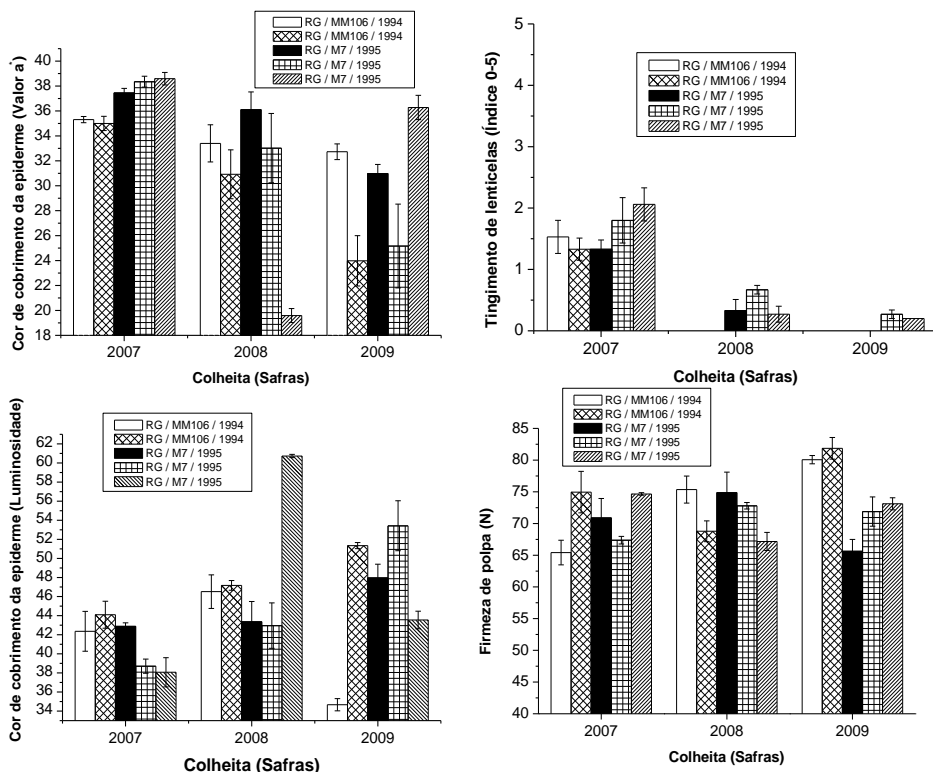








Figura 8. Firmeza de polpa (N), tingimento de lenticelas (índice 0-5), cor de cobrimento (parâmetros L e a) de maçãs 'Royal Gala' colhidas no município de Vacaria, RS nas safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09. (Cultivar Royal Gala / Porta-enxerto / Ano de implantação do pomar).

A técnica de tingimento de lenticelas (CURRY; KUPFERMAN, 2004) consiste na imersão dos frutos em solução colorida e posterior infiltração a vácuo. Através do tingimento, o teste proporciona uma indicação do número de lenticelas com algum tipo de fissura não reparada, o que pode indicar a predisposição à ocorrência de distúrbios fisiológicos, como a lenticelose. Verificou-se que na safra 2006/07, o índice máximo observado foi 2,06, ou seja, até 25% da área superficial do fruto com lenticelas tingidas, ao passo que na safra 2007/08 foi de 0,67 e na safra 2008/09 foi de 0,27. Como tais fissuras podem ser decorrentes, dentre outros fatores, de elevadas temperaturas noturnas durante o período de alongamento celular, pode-se supor que o período que antecedeu a primeira safra estudada apresentou condições meteorológicas favoráveis à ocorrência das fissuras, que não se repetiram nos anos subsequentes. Na elaboração do modelo matemático de previsão da qualidade tais fatores deverão ser considerados.

O valor L^* da cor de cobrimento da epiderme indica a luminosidade da amostra, variando de 0 (preto) a 100 (branco). Exceto pelos valores mínimo (34,7) e

máximo (60,7) observados, os demais valores oscilaram entre 38,1 e 53,4. O valor a^* da cor indica a variação entre o verde (-60) e o vermelho (+60). Na primeira safra estudada, os valores apresentaram-se mais homogêneos, variando de 35 a 38,6, ao passo que nos anos subsequentes observou-se maior variação neste parâmetro com valores mínimos de 19,6 e máximos de 36,3, o que indica que as maçãs 'Royal Gala' avaliadas na safra 2006/07 apresentavam epiderme mais colorida.

Uma vez que a coloração da epiderme pode estar relacionada à nutrição da planta bem como à insolação da área, tais fatores deverão ser considerados na elaboração do modelo matemático de previsão da qualidade.

TINGIMENTO DE LENTICELAS - ESCALA GALA & CLONES					
					
0	1	2	3	4	5
Não há tingimento de lenticelas.	Poucos pontos tingidos. Ausentes na maior parte do fruto. Frutos com um ponto tingido receberão nota 1.	Aumento gradativo no número de pontos tingidos. Pode ocorrer em $> n^{\circ}$ na porção apical do fruto.	Maior número de pontos tingidos. Presentes em até 1/2 da área superficial do fruto. Pontos concentrados ou não.	Os pontos tingidos estão presentes em quase toda a área superficial do fruto, de forma concentrada ou não.	Os pontos tingidos estão presentes, de forma concentrada, em toda a área superficial do fruto.

Lab. Pós-Colheita / CNPUV

Figura 9. Escala de tingimento de lenticelas para maçãs 'Gala' e clones.

Dentre os materiais 'Gala Standart', 'Galaxy' (ou 'Brasil Gala'), 'Baigent' e 'Royal Gala', observou-se, nas amostras avaliadas na safra 2006/07, maior frequência de frutos de calibre 120 para 'Gala' (22,9%) e 'Baigent' (23,0%), e maior frequência do calibre 135 para maçãs 'Galaxy' (23,3%) e 'Royal Gala' (23,9%). Para a safra 2007/08, observou-se maior frequência do calibre 120 para maçãs 'Galaxy' (23,9%) e do calibre 135 para maçãs 'Baigent' (27,6%) e 'Royal Gala' (20,1%). Já, na safra 2008/09, o calibre 120 prevaleceu nas cvs. Galaxy (24,4%) e Royal Gala (25,3%) e o calibre 135 prevaleceu na cv. Baigent, com 29,2% dos frutos. Observou-se, nas três safras estudadas, que aproximadamente 72 a 78% dos frutos avaliados das cvs. Galaxy, Baigent e Royal Gala eram dos calibres 110, 120, 135 e 150, equivalentes a frutos com massa entre 115 e 171g (Figuras 10 A, C e E).

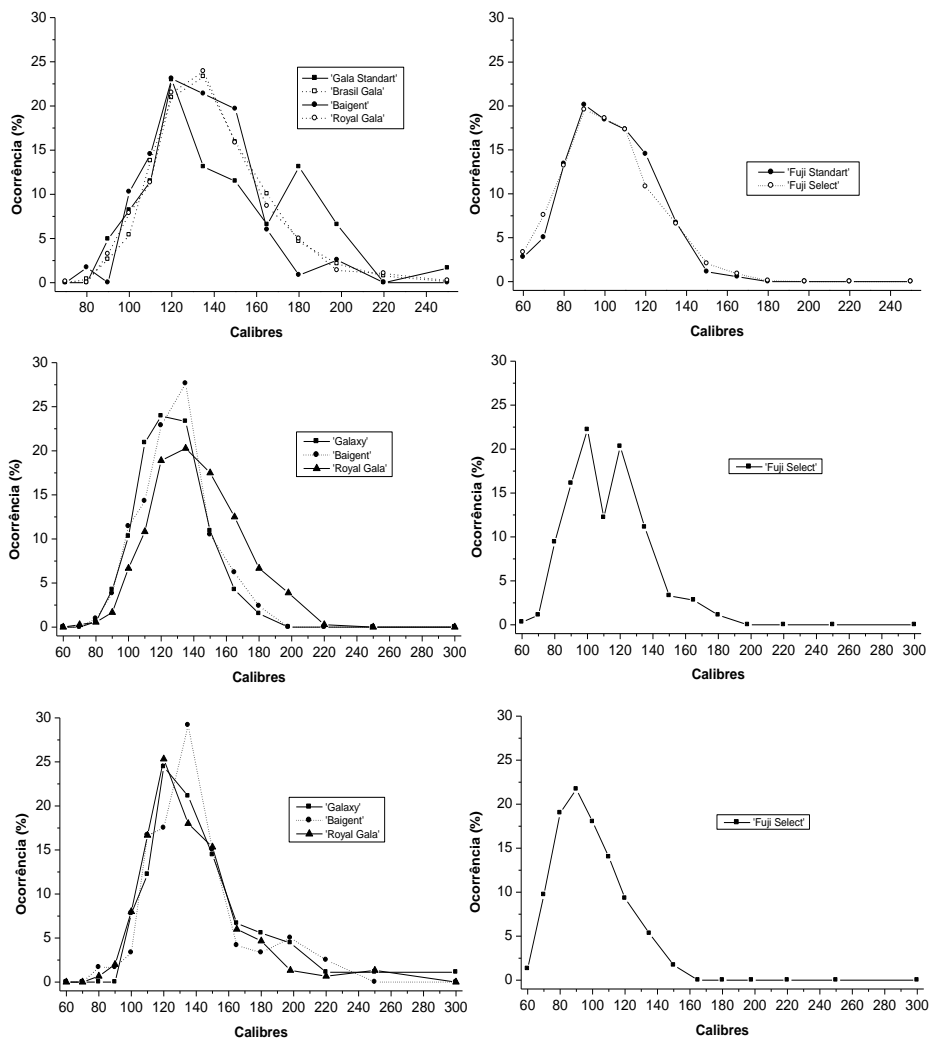


Figura 10. Calibres de maçãs 'Gala' e clones (A, C, E) e 'Fuji' e clones (B, D, F) colhidas em Vacaria, RS, nas safras 2006/07 (A e B), 2007/08 (C e D) e 2008/09 (E e F).

Para a cv. Fuji prevaleceu o calibre 90 nas safras 2006/07 e 2008/09 com 19,6% e 21,7%, respectivamente. Na safra 2007/08 observou-se maior frequência do calibre 100, com 22,2% dos frutos. Nas três safras estudadas, aproximadamente 80% das maçãs 'Fuji' avaliadas pertenciam aos calibres 80 a 120, ou seja, frutos com massa entre 142 e 240g (Figuras 10 B, D e F).

Não houve diferença entre os materiais 'Galaxy', 'Baigent' e 'Royal Gala', quanto ao índice de tingimento de lenticelas nas safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09. Maçãs 'Gala Standart' não apresentaram tingimento de lenticelas na safra 2007/08 (Figura 11A). Quanto aos frutos da cv. 'Fuji', observou-se, na safra 2006/07, valor ligeiramente superior na 'Fuji Select', sem atingir, no entanto, o índice 2 na escala, equivalente a até 25% da área superficial do fruto com lenticelas tingidas (Figura 11B).

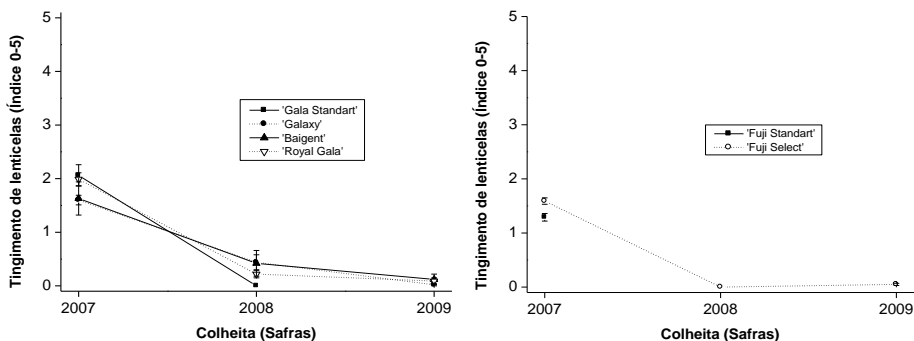


Figura 11. Tingimento de lenticelas (índice 0 a 5) de maçãs 'Gala' e clones (A), 'Fuji' e clones (B) colhidas em Vacaria, RS, nas safras 2006/07, 2007/08 e 2008/09.

As Figuras 12 e 13 trazem informações de qualidade de frutos recém-colhidos nas safras 2007/08 e 2008/09, sendo consideradas três empresas (E1, E2 e E3), do município de Vacaria, RS, uma empresa (E4) localizada em Urupema, SC, e uma empresa (E5) localizada em Fraiburgo, SC.

Quanto à firmeza de polpa, observou-se diferença significativa nos frutos colhidos em safras consecutivas, no entanto, não houve um padrão de aumento ou redução da firmeza. O valor mínimo de firmeza observado foi 71,2N (Figura 12A).

Independente da área de estudo e da safra, maçãs 'Galaxy' foram colhidas com índice de maturação mínimo de 2,87 (Urupema, safra 2008/09) e máximo de 4,8 (Vacaria, safra 2008/09), na escala de 1 a 5 (Figura 12B).

Os maiores índices de tingimento de lenticelas nas maçãs 'Galaxy' avaliadas foram observados nas empresas E1 e E2, localizadas em Vacaria, na safra 2007/08, não sendo observado tingimento de lenticelas nos frutos provenientes de Urupema. Convém salientar, no entanto, que os máximos valores encontrados estavam abaixo de 0,5 na escala de 0 a 5 (Figura 12C).

Os valores de pH foram maiores na safra 2008/09, independente da área de estudo (Vacaria e Urupema), ao passo que os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável foram menores para o mesmo período (Figuras 12D, E, F). Com tais

resultados pode-se inferir que apesar das maçãs 'Galaxy' terem sido colhidos na safra 2008/09 em estágio de maturação superior ao de 2007/08, os frutos apresentavam menor teor de sólidos solúveis e menor percentual de ácido málico. Convém salientar que tais atributos contribuem para a qualidade global do fruto e aceitabilidade do mesmo pelo consumidor.

Maçãs 'Galaxy' colhidas na safra 2008/09 apresentaram luminosidade da epiderme superior à das maçãs colhidas na safra anterior, bem como menor valor a^* da cor de cobrimento (Figuras 12G e H), o que significa dizer que tais frutos apresentaram maior brilho e menor intensidade da cor vermelha na área de cobrimento.

Com tais resultados pode-se inferir que as maçãs 'Galaxy' colhidas em 2008/09 apresentaram qualidade sensorial inferior às maçãs colhidas na safra anterior, dada pelos atributos de cor de epiderme, teor de sólidos solúveis e percentual de ácido málico.

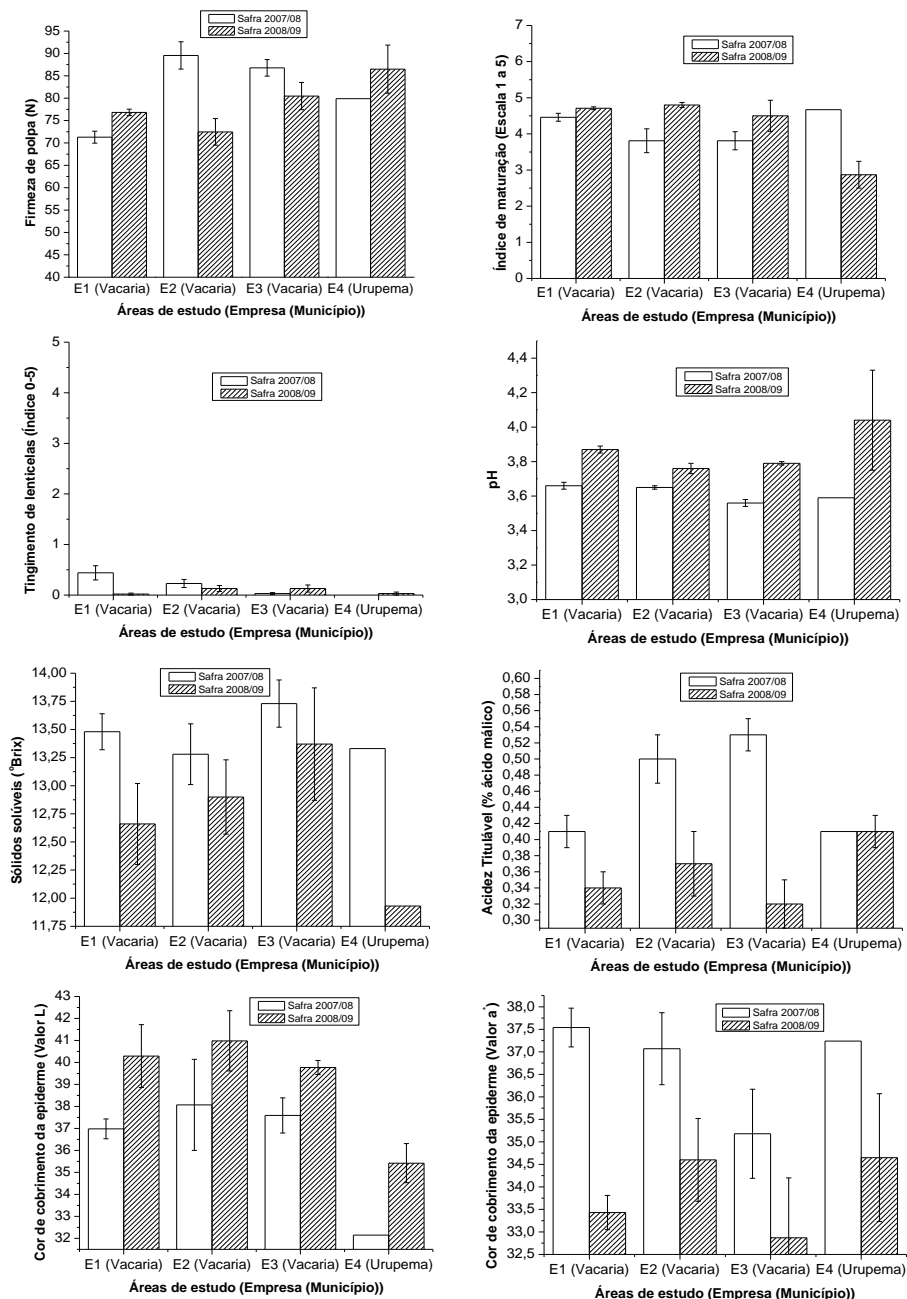


Figura 12. Firmeza de polpa (N), índice de maturação (escala 1-5), tingimento de lenticelas (índice 0-5), pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ácido málico) e cor de cobrimento da epiderme (valores L e a) de maçãs 'Galaxy' provenientes de diferentes áreas de produção (E1, E2 e E3) localizadas nos municípios de Vacaria (RS) e Urupema (SC) nas safras 2007/08 e 2008/09.

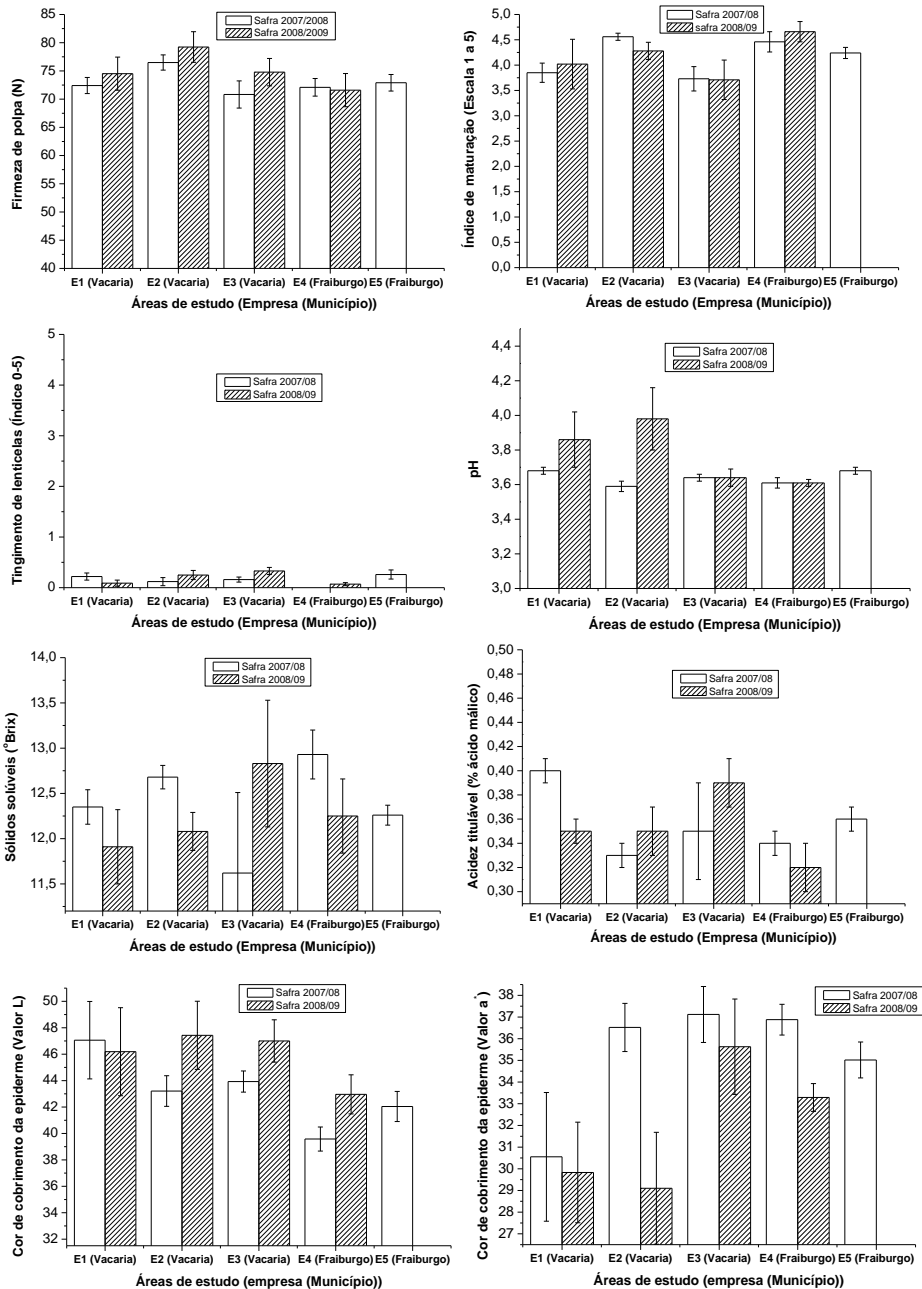


Figura 13. Firmeza de polpa (N), índice de maturação (escala 1-5), tingimento de lenticelas (índice 0-5), pH, sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ácido málico) e cor de cobrimento da epiderme (valores L e a) de maçãs 'Royal Gala' provenientes de diferentes áreas de produção (E1, E2 e E3) localizadas nos municípios de Vacaria (RS) e Fraiburgo (SC) nas safras 2007/08 e 2008/09.

Observou-se um aumento na firmeza de polpa de maçãs 'Royal Gala' avaliadas na safra 2008/09 provenientes das três empresas localizadas no município de Vacaria, RS. O mesmo comportamento não foi observado nos frutos provenientes de Fraiburgo, SC (Figura 13A). Independente da área de estudo e da safra, maçãs 'Royal Gala' foram colhidas com índice de maturação mínimo de 3,7 (Vacaria, safra 2008/09) e máximo de 4,7 (Fraiburgo, safra 2008/09), na escala de 1 a 5 (Figura 13B). Os valores de índice de tingimento de lenticelas foram muito próximos, independente da área de estudo (empresa, município) e safra. O maior índice observado foi 0,33 na escala de 0 a 5 (Figura 13C).

Foram observados maiores valores de pH em maçãs 'Royal Gala' provenientes das empresas E1 e E2 (Vacaria, RS) colhidas na safra 2008/09. Nas demais empresas (E3 e E4) não foi observada diferença entre os frutos das diferentes safras (Figura 13D). Quanto ao teor de sólidos solúveis, observou-se uma redução nos frutos provenientes das empresas E1, E2 (Vacaria, RS) e E4 (Fraiburgo, SC) durante a safra 2008/09, ao passo que se constatou um aumento significativo no teor de sólidos solúveis de maçãs 'Royal Gala' provenientes da empresa E3 (Vacaria, RS) no mesmo período (Figura 6E). Nesta mesma área de estudo foi observado um aumento significativo na porcentagem de ácido málico (acidez titulável), enquanto que nas demais áreas (E1 e E4) constataram-se uma redução na acidez (Figura 13F).

Assim como em maçãs 'Galaxy', os frutos da cv. Royal Gala colhidos na safra 2008/09 apresentaram luminosidade da epiderme superior à dos frutos colhidos na safra anterior, bem como menor valor a^* da cor de cobrimento (Figuras 13G e H), o que significa dizer que tais frutos apresentaram maior brilho e menor intensidade da cor vermelha na área de cobrimento.

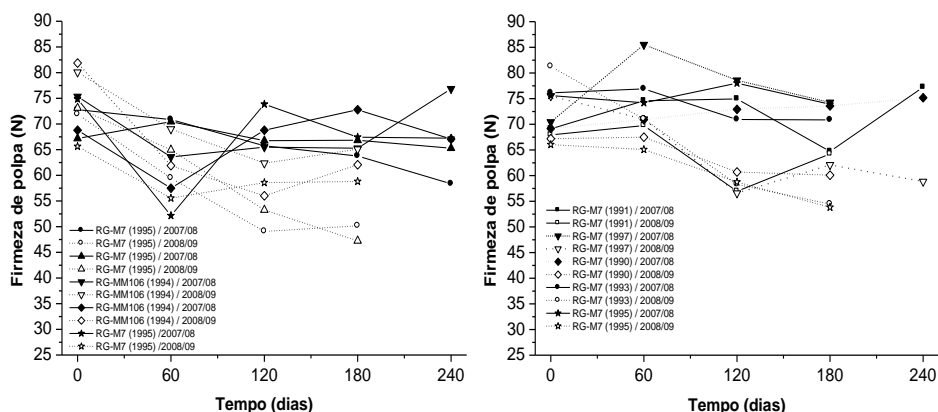


Figura 14. Firmeza de polpa (N) de maçãs 'Royal Gala' provenientes de duas áreas de produção localizadas nos municípios de Vacaria-RS (A) e Fraiburgo-SC (B) nas safras 2007/08 e 2008/09, durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada (Valores médios; Cultivar porta-enxerto (ano de implantação do pomar) / Safra).

Quanto à firmeza de polpa de maçãs 'Royal Gala' provenientes de Vacaria-RS, foi observado que os frutos colhidos na safra 2007/08 mantiveram-se com elevada firmeza de polpa até o término do armazenamento refrigerado (valores oscilando entre 58,3 e 76,8N aos 240 dias), ao passo que os frutos colhidos na safra seguinte apresentaram vida útil de 180 dias sob refrigeração e atmosfera controlada, sendo que, neste período, os valores de firmeza variaram entre 47,2 e 65,0 N (Figura 14A). As amostras foram descartadas por apresentarem praticamente 100% de podridão, possivelmente em decorrência das más condições de armazenamento proporcionadas por algumas das empresas parceiras, tais como a manutenção das amostras sobre o chão molhado, ao invés de mantê-las em caixas plásticas conforme delineamento previamente estabelecido (Figura 15).



Figura 15. Maçãs 'Royal Gala' colhidas na safra 2008/09 e mantidas por 240 dias em armazenamento sob atmosfera controlada.

Assim como os frutos provenientes de Vacaria-RS, maçãs 'Royal Gala' colhidas na safra 2008/09 provenientes de Fraiburgo-SC apresentaram redução acentuada na firmeza durante o período de armazenamento. Aos 120 dias de armazenamento, observou-se que a firmeza de polpa variou entre 56,6 e 60,7 N para os frutos colhidos na safra 2008/09, ao passo que para os frutos colhidos na safra anterior, no mesmo período de armazenamento, a firmeza de polpa oscilou entre 70,9 e 78,6 N (Figura 14B).

Não foram observadas diferenças quanto à firmeza de polpa de maçãs 'Fuji' provenientes de áreas de diferentes idades (anos de implantação do pomar) localizadas em duas empresas, Vacaria-RS e São Joaquim-SC, durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada (Figura16).

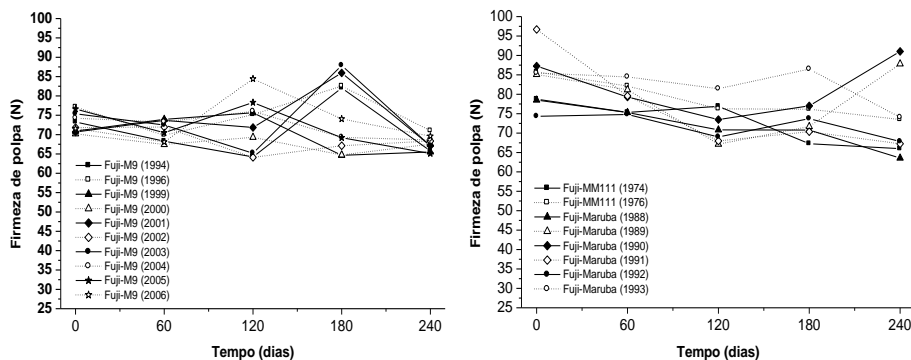


Figura 16. Firmeza de polpa (N) de maçãs 'Fuji' provenientes de áreas com diferentes anos de implantação localizadas nos municípios de Vacaria (RS) e São Joaquim (SC) na safra 2007/08, durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada (Valores médios; Cultivar porta-enxerto (ano de implantação do pomar)).

De maneira geral, os resultados obtidos na avaliação dos frutos colhidos nas safras 2007/08 e 2008/09 indicam que os frutos da safra 2007/08 apresentaram melhores atributos de qualidade na colheita e durante 240 dias de armazenamento sob atmosfera controlada. Convém salientar, no entanto, que tais informações são meramente descritivas e que o objetivo deste experimento foi gerar um banco de dados de qualidade de frutos na colheita e durante o armazenamento para, juntamente com os dados meteorológicos e nutricionais, fornecer informações para a elaboração do modelo matemático de previsão de qualidade.

3.4. Experimento 4: Previsão da Qualidade de maçãs

Não houve geração de resultados.

3.5. Experimento 5: Utilização de boro nas variedades Imperial Gala e Fuji Suprema

Resultados 2007

Em nenhuma safra houve interação entre as doses de B aplicadas via solo e foliar. Somente efeitos principais ocorreram. Em 2007, os maiores teores foliares de

B da cultivar Imperial Gala foram obtidos na dose máxima de B aplicada ao solo ou quando aplicado via foliar na época da floração (Tabela 4). Para a cultivar Fuji Suprema, não houve efeito significativo das épocas de adubação foliar sobre os teores foliares de B, porém, incremento dos teores desse nutriente nas folhas foi observado com o aumento das doses de B aplicadas via solo (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de boro nas folhas de macieira Fuji Suprema em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2007

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	40,0	40,7	39,0	39,9 b
2,5	49,0	42,3	39,7	43,7 ab
5,0	49,3	47,0	45,3	47,2 a
Médias	46,1 a	43,3 a	41,3 a	

Tabela 4. Teores de boro nas folhas de macieira Imperial Gala em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2007

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	34,3	31,3	31,7	32,4 b
2,5	36,0	34,3	31,7	34,0 ab
5,0	38,7	36,3	34,0	36,3 a
Médias	36,3 a	33,9 ab	32,4 b	

Resultados 2008

Nesta safra, não houve efeito significativo das épocas de aplicação foliar de boro para nenhuma das cultivares (Tabelas 5 e 6). Entretanto, para a cultivar Fuji Suprema, a dose máxima de boro aplicada via solo aumentou significativamente os teores foliares do nutriente quando comparado à testemunha e à dose intermediária de boro. Esses resultados têm comportamento diferente dos obtidos na safra anterior, para a cultivar Imperial Gala (Tabela 6). Não houve nenhuma interação positiva da aplicação de boro, seja via foliar ou via solo, sobre os teores foliares de cálcio na macieira.

Tabela 5. Teores de boro nas folhas de macieira Fuji Suprema em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2008

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	38,3	37,7	40,0	38,7 a
2,5	36,3	40,0	39,3	38,5 a
5,0	41,7	40,7	45,3	42,5 b
Médias	38,8 a	39,4 a	41,5 a	

Tabela 6. Teores de boro nas folhas de macieira Imperial Gala em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2008

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	37,0	31,0	32,0	33,3 a
2,5	36,3	34,7	35,0	35,3 a
5,0	36,0	35,3	35,0	35,4 a
Médias	36,4 a	33,6 a	34,0 a	

Resultados 2009

Independentemente de cultivar ou forma de aplicação de boro (via solo ou foliar) não houve efeito significativo dos tratamentos sobre os teores foliares de boro nas folhas. Possivelmente, as condições ambientais favoráveis à absorção de boro tenham suprido satisfatoriamente a necessidade de boro nesta safra. Observa-se, que mesmo na testemunha, os teores foliares de boro foram superiores aos obtidos nos anos anteriores. Os solos da região de São Joaquim, bem como das demais regiões produtoras de maçã do Brasil possuem altos teores de matéria orgânica, sendo que esta representa uma importante fonte de B às plantas, especialmente quando as condições ambientais favorecem o processo de mineralização.

Tabela 7. Teores de boro nas folhas de macieira Fuji Suprema em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2009

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	41,3	42,5	42,9	42,2 a
2,5	42,9	44,5	49,2	45,5 a
5,0	41,7	41,5	44,2	42,5 a
Médias	42,0 a	42,8 a	45,43 a	

Tabela 8. Teores de boro nas folhas de macieira Imperial Gala em resposta à aplicação foliar e via solo desse nutriente -2009

Kg de B aplicado ao solo	Época da adubação foliar			Média
	Floração	Pós-Colheita	Testemunha	
	----- B nas folhas (mg kg ⁻¹) -----			
0,0	45,9	42,3	39,7	42,6 a
2,5	44,3	42,4	47,1	44,6 a
5,0	48,9	42,9	46,1	46,0 a
Médias	46,4 a	42,5 a	44,3 a	

A análise química da polpa fresca dos frutos, realizada somente para a cultivar Imperial Gala e somente na safra 2009, indicou aumento linear do teor de boro nos frutos em função do aumento das doses de boro aplicadas ao solo (Figura 17). Entretanto, a adubação foliar foi ineficiente em aumentar os teores de boro nos frutos, os quais foram quantificados em 3,8; 3,7 e 3,5 mg kg⁻¹ para as épocas de pós-colheita, testemunha e floração, respectivamente.

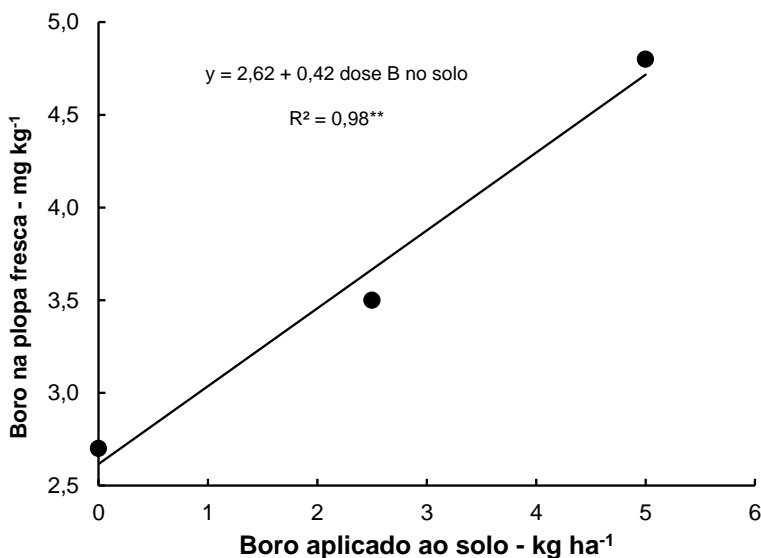


Figura 17. Teores de boro na polpa fresca de maçãs, Imperial Gala, em função de doses do nutriente aplicadas ao solo, safra 2009.

3.6. Experimento 6: Identificação das causas de ocorrência de “bitter pit”

Para atingir os resultados iniciou-se um processo de compra do equipamento de medição de fluxo de seiva do tipo TDP, o qual foi solicitado no dia 20/07/2007, pois este é essencial para a relação do fluxo de seiva com o conteúdo de nutrientes

e a presença ou ausência do sintoma de “bitter pit”. Quanto ao local para desenvolver os ensaios, foi prospectado a utilização da mesma área em que foram desenvolvidos os ensaios de irrigação, na Estação Experimental de Fruticultura Temperada da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria-RS, de forma a relacionar também o sintoma de “bitter pit” com a variação na disponibilidade hídrica/nutricional para as plantas.

Em setembro de 2008 o equipamento para medição do fluxo de seiva do tipo TDP foi recebido e iniciaram-se os testes do mesmo. Destaca-se que a instalação da área com irrigação sofreu atraso, não sendo possível o início da instalação do equipamento para teste nesta área. Para agilizar os testes o equipamento foi montado em uma área experimental da Unidade em Bento Gonçalves-RS, para ajustar os parâmetros de instalação/funcionamento e calibração, os quais ocorreram ao longo do ano de 2009. Por ocasião do início dos testes, foi observado que os cabos do equipamento não apresentavam as dimensões necessárias e que a durabilidade das pilhas do Datalogger era extremamente baixa, inviabilizando a condução dos ensaios sem uma fonte extra de energia. Dessa forma, foi iniciada uma pesquisa orçamentária para a aquisição de cabos e de um painel solar para viabilização do experimento, o qual não foi possível adquirir com a previsão orçamentária deste projeto. Além disto, nestes primeiros testes, também foi detectado que o equipamento apresentou problemas para efetuar a retirada dos dados registrados na memória. Portanto, apesar das diversas tentativas, infelizmente, até o momento, ainda não foi possível instalar o equipamento para a finalidade proposta neste experimento. Atualmente, o equipamento ainda está sendo consertado na empresa representante da marca no Brasil, Marconi Equipamentos para Laboratório Ltda.

3.7. Experimento 7: Previsão da Qualidade de maçãs em função do estado nutricional

Embora fosse esperado identificar relações entre as concentrações de determinados nutrientes nas folhas e as variáveis qualitativas analisadas nos frutos, para este estudo, considerando o conjunto de resultados das três regiões avaliadas, não foi possível identificar relações significativas entre as concentrações de macronutrientes nas folhas e os atributos de qualidade de maçãs. Possivelmente este fato esteja relacionado à variabilidade de cultivares e de condições intrínsecas das regiões avaliadas.

Na análise estratificada por região, verificou-se relação significativa e positiva entre a concentração de potássio nas folhas e a acidez titulável dos frutos e entre a concentração de potássio nas folhas e a intensidade de cor vermelha da epiderme dos frutos (valor a^*) e relação significativa e negativa entre a concentração de nitrogênio nas folhas e a intensidade de cor vermelha da epiderme dos frutos (valor a^*), para as amostras de frutos da região de São Joaquim/SC (Figura 18). Para as regiões de Vacaria/Rs e Fraiburgo/SC não foram observadas relações significativas entre estas variáveis. Para os demais nutrientes nas folhas (fósforo, cálcio,

magnésio e enxofre) e os atributos de qualidade dos frutos (sólidos solúveis e firmeza da polpa) não foram identificadas relações significativas.

Estes resultados, possivelmente estejam relacionados ao fato de que as concentrações de potássio foram maiores nos pomares da região de São Joaquim/SC, em comparação às demais regiões, e que se verificou elevado número de amostras com concentrações de nitrogênio e potássio acima do normal, o que pode ser atribuído às condições climáticas nessa safra e ao manejo de nutrientes e da fertilidade do solo.

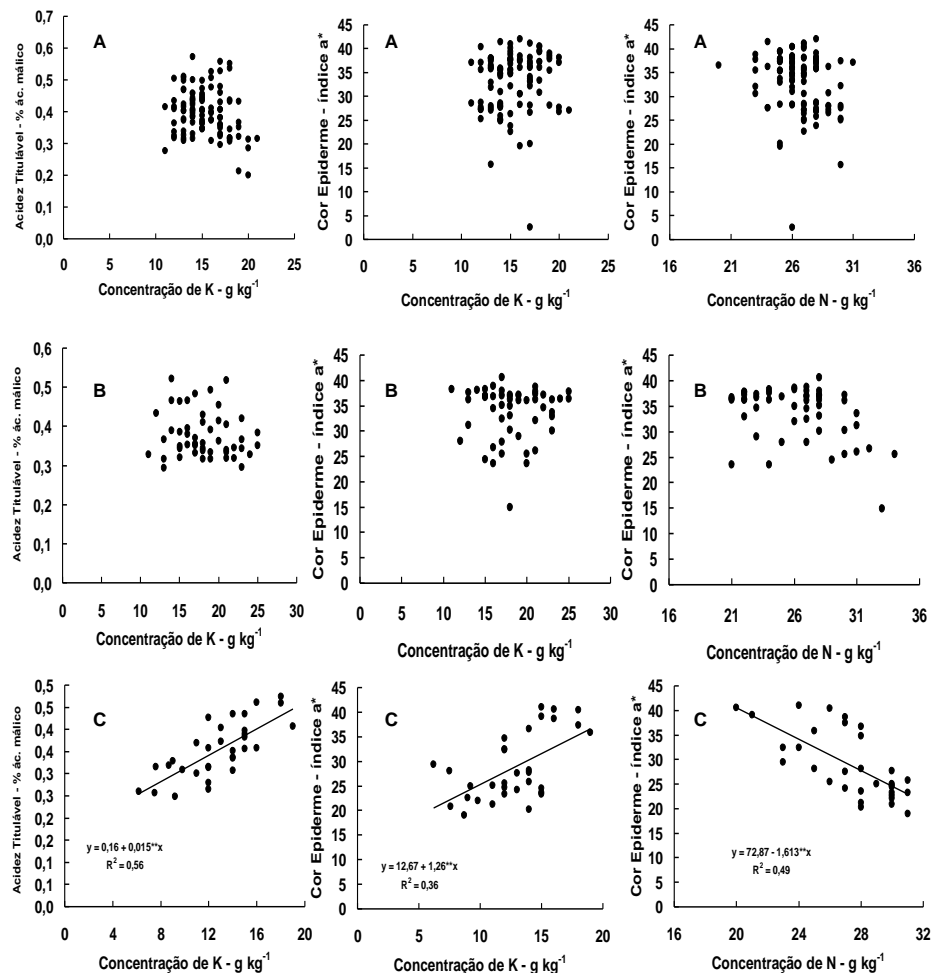


Figura 18. Relação entre a concentração de K e a acidez titulável (1), entre a concentração de K e a cor da epiderme dos frutos - coordenada de croma, variando de -a* (verde) a +a* (vermelho) (2) e entre a concentração de N e a cor da epiderme dos frutos (3), nas regiões de Vacaria/RS (A), Fraiburgo/SC (B) e São Joaquim/SC (C), safra 2007/08.

4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

- ✓ Os resultados evidenciam elevado número de amostras com concentrações de nitrogênio acima da concentração considerada normal, bem como elevado número de amostras com concentrações de cálcio abaixo da concentração considerada normal;
- ✓ Independentemente de cultivar ou forma de aplicação de boro (via solo ou foliar) não houve efeito significativo da aplicação de boro sobre os teores foliares do nutriente nas folhas de macieira;
- ✓ Nas três safras estudadas, cerca de 72 a 78% dos frutos avaliados das cvs. Galaxy, Baigent e Royal Gala pertenciam aos calibres 110, 120, 135 e 150, equivalentes a frutos com massa entre 115 e 171g e 80% das maçãs 'Fuji' avaliadas pertenciam aos calibres 80 a 120, ou seja, frutos com massa entre 142 e 240g;
- ✓ Maçãs 'Royal Gala' provenientes de Vacaria, RS apresentaram, na safra 2006/07, índice máximo de tingimento de lenticelas de 2,06, ou seja, até 25% da área superficial do fruto com lenticelas tingidas, ao passo que na safra 2007/08 foi de 0,67 e na safra 2008/09 foi de 0,27;
- ✓ Para a região produtora de maçãs de São Joaquim/SC, a acidez titulável e a intensidade de cor vermelha dos frutos aumentam com a elevação das concentrações de potássio nas folhas, enquanto as concentrações de nitrogênio nas folhas reduzem a intensidade de cor vermelha dos frutos. Para as regiões produtoras de maçãs de Vacaria/RS e Fraiburgo/SC, os resultados não mostraram relação entre concentração de macronutrientes nas folhas e os atributos de qualidade dos frutos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARANTE, C. V. T. do; CHAVES, D. V.; ERNANI, P. R. Composição mineral e severidade de "bitter pit" em maçãs 'Catarina'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 51-54, 2006.
- AMARANTE, C. V. T. do; ERNANI, P. R.; CHAVES, D. V. Fruit infiltration with Magnesium is a feasible way to predict bitter pit susceptibility in 'Gala' apples grown in Southern Brazil. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 682, p. 1271-1274, 2005.
- ARGENTA, L. C.; SUZUKI, A. Relação entre teores minerais e frequência de bitter pit em maçã cv. Gala no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 16, p. 267-277, 1994.
- BASSO, C. Distúrbios fisiológicos. In: A CULTURA da macieira. Florianópolis: Epagri, 2002. p. 609-636.
- BASSO, C.; WILMS, F. W. W.; SUZUKI, A. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. In: MANUAL da cultura da macieira. Florianópolis: EMPASC-DID, 1986. p. 236-265.

- BEAUFILS, E. R. **Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS):** a general scheme for experimentation and calibration based on principles developed from research in plant nutrition. Pietermaritzburg: University of Natal, 1973. 132 p. (Soil Science Bulletin, 1).
- BLANPIED, G. D.; SILSBY, K. J. **Predicting harvest date windows for apples.** Ithaca: Cornell Cooperative Extension, 1992. 12 p.
- CURRY, E.; KUPFERMAN, E. **Predicting susceptibility of 'Gala' apples to lenticel breakdown disorder:** guidelines for using the dye uptake test. [S.l.: s.n.], 2004. 7 p. Disponível em: <<http://postharvest.tfrec.wsu.edu/aniline-blue.pdf>>. Acesso em: 19 maio 2006.
- FAUST, M.; SHEAR, C. B. Corking disorders of apple: a physiological and biochemical review. **Botanical Review**, Nova Iorque, v. 34, p. 441-469, 1968.
- FERGUSON, I. B.; WATKINS, C. B. Bitter-pit in apple fruit. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 11, p. 289-355, 1989.
- FREIRE, C. J. S. **Manual de métodos de análise de tecido vegetal, solo e calcário.** Pelotas: EMBRAPA-CPACT, 1998. 208 p.
- KNEE, M.; SMITH, S. M. Variation in quality of apple fruits stored after harvest on different dates. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 64, p. 413-419, 1989.
- MEHERIUK, M.; PRANGE, R. K.; KIDSTER, P. D.; PORRITT, S. W. **Postharvest disorders of apples and pears.** Ottawa: Agriculture and Agri-Food Canada, 1994. 67 p. (Agriculture and Agri-Food Canada. Publication, 1737/E).
- NACHTIGALL, G. R.; FREIRE, C. J. da S. Previsão da incidência de "Bitter pit" em maçãs através dos teores de cálcio em folhas e frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 20, p. 158-166, 1998.
- POOVAIAH, B. W.; GLENN, G. M.; REDDY, A. S. N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Westport, v. 10, p. 107-152, 1988.
- SHARPLES, R. O.; JOHNSON, D. S. The influence of calcium on senescence changes in apples. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 85, p. 450-453, 1977.
- SIDDIQUI, S.; BANGERTH, F. Effect of pre-harvest application of calcium on flesh firmness and cell-wall composition of apples-influence of fruit size. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, p. 263-269, 1995.

6. PUBLICAÇÕES GERADAS PELA ATIVIDADE

- CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; BOSCO, L. C.; DE PAULA, V. A.; BRAUNER, P. C.; CASAMIALI, B.; MARODIN, G. A. B.; NACHTIGALL, G. R. Necessidades e disponibilidades climáticas para macieira na região de Vacaria, Brasil. In: REUNIÓN ARGENTINA, 13.; LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGÍA, 6., 2010, Bahía Blanca, Argentina. **Agrometeorología sin fronteras en el año internacional del acercamiento de las culturas:** actas. Bahía Blanca: Asociación Argentina de Agrometeorología, 2010. Não paginado. RALDA 2010.
- NACHTIGALL, G. R.; ANTONIOLLI, L. R. Qualidade de frutos de macieira em função do estado nutricional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20, 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, ES: INCAPER, 2008. p. 1-5. 1 CD-ROM.
- NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R. DRIS como método diagnóstico de nutrição mineral de plantas. In: PRADO, R. M.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORREIA, M. A. R.; PUGA, A. P. (Ed.). **Nutrição de Plantas:** diagnose foliar em hortaliças. Jaboticabal, SP: FCAV: CAPES: FAPESP: FUNDUNESP, 2010. p. 185-198.
- NACHTIGALL, G. R.; DECHEN, A. R.; NAVA, G. Estado Nutricional de pomares de macieira no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO

E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., FERTBIO2008, 2008, Londrina. **Resumos...** Londrina, PR : SBRS: IAPAR: UEL, 2008. p. 1-4.

NACHTIGALL, G. R.; NAVA, G. Adubação foliar: fatos e mitos. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 87-97, 2010. Suplemento. Artigo apresentado no 9º Seminário Nacional sobre Fruticultura de Clima Temperado, São Joaquim, SC, de 22 a 24 de junho de 2010.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; BASSO, C.; NACHTIGALL, G. R. Composição mineral das folhas da macieira "Fuji" em resposta a nitrogênio e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2009, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: SBRS, 2009. 1 CD-ROM. 4 p.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; BASSO, C.; NACHTIGALL, G. R.; KATSURAYAMA, J. M. Composição mineral de folhas e vigor da macieira "Fuji" em resposta a nitrogênio e potássio. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 2, p. 77-83, jul. 2010.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; BASSO, C.; PEREIRA, A. J.; NACHTIGALL, G. R. Composição mineral das folhas e vigor da macieira Fuji em resposta a nitrogênio e potássio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20, 2008, Vitória, ES. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2008. p. 1-5. 1 CD-ROM.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Nitrogen and potassium fertilization affect apple fruit quality in Southern Brazil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 39, n. 1/2, p. 96-107, 2008.

NAVA, G.; DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R.; ROCCO, M. A. Adubações anuais com nitrogênio e potássio por longo prazo influenciam o rendimento e a composição mineral de maçãs 'Fuji' em São Joaquim, SC, Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja: SBRS: IAPAR: UEL. 2008. 4 p. 1 CD-ROM.

NAVA, G.; NACHTIGALL, G. R. Resposta da macieira 'Fuji' à adubação orgânica e manejo de plantas espontâneas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. **Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. v. 2, Não paginado. Resumo expandido.

