



INSTITUTO POLITÉCNICO DE CASTELO BRANCO

Escola Superior Agrária

**Avaliação da capacidade de absorção de cálcio
em macieira da cv. Bravo**

Carlos Manuel Fonseca Veiga

Mestrado em Fruticultura Integrada

Nome da Orientadora: Prof. Maria Paula Albuquerque Figueiredo Simões

Castelo Branco, Dezembro de 2010

***“As doutrinas expressas neste trabalho são da
inteira responsabilidade do seu autor”***

Relatório do Projecto Final de curso de Mestrado em Fruticultura Integrada realizado na Quinta do Paço, Celorico da Beira, sob a orientação da Doutora Maria Paula Albuquerque Figueiredo Simões, Professora-adjunta da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

À Sandra e Jnês

Agradecimentos

Após a realização deste trabalho, sinto o dever de tornar pública toda a boa vontade e apoio que me foram dirigidos, sem os quais a minha tarefa teria sido bem mais difícil.

O meu primeiro agradecimento dirige-se à minha orientadora a Professora Paula Simões, pelas sugestões, enorme apoio e disponibilidade que sempre me prestou além da cedência de bibliografia, correcção e revisão crítica do relatório.

À EOR, Laboratório de Análises Clínicas, Lda., na pessoa do Eng. Óscar pela realização das análises laboratoriais, amabilidade e disponibilidade sempre demonstrada.

À AAPIM, especialmente o seu Presidente, Eng. José Assunção, pela amizade, compreensão, disponibilidade de meios e tempo, aos meus colegas de trabalho Bruno, Catarina, Fátima, Francisco, Marinela, Miguela, Paula e Paulo pela compreensão e apoio.

À Cooperativa Agrícola de Magualde, C.R.L., na pessoa do colega e amigo Eng. Frederico Carvalhão, pelo armazenamento em câmara frigorífica de toda a produção referente a este estudo e também pela cedência de bibliografia e troca de opiniões.

À DRAPC, na pessoa do Eng. Joaquim Almeida pela cedência dos dados climáticos e pelo seu incentivo.

À Sapec-Agro pela oferta do Maxflow Ca.

À Lusical – Companhia Lusitana do Cal, S.A., pela oferta do Tudical 30 L.

À minha família, em especial aos meus pais, sogros e ao Marco pela ajuda na realização do trabalho de campo e por toda a compreensão e apoio durante a realização deste trabalho.

Ao meu pai, pela cedência da parcela do ensaio e pelo gosto que sempre me incutiu por esta actividade, e também pela sua constante exigência.

Aos meus amores Inês e Sandra, por todo o tempo que não lhes dediquei e por toda a ajuda e força que sempre me transmitiram.

A todos os que de forma directa ou indirecta contribuíram para a realização deste trabalho.

O meu, Muito OBRIGADO

Avaliação da capacidade de absorção de cálcio em macieira da cv. Bravo

Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados de um ensaio de campo realizado num pomar de macieira da cv. Bravo na região da Beira Interior, onde se estudou a influência da fertilização cálcica, efectuada ao solo e em pulverização foliar. Para avaliação do efeito da fertilização foram observados a incidência de bitter pit, o estado de nutrição das plantas e o estado de nutrição dos frutos, a produção total, comercializável e refugo e alguns parâmetros de qualidade, nomeadamente, dureza e índice refratrométrico. Neste trabalho é também analisada a relação entre o número de sementes viáveis dos frutos e a incidência de bitter pit.

As diferentes formas de fertilização cálcica não influenciaram de forma significativa a severidade e incidência do bitter pit, o teor nutricional das folhas, a produção total (63 a 73 t ha⁻¹), comercializável (49 a 60 t ha⁻¹) e refugo (12 a 14 t ha⁻¹), nem a dureza e o índice refractométrico dos frutos. Em relação ao teor em nutrientes dos frutos apenas se verificaram diferenças significativas entre as modalidades no teor de cálcio e boro, na amostragem efectuada após conservação frigorífica, observando-se maior teor de cálcio e boro na modalidade de aplicação de cálcio ao solo. Entre o número de sementes viáveis e incidência de bitter pit observou-se uma relação inversa estatisticamente significativa e com um R² de 0,596.

Palavras-chave: fertilização macieira, cálcio foliar, estado de nutrição, bitter pit, cv. Bravo.

Assessment of absorptive capacity of calcium in apple trees cv. Bravo.

Abstract

This paper presents the results of a field trial conducted in an apple orchard of cv. Bravo in the region of Beira Interior, where was studied the influence of the fertilization with calcium, to soil and foliar spraying. To evaluate the effects of fertilization was observed the incidence of bitter pit, the state of plant nutrition and nutritional status of fruit, total production, marketable production and cull production and some quality parameters, including hardness and refractive index. In this work also was examined the relationship between the number of viable seeds on fruit and the incidence of bitter pit.

The different forms of calcium fertilization did not influence significantly the severity and severity of bitter pit, the nutritional content of the leaves, the total production (63-73 t ha⁻¹), the marketable production (49 to 60 t ha⁻¹) and cull production (12 to 14 t ha⁻¹), nor the hardness and refractive index of fruits. Regarding the nutrient content of fruit only significant differences was verified between modalities, in calcium and boron content, after cold storage, with a higher content of calcium and boron in the modality with application of calcium to the soil. Between the number of viable seeds and incidence of bitter pit, there was observed an inverse relationship, statistically significant with an R² of 0.596.

Keywords: fertilization apple, foliar calcium, nutritional status, bitter pit, cv. Bravo.

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
Abstract.....	III
Índice	IV
Índice de Quadros.....	VI
Índice de Figuras	IX
1 - Introdução	1
2 – O cálcio.....	3
2.1 – Cálcio no solo	3
2.2 – Cálcio na planta	4
2.2.1 – Função	4
2.2.2 – Absorção radicular.....	5
2.2.3 – Absorção foliar	7
2.2.4 – Translocação.....	12
2.2.5 – Cálcio no fruto	15
2.2.5.1 – Acumulação	15
2.2.5.2 – Gradientes de concentração	17
2.3 - Fisiopatias dos frutos relacionadas com o cálcio.....	17
2.3.1 - Bitter pit	18
2.3.1.1 - Possíveis causas.....	19
2.3.1.2 – Métodos de previsão	20
2.3.1.3 – Teor de cálcio no fruto.....	22
2.3.1.4 - Fertilização cálcica.....	24
2.3.1.5 – Outras Práticas culturais	27
2.3.1.6 – Porta-enxerto/Cultivar	27
2.3.1.7 - Condições climáticas	28
3 - Material e metodologia.....	29
3.1 - Material	29
3.1.1 - Caracterização de fertilidade do solo	29
3.1.2 – Condições climatéricas em 2009	29
3.1.3 - Caracterização da parcela do ensaio e sua manutenção.....	30
3.2 - Metodologia	31
3.3. - Tratamento estatístico dos dados.....	33
4 - Resultados e discussão	34
4.1 – Teor em nutrientes das folhas	34
4.2 – Composição mineral dos frutos	36
4.3 – Produção total, comercializável e refugo.....	41

4.4 – Incidência e severidade de bitter pit	43
4.5 – Relação entre a severidade de bitter pit e o número de sementes	45
4.6 – Qualidade dos frutos - dureza e índice refractométrico	46
5 - Considerações finais.....	48
Referências bibliográficas.....	50
Anexo A.....	57
Anexo B.....	69

Índice de Quadros

Quadro 2.1 – Factores que influenciam a fertilização foliar (Adaptado de Val, 2005)	8
Quadro 2.2 – Mobilidade comparativa de diferentes nutrientes na planta (Adaptado de Fregoni, 1986)	11
Quadro 2.3 – Taxa de absorção de diferentes nutrientes em folha de feijão (Adaptado de Fregoni, 1986)	11
Quadro 2.4 – Tempo aproximado, necessário para a absorção de 50% do elemento nutritivo (Adaptado de Soria, 2008)	12
Quadro 3.1 – Médias mensais de temperatura e humidade relativa e médias mensais e totais de precipitação, ocorridas entre Janeiro e Setembro de 2009, na estação meteorológica da DRAPC, localizada na Carvalheda, Celorico da Beira.	30
Quadro 4.1 – Teor médio em nutrientes nas folhas de macieira cv. Bravo, 68 dias após a plena floração. Qta Paço, 2009.	34
Quadro 4.2 – Teor médio em nutrientes nas folhas de macieiras cv. Bravo, 115 DAPF. Quinta do Paço, 2009. E intervalo de referência para a cv. Bravo indicado por LQARS (2006).	35
Quadro 4.3 – Teor médio em nutrientes nas folhas de macieira cv. Bravo, à colheita. Quinta do Paço, 2009. E teor médio em nutrientes nas folhas de macieira cv. Reineta, verificados por Fragata (1989).	35
Quadro 4.4 – Teor médio em nutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo, 115 dias após a plena floração. Qta Paço, 2009.	37
Quadro 4.5 – Teor médio em nutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo e relações de macronutrientes, à colheita. Quinta do Paço, 2009. E intervalo de teor em nutrientes nos frutos considerado adequado por Werth (1995).	37
Quadro 4.6 – Teor médio em macronutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo e suas relações, nas modalidades em estudo e numa amostra de frutos com bitter pit, 115 dias após conservação frigorífica. Quinta do Paço, 2009.	39
Quadro 4.7 – Teor médio em micronutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo, nas modalidades em estudo e numa amostra de frutos com bitter pit, 115 dias após conservação em câmara frigorífica. Quinta do Paço, 2009.	40
Quadro 4.8 – Percentagem da produção total, em número de frutos e toneladas por hectare, repartida pelas diferentes classes de calibre, nas modalidades em estudo. Quinta do Paço, 2009.	42
Quadro 4.9 – Incidência de bitter pit e diferentes índices de severidade, em percentagem do número de frutos e peso da produção total de cada modalidade, determinados em ambas as datas de amostragem. Quinta do Paço, 2009.	44
Quadro 4.10 – Incidência de bitter pit e diferentes índices de severidade, em percentagem do número de frutos e quilos da produção total de cada modalidade, determinados à colheita. Quinta do Paço, 2009.	44
Quadro 4.11 – Incidência de bitter pit e diferentes índices de severidade, em percentagem do número de frutos e peso da produção total de cada modalidade, determinados 115 dias após conservação em câmara frigorífica de atmosfera normal. Quinta do Paço, 2009.	45
Quadro 4.12 – Calibre, número de sementes e índice de severidade médios por modalidade. Qta Paço, 2009.	45

Quadro A1 - Precipitação (mm/dia) registada, nos meses compreendidos entre Janeiro e Setembro de 2009, no posto meteorológico da DRAPC, localizado na Carvalheda, Celorico da Beira.	59
Quadro A2 - Temperaturas máximas, mínimas e médias diárias ocorridas de Janeiro a Setembro de 2009 no posto meteorológico da DRAPC, localizado na Carvalheda, Celorico da Beira.	60
Quadro A3 - Humidade relativa máxima, mínima e média diárias ocorridas de Janeiro a Setembro de 2009 no posto meteorológico da DRAPC, localizado na Carvalheda, Celorico da Beira.	61
Quadro A4 - Tratamentos fitossanitários e adubações efectuadas na cultivar Bravo de Esmolfe. Quinta do Paço, 2009.	62
Quadro A5 – Classificação de vigor das plantas pretencentes ao ensaio. Quinta do Paço, 2009.	68
Quadro B1 – Teor em nutrientes nas folhas da cultivar Bravo, 68 dias após plena floração (DAPF), por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análise efectuada no EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).....	69
Quadro B2 – Teor em nutrientes nas folhas da cultivar Bravo, 115 dias após plena floração (DAPF), por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).....	70
Quadro B3 – Teor em nutrientes nas folhas da cultivar Bravo, à colheita, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análise efectuada no EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).....	70
Quadro B4 – Teor em nutrientes nos frutos da cultivar Bravo, 115 dias após plena floração, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).....	71
Quadro B5 – Teor em nutrientes nos frutos da cultivar Bravo, à colheita, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).....	71
Quadro B6 – Teor em nutrientes nos frutos da cultivar Bravo, após conservação em frio, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).....	72
Quadro B8 – Produção total, comercializável e refugo em número de frutos e peso, por classes de calibre. Quinta do Paço, 2009.	73
Quadro B9 – Percentagem da produção total, sem outro refugo, repartida em número de frutos e peso, por classes de calibre. Número de frutos e toneladas por hectare de outras causas de refugo e produção total sem as outras causas de refugo. Quinta do Paço, 2009.	74
Quadro B10 – Refugo total à colheita repartido pelas suas causas, bitter pit, calibre menor que 55 mm e outras causas. Refugo após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, só bitter pit. Refugo e bitter pit totais de ambas as observações, colheita e após conservação, bem como a produção total. Todos os dados agrupados em número de frutos e quilogramas por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009.....	75
Quadro B11 – Produção total em número de frutos e quilogramas por modalidade e bloco. Percentagem de refugo total à colheita, repartido pelas suas diferentes causas (bitter pit, calibre menor que 55 mm e outras causas). Percentagem de refugo (bitter pit), após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal. Percentagem de refugo e bitter pit totais de ambas as observações, colheita e após conservação. Todos os dados agrupados em percentagem do número de frutos e quilogramas por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009.....	76
Quadro B12 – Refugo total à colheita repartido pelas suas causas, bitter pit, calibre menor que 55 mm e outras causas. Refugo após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, só bitter pit. Refugo e bitter pit	

totais de ambas as observações, colheita e após conservação, bem como a produção total. Todos os dados agrupados em número de frutos e toneladas por hectare, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009.....	77
Quadro B13 – Severidade de bitter pit à colheita, expressos em número de frutos e quilogramas. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.....	78
Quadro B14 – Severidade de bitter pit à colheita, em número de frutos e peso, convertidos em percentagem do total da produção. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.....	78
Quadro B15 – Severidade de bitter pit após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, expressos em número de frutos e quilogramas. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.....	79
Quadro B16 – Severidade de bitter pit, após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, em número de frutos e peso convertidos em percentagem do total da produção. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.....	79
Quadro B17 – Severidade de bitter pit de ambas as amostragens (colheita e após conservação), expressos em número de frutos e quilogramas. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.	80
Quadro B18 – Severidade de bitter pit de ambas as amostragens (colheita e após conservação), em número de frutos e peso convertidos em percentagem do total da produção. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.	80
Quadro B19 – Calibre, número de sementes e severidade de bitter pit médios por modalidade/bloco. Quinta do Paço, 2009.	81
Quadro B20 – Dureza, índice refractométrico e calibres médios de uma amostra de 10 frutos/modalidade/bloco, realizadas à colheita e após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal. E índice de regressão do amido (IRA) médio, à colheita. Quinta do Paço, 2009.....	81

Índice de Figuras

Fig. 2.1 – Cutícula, parede celular e membrana plasmática (retidado de Boaretto <i>et al.</i> , 2003).	8
Fig. 2.2 - Representação esquemática da absorção de cálcio pela maçã, ao longo do seu período de desenvolvimento (adaptado de Gautier, 1982 e Monge <i>et al.</i> , 1994).	16
Fig. 2.3 - Manchas de bitter pit, limitadas por circunferência a tracejado e de deficiência de boro, circunferência de linha cheia.	19
Fig. 2.4 – Aspecto de uma maçã Golden Smoothee uma semana depois de ter sido infiltrada com sais de magnésio (retirado de Val <i>et al.</i> , 2002).	21
Fig. 2.5 – Cortes transversais e longitudinais de maçãs afectadas com bitter pit (A) e sãs (B). (retirado de Val <i>et al.</i> , 2002).....	22
Fig. 2.6 – Secção de maçã antes da coloração e onde se pode visualizar as manchas de bitter pit (A); Secção de maçã depois da coloração e onde se pode visualizar as manchas de bitter pit, com uma coloração mais intensa (B) (retirado de Val <i>et al.</i> , 2002).....	22
Fig. 3.1 – A. Escala de índice de severidade do bitter pit; B. Aspecto geral de fruto com índice 3 de severidade; C. Corte transversal de fruto com bitter pit.	32
Fig. 4.1 – Evolução ao longo do ciclo vegetativo do teor em nutrientes nas folhas de macieira cv. Bravo, na modalidade T (testemunha). Quinta do Paço, 2009.	36
Fig. 4.2 – Evolução ao longo do ciclo vegetativo do teor em nutrientes nos frutos, na modalidade T. Quinta do Paço, 2009.	41
Fig. 4.3 - Produção total, comercial e refugo, na cv. Bravo, nas diferentes modalidades. Quinta do Paço, 2009.	42
Fig. 4.4 – Repartição do refugo pelas suas causas, expresso em t/ha e percentagem da produção total.....	43
Fig. 4.5 – Relação entre o número de sementes e a severidade de bitter pit (n = 20).	46
Fig. 4.6 - Índice refractométrico (IR) e dureza dos frutos, à colheita e 115 dias após conservação em câmara frigorífica de atmosfera convencional, em 2009.....	47
Fig. A 1 – Localização da parcela do ensaio. Ortofotomapa (Sistema de Identificação Parcelar), IFAP, P3 2010.	57
Fig. A2 – Resultado da análise de solo da parcela do ensaio. Quinta do Paço 2009.....	58
Fig. A3 - Calendarização de tarefas realizadas no trabalho de campo. Quinta do Paço, 2009.....	63
Fig. A4 – Ficha técnica do Tudical 30 L. LUSICAL	64
Fig. A5 – Ficha técnica do Maxflow Ca. SAPEC - AGRO	65
Fig. A6 – Ficha técnica do pulverizador utilizado na aplicação do Maxflow Ca	66
Fig. A7 - Representação esquemática da parcela do ensaio. Quinta do Paço, 2009.....	67

1 - Introdução

A Bravo é a cultivar regional de macieira mais conhecida e com maior expressão na região Centro de Portugal com especial destaque para os distritos da Guarda e Viseu (IBER, 1994), região onde predominam os solos de origem granítica, pobres em cálcio e magnésio. Os frutos desta cultivar desenvolvem um sabor e aroma *sui generis*, do agrado do consumidor Português (Crespí *et al.*, 2006) e evidenciam actividades antioxidante e biológica superiores às das variedades mais comumente vendidas em Portugal, além do seu efeito fisiológico benéfico nas doenças cardiovasculares (Carvalho & Duarte, 2009). Os frutos apresentam uma cotação de mercado elevada, superior à das cultivares correntes (Crespí *et al.*, 2006), mas manifestam frequentemente prejuízos elevados por bitter pit, que é associado por diversos autores com a deficiência de cálcio nos frutos (Ferguson *et al.*, 1993; Brookfield *et al.*, 1996; Broom *et al.*, 1998; Val & Blanco, 2000).

Segundo Richardson (1992), o défice de cálcio nos frutos conduz a importantes desordens fisiológicas manifestando-se frequentemente os sintomas durante a conservação. A forma mais eficaz de aplicação de cálcio que resulta em frutos com teor suficientes deste elemento e que reduzam ao mínimo a ocorrência de prejuízos não está, no entanto, ainda cabalmente esclarecida. O teor em cálcio nos frutos depende da abundância deste elemento no solo (Casero *et al.*, 2003) e de acordo com Montull (2003) as aplicações foliares não conduzem a aumentos significativos do teor de cálcio nos frutos, sendo a entrada de cálcio no fruto feita, quase exclusivamente, via xilema. Mas, segundo Raese (1994), as aplicações foliares com cálcio são o método mais eficaz para o cálcio penetrar no fruto. Quanto à época de aplicação foliar, Vaysse *et al.* (1993) recomendam aplicações entre vingamento dos frutos e final de Julho. Trillot (1990) e Casero (1995) indicam que as aplicações mais próximas da colheita são mais eficazes.

Para além da influência na ocorrência de bitter pit, o cálcio é também referido como um elemento fundamental para uma maior dureza da polpa (Montull, 2003), factor com grande importância no manuseamento e comercialização desta cultivar de maçã.

Segundo Bramlage (1993) a concentração em cálcio nos frutos pode ser afectada por um excessivo vigor da árvore, que origina uma forte competição entre a vegetação e o fruto, sendo frequente um desequilíbrio a favor do crescimento e em detrimento da frutificação. Assim, podas severas, regas irregulares e uma fertilização abundante em azoto, podem interferir com a assimilação de cálcio (Montull, 2003).

Considerando que as maçãs da cv. Bravo apresentam frequentemente problemas associados à insuficiência de cálcio, nomeadamente elevada incidência de bitter pit, e, os solos são frequentemente pobres em cálcio, o presente trabalho teve como objectivo avaliar qual a forma mais eficaz de fornecimento de cálcio ao fruto de modo a diminuir a incidência de bitter pit. Com base neste objectivo delineou-se um trabalho experimental, realizado num pomar de macieiras Bravo em Celorico da Beira, onde se efectuou um estudo comparativo de três formas distintas de fornecimento de cálcio: a fertirrega com cálcio; a aplicação foliar com cálcio na fase inicial do desenvolvimento dos frutos e aplicação foliar com cálcio na fase final do desenvolvimento dos frutos, avaliando-se o estado de nutrição das plantas, o teor de nutrientes dos frutos, a incidência de bitter pit e a relação entre o número de sementes e a incidência de bitter pit.

Para além do estado de nutrição avaliou-se também a produção total, produção comercializável e refugo e no que respeita à qualidade dos frutos, a dureza e o índice refractométrico.

2 – O cálcio

2.1 – Cálcio no solo

O cálcio é o quinto elemento mais abundante no planeta, com uma proporção de cerca de 3,6% da crosta terrestre (Fragata, 1989). Mas a sua concentração nos solos é muito variável, podendo ir dos 16 a 20% em solos derivados de rochas-mãe ricas em cálcio a menos de 0,5% em solos arenosos. O teor em cálcio de um solo depende não só do material originário (minerais primários), mas também do grau de meteorização e lixiviação a que esse solo tem estado sujeito (Fragata, 1989; Monge *et al.*, 1994). Para além do cálcio proveniente dos minerais ricos neste elemento uma substancial quantidade de cálcio encontra-se adsorvida nos colóides orgânicos e inorgânicos do solo. Ele é normalmente o catião predominante no complexo de troca e devido à força com que o ele é retido pelos colóides ($\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{Na}^+$), seria desejável, para um correcto equilíbrio nutricional na solução do solo, que o cálcio ocupasse 60% a 80% das posições de troca (Monge *et al.*, 1994; LQARS, 2006).

O cálcio de troca é muito importante para a estrutura do solo pois promove a floculação dos colóides do solo, melhorando a sua estrutura e estabilidade, entrando em equilíbrio com o cálcio da solução do solo, onde as plantas se alimentam.

A concentração de cálcio na solução do solo é usualmente cerca de 10 vezes superior à do potássio, enquanto que a sua taxa de absorção é geralmente inferior (Mengel & Kirkby, 2001; Montull, 2003). As concentrações de cálcio adequadas a uma fácil absorção radicular, situam-se entre 0,1 a 1 mM à superfície das raízes, desde que não existam antagonismos iónicos devidos a desequilíbrios na solução do solo (Loneragan *et al.*, 1968). Estes desequilíbrios são muitas das vezes provocados por fertilizações regulares com fertilizantes ricos em potássio e que, ao longo do tempo, provocam um enriquecimento do solo neste nutriente, com o conseqüente efeito antagonico sobre a absorção de cálcio e magnésio pelas raízes. O antagonismo potássio-cálcio é particularmente notório quando, durante o crescimento do fruto, o valor desta relação entre ambos os nutrientes no extracto aquoso do solo (1:2) é superior a 10 (Jackobsen, 1993). No tocante à relação Ca/Mg no solo mais favorável à nutrição das culturas e propriedades físicas do solo está compreendido entre 2,6 e 4, de acordo com LQARS (2006).

Uma adequada absorção radicular do cálcio não está somente dependente da composição química da solução do solo, mas também de outros factores tais como má drenagem, acidez excessiva e toxicidade, que apresentam efeito negativo na absorção deste elemento (Silva, 1989).

Os solos ácidos além de serem maioritariamente deficientes em cálcio e magnésio contêm alumínio e manganês, em níveis muitas vezes tóxicos para a cultura, afectando o desenvolvimento do sistema radicular (Silva, 1989). Como consequência toda a absorção de nutrientes e água é afectada, com especial destaque para o cálcio que é unicamente

absorvido pelas extremidades das raízes jovens, onde as paredes celulares da endoderme não estão suberizadas (Val, 2003a). Este tipo de limitações pode ser contrariada pela aplicação de calcário, mais ou menos rico em magnésio, dependendo das necessidades do solo.

2.2 – Cálcio na planta

2.2.1 – Função

Segundo Casero (1995) as funções desempenhadas pelo cálcio no metabolismo dos vegetais revestem-se de extrema complexidade. Este nutriente é um dos poucos que exerce a sua função, principalmente, fora da célula vegetal, apresentando fundamentalmente funções estruturais de fortalecimento das paredes celulares e de controlo da permeabilidade e integridade da membrana (Cramer *et al.*, 1985; Casero, 1995).

O cálcio é parte constituinte da estrutura da protopectina da lamela média na parede celular, sendo o agente cimentante, que mantém as células unidas, devido ao pectato de cálcio (Alarcón, *et al.*, 2006). Na lamela média o cálcio encontra-se ligado a pectatos, essenciais para reforçar a parede celular dos tecidos das plantas, sendo a sua degradação mediada pela enzima poligalacturonase, que é inibida pela alta concentração de cálcio. Nos tecidos com baixo teor em cálcio, a acção desta enzima não é convenientemente inibida, aparecendo os sintomas típicos da deficiência de cálcio, como a desintegração e perda de consistência (dureza) da parede celular e também por conseguinte aumento da susceptibilidade dos tecidos a fungos, ou seja aceleração dos processos de senescência (Casero, 1995).

Segundo Fragata (1989), à medida que as células se desenvolvem, a área de contacto entre elas aumenta significativamente, pelo que será necessário muito mais cálcio para manter a estabilidade, afim de se evitar a acção da poligalacturonase. Ainda segundo este mesmo autor e na mesma ordem de ideias, para ocorrer a maturação do fruto é necessário um acréscimo da actividade da poligalacturonase, o que por sua vez requer a remoção de cálcio da parede, para que possa ocorrer a dissolução dos pectatos da lamela média e consequente frouxidão dos tecidos. Devido a este efeito a aplicação de cálcio retarda a maturação, senescência e abscisão dos frutos e melhora a qualidade dos mesmos. Acresce ainda, segundo Gatti (1985), que o cálcio também inibe o funcionamento do sistema produtor de etileno.

A estabilidade da membrana celular é conferida pelas pontes estabelecidas entre o cálcio e os grupos fosfato e carboxílicos dos fosfolípidos e proteínas que formam a membrana, exercendo desta forma selectividade sobre os iões absorvidos pela célula (Fragata, 1989; Casero, 1995).

A competição pelos lugares de fixação nas membranas entre o cálcio e outros catiões, como K^+ , Na^+ , Mg^{2+} e H^+ , pode conduzir à desestabilização da membrana, dado que qualquer um destes catiões não pode substituir o cálcio nas pontes de ligação (Casero, 1995;

Alarcón *et al.*, 2006). Numa situação de ausência de cálcio, outros catiões podem ocupar os locais de ligação, prejudicando a permeabilidade da membrana.

O cálcio é também necessário ao crescimento do tubo polínico. A direcção desse crescimento é controlada quimiotropicamente pelo gradiente de cálcio no meio (Sterr & Steer, 1989), e a síntese da calose é um processo regulado pelo cálcio (Kauss, 1987).

Para além do papel fundamental no crescimento o cálcio está ainda envolvido na regulação da absorção de azoto, no transporte dos hidratos de carbono e proteínas no interior da planta e na neutralização dos ácidos orgânicos (oxalato cálcico), intervindo na regulação do pH celular e sua osmo-regulação, regulando a actividade de enzimas. Além de contrariar os efeitos prejudiciais dos excessos de outros catiões (K^+ , Na^+ e Mg^{2+}) e regular a acção de fitohormonas, entre outras (Cramer *et al.*, 1985 e 1987; Cachorro *et al.*, 1994).

2.2.2 – Absorção radicular

O cálcio é absorvido pelas plantas sobre a forma iónica, catião bivalente, Ca^{2+} (Santos, 1991; Bergmann, 1992).

Segundo Val (2003a) a quantidade de cálcio absorvido pela planta é controlada geneticamente ainda que dependa da concentração deste elemento junto da raiz.

A primeira etapa para a absorção radicular do cálcio é a aproximação deste às raízes, que ocorre fundamentalmente através dos processos de intercepção radicular e fluxo de massa (mass flow).

A troca iónica por contacto resulta do contacto entre as raízes e os nutrientes presentes na solução ou adsorvidos à superfície dos colóides. As raízes, à medida que se desenvolvem, exploram novas camadas de solo, ficando a solução do solo e as superfícies que retêm os iões adsorvidos em contacto com a massa radicular (Coutinho, 1989; Santos, 1991; Pacheco *et al.*, 2002). Este mecanismo, embora com uma extensão muito variável com o volume e capacidade de troca da raiz e dos colóides do solo, apresenta um contributo relativamente baixo, uma vez que, segundo Santos (1991), as raízes ocupam apenas, em média, cerca de 1% do volume de solo. Segundo Pacheco *et al.* (2002) somente cerca de 3% dos nutrientes disponíveis no solo tem a possibilidade de entrar em contacto com as raízes. Para além disso, é importante referir que embora a morfologia da raiz seja geneticamente determinada, boa parte do seu desenvolvimento está dependente das condições envolventes (Barber *et al.*, 1963). Este conceito de intercepção radicular não é consensual (Coutinho, 1989).

Não sendo o processo de intercepção da solução capaz de satisfazer as necessidades de cálcio junto das raízes, Coutinho (1989), Santos (1991) e Pacheco *et al.* (2002) referem que o cálcio existente no solo é mobilizado e conduzido até às raízes como resultado da absorção hídrica devida ao processo de transpiração das plantas, designando-se este processo por fluxo de massa. Este é o principal mecanismo de transporte até às raízes de alguns nutrientes, em particular, do cálcio, do magnésio, do azoto e do enxofre e aí são

absorvidos ou acumulados à sua superfície.

O contributo do fluxo de massa para a aproximação dos nutrientes às raízes depende da actividade do nutriente na solução e da taxa de transpiração da planta, sendo este tanto maior quanto mais rica a solução do solo e maior a taxa de transpiração (Coutinho, 1989; Santos, 1991). A transpiração, por sua vez, depende da espécie, da sua idade e das condições exteriores como a humidade relativa do ar, a temperatura e o teor de água no solo. A manutenção de um teor adequado de água no solo é de primordial importância para que o fluxo de massa ocorra sem limitações, daí a importância do regime hídrico na nutrição (Coutinho, 1989).

No tocante ao local das raízes onde o cálcio é absorvido, também este elemento apresenta uma particularidade diferenciadora da generalidade dos nutrientes, sendo unicamente absorvido, numa zona restrita da raiz, na sua zona apical, ou seja nas extremidades das jovens raízes onde ainda não ocorreu a suberização das paredes celulares da endoderme, seguindo a via apoplasto. Contudo, a deslocação de cálcio por esta via para o xilema vai sendo progressivamente bloqueada à medida que a endoderme se suberiza e lenhifica, devido às bandas de Caspary (Fragata, 1989; Silva, 1989; Val, 2003a), sendo as mesmas consideradas por Clarkson (1984) como uma estrutura impermeável ao cálcio.

Os fluxos iónicos que, após absorção cruzam o córtex via simplasto, como é o caso do potássio, não têm que fazer face à barreira constituída pelas bandas de Caspary da endoderme, pois circulam nos plasmodesmos, sendo, por isso, absorvidos ao longo de toda a raiz. Isto justifica o facto de o potássio, apesar de se encontrar na solução do solo em concentrações aproximadamente 10 vezes mais baixas que as do cálcio, atinja na planta concentrações praticamente iguais (Fragata, 1989).

Devido ao processo de translocação via apoplasto podemos inferir da importância de uma contínua actividade radicular na optimização da assimilação do cálcio, dado esta estar restringida às raízes jovens não suberizadas. Segundo Casero (1995) existe uma interrelação directa entre a disponibilidade de substâncias elaboradas pela fotossíntese, o crescimento radicular e a absorção de cálcio.

Outro dos factores que interfere na absorção radicular é a concentração salina da solução, principalmente devido a antagonismos com o ião de sódio (Cramer *et al.*, 1989) e ao efeito competitivo das altas concentrações de outros catiões rapidamente absorvidos pela raiz, como o K^+ , Mg^{2+} , NH_4^+ e inclusive os iões H^+ ou Al^{3+} (Lucena, 1992). O antagonismo do cálcio com o potássio é mais elevado comparativamente ao do magnésio (Gautier, 1982; Vaysse *et al.*, 1993).

A forma mais efectiva de optimizar a assimilação de cálcio é manter uma contínua actividade radicular, sendo importante tudo o que a possa reforçar, nomeadamente um bom manejo hídrico e nutricional. A aplicação de estimulantes radiculares e matéria orgânica facilmente degradável, incrementa a actividade dos microrganismos do solo, enriquece a

rizosfera e melhora a macroestrutura do solo, facilitando a lavagem de íons antagónicos do cálcio como o sódio (Alarcón *et al.*, 2006).

2.2.3 – Absorção foliar

A fertilização foliar fundamenta-se na premissa de que as folhas das plantas podem absorver nutrientes (Boaretto *et al.*, 2003). Contudo, segundo estes autores, a absorção de nutrientes através das folhas não é a via normal. Val (2005) refere que a função da folha não é absorver soluções nutritivas, pelo que, só uma pequena percentagem do fertilizante se incorpora de forma efectiva. Trinidad & Aguilar (2000) referem que as folhas não são órgãos especializados para a absorção de nutrientes como são as raízes, e, como tal, estas tem estruturas anatómicas destinadas a impedir a desidratação da planta que dificultam a movimentação de gases e soluções (Rodrigues, 2003).

Após a pulverização sobre a planta, a solução nutritiva para entrar no espaço intracelular (citoplasma) terá de superar, em primeiro lugar, uma camada de cutina que forma uma película descontínua denominada cutícula, a qual é aparentemente impermeável e repelente à água devido à sua natureza lipofílica (Trinidad & Aguilar, 2000; Boaretto *et al.*, 2003; Marengo & Lopes, 2009). A cutina tem duas propriedades de extrema importância para a absorção foliar: a molhabilidade e a troca iónica. A **molhabilidade** é a propriedade que a folha tem de permitir a aderência de gotículas de solução, colocada na sua superfície, sendo medida pela quantidade de água retida por unidade de área. A **troca iónica** conferida pela sua carga negativa, resultante dos grupos, OH^- e COOH^- , que permitem atrair e reter catiões presentes nas gotículas da solução pulverizada (Boaretto *et al.*, 2003). As cargas negativas aliadas às existentes nos ectodesmos, conduzem a que a absorção de catiões pelas folhas seja mais rápida que a de aniões (Val, 2005), facto também referido por Soria (2008). Por sua vez, Silva & Rodriguez (1996) referem que a cutícula tem cargas fixas com alta afinidade para o ião de cálcio.

Depois de superada a primeira barreira os nutrientes deparam-se com uma outra, a parede celular, de natureza celulósica. Esta segunda barreira, que é composta por um emaranhado de microfibras, permite a fácil penetração e deslocação de água e solutos, nos espaços vazios intermicelares, pois esta estrutura é hidrofílica (Trinidad & Aguilar, 2000; Boaretto *et al.*, 2003; Marengo & Lopes, 2009). Os prolongamentos plasmáticos denominadas ectodesmos (actualmente também denominados de ectocitodos), são os espaços interfibras que surgem nas paredes celulares que rodeiam espaços preenchidos de ar (Soria, 2008). De acordo com o mesmo autor, estas estruturas formam um contínuo que se estende desde a parte externa das membranas celulares até ao limite interno da cutícula (Fig. 2.1), tendo como principal função a de servir de via de excreção de substâncias para o exterior. Contudo, também permitem abreviar o percurso do nutriente até à membrana plasmática, pois esta recobre os ectodesmos, sendo assim facilitada a penetração dos nutrientes na célula (Trinidad & Aguilar,

2000; Boaretto *et al.*, 2003; Marengo & Lopes, 2009).

A membrana plasmática que envolve o citoplasma (plasmalema) é a última barreira a transpor pelos nutrientes até entrar no citoplasma. (Trinidad & Aguilar, 2000; Boaretto *et al.*, 2003; Marengo & Lopes, 2009).

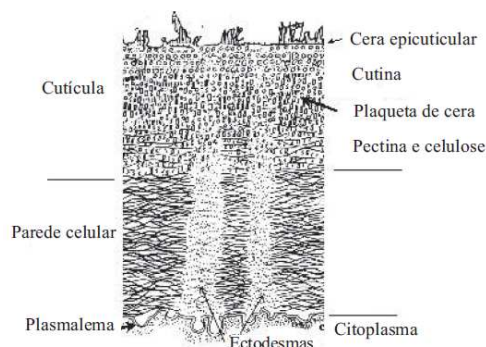


Fig. 2.1 – Cutícula, parede celular e membrana plasmática (retidado de Boaretto *et al.*, 2003).

O processo de absorção até à membrana plasmática é passivo (via apoplástica), a favor de um gradiente de concentração. A fase activa (via simplasto) do processo de absorção ocorre na passagem da membrana plasmática para o citoplasma (Trinidad & Aguilar, 2000; Boaretto *et al.*, 2003; Marengo & Lopes, 2009). No caso do cálcio o teor deste no citoplasma tem de ser mantido em níveis baixos, para facilitar a absorção.

Os factores que afectam a absorção foliar podem estar ligados à planta; às condições ambientais e à solução pulverizada (calda) (Trinidad & Aguilar, 2000; Val, 2005), tal como consta do Quadro 2.1.

Quadro 2.1 – Factores que influenciam a fertilização foliar (Adaptado de Val, 2005)

Planta	Condições ambientais	Solução pulverizada
Estrutura das folhas/frutos	Temperatura do ar	Concentração da solução
Idade das folhas/frutos	Luz, Vento	pH da solução
Página da folha	Humidade relativa	Adjuvantes (molhantes, aderentes...)
Turgescência foliar	Hora da aplicação	Tecnologia de aplicação (tamanho da gota)
Estado nutricional da planta	Precipitação	Tipo de nutriente (carga, mobilidade)

Factores ligados à planta

A **estrutura das folhas e/ou frutos** difere com a espécie e inclusivé pode diferir com a cultivar. As espécies e/ou cultivares com cutícula mais fina, alta frequência de estomas e número elevado de ectodesmos facilitam uma maior absorção de solutos (Rodrigues 2003; Soria, 2008). Pelo contrário, cutículas espessas, reduzido número de estomas e ectodesmos, assim como alta pilosidade das folhas dificultam a penetração e absorção dos solutos (Rodrigues 2003). Em relação ao número de estomas por fruto, podemos referir que o pepino apresenta uma frequência de 20-30 estomas mm^{-2} (Smith & Fleming, 1979; Ho & Adams, 1994) e o tomate menos de um estoma mm^{-2} (Blanke, 1986). Na maçã, Silva & Rodriguez (1996) referem que a absorção do cálcio pelo fruto é regulada pela permeabilidade da cutícula, na qual se encontram estomas, canais transcuticulares e lenticelas, por onde o ião de cálcio se pode movimentar.

No tocante à **idade das folhas**, a absorção de solutos em solução aquosa é mais

intensa nas folhas novas, pois a cutícula é mais fina, tendo uma menor quantidade de ceras e cutina e grandes quantidades de pectinas, as quais são hidrófilas. As folhas mais velhas tem um maior teor de ceras e cutina em resultado da sucessiva acumulação (Rodrigues, 2003). Nos **frutos**, Silva & Rodriguez (1996) mencionam que a penetração do cálcio na cutícula é mais elevada no início e no fim do desenvolvimento do fruto. No início a maior facilidade pode estar relacionada com a cutícula mais fina, à semelhança das folhas mais novas. No final poderá estar relacionada com a maior permeabilidade das lenticelas, a qual aumenta com o desenvolvimento do fruto. Estudos sobre a permeabilidade da cutícula a soluções de cloreto de cálcio indicam que a permeabilidade e o número de fendas na cutícula aumentam à medida que o fruto se desenvolve (Glenn & Poovaiah, 1985).

A absorção é normalmente mais intensa na **página** inferior da **folha**, a qual tem uma cutícula mais delgada e uma maior quantidade de estomas e ectodesmos, sendo que estes apresentam uma maior densidade sobre as nervuras e células estomáticas (Rodrigues 2003). Segundo Marschner (1995) o número estimado de ectodesmos na superfície inferior da folha é de cerca de 1010 cm⁻². Para Val (2005) os estomas e os ectodesmos, são as principais vias de entrada nas folhas, enquanto Garrido (2005), refere que a maior penetração na página inferior da folha é sobretudo devida ao maior número de ectodesmos presentes nesta face e não tanto aos estomas. Segundo Garrido (2005) os nutrientes não entram pelos estomas, pois estes estão cheios de gás e as suas paredes internas são suberizadas e cutinizadas. Contudo, a utilização de um molhante, que faça baixar a tensão superficial, pode permitir a penetração das soluções através dos estomas e das células subjacentes, podendo o número de estomas influenciar a taxa de absorção. Essa influência dá-se de forma indirecta, uma vez que quantos mais estomas mais células protectoras vizinhas, sendo estas providas de ectodesmos, logo maior o contributo para a absorção.

O **estado de hidratação** das folhas é da maior importância pois quando bem hidratadas (túrgidas) as folhas são mais permeáveis à água e solutos (Trinidad & Aguilar, 2000; Rodrigues, 2003; Coutinho, 2007). De acordo com Garrido (2005), a cutina, quando hidratada, conduz a que as lamelas se separem umas das outras, permitindo a entrada da solução. Pelo contrário, quando a cutina seca, as camadas cerosas apertam-se umas contra as outras e interditam a passagem da solução.

Relativamente ao **estado nutricional da planta**, Garrido (2005) refere que, geralmente, as plantas quando deficientes num determinado nutriente absorvem mais rapidamente do que quando já está saturada.

Factores ambientais

Segundo Val (2005), a densidade de ectodesmos, nas folhas, é muito influenciada pelas condições ambientais. As altas temperaturas, a intensa radiação solar e a carência hídrica diminuem o número de ectodesmos da folha.

Factores ambientais como temperatura, humidade relativa, vento, precipitação e luminosidade podem também influenciar o tempo de permanência e ou a velocidade de dessecamento da solução aplicada, sobre a parte aérea.

A **precipitação** pode provocar a lavagem da solução pulverizada (Marschner, 1995). Kortze (1987) aconselha renovar a pulverização foliar, se ocorrer uma precipitação superior a 15 mm, nos dias seguintes à pulverização (até 6, 7 dias). O teor em cálcio no fruto é superior quando o pulverizado deste nutriente permanece pelo menos três dias na sua superfície (Voller, 1993). Segundo Rodrigues (2003) a absorção pode manter-se durante um período alargado de tempo, mesmo quando a superfície pareça estar seca, possivelmente devido à película de humidade formada à custa da água transpirada, podendo esta água ser mais importante para a absorção que a água da solução de pulverização.

A **temperatura** e a **humidade relativa** são factores que influenciam de forma marcada a absorção foliar. Quando a temperatura é amena e a humidade relativa é elevada a absorção foliar é favorecida, pois a evaporação da solução aplicada é reduzida, ficando esta mais tempo sobre a planta, mantendo a cutícula hidratada e facilitando a absorção. Por sua vez, temperaturas elevadas conjugadas com baixos teores de humidade relativa dificultam a absorção foliar pois conduzem a uma rápida evaporação da solução das folhas, resultando num menor tempo de contacto da solução com a planta e induzem a uma maior taxa de transpiração, que, por sua vez, pode levar ao emurchecimento da planta e, por conseguinte, a uma menor permeabilidade da cutícula à solução pulverizada (Trinidad & Aguilar, 2000; Rodrigues 2003). Devido a este facto Gautier (1982) refere que não devem ser realizadas as aplicações a temperaturas do ar superiores a 25°C. A humidade relativa elevada conjugada temperatura baixa podem conduzir à formação de neblina ou orvalho, prejudicial também à absorção foliar, podendo levar mesmo à lavagem dos nutrientes (Rodrigues, 2003).

A **luz** afecta a absorção devido à sua acção sobre a fisiologia dos estomas e sobre a fotossíntese. Apesar da maior a intensidade luminosa induzir a maior absorção e translocação simplástica, esta também intensifica a produção de cera aumentando a hidrorrepelência e, por conseguinte, dificultando a penetração das soluções aquosas (Rodrigues 2003).

A **hora do dia** mais aconselhada para **aplicação** de adubos foliares é a que consiga reunir o maior número possível de factores favoráveis à absorção foliar, a qual normalmente coincide com as primeiras horas do amanhecer e anoitecer (Trinidad & Aguilar, 2000; Coutinho, 2007; Soria, 2008).

Factores ligados à solução de pulverização

Os **adjuvantes** incorporados na solução podem contribuir para um maior absorção do nutriente, pois estes podem modificar as propriedades de superfície dos líquidos, ou ter uma acção directa sobre a cutícula solubilizando-a e ou afectando a sua permeabilidade

(Trinidad & Aguilar, 2000). Estes mesmos autores referem ainda a acção benéfica de substâncias activadoras na absorção foliar, como os ácidos húmicos e a ureia. Segundo Malavolta (1986) a ureia dilata a cutícula e destrói as ceras da superfície da folha facilitando a penetração do nutriente. Os molhantes contribuem para uma maior superfície de contacto entre a solução (gota) e a folha e/ou fruto (Trinidad & Aguilar, 2000; Rodrigues, 2003).

A absorção foliar também depende do **tipo de nutriente** (Quadros 2.2 e 2.3) apresentando estes mobilidade e velocidade de absorção distintas.

Quadro 2.2 – Mobilidade comparativa de diferentes nutrientes na planta (Adaptado de Fregoni, 1986)

Muito móvel	Móvel	Pouco móvel	Muito pouco móvel
N	P	Zn	B
K	Cl	Cu	Ca
Na	S	Mn	
	Mg	Fe	

De acordo com Val (2005) a eficácia da fertilização foliar, depende, entre outros factores, da mobilidade do nutriente na planta, sendo esta eficácia elevada para os elementos com alta mobilidade no floema (K, N), o que não é o caso do cálcio, o qual apresenta uma mobilidade extremamente baixa na planta. Assim, segundo o mesmo autor, o cálcio captado pelas folhas não se redistribui aos tecidos jovens ou aos frutos, onde pode ser deficitário.

Quadro 2.3 – Taxa de absorção de diferentes nutrientes em folha de feijão (Adaptado de Fregoni, 1986)

Elemento	% do elemento absorvido depois de				
	6 h	24 h	48 h	96 h	192 h
K	50	70	80	90	95
Cl	31	40	50	60	80
Zn	30	50	60	65	70
Ca	7	28	35	50	70
P	5	15	25	35	50

Da análise dos Quadros 2.2 e 2.3, podemos verificar que o cálcio é não só um elemento de mobilidade muito reduzida mas também apresenta uma taxa de absorção muito lenta, o que implica que a solução pulverizada se tenha de manter sobre a superfície da planta em condições de ser absorvida durante um longo período de tempo.

A forma em que se encontram os nutrientes também afecta a absorção como podemos verificar no Quadro 2.4. O cálcio quando quelatado por quelatos orgânicos é absorvido de forma exponencialmente mais rápida. Este facto, deve-se ao tamanho deste tipo de quelato de cálcio (metalosatos), de 4 a 5 Å, ser significativamente menor que a molécula do quelato sintético, EDTA-Ca, com 14 a 18 Å e aos espaços existentes na membrana plasmática que são inferiores a 7 Å (Cabezas & Cárdenas, 2007). Os quelatos devido à sua carga neutra não são atraídos nem repelidos pelas superfícies de carga negativa da folha, sendo também reconhecidos pelos mecanismos de absorção como uma fonte de azoto orgânico, pelo que atingem o interior da célula de forma mais rápida e eficiente (Soria, 2008).

Quadro 2.4 – Tempo aproximado, necessário para a absorção de 50% do elemento nutritivo (Adaptado de Soria, 2008)

Minerais	Sais e Óxidos	Quelatos Sintéticos (EDTA, Sulfonato, Carboxílico, Ácido Láctico)	Quelatos Orgânicos de Aminoácidos + Proteínas
Azoto (Ureia)	1 a 6 h	1 a 6 h	< 12 min
Fósforo	15 dias	7 a 11 dias	< 2 h
Potássio	4 dias	2 dias	< 1 h
Cálcio	6 dias	3 dias	< 2 h
Magnésio (20%)	5 h	1 h	< 1 h
Cloro	3 dias	1 a 2 dias	-
Zinco	3 dias	26 h	< 2 h

Estes resultados vêm levantar a questão da composição do fertilizante foliar, podendo esta influenciar directamente nos resultados obtidos, daí o empenho da indústria no desenvolvimento de novas formulações mais efectivas. De acordo com Soria (2008), a solubilidade do nutriente na água é essencial para a sua absorção pelas folhas ou por outro órgão da planta, pelo que todos os sais insolúveis, nos quais se incluem os óxidos, a maioria dos hidróxidos, carbonatos, fosfatos e alguns sulfatos, não podem ser absorvidos pela planta, ficando na superfície externa da planta, como mineral não disponível. Por sua vez a maioria dos quelatos são totalmente solúveis em água.

Decorrente das propriedades da cutina, a absorção dos nutrientes está relacionada com a troca iónica da folha. Os iões monovalentes (K^+ e NH_4^+) penetram com maior facilidade do que os bivalentes (Ca^{2+} e Mg^{2+}), pois estes últimos tem de trocar com dois H^+ , enquanto os primeiros apenas com um H^+ , logo os iões com menor número de valências penetram melhor nos tecidos da planta (Trinidad & Aguilar, 2000).

O **pH da solução** nutritiva, em geral, deve ser ligeiramente ácido (Soria, 2008), pois favorece a absorção (Garrido, 2005).

No tocante à **concentração da solução**, Garrido (2005) refere que quanto maior a concentração, mais favorecida é a sua absorção. Contudo soluções muito concentradas podem conduzir a fitotoxicidade, provocando queimaduras nas folhas e frutos.

A **tecnologia de aplicação**, também interfere com a absorção de nutrientes. A pulverização deve objectivar ambas as páginas das folhas, mas com especial ênfase para a página inferior, pois como referido anteriormente é onde a absorção é superior. A aplicação foliar de fertilizantes deve ser efectuada com pulverizadores de alto volume e as gotículas devem ser pequenas, pois tem um menor risco de provocar queimaduras e de se perderem por escorrência (Coutinho, 2007). Rodrigues (2003) refere que o tamanho das gotículas deve variar com a molhabilidade da cutícula, a formulação da solução, o estado fisiológico da planta e a capacidade de absorção das folhas.

2.2.4 – Translocação

Uma vez absorvido o cálcio é translocado no xilema, considerada a principal via de translocação deste nutriente na macieira. Esta translocação, tal como na raiz, é um processo essencialmente passivo, com sentido ascendente, impulsionada pela corrente de transpiração

(Fragata, 1989 e Silva, 1989). Este movimento implica o intercâmbio iónico do cálcio nas paredes dos vasos do xilema e dos feixes vasculares (Val & Blanco, 2000). O cálcio pode deslocar-se através de permuta iónica, ou seja, o cálcio absorvido nos centros de carga negativa presentes nas paredes do xilema troca com outros catiões, conduzindo esta troca, neste tipo de coluna de intercambio iónico, à deslocação ascendente do cálcio (Fragata 1989 e Silva, 1989). Segundo estes autores a natureza desses centros de troca, com capacidades de troca iónica, não é inteiramente conhecida, embora segundo Fragata (1989) é lógico pensar na lenhina, proteínas das membranas protoplasmáticas, grupos polares dos fosfolípidos e grupos carboxílicos das substâncias pécnicas.

Segundo Val (2003a) a mobilidade do cálcio no xilema pode ser potenciada pela presença de outros catiões bivalentes, que competem com o cálcio pela adsorção nos locais de troca catiónica ou por quelatização do ião de cálcio.

O cálcio que entra no xilema pode aí ser translocado como ião livre (Ca^{2+}) ou como cálcio complexado por ácidos orgânicos, tais como o ácido cítrico e málico (Vang-Petersen, 1980; White *et al.*, 1981), ou ainda ficar retido em locais de troca das paredes xilémicas (Silva, 1989).

A retenção do cálcio resulta do facto dos tecidos em crescimento, como os frutos, folhas e ápices dos lançamentos, terem necessidade de cálcio nos centros de troca, uma vez que a divisão celular conduz à formação de novos centros de ligação, que por sua vez requerem o elemento. Por isso, o movimento no apoplasto dá-se no sentido das novas células em formação (Fragata, 1989; Silva, 1989). Este movimento do cálcio pode ser induzido pelo ácido indolacético (IAA), que activa uma bomba de fluxo de protões, localizada nas zonas de alongamento do ápice da parte aérea da macieira e aumenta a formação de novos centros de troca iónica, convertendo-se a parte terminal em crescimento num receptor de cálcio (Fragata, 1989).

Hertel (1983) refere que o IAA poderia influenciar a entrada de cálcio, e permitir o co-transporte de IAA e Ca^{2+} contra os seus respectivos gradientes electroquímicos. A presença das auxinas provocaria a libertação do cálcio dos vacúolos e paredes celulares elevando a concentração Ca^{++} no citoplasma, que poderia actuar, via calmodulina, como um mensageiro acoplado à auxina. O crescimento induzido pelas auxinas conduz a um aumento do cálcio citoplasmático o que poderia estimular o fluxo vesicular desde o aparelho de Golgi até à parede celular, incrementando a síntese destas e a sua renovação, que por sua vez aumentaria a taxa de alongamento (Ayling & Clarkson, 1996). Felle (1988) e Banuelos *et al.* (1987) fazem menção ao mecanismo de transporte do cálcio controlado pelo IAA.

O transporte de cálcio na planta, ou seja, o fluxo no xilema, poderá também ocorrer por acção da pressão radicular, sobretudo à noite, quando a actividade radicular é maior e a transpiração é diminuta (Bradfield & Guttridge, 1984). Este processo é favorecido se ao nível do solo existirem condições favoráveis à absorção de água, tais como um nível

adequado de água, temperaturas amenas (estimulam a absorção de água e nutrientes), fertilizações equilibradas (mantenham uma baixa razão sais totais/cálcio) e um bom arejamento (Shear, 1982), e a nível das condições atmosféricas se verifique uma temperatura e humidade elevadas. Segundo Mengell & Kirkby (2001) este, processo é raro, ocorrendo em algumas árvores da floresta tropical, em locais húmidos onde por vezes a água precisa de ser eliminada do organismo.

Embora a translocação do cálcio seja realizada através do xilema alguns autores indicam que também o floema pode realizar o transporte de cálcio em longas distâncias. Contudo a concentração de cálcio no floema é muito baixa, da ordem da concentração do cálcio citoplasmático livre (Val, 2003a) que normalmente varia entre 0,1 e 1 μM (Williamson & Ashley, 1982). Os órgãos da planta, com baixa taxa de transpiração, preferencialmente abastecidos via floema, como os frutos em alongamento celular e os órgãos de reserva, apresentam um baixo teor em cálcio (Kirkby & Pilbeam, 1984). O teor em cálcio nas folhas (com grande taxa de transpiração) e jovens lançamentos (com grande actividade meristemática) é proporcionalmente maior que o encontrado nos frutos e sementes (Lucena, 1992; Alarcón *et al.*, 1999).

Montull (2003), refere a este respeito, que ensaios realizados com isótopo radioactivo de cálcio, ^{45}Ca , provaram a diminuta concentração deste elemento no floema, facto que se reflecte na sua praticamente nula mobilidade.

A baixa concentração de cálcio no floema conduz a que os órgãos da planta já totalmente desenvolvidos, como por exemplo frutos ou folhas, onde não se formam novos locais de troca, fiquem mais dependentes do fornecimento de cálcio através do fluxo de transpiração. Se estes órgãos já desenvolvidos não possuírem uma alta taxa de transpiração, como é o caso dos frutos, após os primeiros estádios de divisão celular, ficam susceptíveis à carência deste elemento (Silva, 1989).

A capacidade de redistribuição do cálcio na árvore, após depositado num determinado tecido é muito reduzida, ficando grande parte dele imóvel (Kirkby & Pilbeam, 1984 e Alarcón *et al.*, 2006). Segundo estes mesmos autores muitas das desordens nutricionais, nomeadamente o bitter pit, são devidas mais do que a uma baixa absorção de cálcio, à limitada capacidade das plantas regular a distribuição interna deste elemento em relação às necessidades dos órgãos com baixa transpiração. As primeiras necessidades de cálcio, no início de um novo ciclo vegetativo, são supridas através de cálcio translocado das reservas do ano anterior, situadas na raiz e ramos inferiores (Terblanche *et al.*, 1979).

O grau de fornecimento de cálcio a cada tipo de órgão dependerá, segundo Silva (1989), do equilíbrio entre a taxa de transpiração e os locais em crescimento, fornecendo a planta cálcio aos órgãos com maior taxas de transpiração geralmente durante o dia e, durante a noite, aos de maior actividade meristemática. Segundo Alarcón *et al.*, (2006) a distribuição de cálcio aos tecidos com reduzidas taxas de transpiração é favorecida durante a

noite, quando a humidade tende a aumentar e o nível de transpiração foliar a descer acentuadamente. Este processo pode ainda ser reforçado pelo aumento da pressão do fluído xilémico que surge em maior quantidade devido à maior actividade radicular durante a noite. Contudo a capacidade da planta regular a distribuição do cálcio entre os tecidos em crescimento e os órgãos com baixa taxa de transpiração é limitada (Fragata, 1989).

2.2.5 – Cálcio no fruto

2.2.5.1 – Acumulação

A acumulação de cálcio nos frutos é regida segundo Casero (1995) por factores fisiológicos da planta e do fruto, contudo existem factores culturais e ambientais que influenciam a absorção e fixação de cálcio.

O facto do cálcio ser um elemento muito pouco tóxico para os vegetais, as concentrações muito altas deste elemento poucos efeitos negativos provocam (Val, 2003a; Lucena 1992).

Para se obterem frutos com boa qualidade e principalmente com bom poder de conservação é necessário que estes tenham um nível adequado de cálcio e em equilíbrio com outros nutrientes (Casero, 1995). A acumulação de cálcio tanto nas folhas como nos frutos é um processo lento, mas contínuo ao longo de todo o ciclo vegetativo.

Nas folhas a concentração de cálcio vai aumentando progressivamente com a idade, sendo este um dos macronutrientes que apresenta os níveis mais elevados (Casero, 1995; Alarcón, *et al.*, 2006). Este facto é também mencionado por Alarcón *et al.* (1998) que referem que a acumulação ao longo do tempo de formas insolúveis orgânicas ou inorgânicas de cálcio nas folhas conduz a que a concentração deste elemento nas folhas mais velhas seja cerca de 10 vezes superior ao das folhas jovens, pois ao ser um elemento pouco móvel na planta, tende a acumular-se nos órgãos mais velhos. Quando há carência esta manifesta-se em primeiro lugar nas partes novas da planta onde existe uma maior actividade metabólica, nomeadamente folhas em crescimento, flores, frutos e meristemas apicais (Monge *et al.*, 1994).

O teor foliar alto de cálcio, só por si, não significa que os frutos não possam apresentar problemas relacionados com a falta deste elemento, pois, como já foi referido as plantas tem uma capacidade limitada em regular a distribuição interna do cálcio. O cálcio pode ser transportado em quantidades superiores às necessidades para locais com maior taxa de transpiração, como as folhas, sendo aí acumulado, sobretudo nos vacúolos na forma solúvel, neutralizado por iões orgânicos (malato) ou inorgânicos (nitratos) ou precipitado na forma de oxalato e/ou fosfato de cálcio, sendo a taxa de redistribuição do cálcio depositado muito reduzida, daí que, o nível foliar de cálcio não é, frequentemente, um método eficaz para estimar o teor do mesmo nos frutos (Alarcón, *et al.*, 2006).

Apesar de não existir uma estreita correlação entre o teor de cálcio nas folhas e nos frutos (Marcelle, 1990), segundo Faust, (1989 e 1991) quando os teores foliares de cálcio

em inícios a meados do Verão forem de 1,7% a 1,8% na matéria seca, significa que a entrada de cálcio no fruto foi contínua, sendo muito provável que estes tenham acumulado teores suficientes deste elemento.

A nível do fruto distinguem-se normalmente duas fases na acumulação de cálcio (Fig. 2.2).

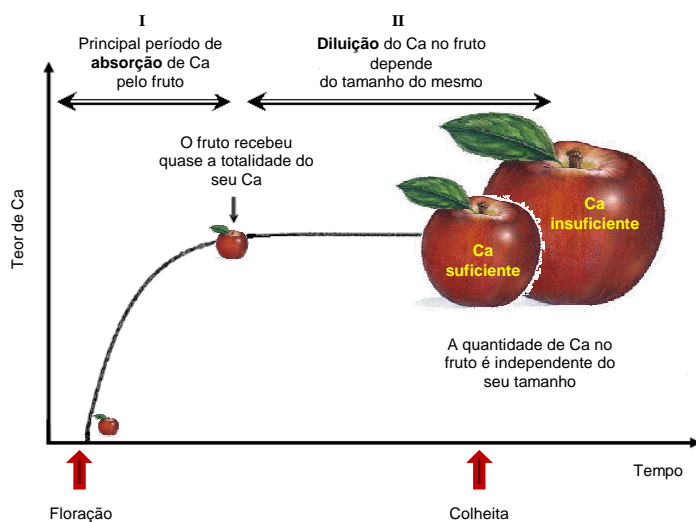


Fig. 2.2 - Representação esquemática da absorção de cálcio pela maçã, ao longo do seu período de desenvolvimento (adaptado de Gautier, 1982 e Monge *et al.*, 1994).

A **fase I** que ocorre durante as primeiras 4 a 6 semanas após a plena floração (Faust, 1991) ou, segundo Cline *et al.* (1991), 10 a 14 semanas, corresponde à fase de multiplicação celular na qual a absorção de cálcio pelo fruto é rápida e contínua (Trillot, 1990). Neste período é acumulado cerca de 90% da quantidade de cálcio que migra até ao fruto (Faust, 1989). Em trabalhos desenvolvidos por Casero *et al.* (1998) este valor foi aproximadamente 70%. É uma fase em que a concentração de cálcio no fruto é alta, pois estes tem uma relação superfície/volume elevada, uma cutícula permeável, altas taxas de transpiração e fotossintéticas, grandes necessidades de água e relativamente poucas de fotoassimilados, sendo, quase exclusivamente, abastecidos via xilema, com um bom fluxo de cálcio para os frutos (Casero, 1995). Casero *et al.*, (1998), referem que foi nesta fase, mais propriamente durante o mês de Maio, registaram as maiores taxas de acumulação de cálcio, tendo obtido valores até 100 $\mu\text{g Ca/fruto}$ e dia. De acordo com Casero (1995) esta fase de multiplicação celular dos frutos é de primordial importância na assimilação de cálcio, devendo dar atenção a todos os factores que possam influenciar negativamente ou positivamente esta acumulação, como o crescimento vegetativo, teor de humidade no solo e de outros elementos, nomeadamente, o K, Mg, NH_4^+ e B.

A **fase II** corresponde ao período do crescimento celular, desde o final da fase I até à colheita. Neste período de maior crescimento do fruto, a relação superfície/volume do fruto vai diminuindo e a sua epiderme torna-se menos permeável. Os frutos vão transpirando e fotossintetizando menos, passando a receber os fotoassimilados principalmente das folhas via floema, o qual, tal como referido anteriormente, veicula uma baixa concentração de cálcio. Este facto, leva a que chegue uma escassa quantidade de cálcio aos frutos, que aliado

a um crescimento mais rápido dos mesmos, conduz à diminuição da concentração em cálcio devido à diluição do cálcio anteriormente acumulado (Casero, 1995). Casero *et al.* (1998), referem que nesta fase registaram níveis baixos de absorção, praticamente durante todo o Verão, apesar de um ligeiro incremento no final do desenvolvimento dos frutos.

Em síntese, podemos referir que a acumulação mais significativa de cálcio nos frutos ocorre nas fases iniciais do seu desenvolvimento, seguindo acréscimos deste nutriente pouco significativos, o que conduz essencialmente a uma diluição do cálcio com o aumento de tamanho do fruto. Assim, de um modo geral, frutos de maior calibre apresentam uma maior diluição do cálcio e por consequência uma menor concentração deste elemento (Ferguson *et al.*, 1993; Bergmann, 1992; Broom *et al.*, 1998).

2.2.5.2 – Gradientes de concentração

No início do desenvolvimento das maçãs o cálcio encontra-se igualmente distribuído por todo o fruto, mas ao longo do seu desenvolvimento vão-se formando gradientes de concentração transversais e longitudinais. Nos gradientes de concentração transversais, verificou-se que o teor em cálcio vai aumentando da polpa para a epiderme, onde são mais elevados (Gautier, 1982; Faust, 1989). Contudo, Perring & Pearson (1986); Perring (1986) e Aznar *et al.* (2001) referem que para além do gradiente crescente da polpa para a epiderme, existe um teor igualmente alto junto do endocarpo. Faust & Korcak (1990) referem que junto à epiderme e endocarpo o teor em cálcio é cerca de duas a quatro vezes superior à da polpa.

Quando consideramos os gradientes de concentração longitudinais, o teor em cálcio na maçã decresce desde o pedúnculo até ao cálice (Silva & Rodriguez, 1996), à semelhança do observado no pepino (Frost & Kretchman, 1989), no Kiwi (Clark & Smith, 1991) e no melão (Sánchez *et al.*, 1997). Odet & Dumoulin (1993) referem que este gradiente de concentração longitudinal deve-se ao facto da generalidade do cálcio ser transportado pelos vasos do xilema e a sua densidade diminuir gradualmente do pedúnculo para o cálice. Este facto, pode explicar a razão do bitter pit, ser frequentemente mais intenso na zona mais próxima do cálice do fruto (Perring, 1986), onde o gradiente da concentração em cálcio é mais baixo. Este gradiente longitudinal pode ser atenuado por uma adequada nutrição em boro, pois este elemento favorece a translocação do cálcio desde um extremo ao outro do fruto (Carpena-Ruiz *et al.*, 1994; Combrink *et al.*, 1995).

2.3 - Fisiopatias dos frutos relacionadas com o cálcio

O cálcio está associado à qualidade do fruto. Marschner (1995) refere que os processos de senescência são aceleradas nos frutos com baixas concentrações em cálcio e que um maior conteúdo deste elemento nos frutos ajuda a prevenir ou a diminuir a incidência de doenças de conservação. Vaysse *et al.* (1993) referem que um bom teor em cálcio reduz o aparecimento de microfissuras na epiderme dos frutos, diminuindo a degradação interna e as doenças de conservação.

O bitter pit é o acidente fisiológico da maçã mais relacionado com níveis baixos de cálcio no fruto (Ferguson *et al.*, 1993; Brookfield *et al.*, 1996; Broom *et al.*, 1998; Val & Blanco, 2000). Fallahi *et al.* (1997) caracterizam os acidentes fisiológicos associados à deficiência e/ou à má distribuição do cálcio na maçã em Senescent breakdown (decomposição senescente, podridão), Internal breakdown (decomposição interna) e Lenticel breakdown (decomposição lenticelar), ocorrendo apenas em conservação e os que podem ocorrer no pomar e/ou após conservação, tais como o Cracking (rachamento), a Vitricência e a Lenticel blotch (mancha lenticelar), estando o bitter pit neste último grupo.

2.3.1 - Bitter pit

O bitter pit, ou mancha amarga, é uma fisiopatia que ocasiona grandes perdas económicas devido à depreciação comercial que origina e cujo nome foi inspirado no facto de este tecido lesionado ter um gosto amargo.

O bitter pit caracteriza-se pelo aparecimento de pequenas manchas encortiçadas inicialmente incolores (esverdeadas) e que vão adquirindo uma tonalidade castanha (Monge *et al.* 1994). Estas manchas arredondadas de 1 a 4 mm (Fragata, 1989), 3 a 5 mm (Chen, 1990), 2 a 6 mm (Monge *et al.*, 1994), 2 a 10 mm de diâmetro, dependendo da variedade (Kidd, 1991), localizam-se normalmente em zonas isoladas do exterior da polpa, sobretudo a 1-2 mm abaixo da epiderme (Monge *et al.*, 1994). De acordo com Faust & Shear (1968), quando em reduzido número, as manchas localizam-se sobretudo junto ao cálice, mas quando numerosas, grande severidade, espalham-se por todo o fruto. Segundo Chen (1990) e Kidd (1991) as manchas ocorrem geralmente perto do cálice da fruta, podendo estender-se a outras áreas em cultivares altamente susceptíveis. Por vezes, mais tarde, podem tomar o aspecto de pequenas depressões (pit) sob a epiderme do fruto, mas nem sempre isso ocorre, sendo para tal necessário que a polpa obtenha um determinado teor de dessecação para que sejam aparentes (Fragata, 1989). De acordo com Monge *et al.* (1994) quando o fruto está na árvore os sintomas podem passar despercebidos, sobretudo se o regime hídrico é adequado, mas manifestam-se claramente e de forma mais acentuada após um período de 6 a 12 semanas de conservação a 3-4°C. Kidd (1991) refere que os sintomas do bitter pit estão totalmente desenvolvidos após 1 ou 2 meses de armazenamento. Val *et al.* (2002), num ensaio desenvolvido numa parcela com historial de bitter pit, verificaram que à colheita apenas um reduzido número de maçãs apresentava os sintomas desta fisiopatia mas, após dois meses de conservação em frio, mais de 80% das maçãs apresentavam sintomas.

O bitter pit é uma fisiopatia do tipo encortiçamento (corking disorders), sendo as diferenças entre elas difíceis de identificar. Em especial destaca-se a deficiência de boro (Cork spot) cujos sintomas são semelhantes ao bitter pit (Fig. 2.3). Nesse sentido é necessário observar a localização das manchas no fruto, época de ocorrência das mesmas e condições ambientais em que se formaram (Silva 1989) para uma correcta distinção.

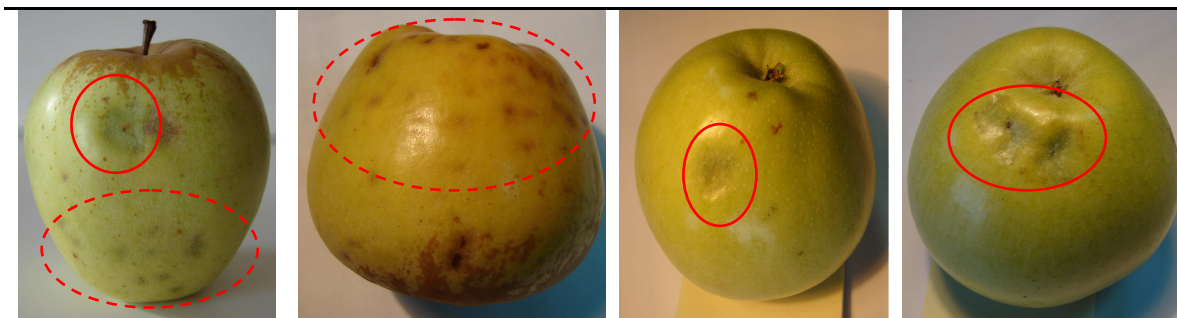


Fig. 2.3 - Manchas de bitter pit, limitadas por circunferência a tracejado e de deficiência de boro, circunferência de linha cheia.

As manchas do bitter pit localizam-se sobretudo na zona do cálice enquanto que as do boro tem uma localização irregular, são geralmente em reduzido número, de maior dimensão e mais profundas, apresentam cor verde baço nas cultivares amarelas e cultivares verdes e estão rodeadas por um halo (Gautier, 1982).

No caso da carência do boro as manchas surgem durante o crescimento dos frutos, ou seja, com os frutos ainda verdes (Gautier, 1982) e as manchas de bitter pit, geralmente, só se tornam visíveis após um período de armazenamento no frio, ou, ocasionalmente, no momento da colheita (Gautier, 1982; Fragata, 1989; Kidd, 1991). Uma forma de distinção do bitter pit da carência de boro é a resistência ao tacto da mancha, cedendo com maior facilidade à pressão a epiderme de manchas de bitter pit (Faust & Shear, 1968).

2.3.1.1 - Possíveis causas

De uma forma geral todos os autores concordam que o bitter pit é um fenómeno complexo e que o seu desenvolvimento depende de uma série de factores que podem incluir as condições climáticas e do solo, aspectos nutricionais e culturais e as próprias condições de armazenamento.

A causa mais comumente aceite é a que relaciona a incidência do bitter pit com a **nutrição**, nomeadamente à deficiência de cálcio e/ou um excesso de potássio ou magnésio no fruto. Segundo Fallahi *et al.* (2010) e Fragata (1989) a primeira vez que esta fisiopatia foi associada com a deficiência de cálcio nos frutos foi no trabalho de De Long (1936), onde o autor refere determinações analíticas de P, Ca, Mg e K em cinzas de maçãs sem sintomas de bitter pit e com sintomas em diferentes intensidades, tendo verificado que o teor em cálcio nos frutos decrescia à medida que a severidade da fisiopatia aumentava. Nesta mesma linha, Perring (1986) aponta uma correlação negativa entre a incidência de bitter pit e a concentração de cálcio nos frutos.

Apesar da importância dada ao cálcio, outros nutrientes também são susceptíveis de contribuir para a manifestação do bitter pit, com especial destaque às relações do cálcio com o potássio e o magnésio. Tomala (1997) refere que a relação K/Ca é o um bom indicador para prever a ocorrência desta fisiopatia. As relações Mg/Ca e (K+Mg)/Ca são as preferidas por Ferguson & Watkins (1992) para a previsão do bitter pit.

Outra das teorias para o bitter pit foi descrita por Steenkamp & Terblanche (1983) que propõem que durante a fotossíntese, para além dos produtos esperados são também produzidas substâncias tóxicas, como os ácidos oxálico e cítrico, que a generalidade dos organismos vivos tem formas de eliminar. Contudo as plantas carecem desses mecanismos para os eliminar, pelo que, tentariam metabolizar estes compostos através de cristalizações ou formação de substâncias complexas com o cálcio, que seria a forma mais eficaz de os neutralizar, pois é uma reacção física que não implica dispêndio de energia. Esta excreção do excesso de **ácidos orgânicos** indesejáveis ocorreria na fase terminal, através dos feixes capilares que se localizam principalmente no cálice da maçã. Não sendo a quantidade de cálcio suficiente para neutralizar estes ácidos, poderia ocorrer a morte das células em determinadas partes da maçã, o que conduziria às pequenas manchas escuras conhecidas como bitter pit.

Mais recentemente Saure (1996) propõe que a principal causa do bitter pit é o aumento do teor de **giberelinas** no fruto, o qual ocorre no fim da estação de crescimento devido a uma excessiva actividade radicular. Este aumento do teor de giberelinas no fruto provocaria um incremento da permeabilidade das membranas celulares, junto dos vasos vasculares, tornando assim os frutos mais sensíveis ao stress hídrico em pós colheita, e portanto ao bitter pit. Nesta explicação o papel do cálcio é remetido para segundo plano, pois, embora a sua presença contribuísse para a estabilização das membranas, reduzindo a sua permeabilidade, as altas concentrações de giberelinas impediriam o seu movimento no fruto. Esta teoria acenta na facto de aplicações de reguladores de crescimento que inibam a formação de giberelinas levarem à redução da incidência do bitter pit, independentemente da concentração de cálcio.

Hertel (1983) e Banuellos *et al.* (1987) relacionam a incidência de bitter pit com a quantidade de **auxinas** no fruto. Quando esta não é suficiente estará interrompida uma das vias de transporte de cálcio até o fruto e, portanto, ao não chegar cálcio suficiente ao fruto teremos o desenvolvimento do bitter pit. Ainda nesta perspectiva, Brookfield *et al.* (1996) e Broom *et al.* (1998), referem que existe um efeito positivo entre o número de sementes viáveis nos frutos e a incidência de bitter pit e ou teor de cálcio. Frutos com maior número de sementes viáveis tem geralmente uma menor incidência desta fisiopatia.

Apesar de os frutos afectados por bitter pit conterem um menor teor de cálcio em confrontação com os sãos, nas manchas de bitter pit ocorre o inverso, ou seja, têm um teor em cálcio mais elevado que o tecido são (Val *et al.*, 1998; Aznar *et al.*, 2001).

2.3.1.2 – Métodos de previsão

Os métodos de previsão da incidência de bitter pit são de primordial importância pois permitem determinar o potencial de desenvolvimento da fisiopatia evitando, assim, o

armazenamento prolongado de frutos com alta susceptibilidade, com todos os custos a isso agregados.

Entre os métodos de diagnóstico (detecção) do bitter pit temos:

- a análise mineral dos frutos;
- a indução de manchas encortçadas mediante infiltrações com magnésio;
- a análise floral como método de previsão do estado nutricional do fruto.
- a coloração selectiva de cálcio em secções de fruto;
- a coloração polifenoloxidase em secções de maçã;

A **análise mineral de frutos** baseia-se na comparação dos níveis de cálcio e sua relação com outros nutrientes, em amostras de frutos colhidas pouco tempo antes da colheita, com padrões que garantem a ausência de bitter pit (Marcelle, 1990).

A **infiltração de magnésio ($MgCl_2$) em frutos** tem por base o antagonismo, a nível celular, entre o cálcio e o magnésio. E como tal, parte do cálcio é substituído pelo magnésio, nos sítios de ligação, promovendo a indução de lesões semelhantes ao bitter pit, tal como se pode observar na Fig. 2.4 (Val *et al.*, 2002). O número de lesões provocadas pelo método é proporcional ao teor de magnésio existente na casca e inversamente relacionado com o conteúdo de cálcio (Kim & Lee, 2000). Este método pode ser realizado duas a três semanas antes da colheita (Val *et al.*, 2002) e está a ser aplicado em grande escala no Chile (Sestari *et al.*, 2009).

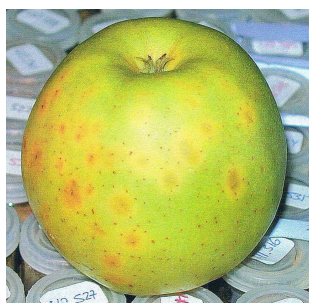


Fig. 2.4 – Aspecto de uma maçã Golden Smoothie uma semana depois de ter sido infiltrada com sais de magnésio (retirado de Val *et al.*, 2002).

A **análise floral**, tem permitido realizar uma previsão do estado nutricional, muito precoce e um diagnóstico preciso de desordens nutricionais (Sanz & Marchin, 1999). As flores, devido à sua curta duração, estão menos expostas ao efeito das práticas culturais e às complexas transformações metabólicas que caracterizam as folhas e frutos. Para além disso a flor é a origem do fruto e a fase inicial da formação do fruto é de primordial importância no desenvolvimento do bitter pit. De acordo com trabalhos desenvolvidos entre 1995 e 1997, Sanz & Marchin (1999) puderam constatar que a concentração de cálcio nas flores da macieira está relacionada com a incidência do bitter pit. Estudos mais recentes reforçam a existência de uma correlação entre os teores de nutrientes em flores e frutos (Val *et al.*, 2002).

O método da **coloração selectiva de cálcio** em secções de fruto, consiste numa simples reacção colorimétrica, ao colocar-se em contacto, durante alguns segundos, uma secção de fruto, transversal e ou longitudinal recém cortada o mais perfeita possível, sobre um papel de filtro especial impregnado de uma mistura de reagentes (Val *et al.*, 1999; Val,

2003b). O resultado final deste teste é o ilustrado na Fig. 2.5, onde a coloração vermelho intenso, em A, corresponde às zonas afectadas pelo bitter pit (com maior teor de cálcio) e o tecido envolvente apresenta uma coloração menos intensa (menor teor em cálcio). Da comparação de A com B, podemos observar uma coloração mais intensa em B (fruto são com maior teor em cálcio) (Val *et al.*, 2002).

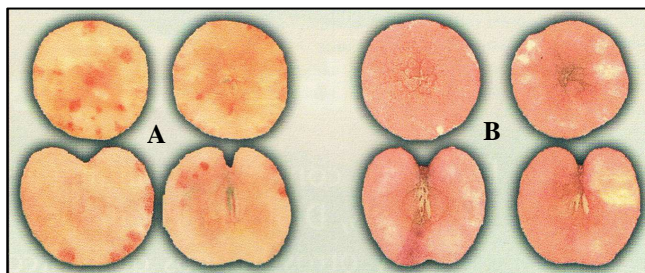


Fig. 2.5 – Cortes transversais e longitudinais de maçãs afectadas com bitter pit (A) e sãs (B). (retirado de Val *et al.*, 2002).

O método da **coloração da polifenoloxidase** em secções de maçã baseia-se num método colorimétrico que revela visualmente a actividade da enzima polifenoloxidase, a qual em conjunto com a enzima peroxidase, são as responsáveis pelo escurecimento das manchas do bitter pit (Val *et al.*, 2002). Na Fig. 2.6, podemos observar as zonas de bitter pit com uma cor mais intensa que os restantes tecidos.

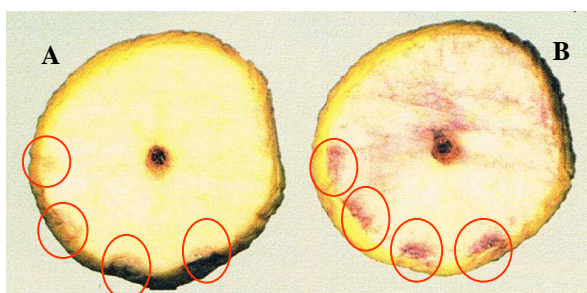


Fig. 2.6 – Secção de maçã antes da coloração e onde se pode visualizar as manchas de bitter pit (A); Secção de maçã depois da coloração e onde se pode visualizar as manchas de bitter pit, com uma coloração mais intensa (B) (retirado de Val *et al.*, 2002).

2.3.1.3 – Teor de cálcio no fruto

Wills *et al.* (1976) referem um teor de **cálcio** óptimo de 2,5 a 4 mg Ca/100 g de peso fresco, ressaltando que esta concentração varia com a cultivar e as condições do ano. Por sua vez, Turner *et al.* (1977) referem que a rejeição de todos os frutos com menos de 4 mg de Ca/100g de peso fresco reduz em aproximadamente 20% a incidência do bitter pit. Steenkamp & Terblanche (1983) referem 5,5 mg de Ca/100 g de peso fresco como limite a partir do qual não se observa o desenvolvimento do bitter pit. Perring (1986), trabalhando com a cultivar Egremont Russet, e Chen (1990), trabalhando com a cultivar Cox's Orange Pippin, referem o valor de 5 mg de Ca/100 g de fruto como o limiar da concentração de cálcio acima do qual seria improvável o aparecimento do bitter pit. Richardson (1992), indica como limiar para a generalidade das cultivares de maçã um valor de 3 a 4 mg/100g de peso fresco, enquanto o valor crítico de 3,5-4 mg/100g de peso fresco é referido por Alarcón *et al.* (2006).

Para além do teor de cálcio nos frutos é também aconselhável analisar as suas

relações com outros nutrientes, principalmente K, Mg, N e B. A este respeito Tomala (1997) refere que a relação **K/Ca** é o um bom indicador para prever a ocorrência desta fisiopatia não aconselhando o armazenamento dos frutos com uma relação maior que 36, valor também considerado por Pratella (1996) como limite. Os baixos valores da razão K/Ca são favoráveis a uma boa conservação, pois correspondem a altos teores de cálcio. Werth (1995) refere que K/Ca deve ser inferior a 30. Gagnard (1980) aconselha valores de K/Ca inferiores a 26. Piestrzeniewicz & Tomala (2001) referem que apenas 2% das maçãs Jonagold podem ser afectadas desde que a relação K/Ca não exceda 28. Aznar *et al.* (1999) referem que o risco de bitter pit aumenta consideravelmente quando os valores desta relação ultrapassa os 25, em frutos colhidos entre 80-100 dias após a plena floração.

O **potássio** é um antagonista do cálcio na transpiração e dificulta a sua absorção, pelo que o conteúdo de cálcio está correlacionado negativamente com os aumentos de potássio tanto na folha como no fruto (Vang-Petersen, 1980). O **magnésio**, ao ter uma actividade química similar à do cálcio, pode competir com ele, podendo afectar a sua absorção e translocação (Bramlage, 1993). Pratella (1996) verificou que a incidência de bitter pit era substancialmente menor quando a relação **Mg/Ca** passava de 1,2 para 1. Para garantir uma boa conservação a relação **(K+Mg)/Ca** não deve ser superior a 30 (Roca *et al.*, 1993; Casero, 1995) ou a 26,8, segundo Graef *et al.* (1989).

Para Graef *et al.* (1989), os níveis de cálcio nas frutos e as relações K/Ca e (K+Mg)/Ca, podem ser utilizadas como uns bons indicadores de qualidade, permitindo diferenciar qual o destino mais adequado a dar aos diferentes lotes de fruta (expedição imediata ou conservação por um período mais ou menos longo).

O **azoto**, tal como o K e Mg, também é preferencialmente transportado via floema, exercendo contudo influência no movimento e distribuição do cálcio. As aplicações, na forma amoniacal, conduzem a uma redução da absorção e translocação do cálcio, devido principalmente ao efeito competitivo do NH_4^+ , tendo assim um efeito directo na incidência do bitter pit (Fallahi *et al.*, 1997). Mas, se a aplicação for efectuada na forma de nitrato, a absorção do cálcio aumenta induzindo, no entanto, a uma maior produção de ácidos orgânicos do que a fertilização com amónio (Kirby & Mengel, 1976). O cálcio, por sua vez, pode unir-se ao ácido oxálico (ácido orgânico), que se formou no processo de carboxilação (o qual é incrementado com o aumento de hidroxilos que se libertam na redução dos nitratos) fixando-se e bloqueando-se, precipitando-se na forma de oxalato cálcico, com a consequente diminuição da disponibilidade do cálcio para os processos metabólicos (Terblanche *et al.*, 1979). Em qualquer dos casos, elevados teores de azoto não são recomendados, pois favorecem o rápido crescimento vegetativo (ramos e folhas) em detrimento dos frutos e a concentração em cálcio nos frutos pode ser afectada por um excessivo vigor da árvore que origina uma forte competição entre a vegetação e o fruto, nada benéfica para o teor em cálcio do fruto (Alarcón *et al.*, 2006; Bramlage, 1993). Devido à

grande mobilidade do azoto na planta o aumento do seu teor nas folhas reflecte-se num aumento ainda maior nos frutos (Faust, 1989).

Segundo Tagliavini *et al.* (2000) os frutos apresentam maior qualidade quando a concentração de azoto nos frutos é baixa e a de cálcio alta. Nas maçãs, uma relação N/Ca com valores da ordem dos 10 é normalmente suficiente para evitar o desenvolvimento de doenças fisiológicas (Faust & Korcak, 1990). Um valor próximo de 30 induz a grande probabilidade destas ocorrerem (Faust & Korcak, 1990).

A absorção do cálcio também está sujeita a antagonismos e a sinergismos, podendo níveis adequados de **micronutrientes** como boro, zinco e cobre exercer uma acção positiva sobre o transporte do cálcio até aos frutos (Granelli & Ughini, 1990). Segundo Bramlage *et al.* (sd) uma carência de boro induz ao bloqueio de outros elementos, principalmente do cálcio. Wojcik & Wojcik (2003) observaram, em pereiras da cultivar Conference, que a aplicação de boro à copa em pré-floração conduziu, nas folhas e frutos, a um aumento da concentração de cálcio. Val (2005) refere que este elemento intervém na absorção de água e cálcio, nas fruteiras caducifólias. Por sua vez Alarcón *et al.* (2006) referem que uma inadequada provisão de boro, quer seja por excesso ou deficiência, em relação ao cálcio, condicionam a assimilação deste.

2.3.1.4 - Fertilização cálcica

A fertilização cálcica deve ter por finalidade o fornecimento contínuo de cálcio pois a planta não constitui reservas deste elemento. Assim a disponibilidade de cálcio para a planta tem de estar ajustada à assimilação pela planta, ou seja, adaptada ao ritmo das necessidades da planta (Alarcón *et al.*, 2006).

De acordo com Casero *et al.* (2003), o teor em cálcio nos frutos depende da abundância de **cálcio no solo**, bem como da facilidade de absorção das raízes e do seu posterior transporte e distribuição. A fertilização de cálcio visa manter níveis adequados desse elemento na solução nutritiva (Alarcón *et al.*, 2006). Uma via frequente de aumento do cálcio no solo são as aplicações de calcário em solos ácidos. Para além de fornecer cálcio e magnésio e diminuir a disponibilidade de alumínio e manganês, aumentam a disponibilidade de outros nutrientes como o fósforo, favorecendo as características físicas, químicas e microbiológicas do solo. O ião de cálcio resultante da reacção do calcário no solo vai ocupar uma boa parte dos locais do complexo de troca, onde anteriormente se encontravam os iões, H_3O^+ e Al^{3+} ficando assim uma maior quantidade de cálcio disponível para a planta (Brady & Weil, 1996). Nesta correcção da acidez do solo deve ser dada primazia ao uso do calcário dolomítico quando os teores de magnésio no solo sejam inferiores a 61 mg Kg^{-1} (MADRP, 2006). Contudo, estas aplicações são distribuídas por toda a área e em anos e/ou locais com Primaveras e Verões secos, com reduzida ou nula precipitação será de todo conveniente colocar o cálcio no bolbo húmido da rega, garantindo

a sua disponibilidade para a planta. Covarrubias *et al.* (2007) referem que a aplicação repetida de uma solução de cloreto de cálcio ao solo conduziu a aumentos da concentração de cálcio nas folhas de pereira da cultivar Abate Fétel, enquanto a aplicação foliar de cálcio não conduziu a diferenças significativas.

De acordo com Casero (1995), dadas as limitações existentes na absorção radicular do cálcio, é necessário, para atingir os níveis adequados deste elemento na planta, equacionar a aplicação foliar de suplementos cálcicos. Barreiro (1992) refere que será adequado o recurso a **aplicações foliares** com cloreto de cálcio (0,5-0,6%) ao longo do ciclo. Raese & Drake (1993) referem o interesse da pulverização cálcica em pré-colheita afim de prevenir o bitter pit. Segundo Raese (1994) as aplicações foliares são o método mais eficaz para o cálcio penetrar no fruto, que ocorre ao nível das lenticelas ou da camada cerosa.

Gagnard (1980), refere que a incidência de bitter pit pode ser reduzida em 15% com 5 pulverizações com nitrato ou cloreto de cálcio a uma concentração de 0,65% e 0,5%, respectivamente, efectuadas com uma periodicidade quinzenal. Richardson (1992), refere uma redução entre 30 e 90%, com aplicações foliares de cálcio (nitrato ou cloreto), com a mesma periodicidade quinzenal, nos dois meses que antecedem a colheita. Por outro lado Trillot (1990) refere que o número de aplicações deve variar entre 6 e 10, devendo ser realizadas de Junho até perto da colheita, frisando que as aplicações tardias são mais eficazes. No entanto Bondeux (1992), indica um número mais reduzido de pulverizações (3 a 5), com cadência de 15 a 20 dias até cerca de 20 a 25 dias antes da colheita, mas refere que estas embora reduzam a taxa de incidência da fisiopatia, dificilmente a eliminam na totalidade. Gautier (1982), por sua vez recomenda 4 a 6 pulverizações entre Junho e Setembro, de preferência com cloreto de cálcio (0,5%), que, segundo refere, é menos fitotóxico e mais eficaz que o nitrato de cálcio.

Segundo Casero (1995) as aplicações na segunda metade do ciclo de desenvolvimento dos frutos são as mais efectivas permitindo atingir um aumento de cerca de 10% do teor de cálcio nos frutos. Diversos trabalhos conduzidos por Casero *et al.* (Casero *et al.* 2002; Casero *et al.*, 2003) utilizando 6 aplicações foliares de cálcio com periodicidade quinzenal de inícios de Junho até finais de Agosto resultaram em frutos com maior teor de cálcio à colheita.

Vaysse *et al.* (1993) referem que o teor de cálcio nos frutos não é significativamente influenciado pelo número de tratamentos, uma vez que este nem sempre aumentava com o número de aplicações foliares, indicando a época de aplicação como o principal factor de incremento do teor de cálcio nos frutos. Os resultados mais favoráveis foram alcançados com 7 aplicações compreendidas entre o vingamento dos frutos (I) e final de Julho. Kortze (1987) recomenda 5 a 8 pulverizações, com início após a floração e término cerca de três semanas antes da colheita. Borkowski & Ostrzycka (1973) indicam que as pulverizações de

soluções de cálcio, quer seja com nitrato, cloreto ou cálcio complexado devem iniciar-se precocemente, logo no início do desenvolvimento do fruto, e ser dirigidas a estes por forma a fazer uma boa cobertura, pois se forem somente realizadas sobre as folhas não se obterá nenhum efeito benéfico, facto também referido por Gautier (1982).

Embora as aplicações foliares de cálcio durante o desenvolvimento dos frutos, tenham sido utilizadas de forma rotineira, segundo Montull, (2003) e Val (2005) não tem conduzido a significativos aumentos de cálcio nos frutos. Sestari *et al.* (2009), num ensaio de dois anos com três modalidades, testemunha, 4 pulverizações de cálcio e 12 pulverizações de cálcio, não obtiveram uma redução significativa da incidência de bitter pit.

Val (2005) refere que em numerosos ensaios desenvolvidos pelo seu grupo de trabalho, com diferentes formulações de cálcio, não obtiveram, nos frutos pulverizados, níveis de cálcio substancialmente superiores aos das testemunhas e a redução da incidência do bitter pit foi variável. Em ensaios mais recentes¹, constataram que não houve enriquecimento de cálcio na polpa mas observaram um aumento na epiderme (Mod. 2 e 3). No mesmo ensaio as aplicações de cálcio não tiveram qualquer efeito sobre a qualidade dos frutos, embora a alta concentração testada tenha conduzido a fitotoxicidade observada nas folhas (Val *et al.*, 2008). Segundo Toselli *et al.* (1998) pulverizações foliares de cálcio, em pereiras da cultivar Conference, só conduziram a aumentos na concentração de cálcio na camada mais externa (epiderme) dos frutos, não influenciando os principais parâmetros qualitativos e ou comerciais.

Fallahi *et al.* (2010) refere que Nielson *et al.* (2005) num ensaio de 2 anos, com as cultivares Braeburn e Honey Crip, obtiveram uma redução significativa da incidência de bitter pit e geralmente um aumento do teor de cálcio na epiderme, com 6 aplicações foliares quinzenais de CaCl_2 , nas três épocas de início de aplicação em estudo (meados de Maio, meados de Junho e meados de Julho).

Saure (2005), trabalhando com as cultivares Fuji e Braeburn e utilizando 10 a 11 tratamentos de cloreto de cálcio não obtiveram um significativo acréscimo do teor de cálcio nem na polpa dos frutos nem na epiderme.

Considerando que a fertilização foliar pode ser influenciada pela planta, condições ambientais e solução de pulverização, novas linhas de investigação se desenvolvem para aplicações foliares com novas formulações de cálcio. Segundo Mata *et al.* (2001b) as aplicações foliares tradicionais sobretudo de cloreto e nitrato de cálcio tem limitações e de acordo com Val *et al.* (2002) e Val (2003a) não são de todo efectivas na redução da incidência do bitter pit, pelo que se estudam novas formulações de cálcio para aplicação foliar.

As aplicações foliares de cálcio não devem ser vistas de modo isolado mas como uma medida complementar de outras, correcta nutrição cálcica do solo, bom equilíbrio folhas/frutos,

¹ **Mod. 0** – Testemunha **Mod. 1** – Duas aplicações, de CaCl_2 a 1% + molhante, na 1ª metade do ciclo de desenvolvimento do fruto **Mod. 2** – Duas aplicações, de CaCl_2 a 1% + molhante, na 2ª metade do ciclo de desenvolvimento do fruto **Mod. 3** – Quatro aplicações, de CaCl_2 a 1% + molhante, aquando da realização das da Mod. 1 e 2

adequada gestão hídrica e da nutrição com outros elementos minerais (Guerra, s/d).

As necessidades de cálcio da macieira, para uma produção anual de 5-6 t/ha de matéria seca são de 25 kg/ha de cálcio, segundo Vang-Petersen (1980) ou 20 kg/ha de cálcio, segundo Terblanche (1981).

2.3.1.5 – Outras Práticas culturais

Segundo Monge *et al.* (1994) qualquer prática cultural que contribua para o aumento da relação folhas/frutos, tais como adubações azotadas excessivas ou pouco uniformes, podas severas, mondas intensas, contribuem para o desenvolvimento do bitter pit. Para a cultivar Bravo Santos *et al.* (2008) recomenda um valor de 10 a 15 folhas por fruto.

A **poda de Inverno**, sobretudo se for muito severa, vai conduzir a um aumento da relação folhas/frutos, pois vai provocar uma forte resposta vegetativa, sendo o cálcio absorvido pela planta preferencialmente canalizado para esses crescimentos, uma vez que é onde existe uma forte actividade meristemática e taxas de transpiração elevadas. A **poda de Verão**, se correctamente executada, permite corrigir erros ou insuficiências da poda de Inverno, reduzindo o excesso de vegetação (Évequoz & Évequoz, 1988), diminuindo a relação folhas/frutos. Com esta prática consegue-se aumentar a concentração de cálcio nos frutos em cerca de 10%, diminuindo assim a incidência de desordens fisiológicas (Preston & Perring, 1974).

A **monda de frutos** é outra operação cultural que também vai aumentar a relação folhas/frutos, logo se demasiadamente intensa, vai certamente conduzir a frutos de grande calibre, que geralmente são mais susceptíveis ao bitter pit, dada a relação inversa entre tamanho e teor em cálcio (Saure, 2005). Contudo embora os frutos de menor calibre sejam menos propensos a esta desordem fisiológica, não são os mais apreciados pelo mercado (Monge *et al.*, 1994), pelo que será necessário encontrar um ponto de equilíbrio. Terblanche (1976) recomenda, como forma de solucionar o problema de frutos demasiado grandes ou pequenos, uma monda selectiva quer dos frutos mais pequenos quer dos que possam alcançar um tamanho excessivo.

A **rega deficitária** pode conduzir a frutos mais pobres em cálcio mas quando em excesso pode conduzir ao mesmo resultado, sobretudo se essas regas abundantes forem próximas da colheita, levando ao engrossamento tardio dos frutos, e portanto, a uma diminuição da concentração de cálcio nos mesmos. Pelo contrário, um ligeiro deficit hídrico, próximo da colheita pode ser benéfico, pois já não afecta o calibre dos frutos e diminui o crescimento vegetativo, reduzindo o risco de bitter pit (Vaysse *et al.*, 1993). Em termos de gestão hídrica, não podemos descurar um teor adequado de água logo na fase inicial, 40 a 50 dias após a plena floração, pois é nesta fase que a maior proporção de cálcio chega ao fruto.

2.3.1.6 – Porta-enxerto/Cultivar

O **porta-enxerto** influencia o estado nutritivo devido a algumas diferenças importantes na

absorção dos nutrientes (Westwood, 1982). Sharma & Chauhan (1991), verificaram que as macieiras enxertadas em M7 apresentam concentrações significativamente mais altas em azoto, fósforo e ferro que as enxertadas em M106, proporcionando este último porta-enxerto altas concentrações em potássio, cálcio, magnésio e molibdénio. Contudo, Duarte (1993) refere que as árvores enxertadas em M9 apresentavam níveis mais altos em azoto, magnésio, cálcio e zinco, e mais baixos em fósforo, potássio e manganês, relativamente às árvores enxertadas em M106. Fallahi & Simons (1993) referem que os frutos provenientes de árvores enxertadas em M7 são significativamente mais consistentes que os das árvores enxertadas em M26, devendo-se isso a uma maior concentração em cálcio dos primeiros.

O tipo de porta enxerto pode influenciar o desenvolvimento de carência de cálcio, quer pela capacidade de absorção deste elemento, quer indirectamente pelo vigor que confere à planta (Sharples, 1974). Baugher *et al.* (1996), trabalhando com a cultivar Golden Delicious, observaram um aumento de 14,6% na taxa de incidência de bitter pit com a mudança do porta enxerto M9 para o M26.

Para além do porta enxerto também as **cultivares** apresentam maior ou menor grau de susceptibilidade no desenvolvimento desta fisiopatia. Bergmann (1992) classificou as cultivares em quatro grupos: altamente susceptíveis (Cox's Orange Pippin); moderadamente susceptíveis (Starcrimson); ligeiramente susceptíveis (Belgolden, Reineta, Jonagold, Jonathan, Redspur Delicious e Starking Delicious) e muito pouco susceptíveis (Golden Delicious e Idared). Por sua vez, Bondeux (1992), identifica apenas três grupos: as muito susceptíveis (Cox's Orange Pippin, Rainha das Reinetas, Reineta do Canada); susceptíveis (Granny Smith, Idared, Jonagold) e as pouco susceptíveis (Golden Delicious, Galas, Elstar e a generalidade das variedades vermelhas).

2.3.1.7 - Condições climáticas

As condições climáticas são outro dos factores que podem influenciar o aparecimento e incidência do bitter pit, sendo praticamente nula a influência que podemos exercer sobre elas. Contudo poderemos reduzir alguns efeitos nefastos com recurso a algumas práticas culturais. Os factores climáticos que afectem a taxa de transpiração das plantas, tais como temperatura, precipitação, vento e luminosidade, entevem directa ou indirectamente no movimento de água na planta e conseqüentemente no dos nutrientes (Silva, 1989), principalmente os veiculados via xilema, como o cálcio e o boro.

3 - Material e metodologia

3.1 - Material

O trabalho experimental foi efectuado numa parcela de macieiras com uma área de 800 m² e situada no concelho de Celorico da Beira (Fig. A.1 do anexo A). O pomar foi instalado em 1999, tendo o presente ensaio decorrido no 10º ciclo vegetativo das árvores. A cultivar principal é a Bravo existindo também as cultivares Granny Smith, Fugi, Gala e Golden Delicious que funcionam como polinizadoras. O porta-enxerto é M 106, o compasso é de 3,4 m x 2,5 m, correspondendo a uma densidade de 1176 árvores/ha. A forma de condução é a palmeta e a orientação das linhas é Noroeste / Sudeste.

3.1.1 - Caracterização de fertilidade do solo

A avaliação do estado de fertilidade do solo, foi determinada através de uma amostra de solo, colhida no início de Fevereiro, a uma profundidade compreendida entre 0 e 50 cm. A amostra resultou da mistura de sub-amostras colhidas na projecção da copa de cada uma das árvores do ensaio. O resultado desta análises encontra-se na Fig. A 2 do anexo A.

O solo apresenta uma textura média, pH pouco ácido (6,4) e um teor de matéria orgânica de 2,1%. O teor de fósforo e magnésio são muito altos, o teor de potássio é alto, o de cálcio é médio e os micronutrientes apresentam teores que variam entre o muito baixo no caso do manganês, médio para o boro e cobre e teor alto para o zinco e ferro. A capacidade de troca catiónica é média (18,1 cmol/kg), com um grau de saturação de bases médio (56,9%), O cálcio ocupa 44,5% na CTC e o Mg 8,5%, apresentando valores inferiores aos desejáveis de 60 a 80% e 10 a 20% respectivamente para cada elemento. O grau de saturação em potássio é médio (2,9%).

É de salientar, a nível da CTC, que apesar dos teores médios das principais bases de troca (cálcio, potássio e magnésio) existem alguns desequilíbrios susceptíveis de induzir alguns problemas na nutrição das plantas tais como uma relação cálcio/magnésio alta, ou seja, desfavorável para a nutrição da planta em magnésio.

3.1.2 – Condições climáticas em 2009

As condições climáticas são um dos factores que vai interferir com a absorção e translocação do cálcio, influenciando o desenvolvimento do bitter pit.

No Quadro 3.1 estão sintetizados os dados climáticos da estação meteorológica, pertencente à DRAPC, que se encontra instalada no mesmo concelho do local do nosso ensaio. Nos Quadros A1 a A3 do anexo A encontram-se os valores de temperatura, humidade relativa e precipitação por dia, de Janeiro a Setembro de 2009.

As condições climáticas de 2009, sobretudo no que diz respeito à temperatura conduziram a uma antecipação do ciclo vegetativo, pois a metade final de Fevereiro e quase a totalidade do mês de Março apresentaram temperaturas um pouco mais amenas que o

normalmente registadas neste período.

Quadro 3.1 – Médias mensais de temperatura e humidade relativa e médias mensais e totais de precipitação, ocorridas entre Janeiro e Setembro de 2009, na estação meteorológica da DRAPC, localizada na Carvalheda, Celorico da Beira.

Mês	Temperatura (°C)			Humidade Relativa (%)			Precipitação (mm)
	mínima	máxima	média	mínima	máxima	média	total
Janeiro	1,63	9,83	5,74	66,0	95,0	84,4	189,2
Fevereiro	1,14	13,9	6,94	46,9	93,1	73,3	63,8
Março	3,77	19,5	11,3	31,3	85,1	58,3	18,0
Abril	3,31	16,7	9,71	42,6	94,0	73,2	64,8
Maiο	6,94	23,7	15,4	31,9	90,1	62,2	22,0
Junho	11,5	26,9	19,1	36,8	91,0	66,3	73,0
Julho	10,5	28,5	19,5	29,5	92,4	62,2	10,4
Agosto	12,2	31,8	21,7	25,4	89,3	58,3	5,4
Setembro	10,6	28,5	19,1	25,9	86,4	56,6	20,8

Contudo, no final de Março e início de Abril, as temperaturas desceram de forma acentuada, sendo a temperatura média de Abril de 9,7°C, bastante inferior do registado em Março. Este período coincidiu com a floração da cultivar, podendo, estas temperaturas mais baixas terem dificultado uma correcta polinização e conseqüente fecundação, para além da adequada absorção de nutrientes pela planta. A precipitação ocorrida durante a plena floração também pode ter influenciado negativamente a polinização.

Os meses de Maio e Junho registaram respectivamente 15,4°C e 19,1°C de temperaturas médias. Em Junho de 2009 registou-se uma precipitação de 73 mm, quando normalmente esta é bastante baixa. O mês de Julho, apresentou temperaturas médias ligeiramente inferiores às registadas nos últimos anos. Em contrapartida os meses de Agosto e Setembro foram de uma forma geral mais quentes que o habitual, principalmente Setembro. Tal como podemos verificar pelos baixos níveis de humidade relativa do ar verificados em Agosto e principalmente em Setembro (Quadro 3.1), apesar da maior quantidade de precipitação ocorrida em comparação com Agosto, apresentou níveis de humidade relativa do ar mais baixos.

3.1.3 - Caracterização da parcela do ensaio e sua manutenção

O solo é mantido sem mobilização, com coberto vegetal permanente na entrelinha e aplicação de herbicida na linha. A rega é efectuada à caldeira, por alagamento.

A poda de Inverno foi ligeira, incidindo em desramações e alguns atarraques sobre ramos laterais. Esta operação foi realizada em 7 de Março de 2009 (estado fenológico B, pré-abrolhamento), e a lenha de poda de cada planta foi pesada (Quadro A5 do anexo A).

Devido ao elevado número de frutos vingados foi realizada a monda química de frutos, com ácido naftilacético (Obsthormon 24 A), em 6 de Maio. Esta operação foi efectuada quando o fruto central do corimbo apresentava um diâmetro compreendido entre 11 e 15 mm. Contudo, provavelmente devido às condições climáticas não se observou uma adequada polinização e fecundação das flores, registando-se, em finais de Maio, uma acentuada queda de jovens frutos, na sua maioria, originados a partir de flores

deficientemente fecundadas, pois as sementes que continham estavam deficientemente formadas ou em número muito reduzido. Esta queda de frutos foi muito intensa nas camadas inferiores das plantas, onde possivelmente se registaram temperaturas mais baixas. Os frutos afectados apresentavam calibres compreendidos entre os 8 e 30 mm.

Apesar desta intensa queda de frutos as plantas ainda ficaram com um número moderado de frutos, embora fortemente concentrados nas partes mais altas das árvores.

Durante o ciclo vegetativo foram realizadas as fertilizações e os tratamentos fitossanitários constantes do Quadro A4, do anexo A. A protecção das plantas foi efectuada segundo os critérios definidos pela Protecção Integrada.

3.2 - Metodologia

Com o objectivo avaliar a capacidade de absorção de cálcio aplicado ao solo ou via foliar e a sua influência na redução da incidência de bitter pit e aumento da dureza dos frutos. Foi delineado um ensaio de campo que compreendeu as seguintes modalidades implementadas ao longo do ciclo (Fig. A3 do anexo A):

Mod 0 - Testemunha (T) sem aplicação de cálcio, quer ao solo quer às folhas, sendo efectuada a pulverização das plantas com água nas datas correspondentes às aplicações foliares de cálcio nas modalidades 2 e 3;

Mod 1 - Ca-solo (Ca S) aplicação ao solo, via rega, de 15 kg de CaO/ha, repartidos em 4 aplicações, com uma periodicidade quinzenal, iniciando-se as aplicações à floração, sendo efectuada a pulverização das plantas com água nas datas correspondentes às aplicações foliares de cálcio nas modalidades 2 e 3;

Mod 2 - Ca-foliar Primavera (Ca FP) aplicação foliar de 15 kg de CaO/ha repartidos por 7 aplicações com periodicidade semanal, iniciando-se as aplicações no estado fenológico G. Nesta modalidade foi realizada a pulverização das plantas com água nas datas das aplicações foliares de cálcio na modalidade 3;

Mod 3 - Ca-foliar Verão (Ca FV) efectuada a aplicação foliar de 15 kg de CaO/ha repartidas por 7 aplicações com periodicidade semanal, iniciando-se as aplicações no início de Agosto. Nesta modalidade foi efectuada a pulverização foliar com água aquando das aplicações foliares de cálcio na modalidade 4.

Na fertirrigação foi usado o Tudical 30 L (anexo A, Fig. A4), e nas pulverizações foliares utilizou-se o Maxflow Ca (anexo A, Fig. A5), tendo este último na sua formulação molhantes, dispersantes e aderentes.

Nas aplicações foliares de cálcio (Maxflow Ca) foi utilizado um pulverizador de dorso com uma capacidade de 18 L tendo sido calculado um débito de 1150 L/ha (Fig. A6 do anexo A). A dose utilizada foi de 4 L de Maxflow Ca/ha, de acordo com o recomendado pelo fabricante.

O dispositivo experimental foi de blocos completos aleatórios, com 5 blocos e 4 modalidades. A unidade experimental foi uma árvore, o que perfaz 5 árvores por modalidade. Entre cada árvore constituinte da unidade de amostragem considerou-se sempre plantas de bordadura, de acordo com o esquema constante da Fig. A7 do anexo A. A constituição dos blocos foi realizada de acordo com o vigor das plantas, avaliado através da medição do perímetro do tronco 20 cm acima do nível do solo e quantificação visual do comprimento e número de lançamentos do ano anterior (Quadro A5, do anexo A). Deste modo pretendia-se garantir homogeneidade em cada bloco. A atribuição da modalidade a cada unidade experimental dentro de cada bloco foi efectuada de forma aleatória.

A avaliação dos efeitos das formas de aplicação de cálcio em análise, neste trabalho, foi efectuada através da quantificação dos seguintes parâmetros:

- **teor de cálcio e outros nutrientes nas folhas em 3 épocas distintas ao longo do ciclo vegetativo: 68 DAPF, 115 DAPF e à colheita.** A colheita de amostras de folhas para análise, uma por modalidade/bloco, consistiu na recolha de 80 folhas inteiras, por amostra, provenientes do terço médio dos raminhos do ano. As amostras foram enviadas para o laboratório no próprio dia da colheita.

- **teor de cálcio e outros nutrientes nos frutos em 3 épocas distintas: 115 DAPF, à colheita e após 115 dias de armazenamento em câmara frigorífica de frio convencional.** A colheita de frutos para análise foi realizada de forma aleatória, no terço médio da árvore, sendo cada amostra constituída por 25 frutos de calibre similar, por modalidade e bloco (o calibre médio das amostras variou: na 1ª época de amostragem entre 57,4 e 58 mm, na 2ª entre 70,5 e 71,8 mm e na 3ª época de amostragem variou entre 72,2 e 73,4 mm). Nas amostras realizadas após conservação frigorífica, procedeu-se de forma similar, sendo os frutos neste caso retirados aleatoriamente das caixas das diferentes modalidade/bloco. Estas amostras eram também acondicionadas e enviadas para o laboratório, onde eram realizadas as análises nutricionais.

- **incidência e severidade de bitter pit** avaliada com base na produção total, em duas épocas distintas: à colheita e 115 dias após conservação em câmara frigorífica. Os frutos com bitter pit eram agrupados por três índices de severidade (1, 2 e 3) e modalidade/bloco, sendo posteriormente calibrados, pesados e contabilizados. A escala de índice de severidade é a constante da Fig. 3.1.

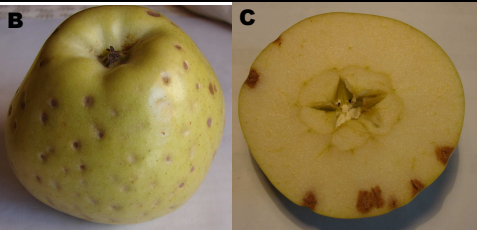
A		B	C
Índice de severidade	Nº de lesões de bitter pit		
0	ausência		
1	1 a 2 lesões		
2	3 a 5 lesões		
3	+ 6 lesões		

Fig. 3.1 – A. Escala de índice de severidade do bitter pit; B. Aspecto geral de fruto com índice 3 de severidade; C. Corte transversal de fruto com bitter pit.

- **número de sementes nos frutos com bitter pit**, para posterior análise da relação entre o número de sementes e o índice médio de severidade do bitter pit. Para o efeito procedeu-se à classificação, de cada um dos 1236 frutos amostrados nas diferentes modalidades, em quatro índices de severidade (0 a 3) de acordo com a Fig. 3.1. Em seguida efectuava-se o corte transversal do fruto na zona equatorial com uma faca e eram contabilizadas as sementes viáveis.

- **dureza da polpa dos frutos e índice refractométrico (IR) à colheita e após 115 dias de conservação em câmara frigorífica**, com base numa amostra de 10 frutos por modalidade e bloco, utilizando frutos da classe de calibre 70-75 mm. Na determinação da dureza foi utilizado um penetrómetro Effegi mod. FT 327, sendo os resultados expressos em kg cm^{-2} . O IR foi medido por leitura directa num refractómetro digital (modelo HI 96801 da marca Hanna Instruments), sendo os valores expressos em °Brix. O sumo colocado no prisma do refractómetro era o que se extraía quando se efectuava a penetração dos frutos com o penetrómetro. O resultado de dureza e IR de cada fruto resulta da média de dois registos por fruto.

- **produção total, comercializável e refugo**, com base na produção de cada unidade experimental e procedendo-se à sua separação por classes de calibre e refugo, efectuando depois a contagem do número de frutos e respectiva pesagem de cada lote de frutos.

3.3. - Tratamento estatístico dos dados

O tratamento estatístico de dados foi efectuado no programa estatístico SPSS para Windows, versão 18.

Numa primeira fase foram verificados a normalidade e a homogeneidade das variâncias dos dados. Esta verificação foi efectuada pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Nos casos em que foram observados os pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias efectuou-se a análise das variâncias one-way ANOVA, para verificar a existência de diferenças significativas entre os vários tratamentos em estudo, para as diferentes variáveis resposta. Nos casos em que se verificaram diferenças significativas, foi efectuado o testes de comparações múltiplas, Duncan.

No caso de não se verificar homogeneidade de variâncias, foi usado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis seguido do teste de Mann-Whitney em caso de existência de diferenças significativas entre modalidades.

Na presente análise estatística foram consideradas estatisticamente significativas as diferenças entre médias, cujo *p-value* do teste utilizado tenha sido inferior a 0,05.

4 - Resultados e discussão

4.1 – Teor em nutrientes das folhas

O estado de nutrição das plantas foi avaliado em amostras foliares recolhidas por modalidade e bloco, em três épocas distintas: 68 e 115 dias após a plena floração e à colheita. Os resultados destas amostras podem ser consultados, respectivamente, nos Quadros B1, B2 e B3 do anexo B.

O Quadro 4.1 representa o teor médio de nutrientes nas folhas das diferentes modalidades aos 68 DAPF, que corresponde a duas semanas após as aplicações foliares de cálcio referentes à modalidade CaFP e dois meses após a última aplicação de cálcio ao solo (modalidade CaS).

Quadro 4.1 – Teor médio em nutrientes nas folhas de macieira cv. Bravo, 68 dias após a plena floração. Qta Paço, 2009.

Modalidade	Composição química das folhas 68 DAPF (17/06/2009)										
	%						mg Kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T	1,80	0,26 c	1,75	1,23	0,24	1,94	62,6	54,4	17,6	10,4 c	30,4 ab
Ca S	2,14	0,30 b	1,77	1,37	0,26	1,64	69,8	55,4	18,6	11,8 bc	18 c
Ca FP	2,03	0,34 ab	1,78	1,33	0,25	1,86	62,2	54,6	16,4	13,2 ab	25,6 bc
Ca FV	1,89	0,38 a	1,82	1,40	0,25	1,35	74,0	65,6	15,8	15 a	34,4 a
Sig.	ns	0,002**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,013*	0,002*
Média	1,97	0,32	1,78	1,33	0,25	1,70	67,15	57,50	17,10	12,60	27,10

Letras diferentes, em cada coluna, indicam diferenças significativas segundo o teste de Duncan (*) ou Mann-Whitney (**), para $p \leq 0,05$.

Da observação do Quadro 4.1, em relação ao cálcio, podemos verificar que não se observaram diferenças significativas entre as diferentes modalidades. O fósforo foi o único macronutriente que apresentou diferenças significativas entre as modalidades. Este elemento apresentava níveis significativamente inferiores na modalidade T em relação às restantes modalidades. Os níveis mais elevados verificaram-se na modalidade CaFV, os quais diferem de forma significativa dos registados na modalidade CaS, mas não dos da modalidade CaFP. Mas entre as modalidades CaS e CaFP não se observaram diferenças significativas.

Nos micronutrientes foram observadas diferenças significativas entre as modalidades para o cobre e boro, apresentando a modalidade CaFV os teores mais elevados tanto para o boro como para o cobre. No caso do boro as modalidades que apresentaram os níveis mais baixos foram a CaS e CaFP diferindo de forma significativa da modalidade CaFV que apresentou o teor mais elevado. No que diz respeito ao cobre, também se observaram os teores mais elevados na modalidade CaFV e o valor mais baixo foi observado na modalidade T.

Os resultados referentes à amostra recolhida no início de Agosto (115 dias após a plena floração) estão sintetizados no Quadro 4.2. Nesta época encontram-se estabelecidos para esta cultivar os valores de referência (LQARS, 2006) pelo que os mesmos foram incluídos no Quadro 4.2.

Quadro 4.2 – Teor médio em nutrientes nas folhas de macieiras cv. Bravo, 115 DAPF. Quinta do Paço, 2009. E intervalo de referência para a cv. Bravo indicado por LQARS (2006).

Modalidade	Composição química das folhas 115 DAPF (03/08/2009)										
	%						mg Kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T	2,29	0,17	0,89	1,31	0,33	0,13	77,4	61,2	16,4	16,2	32,4
Ca S	2,39	0,24	0,80	1,09	0,32	0,17	138,8	53,6	13,0	8,4	28,0
Ca FP	2,33	0,17	0,84	1,08	0,27	0,11	84,4	47,8	11,2	8,2	24,4
Ca FV	2,29	0,14	0,84	1,17	0,28	0,11	56,8	57,4	12,2	9,2	27,0
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média	2,32	0,18	0,84	1,16	0,30	0,13	89,4	55	13,2	10,5	28
Intervalo de referência	2,30	0,17	0,90	1,25	0,20	0,20	>40	20	10	7	25
	2,70	0,19	1,40	1,55	0,25	0,25		200	50	14	35

Aos 115 DAPF podemos verificar que não existem diferenças significativas entre as modalidades para nenhum dos nutrientes em estudo.

Da análise do estado nutricional podemos verificar que o azoto, o fósforo e os micronutrientes apresentam teores médios dentro do intervalo de referência para a cultivar. O magnésio apresenta valores altos em contraposição com os baixos valores médios do potássio e cálcio. O teor médio de cálcio nas folhas de 1,16% é manifestamente inferior aos 1,7% a 1,8% referidos por Faust (1989 e 1991), para esta época, como necessários para garantir que ocorreu a acumulação de teores suficientes de cálcio nos frutos. Os baixos níveis de potássio podem em parte ser devidos à alta produção, de acordo com o verificado por Couto (1988) ao longo de vários anos. O enxofre nas diferentes modalidades está também em níveis inferiores ao intervalo de referência.

O Quadro 4.3 sintetiza os resultados da última amostra foliar, efectuada à colheita dos frutos.

Quadro 4.3 – Teor médio em nutrientes nas folhas de macieira cv. Bravo, à colheita. Quinta do Paço, 2009. E teor médio em nutrientes nas folhas de macieira cv. Reineta, verificados por Fragata (1989).

Modalidade	Composição química das folhas à colheita (17/09/2009)										
	%						mg Kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T	1,66	0,10	0,65	1,60	0,31	0,074 b	62,2	61,0	13,2	6,6	26,2
Ca S	1,76	0,11	0,66	1,57	0,30	0,082 a	58,0	56,8	13,0	6,4	26,2
Ca FP	1,43	0,10	0,66	1,57	0,32	0,072 b	68,4	60,4	13,8	6,6	26,8
Ca FV	1,90	0,09	0,64	1,66	0,30	0,078 ab	62,0	68,4	13,8	7,2	26,0
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	0,020	ns	ns	ns	ns	ns
Média	1,69	0,10	0,65	1,60	0,31	0,08	62,7	61,7	13,5	6,7	26,3
Testemunha	2,54	0,17	1,40	1,19	0,12		Adaptado de Fragata (1989)				
Pulverizada Ca	2,55	0,16	1,42	1,23	0,11						

Letras diferentes, em cada coluna, indicam diferenças significativas segundo o teste de Duncan, para $p \leq 0,05$

Da análise do Quadro 4.3 podemos verificar que o cálcio, continua a não apresentar diferenças significativas entre as modalidades. Podemos ainda verificar que o enxofre foi o único elemento a apresentar diferenças significativas entre as modalidades, apresentando

níveis mais elevados na modalidade CaS, os quais diferem de forma significativa dos registados nas modalidades T e CaFP, mas não dos da modalidade CaFV.

Do conjunto dos resultados referentes à monitorização do estado de nutrição foliar podemos inferir que as diferentes modalidades com aplicação de cálcio não conduziram a alterações significativas da composição mineral das folhas, nomeadamente do teor de cálcio. Este facto também foi verificado por Fragata (1989), num ensaio com a cv. Reineta, onde obteve um teor de cálcio de 1,19%, na modalidade testemunha e 1,23% na modalidade com 5 pulverizações foliares de CaCl_2 (0,5%).

Na Fig. 4.1 podemos observar a evolução do teor de nutrientes nas folhas na parcela do ensaio no ano 2009, usando os valores verificados na modalidade T (testemunha).

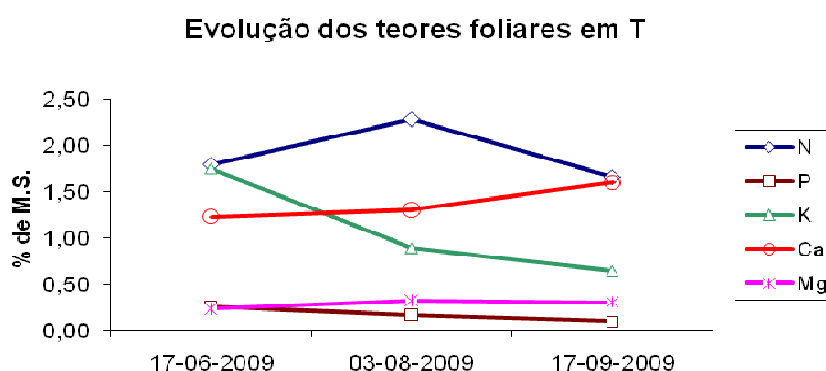


Fig. 4.1 – Evolução ao longo do ciclo vegetativo do teor em nutrientes nas folhas de macieira cv. Bravo, na modalidade T (testemunha). Quinta do Paço, 2009.

Da análise da evolução dos teores foliares durante o ciclo de desenvolvimento, verificamos que a mesma está de uma forma geral de acordo com o referido por Faust (1989) que indica uma diminuição gradualmente ao longo do ciclo, dos teores de N, P e K, a manutenção praticamente constante dos teores de Mg, com ligeiro aumento no fim do ciclo e o aumento gradual do Ca ao longo do período de desenvolvimento. A exceção verificou-se nos teores de N, em consequência dos baixos valores registados na amostragem de 17 de Junho (67 DAPF), uma vez que os valores observados aos 115 DAPF se encontravam dentro do intervalo de referência.

Esta evolução dos nutrientes nas folhas pode ser explicada pela mobilidade dos nutrientes na planta. O Ca elemento menos móvel vai aumentando nas folhas à medida que estas envelhecem. Em sentido oposto, os elementos mais móveis como N e K redistribuem-se para as folhas novas diminuindo a sua concentração nas mais velhas (Gil, 1995).

4.2 – Composição mineral dos frutos

Para avaliação do teor em cálcio e restantes nutrientes nos frutos colheram-se amostras por modalidade e bloco em três épocas distintas: 115 dias após a plena floração, à colheita e após 115 de conservação em câmara frigorífica. Os resultados destas amostras encontram-se nos quadros B4, B5 e B6 do anexo B.

No Quadro 4.4 apresentam-se os resultados referentes à composição mineral dos frutos 115 DAPF.

Quadro 4.4 – Teor médio em nutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo, 115 dias após a plena floração. Qta Paço, 2009.

Modalidade	Composição química dos frutos 115 DAPF (03/08/2009)									
	% na M. S.					mg Kg ⁻¹				
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T	0,368	0,044	0,664	0,0416	0,074	21,80	3,16	5,22	5,80	23,60
Ca S	0,402	0,044	0,642	0,0440	0,060	24,00	3,20	4,80	4,60	24,60
Ca FP	0,336	0,048	0,640	0,0360	0,054	18,00	2,40	4,80	4,80	22,00
Ca FV	0,326	0,046	0,626	0,0396	0,090	40,00	4,02	4,42	5,60	21,80
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média	0,358	0,046	0,643	0,0403	0,070	25,95	3,20	4,81	5,20	23,00

Aos 115 DAPF a composição mineral dos frutos não apresentou diferenças significativas entre as modalidades para nenhum dos nutrientes em estudo.

Para frutos colhidos entre 80-100 DAPF Aznar *et al.* (1999) referem que o risco de bitter pit aumenta consideravelmente quando o valor da relação K/Ca ultrapassa os 25. Neste ensaio observou-se uma relação de K/Ca entre 14,6 e 17,7 valores substancialmente inferior ao valor limite referido.

Nas amostras referentes à data de colheita (Quadro 4.5) também não se observaram diferenças estatísticas significativas entre as modalidades em estudo.

Quadro 4.5 – Teor médio em nutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo e relações de macronutrientes, à colheita. Quinta do Paço, 2009. E intervalo de teor em nutrientes nos frutos considerado adequado por Werth (1995).

Modalidade	Composição química dos frutos à colheita (19/09/2009)					relações				mg Kg ⁻¹		
	% na M.S.					N/Ca	K/Ca	Mg/Ca	$\frac{(Mg+K)}{Ca}$	Zn	Cu	B
	N	P	K	Ca	Mg							
T	0,376	0,040	0,384	0,0140	0,036	26,7	27,9	2,6	30,5	1,6	2,2	18,0
Ca S	0,392	0,038	0,366	0,0132	0,038	34,6	32,0	3,3	35,3	1,6	2,6	21,0
Ca FP	0,354	0,036	0,428	0,0142	0,040	27,3	33,0	3,0	36,0	1,4	3,8	20,6
Ca FV	0,480	0,034	0,404	0,0120	0,038	43,6	36,0	3,4	39,4	4,0	2,4	19,8
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média	0,40	0,04	0,40	0,0134	0,038	29,85	33,05	3,08	35,3	2,15	2,75	19,9
Intervalo adequado	0,23	-	0,67	0,027	0,027	Adaptado de Werth (1995)						
	0,33	-	0,87	0,033	0,037							

O teor de cálcio nos frutos e as relações estudadas de acordo com a bibliografia referida anteriormente, indicam que estamos na presença de fruta com alguma propensão para o desenvolvimento de bitter pit. O teor em cálcio dos frutos referido por Wills *et al.* (1976) como suficiente para evitar o desenvolvimento do bitter pit varia entre 2,5 e 4 mg de Ca/100 g de peso fresco (ponto 2.3.1.3), o que corresponde aproximadamente ao intervalo de 0,0167 a 0,0267 % M.S. (considerando um teor de 15% de matéria seca), o que significa que o valor médio obtido, de 0,0134% M.S., é inferior ao desejável, ou seja, tem maior probabilidade de ocorrência de bitter pit. Contudo, a comparação de valores deve ser

efectuada com algum cuidado pois os autores nem sempre são claros no que respeita aos métodos de amostragem, metodologia utilizada nas análises e cultivares usadas.

Mas de forma a poder discutir os resultados obtidos, apresentamos no Quadro 4.5 os teores de nutrientes nos frutos, apresentado por Werth (1995), após conversão em percentagem de matéria seca (% M.S.), considerando um teor de M.S. de 15%.

Da comparação dos valores obtidos com os referenciados por Werth (1995), verificamos que o teor de N é alto, os teores de K e Ca são baixos e o teor de Mg é mais elevado.

Paralelamente à análise individual do teor de cada elemento é importante a análise das suas relações, dada a interacção existente entre eles. Com efeito as relações (K+Mg)/Ca, K/Ca e N/Ca são referidas como indicadores da predisposição da fruta para desenvolver fisiopatias, nomeadamente o bitter pit.

O valor de N elevado e baixo de Ca indicam uma fraca qualidade dos frutos (Tagliavini et al., 2000), pois conduzem a uma relação N/Ca elevada. De acordo com Faust & Korcak (1990) valores de N/Ca próximos de 30 conduzem a uma grande probabilidade de se desenvolverem fisiopatias, sendo esta probabilidade muito reduzida para valores da ordem dos 10. Considerando estes valores todas as modalidades estudadas apresentam um desequilíbrio entre estes dois elementos, sendo a modalidade CaFV que apresenta o valor mais desfavorável da relação N/Ca.

Segundo Werth (1995) a relação K/Ca, deve ter como limite máximo 30, valor este inferior à média das modalidades, de 33.

A relação que conjuga os teores de cálcio com os do potássio e magnésio, (Mg+K)/Ca, varia entre 30,5 e 39,4, valores elevados quando consideramos 30 como o valor referido como limite máximo para uma boa conservação (Roca *et al.*, 1993; Casero, 1995).

Com base nos resultados das análises dos frutos efectuadas à colheita, é de prever a incidência de bitter pit na fruta proveniente de todas as modalidades, facto que se veio a comprovar (ponto 4.3).

Os dados das análises de frutos, provenientes das amostras retiradas após o período de 115 dias de conservação frigorífica, sintetizados nos Quadros 4.6 e 4.7, apresentam resultados algo diferentes sobretudo no elemento alvo de estudo, o cálcio. Para facilitar o estudo procedeu-se à análise de uma amostra de frutos com bitter pit (Quadros 4.6 e 4.7).

Após 115 dias de conservação foi interessante verificar o aparecimento de diferenças significativas entre as modalidades no teor de cálcio dos frutos. O teor médio de cálcio nos frutos da modalidade CaS foi o mais elevado, diferindo de forma significativa do teor médio de cálcio das modalidades CaFP e T. Por sua vez a modalidade CaFV, apresentou um teor médio de 0,0158%, que não difere significativamente das restantes modalidades. A modalidade de aplicação de cálcio ao solo (CaS) foi a que induziu a maior teor de cálcio nos frutos, logo seguida da modalidade com aplicação de cálcio foliar na fase final de

desenvolvimento do fruto (CaFV). A modalidade testemunha foi a que originou frutos com um teor de cálcio mais baixo sem diferenças significativas das modalidades de aplicação foliar.

Quadro 4.6 – Teor médio em macronutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo e suas relações, nas modalidades em estudo e numa amostra de frutos com bitter pit, 115 dias após conservação frigorífica. Quinta do Paço, 2009.

Modalidade	Composição química dos frutos após conservação frigorífica (15/01/2010)					relações			
	% na M. S.								
	N	P	K	Ca	Mg	N/Ca	K/Ca	Mg/Ca	(Mg+K)/Ca
T	0,631	0,054	0,379	0,0127 b	0,036	50,08	30,19 a	2,81	33,00 a
CaS	0,582	0,068	0,386	0,0187 a	0,044	32,60	21,36 b	2,42	23,78 b
CaFP	0,622	0,062	0,364	0,0150 b	0,041	43,02	24,60 ab	2,76	27,36 ab
CaFV	0,594	0,058	0,338	0,0158 ab	0,038	38,20	21,73 b	2,43	24,16 b
Sig.	ns	ns	ns	0,011	ns	ns	0,028	ns	0,027
Média	0,607	0,061	0,367	0,0156	0,040	40,98	24,47	2,61	27,08
Bitter pit	0,634	0,045	0,255	0,0075	0,027	84,59	33,98	3,60	37,59

Letras diferentes, em cada coluna, indicam diferenças significativas segundo o teste de Duncan, para $p \leq 0,05$

As diferentes modalidades apresentaram um comportamento similar para as relações K/Ca e (Mg+K)/Ca, sendo os resultados mais favoráveis verificados nas modalidades CaFV e CaS, as quais diferem de forma significativa da testemunha. A modalidade CaFP embora apresente valores mais favoráveis que a modalidade T não difere significativamente desta, nem das restantes modalidades (CaS e CaFV).

Considerando as análises dos frutos após 115 dias de conservação podemos afirmar que, de uma forma geral, os frutos apresentam um maior teor em cálcio, nas modalidades em estudo comparativamente à testemunha. Contudo esse teor é ainda baixo, oscilando entre os 0,0127 em T e os 0,0187 em CaS, valor este já dentro do satisfatório de acordo com Wills *et al.* (1976). Contudo, a relação N/Ca é mais desfavorável resultado dos teores mais elevados de azoto relativamente à amostragem realizada à colheita. O teor médio de cálcio apresentou um acréscimo de 14% entre as duas épocas de amostragem e o teor de azoto um acréscimo de 34%.

Para além dos macronutrientes foram também analisados os micronutrientes, sendo os resultados apresentados no Quadro 4.7. Apenas se verificam diferenças significativas entre as modalidades no nível de boro. O teor deste nutriente é significativamente mais elevado na modalidade CaS, comparativamente com as modalidades T e CaFV. O teor de boro na modalidade CaFP é estatisticamente idêntico aos teores das restantes modalidades.

Com base nos resultados das análises dos frutos efectuadas após 115 dias de conservação verifica-se que a modalidade com maior probabilidade de apresentar uma maior incidência de bitter pit seria a modalidade T e com menor probabilidade a CaS, pois apresentava o maior teor em cálcio nos frutos e as relações K/Ca e (Mg+K)/Ca mais baixas. Contudo os resultados da incidência de bitter pit não apresentaram diferenças significativas entre as modalidades (ponto 4.3).

Quadro 4.7 – Teor médio em micronutrientes nos frutos da macieira cv. Bravo, nas modalidades em estudo e numa amostra de frutos com bitter pit, 115 dias após conservação em câmara frigorífica. Quinta do Paço, 2009.

Composição química dos frutos após conservação frigorífica (15/01/2010)					
Modalidade	mg Kg ⁻¹				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T	11,84	1,21	1,20	1,99	16,76 b
Ca S	23,74	1,70	2,41	2,31	21,71 a
Ca FP	15,40	1,39	1,67	2,49	17,96 ab
Ca FV	22,11	1,47	1,59	2,06	16,01 b
Sig.	ns	ns	ns	ns	0,05
Média	18,27	1,44	1,72	2,21	18,11
Bitter pit	9,15	0,88	1,12	1,94	13,08

Letras diferentes, em cada coluna, indicam diferenças significativas segundo o teste Mann-Whitney, para $p \leq 0,05$

Da comparação dos teores de nutrientes e relações nas modalidades em estudo com a amostra de frutos com bitter pit podemos verificar que os frutos com bitter pit apresentam um teor muito inferior em cálcio, 0,0075% M.S, comparativamente às amostras das modalidades que não apresentavam sintomatologia da fisiopatia. Estes dados vem de encontro ao referido por Perring (1986), que refere uma correlação negativa entre a incidência do bitter pit e o teor de cálcio nos frutos.

Os frutos com bitter pit apresentam as relações N/Ca, K/Ca, Mg/Ca e (Mg+K)/Ca mais elevadas, o que está de acordo com o referido por Ferguson & Watkins (1992) e Tomala (1997).

Relativamente ao conjunto dos micronutrientes salientamos o boro que é um dos elementos referidos como sinérgico da absorção de cálcio (Bramlage *et al.*, sd; Val, 2005; Alarcón *et al.*, 2006). Da análise dos resultados podemos verificar que um maior teor de cálcio está associado um maior teor em boro (Quadros 4.6 e 4.7). Com efeito, 115 dias após conservação frigorífica, a modalidade CaS apresenta um teor significativamente mais elevado de boro e simultaneamente um teor significativamente mais elevado de cálcio.

Os valores dos Quadros 4.6 e 4.7 são uma base de trabalho para a determinação dos teores de nutrientes nos frutos para esta cultivar, pois englobam apenas frutos de calibre grande que não desenvolveram bitter pit após 115 dias de conservação frigorífica. Segundo Kidd (1991) os sintomas do bitter pit estão totalmente desenvolvidos após 30 a 60 dias de armazenamento ou 6 a 12 semanas de acordo com Monge *et al.* (1994). Os teores de cálcio e boro em frutos sem bitter pit são mais elevados relativamente aos respectivos teores nos frutos que desenvolveram bitter pit durante a conservação. As determinações de nutrientes nos frutos à colheita e após conservação frigorífica incidiu sobre frutos da classe de calibre 70-75, inclusive a amostra de frutos com bitter pit. Estes frutos são considerados grandes, sendo a Bravo uma cultivar de frutos de calibre médio a pequeno, e o teor de cálcio nos frutos diminui com o aumento do tamanho dos frutos, tal como foi verificado por Brookfield *et al.* (1996) na cultivar Braeburn, devido ao efeito de diluição.

Na Fig. 4.2 podemos observar a evolução do teor de nutrientes nos frutos na parcela do ensaio no ano 2009 usando os valores verificados na modalidade T (testemunha). Da sua análise verificamos que, de uma forma geral, todos diminuem a sua concentração, o que está de acordo com o referido por Westwood (1982), sendo o efeito de diluição em resultado do crescimento dos frutos, que ocorre a maior velocidade que a acumulação de nutrientes, facto este bem patente no cálcio.

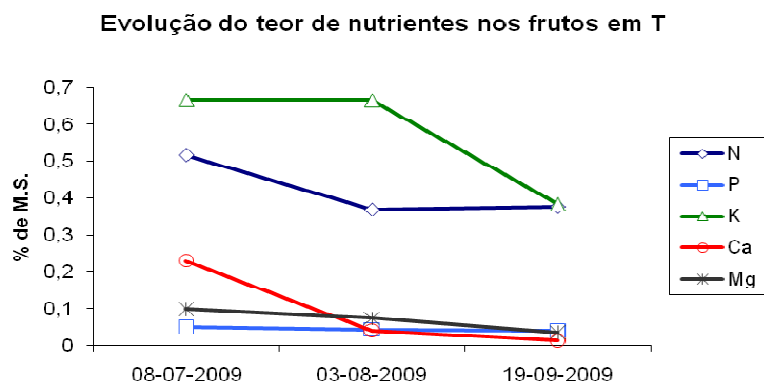


Fig. 4.2 – Evolução ao longo do ciclo vegetativo do teor em nutrientes nos frutos, na modalidade T. Quinta do Paço, 2009.

O baixo teor em cálcio verificado nos frutos pode em parte ser devido ao seu alto calibre médio, 70-75, pois de acordo com Ferguson *et al.* (1993) a concentração em cálcio nos frutos diminui com o aumento de calibre dos frutos, tendo Ferguson & Triggs (1990) registado na cultivar Cox's Orange Pippin uma redução de cerca de 0,05 mg de Ca/100 g peso fresco por cada aumento de 10 g no peso do fruto. O reduzido número médio de sementes por fruto e as condições climáticas de 2009, podem também ter tido alguma contribuição para o baixo teor de cálcio observado.

4.3 – Produção total, comercializável e refugo

A produção de frutos influencia e é influenciada pelo estado de nutrição das plantas pelo que, neste ensaio, se procedeu à contabilização da produção. Para tal os frutos das unidades de amostragem foram integralmente colhidos e posteriormente foi contabilizado o número de frutos e peso por classes de calibre. Foi também efectuada a contabilização do refugo total e sua repartição pelas principais causas, bitter pit, calibre inferior a 55 mm e outras causas (defeitos de forma, feridas, pisaduras, outras). Os dados por modalidade e bloco encontram-se nos Quadros B7, B8, B9, B10, B11 e B12 do anexo B. As médias relativas a cada modalidade encontram-se nas figuras 4.3 e 4.4 e no Quadro 4.8.

Na Fig. 4.3 é apresentada a produção média total das diferentes modalidades, assim como a repartição dessa produção em produção comercializável e refugo.

Da análise da Fig. 4.3, podemos verificar que, em termos de produção, não se observam diferenças significativas entre as modalidades. A produção total nas diferentes modalidades foi elevada, variando entre 63,1 t/ha na modalidade T e 73,3 t/ha na modalidade CaFV, sendo produções muito superiores à média da região, de cerca das 25

t/ha. A produção comercializável oscilou entre 49,4 t/ha na modalidade T e 59,9 t/ha na modalidade CaFV. Quanto ao refugo foram as modalidades CaS e T que registaram os valores mais elevados, de 13,7 t/ha, o que corresponde sensivelmente a cerca de 20 e 22% do total da produção, respectivamente. Esta percentagem média de refugo, pode ser considerado um valor usual na generalidade dos pomares da região. É de realçar que no que respeita ao refugo a maioria dos agricultores só fazem a avaliação da quantidade de refugo no total da produção colhida, não contabilizando os frutos que caem como também os que ficam na árvore por rejeição prévia.

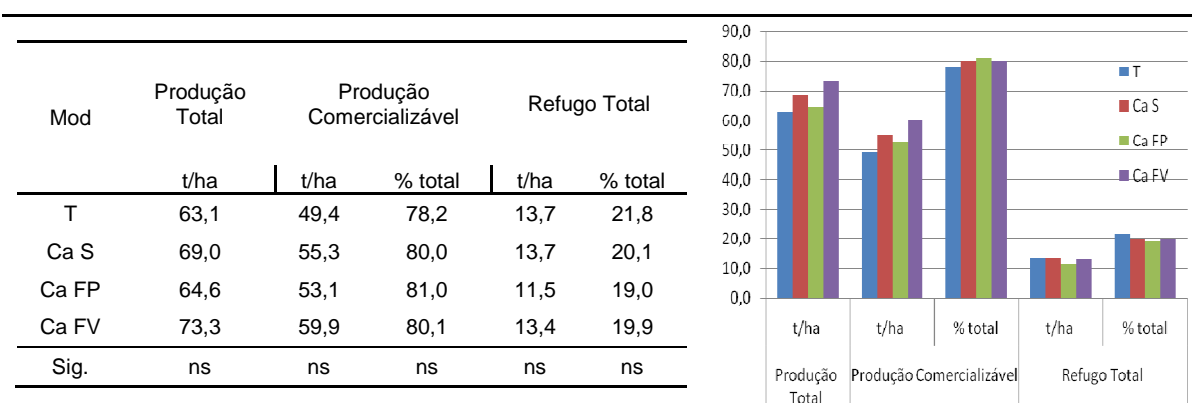


Fig. 4.3 - Produção total, comercial e refugo, na cv. Bravo, nas diferentes modalidades. Quinta do Paço, 2009.

No Quadro 4.8 apresenta-se a repartição da produção total pelas diferentes classes de calibre (expresso em percentagem quer do número de frutos quer relativamente ao peso). Estes valores foram determinados na produção total sem o grupo classificado de outras causas de refugo.

Quadro 4.8 – Percentagem da produção total, em número de frutos e toneladas por hectare, repartida pelas diferentes classes de calibre, nas modalidades em estudo. Quinta do Paço, 2009.

Classes Calibre (mm)	% da produção total (sem as outras causas de refugo)								Sig.	
	T		Ca S		Ca FP		Ca FV			
	nº frutos	t	nº frutos	t	nº frutos	t	nº frutos	t	nº frutos	t
≤ 55	3,6	1,8	1,9	0,8	3,9	1,9	2,7	1,1	ns	ns
55 - 60	10,4	7,6	5,0	2,9	9,6	6,4	9,8	6,6	ns	ns
60 - 65	23,4	20,5	16,5	12,2	23,5	18,9	23,9	19,8	ns	ns
65 - 70	21,5	20,6	21,7	18,8	23,0	22,4	22,9	22,3	ns	ns
70 - 75	18,8	19,9	19,9	20,5	21,0	23,5	21,1	23,3	ns	ns
75 - 80	14,3	18,1	20,3	24,0	14,6	19,4	13,1	16,8	ns	ns
> 80	8,1	11,5	14,8	20,8	4,4	7,4	6,4	10,0	ns	ns

Da observação do Quadro. 3.8 podemos concluir que todas as modalidades apresentaram calibres elevados, dado que cerca de metade da produção total se situa nas classes de calibre 70-75 e superiores, as quais são as mais valorizadas em termos de mercado, enquanto as classes de calibre menos valorizadas (55-60 e 60-65) apresentam uma menor percentagem de frutos, aproximadamente ¼ da produção. A classe de calibre menor

que 55 mm (considerada refugo por baixo calibre) apresenta um valor reduzido da produção total, entre 0,8% e 1,9% do peso da produção total.

Os calibres obtidos podem considerar-se elevados considerando tratar-se de uma cultivar onde predominam os calibres médios e pequenos, 60/65 e 65/70 (Crespí *et al.*, 2006).

Relativamente ao refugo, a Fig. 4.4 permite verificar a repartição de refugo por baixo calibre, bitter pit e outras causas.

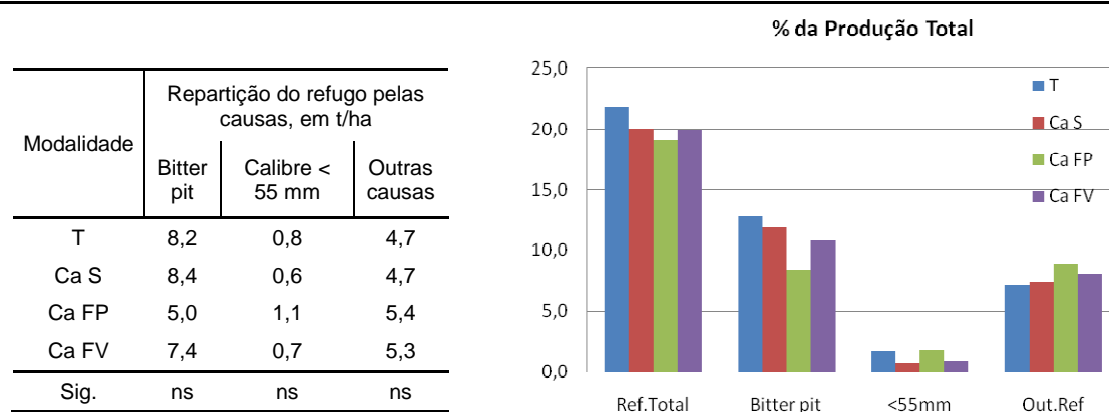


Fig. 4.4 – Repartição do refugo pelas suas causas, expresso em t/ha e percentagem da produção total.

Da análise da Fig. 4.4 podemos verificar que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as modalidades nos grupos em análise.

Neste ensaio a causa de refugo com maior expressão foi o bitter pit, o qual representa cerca de metade da quantidade de refugo total. A modalidade T foi a que apresentou a maior percentagem de refugo total, cerca de 22% da produção total, sendo aproximadamente 13% devido ao bitter pit, 1,7% ao baixo calibre e 7,2% ao conjunto de outras causas.

4.4 – Incidência e severidade de bitter pit

A incidência de bitter pit foi avaliada em duas épocas distintas, à colheita e após conservação frigorífica, considerando a produção total de cada modalidade e bloco. Os frutos que apresentavam bitter pit foram separados e agrupados por índice de severidade. Os resultados destas observações encontram-se no anexo B, Quadros B13 e B14, para a avaliação à colheita, B15 e B16, para a avaliação após conservação e B17 e B18, para ambas as observações. As médias por modalidade encontram-se nos Quadros 4.9, 4.10 e 4.11, agrupados por datas de amostragem.

Da análise do Quadro 4.9 podemos verificar que, em termos médios, 11% da produção (expressa em quilos e ou em número de frutos) apresenta sintomas de bitter pit. Do total de frutos com bitter pit mais de metade (55,5%) apresenta severidade 1, ou seja, uma a duas manchas por fruto e 17,3% dos frutos apresenta uma severidade 3, ou seja, mais de seis manchas por fruto.

Em relação à incidência e severidade considerando a totalidade dos frutos produzidos (Quadro 4.9) não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades.

Quadro 4.9 – Incidência de bitter pit e diferentes índices de severidade, em percentagem do número de frutos e peso da produção total de cada modalidade, determinados em ambas as datas de amostragem. Quinta do Paço, 2009.

Modalidade	Incidência		Severidade 1		Severidade 2		Severidade 3	
	%							
	nº/nº	Kg/Kg	nº/nº	Kg/Kg	nº/nº	Kg/Kg	nº/nº	Kg/Kg
T	12,7	12,9	6,9	6,7	3,3	3,7	2,4	2,6
Ca S	12,6	11,9	6,3	6,2	3,6	3,3	2,6	2,5
Ca FP	8,5	8,4	5,0	5,0	2,3	2,3	1,2	1,1
Ca FV	10,1	10,8	6,1	6,5	2,6	2,7	1,4	1,5
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Média	11	11	6,1	6,1	3	3	1,9	1,9

Da avaliação efectuada à colheita (Quadro 4.10), não se observaram diferenças significativas entre as modalidades quer na incidência quer no índice de severidade.

Os resultados mais desfavoráveis tanto no que respeita à incidência como no que respeita à severidade foram obtidos na modalidade CaFV, onde 4,8% do número total de frutos apresentava bitter pit, o que corresponde a 5,1% da produção dessa modalidade.

O índice 1 de severidade foi o mais expressivo em todas as modalidades, o que significa que a grande maioria dos frutos com bitter pit tinham uma a duas lesões.

Quadro 4.10 – Incidência de bitter pit e diferentes índices de severidade, em percentagem do número de frutos e quilos da produção total de cada modalidade, determinados à colheita. Quinta do Paço, 2009.

Modalidade	Incidência		Severidade 1		Severidade 2		Severidade 3	
	%							
	nº/nº	Kg/Kg	nº/nº	Kg/Kg	nº/nº	Kg/Kg	nº/nº	Kg/Kg
T	3,8	3,7	2,4	2,1	1,1	1,2	0,4	0,4
Ca S	2,4	2,4	1,6	1,5	0,5	0,5	0,3	0,4
Ca FP	2,3	2,3	1,6	1,6	0,5	0,5	0,2	0,2
Ca FV	4,8	5,1	3,2	3,4	1,1	1,2	0,4	0,5
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Na avaliação realizada após conservação (Quadro 4.11) também não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades, quer na incidência quer no índice de severidade. Os resultados mais desfavoráveis tanto em incidência como em severidade foram agora obtidos na modalidade CaS, onde cerca de 10% do número total de frutos apresentavam bitter pit, o que corresponde a 9,5% da produção total dessa modalidade (expressa em quilos). Após conservação também foi o índice de severidade 1 que apresentou valores mais elevados em todas as modalidades.

A diferença entre modalidades embora não seja significativa em termos estatísticos é em termos económicos, pois nesta cultivar e em pomares com uma produção média similar (65 t/ha) 1% da produção representa 650 Kg, que corresponde a um diferencial de 292,5€/ha, se considerarmos um preço médio de 0,5 €/kg para produção comercial e 0,05€/kg para o refugo.

Quadro 4.11 – Incidência de bitter pit e diferentes índices de severidade, em percentagem do número de frutos e peso da produção total de cada modalidade, determinados 115 dias após conservação em câmara frigorífica de atmosfera normal. Quinta do Paço, 2009.

Modalidade	Incidência		Severidade 1		Severidade 2		Severidade 3	
	nº/nº	Kg/Kg	%		nº/nº	Kg/Kg	nº/nº	Kg/Kg
			nº/nº	Kg/Kg				
T	8,9	9,1	4,5	4,6	2,3	2,4	2,0	2,1
Ca S	10,2	9,5	4,8	4,6	3,1	2,8	2,3	2,1
Ca FP	6,2	6,1	3,4	3,4	1,8	1,8	1,0	0,9
Ca FV	5,4	5,7	2,9	3,1	1,5	1,5	1,0	1,1
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns


4.5 – Relação entre a severidade de bitter pit e o número de sementes

No Quadro 4.12 estão sintetizados os dados por modalidade referentes ao estudo da relação entre o número de sementes e a severidade de bitter pit. Os resultados discriminados podem ser observados no Quadro B19 do anexo B.

Na amostragem dos 1236 frutos provenientes das diferentes modalidades e blocos, não se registaram diferenças significativas para os diferentes parâmetros em análise (calibre, nº sementes e índice de severidade), mas podemos observar uma tendência para que a um maior número médio de sementes corresponda um menor índice médio de severidade de bitter pit (Quadro 4.12).

Quadro 4.12 – Calibre, número de sementes e índice de severidade médios por modalidade. Qta Paço, 2009.

Modalidade	Calibre médio	nº sementes médio	Índice médio de Severidade
T	70,0	2,4	1,2
Ca S	72,4	2,2	1,3
Ca FP	68,9	2,3	1,3
Ca FV	71,8	2,8	1,1
Sig.	ns	ns	ns



A análise dos dados, bem como o referido por Brookfield *et al.* (1996) e Broom *et al.* (1998), leva-nos a considerar a existência de uma relação entre o número de sementes viáveis e a severidade de bitter pit nos mesmos. Este facto foi confirmado através da obtenção de uma análise de regressão entre estes dois parâmetros, utilizando o programa SPSS (Fig. 4.5).

A relação obtida entre o número de sementes viáveis no fruto e a severidade de bitter pit foi do tipo quadrático altamente significativa ($p < 0,001$), com um coeficiente de determinação de 59,6% (Fig.4.5).

A menor severidade de bitter pit de frutos com maior número de sementes pode ser devida ao seu maior teor em cálcio, em resultado do movimento de cálcio induzido pela auxina, de acordo com o verificado por Banuellos *et al.* (1987) no tomate.

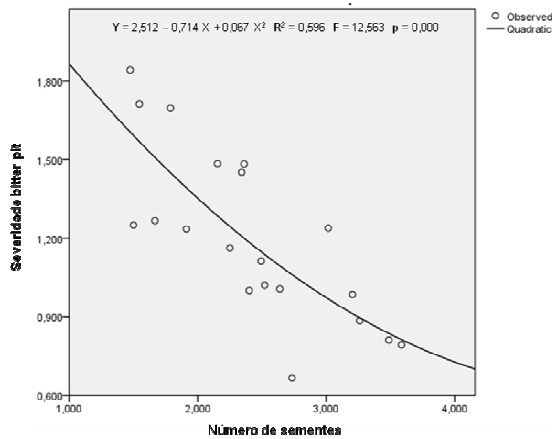


Fig. 4.5 – Relação entre o número de sementes e a severidade de bitter pit (n = 20).

4.6 – Qualidade dos frutos - dureza e índice refractométrico

Considerando a avaliação da dureza e índice refractométrico (IR) dos frutos à colheita, verificamos que não se observaram diferenças significativas entre as modalidades em estudo. À colheita a dureza variou entre 7,2 e 7,5 kg cm⁻² e o IR variou entre 11,6 e 12,5°Brix (Fig.4.6). Os resultados individuais podem ser consultados no Quadro B20 do anexo B.

Devido a alguns problemas de disponibilidade de mão-de-obra a colheita foi realizada cerca de uma semana antes da data ideal. A colheita foi efectuada com um índice de regressão do amido médio próximo de 4, devendo esta cultivar ser colhida com um índice compreendido entre 4 e 6 (Carvalho, 2005). A dureza média dos frutos à colheita foi ligeiramente superior aos 6 a 7 kg cm⁻² indicados por Carvalho (2005) para a colheita desta cultivar. Ainda segundo o mesmo autor o IR deveria ser maior que 12,5°Brix, mas nenhuma das modalidades superou esse valor. Contudo, esta colheita um pouco mais temporã permitiu a correcta evolução da maturação durante a conservação e a obtenção de fruta de qualidade após 115 dias de conservação. Com efeito, após 115 dias de conservação observou-se um teor médio de IR compreendido entre 13,3-14,3°Brix e de dureza entre 5,1-5,5 kg cm⁻², valores frequentes para esta cultivar.

Da análise da Fig. 4.6 podemos facilmente observar a diminuição da dureza e o incremento do IR em todas as modalidades da primeira para a segunda avaliação, tal como seria expectável.

Do tratamento estatístico efectuada para estes parâmetros da qualidade não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades nas duas datas de amostragem. Em relação à dureza dado o cálcio ter funções estruturais de fortalecimento das paredes celulares, conferindo uma maior rigidez aos tecidos vegetais (Casero, 1995), poder-se-ia esperar que a modalidade com maior teor de cálcio apresenta-se maior dureza no entanto nas condições em que decorreu este ensaio, não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades. Lanauskas & Kvikliene (2006), num ensaio de 3 anos com modalidades com

sete aplicações foliares de diferentes formas de cálcio, também não obtiveram qualquer efeito na dureza e IR dos frutos.

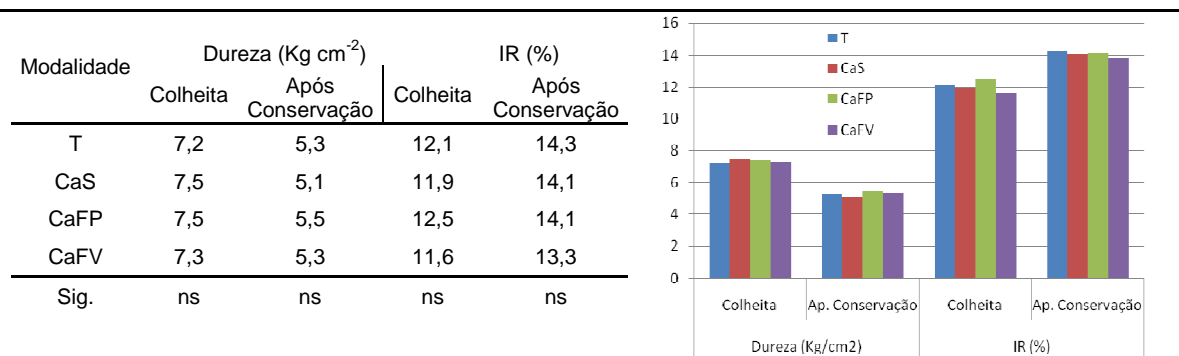


Fig. 4.6 - Índice refractométrico (IR) e dureza dos frutos, à colheita e 115 dias após conservação em câmara frigorífica de atmosfera convencional, em 2009.

5 - Considerações finais

Do ensaio de campo realizado num pomar de macieira da cv. Bravo, onde se efectuou um estudo comparativo de três formas distintas de fornecimento de 15 Kg de CaO/ha; nomeadamente aplicação ao solo (4 fertirregas com periodicidade quinzenal), aplicação foliar na fase inicial do desenvolvimento dos frutos e aplicação foliar na fase final do desenvolvimento dos frutos (ambos com 7 aplicações de periodicidade semanal) podemos sistematizar as conclusões que se seguem.

- O teor de nutrientes das folhas ao longo do ciclo foi semelhante entre as modalidades em estudo.

- Para o K, Ca e Mg verificou-se uma correspondência entre o seu teor nas folhas 115 DAPF e o seu teor nos frutos à colheita.

- Observaram-se diferenças significativas no teor de cálcio e boro nos frutos, na amostragem efectuada 115 dias após conservação frigorífica. A modalidade de aplicação de cálcio ao solo conduziu a teor de cálcio e boro nos frutos significativamente mais elevados que a testemunha e a modalidade de aplicação foliar na fase inicial do desenvolvimento dos frutos. O teor de boro foi também mais elevado na modalidade da fertirrigação com cálcio, a qual deferiu de forma significativa da testemunha, mas não das modalidades com aplicação foliar de cálcio.

- A incidência média de bitter pit variou entre 8,4 e 12,9% da produção total, tendo-se cifrado à colheita nos 3,4% e após conservação frigorífica nos 7,6%. Não se registaram diferenças significativas entre as modalidades.

- A severidade de bitter pit de índice 1 (frutos com 1 a 2 lesões de bitter pit) foi a mais expressiva em todas as modalidades representando aproximadamente 50% dos frutos com bitter pit, não se observando diferenças significativas entre as modalidades.

- Foi observada uma relação inversa significativa entre o número de sementes viáveis nos frutos e o índice de severidade de bitter pit, relação que apresentou um R^2 de 0,596.

- A produção total foi elevada com uma média de 67,5 t/ha, não tendo sido influenciada significativamente por nenhuma das modalidades, o que foi bastante importante, em todo o ensaio, uma vez que, se houvesse efeito na produção total, poderia ser este parâmetro a influenciar todos os outros, mascarando o efeito das modalidades;

- A produção comercializável média oscilou entre 49,4 e 59,8 t/ha, com um predomínio das classes de calibre 70-75, 65-70 e 75-80, respectivamente, não se registaram diferenças significativas entre as modalidades;

- O refugo representou 20% da produção total, sendo um sério prejuízo para o fruticultor, não se registando diferenças significativas entre as modalidades. A causa de refugo mais expressiva foi o bitter pit, que representou cerca de metade do refugo total;

- A dureza média dos frutos à colheita foi de $7,4 \text{ kg cm}^{-2}$ e após 115 dias de conservação foi de $5,3 \text{ kg cm}^{-2}$ não se observando diferenças significativas entre as modalidades.
- O índice refractométrico médio variou entre 12°Brix , à colheita, e os 14°Brix , após conservação, não se observando diferenças significativas entre as modalidades.

Em conclusão podemos afirmar que os diferentes tratamentos não influenciaram de forma significativa o teor de nutrientes das folhas, a incidência e severidade do bitter pit, a produção total, a produção comercializável e refugo, nem o calibre, a dureza e o índice refractométrico e não permitiram obter frutos com altos teores de cálcio.

Contudo, os resultados alcançados permitem indicar que a aplicação ao solo poderá ser o meio mais eficaz no aumento do teor de cálcio nos frutos. Para uma maior clarificação de resultados seria conveniente a manutenção das modalidades em estudo por um período mais alargado uma vez que um ano em culturas frutícolas é muitas vezes insuficiente para a obtenção de resultados seguros.

Trabalhos futuros com propósito de estudar a(s) forma(s) mais efectivas de melhorar o teor em cálcio nos frutos deveriam incidir sobre a aplicação conjunta de cálcio e boro.

Referências bibliográficas

- Alarcón, A.; Madrid, R.; Romojaro, F. & Molina, E. (1998) – Calcium forms in leaves of muskmelons (cv. Revigal) plants tested with different calcium compounds. *J. of Plant Nutrition* 21, 9: 1897-1912.
- Alarcón, A.; Madrid, R.; Egea, C. & Guillén, I. (1999) – Calcium deficiency provoked by the application of different forms and concentrations of Ca⁺² to soil-less cultivated muskmelons. *Scientia Horticulturae* 81: 89-102.
- Alarcón, A. L.; Justribó, X. & González, L. M. (2006) – Bases prácticas para optimizar a asimilación del calcio. *Fruticultura Profesional* 161: 49-60.
- Ayling, S. M. & Clarkson, D. T. (1996) – The cytoplasmic streaming response of tomato root hairs to auxin; the role of calcium. *Journal of Plant Physiology* 23: 699-708.
- Aznar, Y.; Blanco, A. & Val, J. (1999) – Evaluación de parámetros para determinar el desarrollo final del fruto en manzano. *Actas de Horticultura* 26: 171-177.
- Aznar, Y.; Cortés, E.; Monge, E.; Blanco, A. & Val, J. (2001) – Caracterización catiónica de manzanas afectadas por bitter pit. In: Alcaraz, C. F.; Carvajal M. & Martínez, V. (Eds.) *Nutrición mineral en una agricultura mediterránea sostenible*. Consejería de Agricultura, Agua e medio Ambiente, Murcia, pp. 389-398.
- Banuelos, G. S.; Bangerth, F & Marschner, H. (1987) – Relationship between polar basipetal auxin transport and acropetal Ca²⁺ transport into tomato fruits. *Physiologia Plantarum* 71: 321-327.
- Barber, S. A.; Walker, J. M. & Vesey, E. H. (1963) – Mechanism for the movement of plant nutrition from the soil and fertilizer to the plant root. *J. Agr. Food Chem.*, 11: 204-207 (citado por Fragata, 1989).
- Barreiro, M. (1992) – Tratamentos de cálcio após-colheita no controlo do “bitter pit”. *Agricultura* 92: 34-35.
- Baughner, T.; Hogmire, H.; Biggs, A.; Lightner, G.; Walter, S.; Leach, D. & Winfield, T. (1996) – Packout Audits of Apple from Five Orchard Management Systems. *HortTechnology* 6, (1): 34-41.
- Bergmann, W. (1992) – Nutricional Disorders of Plants. G. Fischer. Jena (Alemania) pp: 132-150 (citado por Monge *et al.*, 1994).
- Blanke, M. (1986) – Comparative SEM study of stomata on developing quince, apple, grape and tomato fruit. *Angewandte Botanik* 60: 209-214 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Boaretto, A. E.; Muraoka, T. & Boaretto, R. M. (2003) – Solos e Nutrição, Absorção e translocação de micronutrientes, aplicados via foliar, pelos citros. In: Laranja, Cordeirópolis, v.24, n.1, pp. 177-197. (acesso em: 6 de Março de 2010) Disponível em <http://revistalaranja.centrodecitricultura.br/edicoes/7/10/v24%20n1%20art14.pdf>.
- Bondeux, P. (1992) – *Maladies de conservation des fruits à pépins pommes et poires*. Intitut National de la Recherche Agronomique. Paris.
- Borkowski, J. & Ostrzycka, J. (1973) – The control of blossom end rot of tomato and tipburn in lettuce by using the proper fertilisation. *Acta Horticulturae* 29: 327-339 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Bradfield, E. G. & Guttridge, C. G. (1984) – Effects of night-time humidity and nutrient solution concentration on the calcium of tomato fruit. *Scientia Horticulturae* 22: 207-217 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Brady, N. C. & Weil, R. R. (1996) – The nature and properties of soil. 11th ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Bramlage, W. J. (1993) - Interactions of orchard factors and mineral nutrition on quality of pome fruit. *Acta Horticulturae* 326: 15-28.
- Bramlage, W. ; Drake, M. & Lord, W. (sd) - *The influence of mineral nutrition on the quality and storage performance of pome fruits grown in North America*. Dept of plant and soil Sciences University of Massachusetts - USA.

- Brookfield, P. L.; Ferguson, I. B.; Watkins, C. B. & Bowen, J. H. (1996) – Seed number and calcium concentrations of “Braeburn” apple fruit. *J. of Horticultural Science* 71: 256-271.
- Broom, F. D.; Smith, G. S.; Miles, D. B. & Green, T. G. A. (1998) – Within and between tree variability in fruit characteristics associated with bitter pit incidence of “Braeburn” apple. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73: 555-561.
- Cabezas, M. & Cárdenas, M. (2007) – *Respuesta del cultivo de Tomate de Árbol (Solanum betaceum) en producción a la aplicación de metalosatos*. Tesis Ingeniero Agropecuario. Sangolquí, ECU, Escuela Superior del Ejercito – IASA. 143 pp (citado por Soria, 2008).
- Cachorro, P.; Ortiz, A. & Cerdá, A. (1994) – Implications of calcium nutrition on the response of *Phaseolus vulgaris* L. to salinity. *Plant and Soil*. 159: 205-212.
- Carpena-Ruiz, R. O.; Lozano-Rodríguez, E.; Ramón, A. M. & Gárate, A. (1994) – *Efecto de la ligera deficiencia de boro sobre la absorción y transporte de Ca en plantas de tomate. Bases fisiológicas, bioquímicas y moleculares de la nutrición mineral de las plantas*. Consejería de Agricultura y Comercio de la Junta de Extremadura, Badajoz, pp 119-126 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Carvalho, F. (2005) – *Maturação das maçãs, decisão de colheita, cuidados na colheita*. Cooperativa Agrícola de Mangualde, C.R.L, Mangualde, 48 pp.
- Carvalho, A. & Duarte, C. (2009) – *Maçãs Tradicionais de Eleição, Bravo de Esmolfe, Pêro Pipo, Malápico da Serra, Fonte de Saúde e de Sabores*. Agro Manual Publ., Odivelas, 141 pp.
- Casero, T. (1995). La nutrición cálcica en frutales. *Fruticultura profesional* 71: 45-55.
- Casero, T.; Recasens, I.; Carrasco, C. & Xuclà, F. (1998) – Acumulacion de nutrientes en manzana. VII Simposio Nacional–III Ibérico sobre Nutrición Mineral de las Plantas, Nutrición y Producción (*in press*).
- Casero, T.; Recasens, I. & Xuclà, F. (2003) – Relaciones entre nutrientes en hojas, frutos y calidad en manzanas. *Suplemento de Fruticultura Profesional* 139: 23-26.
- Chen, P. M. (1990) - Part II Noninfectious Disorders, Postharvest Disorders, pp. 89. *In: Jones, A. L. & Aldwinckle, H. S. (Eds.). Compendium of Apple and Pear Diseases*, APS PRESS, The American Phytopathological Society, USA.
- Clark, C. & Smith, G. (1991) – Seasonal changes in the form and distribution of calcium in fruit of kiwifruit vines. *J. of Horticultural Science* 66, (6) 747-753 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Clarkson, D. T. (1984) – Calcium transport between tissues and its distribution in the plant. *Plant, Cell Environ* 7: 449-456. (citado por Silva, 1989).
- Cline, J.; Hanson, E.; Bramlage, W.; Cline, R. & Kushad, M. (1991)– Calcium accumulation in Delicious apple fruit. *Journal of Plant Nutrition*. 14, 11: 1213-1222.
- Combrink, N.; Jacobs, G. & Maree, P. (1995) – The effect of calcium and boro non the quality of muskmelons (*Cucumis melo* L.). *J. S. Afr. Soc. Hort. Sci.* 5, (1): 33-38 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Coutinho, J. F. (1989) – *A análise de terra. Limitações, correções, calibrações e interpretação dos resultados*. Univ. Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, 49 pp.
- Coutinho, J. (2007) – Gestão dos nutrientes e fertilização em viticultura. Fertilização em Viticultura, EVAG, Arcos de Valdevez, 15 de Março 2007 – Power-point. (acesso em: 7 de Março de 2010) Disponível em http://www.vinhoverde.pt/pt/noticiasfrescas/jornadasTécnicas/2009/fertilizacao/AnaliseFoliar_1.pdf.
- Couto, A. (1988) – Análise foliar em pomoideas. *In: Estação Nacional de Fruticultura de Vieira Natividade (Eds.) Actualidades frutícolas. Das especificidades portuguesas às perspectivas da CEE. Sumula técnica-científica de estudos*, Alcobaça (citado por Silva, 1989).
- Covarrubias, J.; Zamban, A.; Sorrenti, G. & Rombola, A. (2007) – Avances sobre la nutrición y fertilización del Peral, en la fruticultura sostenible. *Fruticultura Profesional* 171: 47-57.
- Cramer, G. R.; Läuchli, A. & Polito, V. S. (1985) – Displacement of Ca⁺² by Na⁺ from the plasmalemma of root cells. *Plant Physiol.* 79: 207-211.

- Cramer, G. R.; Lynch, J.; Laüchli, A. & Epstein, E. (1987) – Influx of Na⁺, K⁺ and Ca⁺² into roots of salt-stressed cotton seedlings. *Plant Physiol.* 83: 510-516.
- Cramer, G. R.; Epstein, E. & Laüchli, A. (1989) – Na-Ca interactions in barley seedlings: relationship to ion transport and growth. *Plant, Cell and Environment* 12 (5): 551-558.
- Crespí, A.; Santos, A.; Lopes, A.; Neves, N.; Fernandes, S.; Curado, F.; Meireles, O.; Ponteira, D. & Assunção, A. (2006) – *Pomoideas regionais, fichas varietais*. Projecto Agro 158. Tip. Guerra, Viseu, 63 pp.
- De Long, W. A. (1936) – Variations in the chief ash constituents of apples affected with blotchy cork. *Plant Physiol.* 11: 453-456. (citado por Fragata, 1989).
- Duarte, L. (1993). The rootstock effect on some nutrient levels in leaves of apple tree cv. Granny Smith. In: Fragoso, M. & Beusichem, M. (1993) - *Optimization of Plant Nutrition*. Kluwer Academic Publishers.
- Évequoz, M. & Évequoz, N. (1988). Incidences des tailles em vert sur le pommier. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 20, (4): 239-241.
- Fallahi, E. & Simons, B. (1993). Effects of rootstock and thinning on yield, fruit quality and elemental composition of 'Redspur Delicious' apple. *Communications in Soil Science and Plant analyses*, 24: 589-601.
- Fallahi, E.; Conway, W. S.; Hickey, K. D. & Sams, C. E. (1997) – The rolr of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apple. *HortScience* 32 (5): 831-835.
- Fallahi, E.; Fallahi, B.; Neilsen, G.; Neilsen, D. & Peryea, F. (2010) – Effects of mineral nutrition on fruit quality and nutritional disorders in apples. *Acta Horticulturae*, 868: 49-59.
- Faust, M. & Shear, C. B. (1968) – Corking disorders of apples: A physiological and biochemical review. *Bot. Rev.* 34: 441-469 (citado por Silva, 1989).
- Faust, M. (1989) - *Physiology of temperate zone fruit trees*. Wiley-Interscience, USA, 338 pp.
- Faust, M. & Korcak, R. F. (1990) - Part II Noninfectious Disorders, Nutritional Disorders, pp. 82-84. In: Jones, A. L. & Aldwinckle, H. S. (Eds.). *Compendium of Apple and Pear Diseases*, APS PRESS, The American Phytopathological Society, USA.
- Faust, M. (1991) – La nutrición de los árboles frutales. *Hortofruticultura* 10:39-44.
- Felle, H. (1988) – Auxin causes oscillations of cytosolic free calcium and pH in *Zea mays* coleoptiles. *Planta* 174: 495-499. Disponível em <http://www.springerlink.com/content/m5208m203780411p/fulltext.pdf>.
- Ferguson, I. & Triggs, C. (1990) – Sampling factors the use of mineral analyses of apple fruit the predictin of bitter pit. *New Zealand of Crop and Horticultural Science* 18: 147-152.
- Ferguson, I. & Watkins, C. (1992) – Crop load affects mineral concentration and incidence of bitter pit in “Cox’s Orange Pippin” apple fruit. *J. of the American Society for Horticultural Science* 117, 3: 373-376.
- Ferguson, I. B.; Watkins, C. B. & Volz, R. K. (1993) – Assessment and reduction of bitter pit risk in apple fruit. *Acta Horticulturae* 326: 157-164.
- Fragata, M. G. S. B. C. (1989) – *O Bitter pit da maçã. Acção do cálcio na prevenção desta fisiopatia e em alguns aspectos metabólicos do fruto*. Dissertação de doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Lisboa, 268 pp.
- Fregoni, M. (1986) – Some aspects of epigeal nutrition of grapevines. In: Alexander, A. (Ed.) *Foliar fertilization Proceedings of the first International Symposium of foliar fertilization by Shercring Agrochemical Division*. Berlin, pp.205-221 (citado por Trinidad & Aguilar, 2000).
- Frost, D. J. & Kretchman, D. W. (1989) – Calcium deficiency reduces cucumber fruit and seed quality. *J. of the Amer. Soc. for Hort. Science* 114: 552-556 (citado por Alarcón *et al.* 2006).
- Gagnard, J. (1980) - Nutrition minérale et qualité des fruits des cultures fruitières des zone tempérée. *L'Arboriculture Fruitière* 311: 27-36.

- Garrido, J. (2005) - *Protecção das culturas. Novas perspectivas / Novas realidades*. Agro-Manual – Publicações, Lda. 121 pp.
- Gatti, R. (1985) – Importância del calcio en la calidad de las manzanas. *Revista Fruticola* 6, 1: 9-11.
- Gautier, M. (1982) – Le bitter-pit des pommes. *L'Arboriculture Fruitière* 335: 53-58.
- Gil, F. (1995) – *Elementos de fisiología vegetal. Relaciones hídricas. Nutrición mineral. Transporte. Metabolismo*. Mundi-Prensa, Madrid.
- Glenn, G. M. & Poovaiah, B. W. (1985) – Cuticular permeability to calcium compounds in “Golden Delicious” apple fruit. *J. of the American Society for Horticultural Sciences* 110: 192-195.
- Graell, J. Recasens, I. & Caser, T. (1989) – Relacion entre calidad y contenido mineral durante la maduración de manzanas. I. – Starking Delicious. *Fruticultura Profesional* 21: 54-58.
- Granelli, G. & Ughini, V. (1990). Leaf boron contents and bitter pit in apple. *Acta Horticulturae* 274: 169-174.
- Guerra, A. (sd) – *O interesse do cálcio na qualidade da maçã*. Stamma, Castelo da Maia.
- Hertel, R. (1983) – The mechanism of auxin transport as a model of auxin action. *Zeitschrift fur Pflanzenphysiologie* 112: 53-67 (citado por Val et al 2002).
- Ho, L. & Adams, P. (1994) – The physiological basis for high fruit yield and susceptibility to calcium deficiency in tomato and cucumber. *J. of Horticultural Science* 69, 2: 367-376 (citado por Alarcón et al., 2006).
- IBER-Projetos e consultadoria (1994) - Estudo de caracterização da maçã Bravo de Esmolfe. Lisboa.
- Jackobsen, S. T.(1993) – Interaction between plant nutrients. III antagonism between potassium, magnesium and calcium. *Acta Horticulturae Scandinavica* 43: 1-5.
- Kidd, D. (1991) – *Integrated pest management for Apples & Pears*. University of California Statewide Integrated Pest Management Project Division of Agriculture and Natural Resources Publication 3340, 214 pp.
- Kim, W. & Lee, H. (2000) - Prediction of bitter pit in ‘Tsugaru’ apple fruits induced by Mg²⁺ toxicity before harvest and its reduction by Ca²⁺ supply after harvest. *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* 41, 1, pp.7-11 (citado por Sestari et al., 2009).
- Kirby, E. A. & Mengel, K. (1976) – The role of magnesium plant nutrition. *Zeitschrift Pflanzenernahrung und Bodenkunde* 2: 209-222.
- Kirkby, E. A. & Pilbeam, D. (1984) – Calcium as a plant nutrient. *Plant Cell & Environ.* 7: 397-405.
- Kortze, W. (1987) – Bitter pit be heer: Geintegreerde benadering noodzaaklik. *Dec. Fr. Gr.* 37, 12: 480-481.
- Kramer, G.; Wang, C. & Conway, S. (1991) – Inhibition of softening by polyamine application in Golden delicious and McIntosh apples. *Jamer. Soc. Hort. Sci.* 116: 813-817. (cit in Alarcón et al., 2006).
- Lanauskas, J. & Kvikliene N., (2006) – Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics of ‘Sinap Orlovskij’ apple. *Agronomy Reserch* 4 (1): 31-36. Disponível em <http://www.eau.ee/~agronomy/vo1041/p4103.pdf> (acesso em: 23 de Novembro de 2010).
- Loneragan, J.; Snowball, K. & Simmons, W. (1968) – Response of plants to calcium concentration in solution cultura. *Aust. J. Agr. Res* 19: 845-857. (citado por Silva, 1989).
- LQARS – Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva (2006) – *Manual de fertilização das culturas*. Editorial do Ministério da Educação, Lisboa, 282 pp.
- Lucena, J. J. (1992) – El calcio en la nutrición de las plantas. *Hortofruticultura* 10: 76-83.
- MADRP – Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas (2006) – *Produção Integrada da Cultura de Pomóideas*. Lisboa, 167 pp.
- Malavolta, E. (1986) - Foliar fertilization in Brazil - Present and perspectivas. In: Alexander, A. (Ed.). *Foliar fertilization*. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization by Schering Agrochemical Division, Berlin, pp. 170-192 (citado por Santos & Manjarrez, 2000).

- Marcelle, R. D. (1990) – Predicting storage quality from preharvest fruit mineral analysis. *Acta Horticulturae* 274: 305-313.
- Marengo, R. A., & Lopes, N. F. (2009) – *Fisiologia Vegetal (3ª ed.) Fotossíntese, respiração, relações hídricas, nutrição mineral*. UFV, Viçosa. 486 pp.
- Marschner, H. (1995) - *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego, Academic Press, 889 pp (citado por Val, 2005).
- Mata, A. P.; Aznar, Y.; Blanco, A. & Val, J. (2001) - Evaluación preliminar del Calcimax en manzano para la prevención del bitter pit. In: Alcaraz, C.; Carvajal, M. & Martínez, V. (Eds.) *Nutrición mineral en una agricultura mediterránea sostenible*. Consejería de agricultura, agua e medio ambiente, Murcia, pp. 435-442 (cit in Val *et al.* 2002).
- Mengel, K. & Kirkby, E. A. (2001) – *Principles of plant nutrition* (5th ed.). Kluwer Academic Publishers, Netherlands, 692 p.
- Monge, E.; Val, J.; Sanz, M.; Blanco, A. & Montañés, L. (1994) – El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. *Anales de la Estacion Experimental de Aula Dei*, 21: 189-201. (acesso em: 6 de Março de 2010) Disponível em <http://digital.csic.es/bitstream/10261/4247/1/analesv.21n.3-1995-pp189.pdf>.
- Montull, M. (2003) – Bitter Pit: el caro y viejo problema. *Fruticultura Profesional* 139: 18-19.
- Neilsen, G.; Neilsen, D.; Dong, S. & Toivonen, P. (2005) – Application of CaCl₂ sprays earlier in the season reduce bitter pit incidence in “Braeburn” apple. *HortScience* 40, 6: 1850-1853 (citado por Fallahi *et al.*, 2010).
- Odet, J. & Dumoulin, J. (1993) – Un accident physiologique complexe. La vitrescence du melon. *Infos Ctifl*. 89: 31-34. (cit in Alarcón *et al.* 2006).
- Pacheco, C.; Calouro, F.; Duarte, L. & Jordão, P. (2002) – *I – Conceitos básicos sobre a nutrição mineral das plantas e fertilidade do solo*. INIA-LQARS, Lisboa, 112 pp. (Texto de apoio provisório às acções de formação no âmbito da Produção Integrada de culturas arbóreas e arbustivas).
- Perring, M. A. (1986) – Incidence of bitter pit in relation to the calcium content of apples: problems and paradoxes. A review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 37: 591-606.
- Perring, M. A. & Pearson, K. (1986) - Incidence of bitter pit in relation to the calcium content of apples: Calcium distribution in the fruit. *J. of the Sc. of Food and Agriculture* 37: 709-718.
- Piesterzeniewicz, C. & Tomala, K. (2001) – Some factors influencing storage ability of ‘Jonagold’ apples. *Acta Horticulturae*, 564: 435-442.
- Pratella, G. (1996) – La butteratura amara delle melle. *Revista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura* 6: 79-83.
- Preston A. P. & Perring M. A. (1974) - The effect of summer pruning and nitrogen on growth, cropping and storage quality of Cox’s Orange Pippin apple. *J. Hort. Sci.* 49: 77-83 (cit in Monge *et al.*, 1994).
- Raese, J. T. & Drake, S. R. (1993) – Maintenance of calcium levels a must for pome fruit quality. *J. Plant. Nutr.* 16, 9: 1820-1827.
- Raese, J. T. (1994) – Effect of application time of different fertilizers on tree performance, mineral nutrient composition, fruit quality and fruit disorders of apple and pear. *Proc. Wash. State Hortic. Assoc.* 90: 128-146 (citado por Casero *et al.*, 2003).
- Richardson, D. (1992) – Influência do cálcio na qualidade e conservação dos frutos. *Agricultura* 92: 34-34: 54-55.
- Roca, J.; Recasens, I. & Casero, T. (1993) – Predicción de fisiopatías mediante análisis minerales en manzanas Golden Delicious. *Actas de Horticultura* 1: 596-601.
- Rodrigues, J. R. (2003) – Fisiologia vegetal e sua importância na tecnologia de aplicação de defensivos. In *Biológico*, São Paulo, v.65, n.1/2, pp. 59-61, Jan./Dez. (acesso em: 5 de Março de 2010) Disponível em <http://www.scribd.com/doc/3805088/Biologia-Fisiologia-Vegetal-33-Fatores-inerentes-a-folha>.
- Sánchez, F. J.; Pretel, M. T.; Romojaro, F.; Madrid, R. & Alarcón, A. L. (1997) – Distribución del calcio en variedades de melón Cantaloup bajo fertirrigación. Calidad del fruto. *Actas de Horticultura* 19: 177-184 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).

- Santos, J. Q. (1991) – *Fertilização. Fundamentos da Utilização dos Adubos e Correctivos*. Publicações Europa-América, 441 pp.
- Santos, A.; Lopes, A.; Sá, M. & Lousada, J. (2008) – Relações de produtividade, área folhear e alternância na macieira Bravo de Esmolfe. *Revista de ciências agrárias*, 31, 1: 131-138.
- Sanz, M. & Machín, J. (1999) – Aplicación del analisis floral al pronóstico y diagnóstico del bitter pit. ITEA, vol 95V n°2, pp 118-124. (acesso em: 7 de Março de 2010) Disponível em http://digital.csic.es/bitstream/10261/13747/1/SanzM_Mach%e3%adnJ_IteaPV_1999.pdf.
- Saure, M. C. (1996) – Reassessment of the role of calcium in development of bitter pit in apple. *Australian Journal of Plant Physiology* 23: 237-243.
- Saure, M. (2005) - Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae*, 105: 65-89. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2004.10.003>>.Doi:10.1016/j.scienta.2004.10.003
- Sestari, I.; Neuwald, D.; Giehl, R.; Weber, A. & Brackmann, A. (2009) – Métodos para predição de bitter pit em maçãs “Fugi” e “Braeburn”. *Ciência Rural*, v.39, n.4, pp.1032-1038, (acesso em: 5 de Março de 2010) Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782009000400012>.
- Sharma, D. D. & Chauhan, J. S. (1991) – Effects of different rootstocks and systems on the mineral composition of ‘Delicious’ apple leaves. *Journal of Horticultural Science* 66, (6): 703-707.
- Sharples, R. O. (1974) – Second discussion meeting on bitter pit in apples. *Acta Hort.* 45: 21-27. (citado por Silva, 1989).
- Shear, C. B. (1982) – A closer look at water as the prime factor in calcium-related disorders. In: Proc. Of the 9 th Intl. Plant Nutrition. Coll. 22-27 Aug. Vol. 2: 607-612. (A. Scaife ed.) Warwick Univ., England. (citado por Silva, 1989).
- Silva, M. L. C. (1989) – *Do “Bitter pit” na maçã. Esboço de análise na variedade “reinetta do Canadá”, com ênfase na rega e na aplicação de cálcio*. Dissertação de acesso à categoria de investigador auxiliar da Estação Agronômica Nacional, Instituto Nacional de Investigação Agrária, Oeiras, 183 pp.
- Silva, H. & Rodriguez, J. (1996) – Desórdenes fisiológicos del fruto en pomáceas inducidos por la deficiencia de calcio. Enfoque integral del problema. *Revista Fruticola*. 17, (1): 5-17.
- Smith, H. R. & Fleming, H. P. (1979) – Scanning electron microscopy of the surface of pickling cucumber fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 104: 528-533 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Soria, N. (2008) – Nutricion foliar Y defensa natural. XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo. Quito, 29-31 de Outubro del 2008. (acesso em: 6 de Março de 2010) Disponível em <http://secsuelo.org/PDFs%20Articulos/Nutricion/Magistrales/5.%20Ing.%20Norman%20Soria.%20Nutricion%20foliar.pdf>.
- Steenkamp, J. & Terblanche, J. H. (1983) – The role of organic acids and nutrient elements in relation to bitter pit in Golden Delicious apples. *Acta Horticulturae* 138: 35-42.
- Sterr, M. W. & Steer, J. M. (1989) – Pollen tube tip growth. *New Phytologist*. 111: 323-358 (citado por Alarcón *et al.*, 2006).
- Tagliavini, M.; Zavalloni, C. ; Rombola, A. D.; Quartieri, M.; Malaguti, D.; Mazzanti, F.; Millard, P.; Marangani, B.; Possingham, J. V. & Neilsen, G. H. (2000) – Mineral nutrient partitioning to fruits of deciduous trees. *Acta Horticulturae* 512: 131-140.
- Terblanche, J. H. (1976) – Recommendations for controlling bitter pit in apples during the pre-harvest period. *Deciduous Fruit Grower* 26: 416-420 (citado por Silva & Rodrigues, 1996).
- Terblanche, J.; Wooldridge, L.; Hesebeck, I. & Joubert, M. (1979) – The redistribution and immobilization of calcium in apple trees with special reference to bitter pit. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 10:195-215 (citado por Casero, 1995).
- Terblanche, J. H. (1981) – An integrated approach to orchard nutrition and bitter pit control. *Deciduous Fruit Grower* 31: 501-513.

- Tomala, K. (1997) – Predicting storage ability of “Cortland” apples. *Acta Horticulturae* 448: 67-73.
- Toselli, M.; Scudellari, D.; Zavalloni, C.; Andreini, G.; Marangoni, B. & Tagliavini, M. (1998) – Effetto dell’epoca di concimazione azotata e dei trattamenti di calcio sulla qualità delle pere Conference. *Frutticoltura* 9: 45-48.
- Trillot, M. (1990) – Le bitter pit, la croissance et les condition écologiques. *Infos Ctifl* 64: 17-20.
- Trinidad, A. S. & Aguilar, D. M. (2000) – Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos pp 247-255. In: Terra Volumen 17 numero 3, 1999. (acesso em: 6 de Março de 2010), Disponível em: <http://www.fertilizando.com/articulos/FertilizacionFoliarRespaldoImportante.pdf>.
- Turner, N. A.; Ferguson, I. B. & Sharples, R. O. (1977) – Sampling and analyses for determining relationship of calcium concentration to bitter pit in apple fruit. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 20: 525-532.
- Val, J.; Aznar, Y.; Gil, A.; Monge, E. & Blanco, A. (1998) – Evolución de nutrientes en una plantación de manzano afectada por “bitter pit”. *Actas del VII Simposio Nacional – III Ibérico sobre nutrición mineral de las plantas*. Madrid, pp 33-39.
- Val, J.; Aznar, Y.; Monge, E. & Blanco, A. (1999)- Un nuevo método de detección del bitter pit. *Actas de Horticultura*. 27(4): 188-192.
- Val, J. & Blanco, A. (2000) – Nutrición cálcica y Bitter pit. *ITEA Extra* 21: 223-239. (acesso em: 27 de Fevereiro de 2010) Disponível em http://digital.csic.es/bitstream/10261/14009/1/2000_ValJ_IteaVext.pdf.
- Val, J.; Aznar, Y.; Medjdoub, R.; Cortés, E.; Pilar Mata, A. & Blanco, A. (2002) – Bitter pit y calcio: trabalhos realizados en la Estación Experimental de Aula Dei. *Fruticultura Profesional* 128: 81-93.
- Val, J. (2003a) – Absorción, transporte y uso de nutrientes en las plantas. El calcio, un caso a estudio. *Suplemento de Fruticultura Profesional* 139: 9-16.
- Val, J. (2003b) – Avances recientes en la investigación del Bitter pit. *Vida Rural* 165: 40-44. (acesso em: 5 de Março de 2010) Disponível em http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2003_165_40_44.pdf.
- Val, J. F. (2005) – Aplicaciones foliares para la nutrición de los frutales de pepita. *Vida Rural*, 15 de Setembro: 34-44. (acesso em: 5 de Março de 2010) Disponível em: <http://www.mapa.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Vrural%5CVrural_2005_215_38_48.pdf.
- Val, J.; Monge, E.; Risco, D. & Blanco, A. (2008) – Preharvest Calcium Sprays at High Rates Increase Calcium Concentration Only in the Apple Skin. Estación Experimental de Aula Dei (CSIC). pp 1-14 Disponível em <http://digital.csic.es/bitstream/10261/12356/1/ValJ_JPlantNutr_2008.pdf.
- Vang-Petersen, O. (1980) – Calcium nutrition of apple trees: *Scientia Horticulturae* 12: 1-9.
- Vaysse, P.; Reynier, P.; Eudeline, V. & Barrey, C. (1993) – Les pulvérisations foliaires de calcium. *Infos Ctifl* 90: 31-33.
- Voller, F. P. (1993) – Bitter pit. Cause and Control. Technical Report, TASC. Paris. (citado por Silva & Rodriguez, 1996).
- Werth, K. (1995). *Farbe & Qualität der Südtiroler Apfelsorten*. Vog, Bozen (citado por Stampar *et al.*,sd).
- Westwood, N. (1982) - *Fruticultura de zonas templadas*. Mundi-Prensa, Madrid, 461 pp.
- White, M.; Decker, A & Chaney, R. (1981) – Metal complexation in xylem fluid. I. Chemical composition of tomato and soybean stem exudates. *Plant Physiology* 67: 292-300 (citado por Silva 1989).
- Wills, R. B. H.; Scott, K. J.; Lyford, P. B. & Smal, P. E. (1976) – Prediction of bitter pit with calcium content of apple fruit. *New Zealand Journal or Agricultural Research* 19: 513-519.
- Williamson, R. E. & Ashley, C. C. (1982) – Free Ca²⁺ and cytoplasmic streaming in the alga. *Chara*. *Nature, Lond.* 296, 647-651.
- Wojcik, P. & Wojcik, M. (2003) – Effects of boron fertilization on “Conference” pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. *Plant Soil* 256: 413-421.

Anexo A



Fig. A 1 – Localização da parcela do ensaio. Ortofotomapa (Sistema de Identificação Parcelar), IFAP, P3 2010.

**Agricultor**Carlos Manuel Fonseca Veiga (Eng^o)Qta.do Paço
6360-000 Celorico da Beira

AAPIM - Ass. Prod. Prod. Integr. Frut. Montanha

Av. Monsenhor Mendes do Carmo Bloco 6 n^o23 r/ ch Esqu^o

6300-586 Guarda

Propriedade

Qta.do Paço

Parcela

1 - Bravo de esmolfe

Cultura

Maceira, Fundo-fertirrigação

Promotor TécnicoAnibal Gonçalves, Eng^o

Telefone 962 408 049

Produção esperada

30 t/ha

Amostra N^o0953280059**RESULTADOS LABORATORIAIS**

		Média
Textura de campo		Média
pH (H2O)	6.4	Pouco ácido
pH (KCl)	5.1	
Necessidade em cal	0.0 kg/ha	
Matéria orgânica	2.1 %	Médio
Fósforo (P2O5)	387.2 ppm	Muito Alto
Potássio (K2O)	116.0 ppm	Alto
Cálcio (Ca)	1 616.0 ppm	Médio
Magnésio (Mg)	188.1 ppm	Muito Alto
Cálcio de troca	8.1 cmol/kg	Médio
Magnésio de troca	1.5 cmol/kg	Médio
Potássio de troca	0.5 cmol/kg	Médio
Sódio de troca	0.2 cmol/kg	Baixo
Acidez/ Alumínio de troca	0.1 cmol/kg	Muito Baixo
Capacidade de troca catiónica	18.1 cmol/kg	Médio
Grau de saturação em cálcio	44.5 %	Limitante
Grau de saturação em magnésio	8.5 %	Limitante
Grau de saturação em potássio	2.9 %	Não Limitante
Grau de saturação em sódio	0.9 %	Não Limitante
Acidez e Alumínio de troca (%)	0.4 %	Não Limitante
Grau de saturação em bases	56.9 %	Limitante
Relação cálcio/magnésio	5.2	Excessivo (Ca)
Relação potássio/magnésio	0.3	Não Limitante
Boro	0.7 ppm	Médio
Cobre extraível (EDTA) Lakanen	2.9 ppm	Médio
Ferro extraível (EDTA) Lakanen	41.2 ppm	Alto
Manganês extraível (EDTA) Lakanen	6.3 ppm	Muito Baixo
Zinco extraível (EDTA) Lakanen	3.9 ppm	Alto

CONSELHO DE ADUBAÇÃO

Adubação de fundo	AMICOTE 6-12-25 + Micros	100 kg/ha
Fertirrigação	NUTRIFLUID 8-4-12	130 kg/ha
	Aplicar até 4-5 semanas após a plena floração.	
	SOLUTECK 7-7-30 + Micros	50 kg/ha
	Aplicar durante o engrossamento dos frutos, até 1 mês antes da colheita.	

D.C./Marketing - Apoio Técnico
Estrada Nacional nº10 - Apartado 88
2616-907 Alverca do Ribatejo
Tel: 210 300 400 • Fax: 210 300 505
susanagomes@cuf-adp.pt

www.cuf-adp.pt

2009.09.04

Página 1

Os conselhos de adubação são fundamentados na experimentação efectuada pela CUF-Adubos de Portugal desde 1962, mas não constituem por si só garantia absoluta dos resultados pretendidos, devendo ser adaptados às condições edafoclimáticas de cada região e à experiência local na utilização de adubos.

Fig. A2 – Resultado da análise de solo da parcela do ensaio. Quinta do Paço 2009.

Quadro A1 - Precipitação (mm/dia) registada, nos meses compreendidos entre Janeiro e Setembro de 2009, no posto meteorológico da DRAPC, localizado na Carvalheda, Celorico da Beira.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro
1	6.2	26	0.2	0	0	0	0	2.8	0
2	4.2	0	7	0	0	0	0	0	0
3	10.4	8.2	0	0	0	0	0	0	0
4	0	12.2	5.2	0	0	0	0	0	0
5	0	5.4	4.2	0	0	8.6	0	0	0
6	0	1	1.2	0.4	0	17.2	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0.2	0	0	0	5.8	0	0	0
9	0	10.6	0	3.2	1.8	0.8	0	0	0.2
10	0	0.2	0	9.8	0.4	0	0	0	0
11	0	0	0	0	9.8	0	0	0	0
12	0	0	0	0	1.6	0	0	0	0
13	10.2	0	0	2.8	0	0	0	0	9.4
14	0.2	0	0	4.8	0.2	0.8	0	0.8	0
15	6	0	0	7.6	0	0	0	1.8	0
16	0.6	0	0	18	0	0	0	0	3.4
17	0	0	0	7	2	0	0	0	0
18	1.8	0	0	5.2	0	6.8	0	0	4
19	12	0	0	0.2	0	0	0	0	1.2
20	10.4	0	0	0	0	0	0	0	0
21	1.8	0	0	0	0	0	8	0	0
22	10	0	0	0	0	0	2.4	0	0
23	8.6	0	0	0	1.8	0	0	0	0
24	4.6	0	0	0	4.2	0	0	0	0
25	18.4	0	0	0	0.2	0.4	0	0	0
26	4.4	0	0.2	0	0	0	0	0	0
27	0.8	0	0	1	0	0	0	0	0
28	16.8	0	0	1.4	0	25	0	0	0
29	22		0	0	0	6.6	0	0	0
30	38		0	3.4	0	0	0	0	2.6
31	1.8		0		0		0	0	
Total	189.20	63.80	18.00	64.80	22.00	73.00	10.40	5.40	20.80
Média	6.10	2.28	0.58	2.16	0.71	2.43	0.34	0.17	0.69

Quadro A2 - Temperaturas máximas, mínimas e médias diárias ocorridas de Janeiro a Setembro de 2009 no posto meteorológico da DRAPC, localizado na Carvalheda, Celorico da Beira.

	Janeiro			Fevereiro			Março			Abril			Maio			Junho			Julho			Agosto			Setembro		
	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd
1	3.6	15.1	9.8	3.2	8.8	5.9	6.9	12.5	8.7	-0.4	17.5	8.2	0.5	19.3	11	7.3	33.5	21.9	17.2	28.4	21.4	12.5	22	16.8	11.3	27.1	18.6
2	4.9	13.1	9.2	0	9.7	4.8	3.2	12.2	7.7	-1.3	19.2	8.9	4.7	24.5	14.5	7.7	33.2	20.3	16.3	27.9	20.9	7.5	24.8	16.5	6.3	25.5	15.7
3	7.7	10.9	9.2	2.7	7.5	5.6	3	14.8	7.6	0.3	20	9.2	7.2	26.1	16.9	9.1	24.4	16.7	10.5	26.8	19.5	7.1	30.4	19.3	12.9	28.9	20.2
4	-2.1	9.9	5.8	4.2	9	6.4	5.1	8.7	6.9	3.8	21.5	12	9.7	26.4	17.5	10.9	23.2	16.1	14.7	26.4	20.3	10.1	28.7	20.1	10.9	29.7	19.6
5	-0.2	8	3.8	3.2	9	5.3	5.8	9.8	7.6	2.2	20.9	11.8	7.9	26.3	16.4	9.2	19.4	12.9	10.8	22.8	17	16.1	30.4	21.7	9.1	30.1	19.6
6	-2.9	9.7	3.6	-0.6	6.8	3.3	6.4	12.6	9.6	4.8	12.4	8.4	5.9	29	18.3	9.6	15.6	12.4	11	24.5	17.6	12.3	25.4	18.1	9.8	33.2	22.1
7	-3.9	4.3	0.8	-1.5	9	3.2	5.9	21.3	12.8	1.1	14.2	7.8	3.7	25.7	15.7	8.8	19.1	14.3	8.3	29.1	18.4	12.2	27.4	19.5	11.2	36	23.8
8	-5.6	5	-0.3	-0.8	10.5	6.2	3	20.1	10.6	-1.2	20.1	9.2	5.9	19.6	12.7	10.3	18.1	13.9	9.4	31	20.5	9.5	30.4	20	14.5	35.6	23.6
9	-7	6	-1	7.5	14	10.1	4.1	18.4	10.9	4.2	16.5	9.5	7.2	25	15	9	20	14.2	11	31.5	21.1	12.1	30.8	21.6	13.9	35.6	23.6
10	-5.3	4.3	-0.6	0.7	12.1	6.9	1.3	22.6	10.5	3.6	10.8	6.6	11.7	21.4	15.6	13.3	22.3	17.3	10	29.9	19.8	13.4	32.6	22.9	17.4	34.5	25.2
11	-1.6	6.8	1.5	-2.2	13.4	4.5	0.1	22.5	10.2	3	14.5	8.8	11	16.5	13.3	15.2	29.6	21	10	28.7	18.3	12.6	34.5	24.7	12.6	32.8	22.6
12	-5.2	12	2.3	-0.7	14.5	6.7	3.7	23.2	12.9	1.9	17	9	8	14.9	11.9	11.2	34.5	23.2	9.3	30.6	20.6	15	36.6	25.9	11.5	29.8	20.6
13	-0.4	8.7	3.7	1.9	13.7	7.4	3.7	25	13.8	0.1	15.1	8	3	17.1	11.6	9.8	34.9	22.9	13.9	26.7	20.5	18.1	36.8	25.1	9	29.5	17.5
14	-2.8	9.2	2.4	2.2	14.8	7	1.6	24.2	12.9	4.2	11.8	7.4	6.4	17	11.8	16.5	24.3	20.3	7.7	23.7	16.3	15.4	36.1	24.5	10.7	27	17.8
15	4.6	7.3	5.9	1.3	15.5	7.3	4.5	22.3	13.8	4.3	13	6.9	2.1	20.4	11.1	12.6	31.7	22.2	6.2	29.5	18.4	15.2	36.7	25.2	9.8	23.9	16.5
16	1.9	9	5.8	-1.2	16.1	5.5	10	23.8	16	4.3	11	7.2	3.9	20.1	12.5	14.4	25.1	19.7	8.2	27.4	18.6	16	35	24.8	7.4	23.2	15.3
17	-1.1	14.2	5.3	-1.1	12.2	5.4	5.9	23.4	15.7	5.7	11.8	8.4	6.7	17.9	12.5	11.8	33.2	23	8.1	25.7	17.5	12.6	34.3	23.4	9.6	22	14.5
18	5.1	13.1	9.7	-2.4	18.4	6.4	12.2	23.2	17.5	6.8	12.5	8.9	9	20.8	14	13.1	35.8	21.9	9.1	30.9	20.4	11.9	34.5	22.9	10.2	20.3	14.2
19	5.1	12.3	9.3	-2.1	16	6.3	5	24	15.1	5.6	18.2	11.3	2.2	24.9	14.1	13.2	33.6	23.9	10.9	34.6	23.1	9.3	32.4	20.9	10.5	22	15.5
20	-0.1	4.9	1.6	2.9	16.3	9.2	2.1	24.8	12.4	4.8	20.3	11.8	3.7	27.5	15.6	12.8	32.2	22.7	12.3	33.2	22.7	9.8	30.8	20.6	6.7	25.7	15.7
21	-0.9	7.7	3.5	2.4	15.9	8.7	1.6	23.2	11.9	2.9	22	12.2	7	27.9	18.1	14.2	32.6	23.1	10.8	30.8	21.1	10.2	33.5	21.4	7	26.6	16.5
22	6.4	12.9	10.8	2.2	16	8.3	5.9	21.1	11.8	2.9	23.7	13.7	5.6	27.5	16.1	13.1	32.6	23	13.3	24.5	19.2	10.3	36.1	22.9	11.8	26.8	18.5
23	9.4	12.3	11.6	1.7	16.2	7.8	6	17.3	12	3.7	26.8	15.1	8.9	22.7	14.7	13.8	25.3	18.9	13.8	23.5	17.9	11.2	30.9	21.4	9.3	29.7	19.6
24	6.1	10.9	7.9	1.2	17.4	8.5	8.7	22.4	14.6	3.1	20.4	12	7.8	19.1	12.7	7.8	24.4	17.2	10.2	25.3	17.7	11.4	26.6	18.7	10.6	30.3	20.2
25	1.8	9.3	5.3	0.6	20.9	9.5	3.5	21.9	12.2	0.3	13.2	7.7	10.2	17.4	13	11	22.4	16.3	10.4	31.6	21.1	9.9	26.7	18	9.9	30.3	20.4
26	2.3	8.5	5.2	3.3	18.8	11	0.7	24.7	12.4	0.6	16.8	8.9	6.3	23.7	15.4	7.6	24.7	16.5	9.2	32.2	20.3	6.1	29.4	18.4	12.3	28.5	20.1
27	2.9	9.9	7.5	1.6	20.3	9	1.2	24.5	12.6	2.4	13.9	9.1	8.4	26.7	17.5	6.3	27.1	17.7	9.9	29	19.4	9.9	32.1	20.9	8.4	29.9	18.2
28	9.7	12.8	11	1.7	15.7	8.1	0	14.9	9.1	8	14.7	10.8	11.6	29.9	20	12.4	23.2	17.6	8	31.1	19.7	12	35.6	22.6	9.5	28.6	19
29	10	13.9	11.4				-4.5	14.1	5.6	8.9	14.7	11.2	10.8	32.6	23.6	15.8	24.9	19.5	6	27.9	17.2	15.3	34.7	23.8	10.3	27.1	19.2
30	3.9	12.8	9.6				1.1	14.7	7.5	8.8	15.6	11.2	8.2	34.4	22.3	16.1	27.4	21.8	8.9	30.4	20.2	18.2	37.2	26.7	14.3	23.3	17.7
31	4.1	9.9	6.4				-0.8	14.9	7.5				9.9	33.2	22.7				10.5	29.3	19.2	13.8	33.7	23.9			
Média	1.63	9.83	5.74	1.14	13.9	6.94	3.77	19.5	11.3	3.31	16.7	9.71	6.94	23.7	15.4	11.5	26.9	19.1	10.5	28.5	19.5	12.2	31.8	21.7	10.6	28.5	19.1

Quadro A3 - Humidade relativa máxima, mínima e média diárias ocorridas de Janeiro a Setembro de 2009 no posto meteorológico da DRAPC, localizado na Carvalheda, Celorico da Beira.

	Janeiro %			Fevereiro %			Março %			Abril %			Maio %			Junho %			Julho %			Agosto %			Setembro %		
	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd	Min	Máx	Méd
1	61	96	84	63	92	78	63	95	84	29	78	54	25	97	62	8	84	39	42	92	74	45	95	79	40	94	69
2	75	97	91	66	97	88	60	96	83	36	96	68	18	81	49	13	90	56	35	92	68	39	96	70	24	94	64
3	79	96	91	69	96	84	35	88	69	29	96	74	15	73	43	46	96	75	42	94	69	21	95	61	28	81	57
4	62	96	85	64	95	82	70	94	85	37	96	73	24	81	49	40	94	72	35	93	65	42	94	69	22	90	62
5	57	96	82	68	95	86.0	56	95	75	23	93	67	18	82	45	47	95	85	59	91	75	36	94	74	19	92	49
6	46	89	71	54	95	82	71	96	87	60	94	81	22	88	50	73	96	89	33	89	63	40	95	77	20	71	40
7	53	94	70	44	97	82.0	38	95	75	36	96	69	19	95	56	58	95	79	27	93	62	33	91	64	18	81	45
8	40	90	64	80	95	89	37	97	81	28	96	65	46	96	80	43	94	71	18	95	55	29	94	64	23	76	51
9	41	97	81	66	94	83	35	95	62	46	96	80	30	95	68	50	93	74	24	93	56	25	94	59	23	86	56
10	66	97	86	46	95	78	27	89	61	53	96	78	41	94	72	56	90	76	21	94	58	18	90	48	18	81	46
11	58	85	74	45	97	78	21	93	60	40	94	71	66	94	83	24	90	64	31	96	68	20	71	40	13	93	44
12	38	95	76	49	97	74	26	80	50	31	95	67	62	95	83	23	95	58	29	94	62	19	76	45	24	86	54
13	78	98	94	43	92	66	22	85	55	63	96	86	57	96	79	14	95	58	33	93	65	20	75	52	25	93	69
14	66	98	88	43	90	66	17	94	60	54	94	85	40	95	71	59	91	80	37	94	64	24	87	56	27	95	63
15	69	96	82	44	91	70	33	93	56	49	95	84	28	95	65	25	95	61	21	94	56	17	92	58	27	89	49
16	80	96	90	25	97	68	33	70	52	73	96	88	45	94	75	51	87	73	23	94	63	24	94	61	25	91	57
17	52	98	85	31	92	57	14	85	40	69	95	86	47	95	73	22	95	59	22	95	56	21	92	54	32	87	63
18	82	95	90	25	91	65	17	41	28	58	96	87	42	94	70	24	91	69	9	74	38	20	94	54	57	95	80
19	73	94	89	44	97	73	21	79	43	40	96	75	27	95	62	24	95	56	17	89	49	18	90	51	37	95	74
20	85	96	93	30	81	57	25	95	65	38	95	74	25	96	66	22	83	51	17	84	52	27	96	62	27	96	69
21	76	98	90	46	92	72	15	96	54	24	97	64	29	95	62	12	62	30	21	88	56	16	95	59	24	96	61
22	82	95	92	42	94	63	26	79	37	19	93	53	21	96	67	21	82	43	54	95	76	16	90	51	27	75	54
23	82	95	92	42	93	68	32	60	42	16	84	49	33	94	72	37	84	65	52	94	77	29	88	57	21	83	50
24	58	92	79	41	93	66	20	50	35	33	89	63	50	95	85	39	94	68	41	96	69	38	93	69	20	84	48
25	65	94	85	31	96	69	17	72	46	42	96	69	65	95	84	44	93	73	26	95	59	23	93	62	19	84	45
26	62	94	84	40	86	65	15	86	47	30	96	68	31	96	63	26	92	62	30	94	64	29	94	61	23	69	46
27	83	95	91	23	86	63	18	92	58	55	96	78	13	91	45	27	94	59	29	94	62	28	95	65	19	82	51
28	88	96	94	50	91	80	26	96	61	52	95	77	19	64	38	65	96	84	24	95	62	13	96	61	23	78	53
29	76	96	92				26	95	60	60	93	81	10	72	29	57	96	85	19	92	62	21	87	49	26	81	50
30	62	96	75				26	75	49	56	93	83	11	85	42	53	94	74	22	95	60	14	57	29	47	95	78
31	52	95	77				27	81	48				11	80	39				23	94	63	22	74	45			
Média	66	95	84.4	46.9	93.1	73.3	31.3	85.1	58.3	42.6	94	73.2	31.9	90.1	62.2	36.8	91	66.3	29.5	92.4	62.2	25.4	89.3	58.3	25.9	86.4	56.6

Quadro A4 - Tratamentos fitossanitários e adubações efectuadas na cultivar Bravo de Esmolfe. Quinta do Paço, 2009.

DATA	NOME COMERCIAL	TIPO	COMPOSIÇÃO	CASA COMERC	DOSE
20-02-09	Fitanol	Insecticida	80% óleo de Verão	SAPEC AGRO	40 l/ha
	Kocide DF	Fungicida	40% hidróxido de cobre	AGROQUISA	4 Kg/ha
23-03-09	Ampor	Fertilizante Solo	7 N, 14P, 14 K, 2 Mg, 0,3 B	ADP	85 kg/ha
31-03-09	Chorus	Fungicida	50 % ciprodinil	SYNGENTA	400 g/ha
	Corsário	Insecticida	200g/l Imidaclopride	SAPEC AGRO	500 ml/ha
02-04-09	Glitz	Herbicida	180+345g/l glifosato+terbutilazina	SAPEC AGRO	6 l/ha
09-04-09	Stroby WG	Fungicida	50% cresoxime-metilo	BASF	200 g/ha
18-04-09	Score 250 EC	Fungicida	250g/l difenoconazol	SYNGENTA	150 ml/ha
	Ureia	Fertilizante	46 % N	ADP	500 g/ha
	Tecnifol Boro	Foliar	11 % (145 g/l) B	ADP	500 ml/ha
		Fertilizante Foliar			
28-04-09	Indar 5 EW	Fungicida	50 g/l fenebuconazol	LUSOSEM	600 ml/ha
	TM - 80	Fungicida	80% tirame	SAPEC AGRO	1,5 Kg/ha
	Alsystin	Insecticida	25 % triflumurão	BAYER	400 ml/ha
	Tradebor	Fertilizante Foliar	11 % (150 g/l) B	SAPEC AGRO	500 ml/ha
29-04-09	Boreal	Acaricida	18 g/l de abamectina	SAPEC AGRO	750 ml/ha
	Fitanol	Insecticida	80% óleo de Verão	SAPEC AGRO	2,5 l/ha
6-05-09	Krista - MAP	Fertilizante Solo	12 N, 61 P	YARA	70 Kg/ha
12-05-09	Merpan 480 SC	Fungicida	480 g/l captana	MAKHTESHIM	3,5 l/ha
	Score 250 EC	Fungicida	250g/l difenoconazol	SYNGENTA	150 ml/ha
	Profertil Teck	Bioestimulante	Algas + ácidos fúlvicos	ADP	3 l/ha
21-05-09	Lufox	Insecticida	750+30g/l fenoxicarbe +lufenurão	SYNGENTA	1,1 l/ha
	Delan 70 WG	Fungicida	750g/l ditianão	BASF	500 g/ha
	Tecnifol 3-8-11	Fertilizante Foliar	3 N, 8 P, 11 K + Micro	ADP	5 l/ha
27-05-09	Profertil Teck	Bioestimulante	Algas + ácidos fúlvicos	ADP	3 l/ha
2-06-09	Mago	Insecticida	150g/l teflubenzurão	SAPEC AGRO	350 ml/ha
	Delan 70 WG	Fungicida	750g/l ditianão	BASF	500 g/ha
	Kelkat Boro	Fertilizante	21 % B	Atlântica Agrícola	500 g/ha
	Krista MAG	Foliar Fertilizante Foliar	11 % N, 9,3 % Mg	YARA	3 kg/ha
9-06-09	Dyctun	Fungicida	750g/l ditianão	SYNGENTA	500 g/ha
	-	Fertilizante Foliar	7 N, 12 P, 40 K	-	3 Kg/ha
15-06-09	Calypso	Insecticida	480 g/l tiaclopride	BAYER	200 ml/ha
9-07-09	Ciclone 48 EC	Insecticida	480 g/l clorpirifos	SAPEC AGRO	1,8 l/ha
4-08-09	Imidan 50 WP	Insecticida	50% fosmete	SAPEC AGRO	600 g/ha
	Krista MgS	Fertilizante	16 MgO, 32 SO3	YARA	3,5 Kg/ha
8-08-09	Envidor	Acaricida	240 g/l spirodiclofena	BAYER	0,4 l/ha

Mod	31/03/09	07/04/09	14/04/09	21/04/09	28/04/09	05/05/09	12/05/09	19/05/09	26/05/09	02/06/09	09/06/09	17/06/09	23/06/09	30/06/09	07/07/09	28/07/09
	E	F		G	H-I	I-J	J									
Ca S (1)		X		X / PFA	X / PFA	PFA	X / PFA	PFA	PFA	PFA		Amostra de Folhas (1ª)				
Ca FP (2)				X	X	X	X	X	X	X						
Ca FV (3)				PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA						
T (0)				PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA						

Mod	03/08/09	04/08/09	07/08/09	16/08/09	21/08/09	28/08/09	03/09/09	08/09/09	17/09/09	19/09/09	Out.	Nov.	Dez.	15/01/2010					
	J						Maturação			Colheita e Avaliação	Conservação em Câmara Frigorífica			Saída Frio					
Ca S (1)	Amostras -Folhas (2ª) - Frutos (1ª)	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	Amostras -Folhas (3ª) -Frutos (2ª)									- Avaliação	
Ca FP (2)		PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA											- Amostra de Frutos (3ª)
Ca FV (3)		X	X	X	X	X	X	X											
T (0)		PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA	PFA											

Legenda

X – Aplicação de Cálcio

PFA – Pulverização Foliar com Água

Estados Fenológicos

E – Botão Rosa

H – Queda Total de Pétalas

F – Floração

I - Vingamento

G – Queda das primeiras pétalas

J – Frutos em Desenvolvimento

Fig. A3 - Calendarização de tarefas realizadas no trabalho de campo. Quinta do Paço, 2009.



Lusical



Tudical 30 L

Características do Produto

- Hidróxido de Cálcio
- Aspecto do produto: Suspensão
- Tamanho médio de partículas: 100 microns
- Apresentação do produto: Embalagens de 20 litros ou contentores de 1000 litros retornáveis

Análise Química

	<u>Concentração</u>
Tudical 30 L	30 % (CaO)

Modo de Aplicação:

Homogeneizar a suspensão, adiciona-la no depósito de adubação e completar com água.

Não misturar com nenhum outro adubo sem antes analisar a sua compatibilidade.

Doses: Diluições em 25 a 75 litros por 1000 litros de água.

Para recomendações para a sua cultura contacte os serviços de apoio agrícola da Lusical S.A.



Lusical – Companhia Lusitana de Cal, S.A. sociedade Balthazard & Cottis, membro do Grupo Lhoist
 Valverde – 2025-201 Alcanede - Portugal
 Telefone (+351) 243 409 040 – Fax (+351) 243 400 474 - E-mail: agricultura@lusical.pt
 sociedade anónima – Capital Social 5.795.000 € – Contribuinte N.º PT 502 148 370 - Conserv. do Registo Comercial de Santarém sob o n.º 02385

Fig. A4 – Ficha técnica do Tudical 30 L. LUSICAL

Corrector foliar de cálcio

Maxflow Ca



Emb.:
5l
20l

Tipo de Produto: Corrector de carências
Composição: Suspensão concentrada (SC) c/ 554 g/l ou 33,6% (p/p) de CaO
Densidade: 1,64
pH: 9,6
Adubo CE
Classificação ADR: Isento

CARACTERÍSTICAS

- ▶ O MAXFLOW Ca é uma suspensão com alto teor de cálcio recomendada para prevenir ou corrigir situações de carências deste elemento.
- ▶ A sua formulação líquida foi especificamente desenvolvida para a aplicação foliar. Contém na sua formulação molhantes, dispersantes e aderentes, que aliados ao pequeno tamanho das partículas, proporcionam uma correcta aplicação e cobertura da vegetação e uma melhor assimilação dos micronutrientes. É um produto fácil de dosear e manusear.
- ▶ O MAXFLOW Ca pode ser usado em todo o tipo de culturas, embora seja particularmente recomendado nas mais sensíveis às carências de cálcio (ver verso).
- ▶ Por fornecer cálcio numa forma facilmente absorvida e utilizada pelas plantas o MAXFLOW Ca vai ter como principais benefícios:
 - ▶ Aumentar a firmeza, a resistência a ferimentos e a conservação dos frutos.
 - ▶ Reduzir a incidência de acidentes fisiológicos ligados a carências de cálcio tais como o "Bitter pit", a podridão apical em tomate, pimento e morango, a podridão apical foliar em alface, aipo e couve-chinesa, o gretado da fruta em cerejeira e o encortimento de frutos entre outras.
- ▶ O MAXFLOW Ca é um dos produtos no mercado com maior teor de cálcio.
- ▶ O MAXFLOW Ca pode ser aplicado por via foliar, ou por fertirrigação em aplicações localizadas ao solo.

ÉPOCA E CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

APLICAÇÃO FOLIAR

CULTURA	DOSE l/ha	RECOMENDAÇÕES DE APLICAÇÃO
Cerejeira, Ameixeira	5	Realizar 2 aplicações, um mês e meio e um mês antes da colheita.
Hortícolas	1-2	Realizar 2-3 aplicações durante o ciclo da cultura, com início quando a superfície foliar esteja bem desenvolvida.
Macieira, Pereira	3-4	Realizar 5 a 7 aplicações desde 4-5 semanas após a queda das pétalas até 1 mês antes da colheita, com intervalos de 10 dias.
Pessegueiro, Damasco	3-4	Realizar 2 aplicações, um mês e meio e um mês antes da colheita.
Tomate, Pimento	1	Realizar 4 aplicações desde o aparecimento das primeiras flores.

INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

- ▶ Recomenda-se a utilização de altos volumes de calda – 500 a 1000 l/ha em função da cultura.
- ▶ Na mistura com produtos sensíveis à hidrólise alcalina, recomenda-se acidificar previamente a calda para valores de pH neutros ou ligeiramente ácidos mediante a adição prévia de SPRAY pH IDEAL.
- ▶ A adição de FOLUR ou de DELFAN, ainda que não seja indispensável, melhora a assimilação do MAXFLOW Ca.

Fig. A5 – Ficha técnica do Maxflow Ca. SAPEC - AGRO



TIPO: Motorizado de Dorso

MARCA: FOX MOTORI

MODELO: F 320

DEPÓSITO Material: Polietileno
Capacidade: 18 l

MOTOR Tipo / Cilindrada: 2 T / 22 cm³
Potência:
Combustível: Mistura 2 %
Consumo:
Marca / Modelo: FOX MOTORI / F 7

BOMBA Tipo: Membrana
Pressão máxima: 12 kg / cm²
Débito máximo: 3,5 l / min
Marca / Modelo: FOX MOTORI / 415

PESO TOTAL (vazio): 5,9 kg

DIMENSÕES (c x l x a): 35 x 38 x 52 cm

OBSERVAÇÕES: Adaptável barra de pulverização com três bicos.

EMPRESA DISTRIBUIDORA: PULVERIZADORES ROCHA, Lda.

Fig. A6 – Ficha técnica do pulverizador utilizado na aplicação do Maxflow Ca

Pinhal	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	Caminho
	Talude																									
	2	B	4	B	2	B	4	B	5	B	4	B	2	B	5	B	B	B	5	B	3	B	3	B	1	
	Gr	Gal	Gal	F	Gr	F	Gr	Gal	Gal	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	B	B	G	G	5	G	
Gal	G	G	Gal	B	B	2	B	4	B	B	B	B	3	B	1	B	1	B	1	B	B	3	B	B	Pereiras	

Legenda

Modalidades	Blocos	Variedades
 T (0) - Testemunha	1	B – Bravo
 Ca S (1) - Solo	2	G - Golden
 Ca FP (2) – Folhas Primavera	3	Gr – Granny Smit
 Ca FV (3) – Folhas Verão	4	Gal - Gala
	5	F - Fuji



Fig. A7 - Representação esquemática da parcela do ensaio. Quinta do Paço, 2009.

Quadro A5 – Classificação de vigor das plantas pretencentes ao ensaio. Quinta do Paço, 2009.

Modalid.	Bloco	Lenha poda Kg	Perimetro tronco cm	Classificação visual do vigor	Classificação Média
T (0)	1	2	44	V	V
	2	3,5	36	V+	
	3	4,5	41	V	
	4	2	35	V	
	5	2	34	M+	
	Média	2,8	38	V	
Ca S (1)	1	4	43	V+	V
	2	6	40	V+	
	3	2,5	37	V	
	4	5	37	V	
	5	2	35	M+	
	Média	3,9	38,4	V (1+)	
Ca FP (2)	1	7	41	V+	V
	2	2	40	V+	
	3	4	38,5	V	
	4	2	36	V	
	5	1,5	34	V	
	Média	3,3	37,9	V (2+)	
Ca FV (3)	1	5	41	V+	V
	2	2	39	V	
	3	3	43	V	
	4	2,5	39	V	
	5	1,5	33	V	
	Média	2,8	39	V (1+)	

Anexo B

Quadro B1 – Teor em nutrientes nas folhas da cultivar Bravo, 68 dias após plena floração (DAPF), por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análise efectuada no EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).

Mod	Bloco	Composição química das folhas 68 DAPF (17/06/2009)										
		%						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T (0)	1	1,46	0,28	1,86	1,09	0,22	1,69	70,0	55,0	14,0	11,0	37,0
	2	1,34	0,24	1,59	1,09	0,24	2,08	59,0	60,0	25,0	9,0	34,0
	3	2,32	0,24	1,77	1,26	0,21	1,94	59,0	43,0	14,0	10,0	30,0
	4	1,93	0,28	1,75	1,30	0,24	1,99	66,0	57,0	16,0	12,0	31,0
	5	1,94	0,27	1,80	1,43	0,29	2,01	59,0	57,0	19,0	10,0	20,0
	Média	1,80	0,26 c	1,75	1,23	0,24	1,94	62,6	54,4	17,6	10,4 c	30,4 ab
Ca S (1)	1	1,96	0,30	1,82	1,23	0,22	2,05	71,0	60,0	17,0	11,0	21,0
	2	1,64	0,32	1,79	1,64	0,28	1,99	52,0	48,0	25,0	11,0	28,0
	3	2,13	0,30	1,60	1,15	0,25	2,08	59,0	56,0	15,0	11,0	12,0
	4	2,43	0,32	1,70	1,41	0,28	0,97	90,0	63,0	21,0	15,0	13,0
	5	2,54	0,28	1,94	1,44	0,26	1,13	77,0	50,0	15,0	11,0	16,0
	Média	2,14	0,30 b	1,77	1,37	0,26	1,64	69,8	55,4	18,6	11,8 bc	18 c
Ca FP (2)	1	1,81	0,40	1,73	1,38	0,25	1,42	70,0	64,0	15,0	12,0	21,0
	2	1,56	0,34	1,88	1,27	0,25	1,43	61,0	50,0	18,0	17,0	28,0
	3	2,01	0,30	1,75	1,38	0,24	2,35	59,0	55,0	18,0	12,0	23,0
	4	3,00	0,33	1,74	1,33	0,27	2,27	64,0	52,0	15,0	12,0	31,0
	5	1,77	0,31	1,80	1,29	0,26	1,82	57,0	52,0	16,0	13,0	25,0
	Média	2,03	0,34 ab	1,78	1,33	0,25	1,86	62,2	54,6	16,4	13,2 ab	25,6 bc
Ca FV (3)	1	0,97	0,44	1,83	1,59	0,26	1,16	61,0	59,0	17,0	15,0	25,0
	2	2,88	0,32	1,86	1,22	0,24	1,25	71,0	79,0	16,0	14,0	39,0
	3	2,03	0,45	1,93	1,69	0,26	1,55	61,0	58,0	16,0	15,0	38,0
	4	2,06	0,35	1,75	1,25	0,28	1,48	70,0	67,0	16,0	19,0	34,0
	5	1,52	0,35	1,73	1,25	0,22	1,30	107,0	65,0	14,0	12,0	36,0
	Média	1,89	0,38 a	1,82	1,40	0,25	1,35	74,0	65,6	15,8	15 a	34,4 a
Sig.		ns	0,002**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,013*	0,002*	

Letras diferentes, em cada coluna, indicam diferenças significativas segundo o teste de Duncan (*) ou Mann-Whitney (**).

Quadro B2 – Teor em nutrientes nas folhas da cultivar Bravo, 115 dias após plena floração (DAPF), por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).

Mod	Bloco	Composição química das folhas 115 DAPF (03/08/2009)										
		%						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T (0)	1	2,31	0,20	0,86	1,27	0,28	0,15	113,0	59,0	12,0	10,0	35,0
	2	2,32	0,09	1,10	1,11	0,35	0,11	74,0	66,0	28,0	38,0	37,0
	3	2,49	0,09	0,92	1,42	0,29	0,11	61,0	47,0	13,0	9,0	34,0
	4	1,84	0,26	0,73	1,30	0,34	0,14	65,0	67,0	12,0	10,0	27,0
	5	2,47	0,23	0,86	1,43	0,39	0,15	74,0	67,0	17,0	14,0	29,0
	Média	2,29	0,17	0,89	1,31	0,33	0,13	77,4	61,2	16,4	16,2	32,4
Ca S (1)	1	2,67	0,31	0,79	1,29	0,32	0,18	60,0	63,0	13,0	9,0	29,0
	2	2,64	0,27	0,76	1,20	0,35	0,18	63,0	48,0	15,0	10,0	32,0
	3	2,11	0,26	0,83	0,99	0,30	0,17	52,0	53,0	12,0	9,0	26,0
	4	2,24	0,24	0,89	1,08	0,34	0,18	56,0	52,0	13,0	9,0	32,0
	5	2,28	0,13	0,74	0,91	0,30	0,12	463,0	52,0	12,0	5,0	21,0
	Média	2,39	0,24	0,80	1,09	0,32	0,17	138,8	53,6	13,0	8,4	28,0
Ca FP (2)	1	2,38	0,26	0,86	1,10	0,29	0,15	68,0	62,0	14,0	13,0	29,0
	2	1,84	0,27	0,77	1,22	0,36	0,12	68,0	63,0	10,0	8,0	24,0
	3	2,51	0,05	0,97	1,01	0,17	0,07	34,0	28,0	9,0	5,0	20,0
	4	2,42	0,05	0,76	0,92	0,17	0,04	22,0	26,0	10,0	5,0	16,0
	5	2,49	0,22	0,84	1,13	0,36	0,19	230,0	60,0	13,0	10,0	33,0
	Média	2,33	0,17	0,84	1,08	0,27	0,11	84,4	47,8	11,2	8,2	24,4
Ca FV (3)	1	2,21	0,10	0,79	0,95	0,18	0,05	26,0	28,0	10,0	5,0	16,0
	2	2,61	0,09	1,03	1,29	0,30	0,11	69,0	77,0	15,0	12,0	35,0
	3	1,92	0,13	0,94	1,37	0,29	0,11	69,0	52,0	13,0	11,0	36,0
	4	1,84	0,20	0,79	1,06	0,36	0,15	66,0	68,0	11,0	11,0	27,0
	5	2,85	0,17	0,64	1,16	0,26	0,12	54,0	62,0	12,0	7,0	21,0
	Média	2,29	0,14	0,84	1,17	0,28	0,11	56,8	57,4	12,2	9,2	27,0
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B3 – Teor em nutrientes nas folhas da cultivar Bravo, à colheita, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análise efectuada no EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).

Mod	Bloco	Composição química das folhas à colheita (17/09/2009)										
		%						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T (0)	1	2,00	0,19	0,83	1,41	0,27	0,08	73,0	59,0	12,0	8,0	31,0
	2	1,71	0,07	0,63	1,33	0,33	0,08	69,0	72,0	11,0	7,0	26,0
	3	1,97	0,07	0,66	1,69	0,26	0,07	55,0	42,0	14,0	6,0	28,0
	4	1,05	0,11	0,55	1,85	0,35	0,07	58,0	73,0	14,0	6,0	24,0
	5	1,58	0,07	0,56	1,73	0,34	0,07	56,0	59,0	15,0	6,0	22,0
	Média	1,66	0,10	0,65	1,60	0,31	0,07 b	62,2	61,0	13,2	6,6	26,2
Ca S (1)	1	1,71	0,11	0,60	1,55	0,27	0,08	59,0	62,0	14,0	6,0	24,0
	2	1,38	0,12	0,58	1,70	0,36	0,09	58,0	57,0	12,0	8,0	28,0
	3	1,40	0,16	0,75	1,42	0,30	0,08	60,0	64,0	12,0	6,0	26,0
	4	2,29	0,08	0,70	1,55	0,29	0,08	60,0	53,0	15,0	6,0	27,0
	5	2,04	0,07	0,65	1,62	0,28	0,08	53,0	48,0	12,0	6,0	26,0
	Média	1,76	0,11	0,66	1,57	0,30	0,08 a	58,0	56,8	13,0	6,4	26,2
Ca FP (2)	1	1,27	0,10	0,63	1,39	0,29	0,07	66,0	70,0	11,0	8,0	27,0
	2	1,32	0,14	0,68	1,70	0,34	0,07	80,0	65,0	15,0	6,0	25,0
	3	1,75	0,08	0,74	1,61	0,30	0,08	67,0	57,0	16,0	7,0	29,0
	4	1,45	0,09	0,54	1,61	0,35	0,07	66,0	57,0	13,0	6,0	26,0
	5	1,38	0,09	0,72	1,54	0,33	0,07	63,0	53,0	14,0	6,0	27,0
	Média	1,43	0,10	0,66	1,57	0,32	0,07 b	68,4	60,4	13,8	6,6	26,8
Ca FV (3)	1	2,20	0,12	0,61	1,97	0,33	0,07	46,0	57,0	16,0	5,0	24,0
	2	2,35	0,08	0,71	1,68	0,27	0,08	60,0	88,0	14,0	6,0	27,0
	3	1,87	0,10	0,62	1,41	0,26	0,08	60,0	51,0	13,0	11,0	27,0
	4	1,95	0,08	0,65	1,51	0,33	0,08	61,0	67,0	13,0	6,0	27,0
	5	1,13	0,08	0,60	1,74	0,29	0,08	83,0	79,0	13,0	8,0	25,0
	Média	1,90	0,09	0,64	1,66	0,30	0,07 ab	62,0	68,4	13,8	7,2	26,0
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	0,02	ns	ns	ns	ns	ns

Letras diferentes, em cada coluna, indicam diferenças significativas segundo o teste de Duncan, para $p \leq 0,05$

Quadro B4 – Teor em nutrientes nos frutos da cultivar Bravo, 115 dias após plena floração, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).

Mod	Bloco	Composição química dos frutos 115 DAPF (03/08/2009)										
		% de matéria seca						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
T (0)	1	0,370	0,040	0,700	0,040	0,060	0,020	17,00	3,00	4,00	5,00	24,00
	2	0,410	0,050	0,690	0,025	0,090	0,030	26,00	1,30	9,00	6,00	25,00
	3	0,180	0,050	0,640	0,036	0,100	0,030	21,00	4,50	2,10	6,00	26,00
	4	0,370	0,040	0,670	0,067	0,060	0,020	19,00	4,00	5,00	6,00	24,00
	5	0,510	0,040	0,620	0,040	0,060	0,010	26,00	3,00	6,00	6,00	19,00
	Média	0,368	0,044	0,664	0,042	0,074	0,022	21,80	3,16	5,22	5,80	23,60
Ca S (1)	1	0,480	0,040	0,620	0,040	0,050	0,010	15,00	3,00	5,00	4,00	26,00
	2	0,360	0,050	0,660	0,050	0,070	0,020	16,00	3,00	5,00	5,00	26,00
	3	0,290	0,040	0,610	0,040	0,060	0,010	32,00	3,00	4,00	4,00	20,00
	4	0,510	0,050	0,680	0,050	0,070	0,020	36,00	4,00	6,00	5,00	27,00
	5	0,370	0,040	0,640	0,040	0,050	0,020	21,00	3,00	4,00	5,00	24,00
	Média	0,402	0,044	0,642	0,044	0,060	0,016	24,00	3,20	4,80	4,60	24,60
Ca FP (2)	1	0,300	0,040	0,550	0,030	0,050	0,010	15,00	2,00	5,00	4,00	24,00
	2	0,360	0,040	0,660	0,030	0,060	0,010	17,00	3,00	7,00	7,00	21,00
	3	0,510	0,040	0,640	0,050	0,060	0,020	19,00	3,00	5,00	4,00	24,00
	4	0,330	0,080	0,720	0,040	0,050	0,010	23,00	2,00	3,00	4,00	20,00
	5	0,180	0,040	0,630	0,030	0,050	0,010	16,00	2,00	4,00	5,00	21,00
	Média	0,336	0,048	0,640	0,036	0,054	0,012	18,00	2,40	4,80	4,80	22,00
Ca FV (3)	1	0,250	0,050	0,630	0,016	0,080	0,020	69,00	8,00	10,00	10,00	22,00
	2	0,360	0,040	0,680	0,060	0,060	0,010	20,00	4,00	2,10	4,00	23,00
	3	0,400	0,050	0,610	0,032	0,130	0,020	56,00	2,60	4,00	5,00	22,00
	4	0,400	0,050	0,620	0,050	0,130	0,020	42,00	2,50	3,00	6,00	21,00
	5	0,220	0,040	0,590	0,040	0,050	0,010	13,00	3,00	3,00	3,00	21,00
	Média	0,326	0,046	0,626	0,040	0,090	0,016	40,00	4,02	4,42	5,60	21,80
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B5 – Teor em nutrientes nos frutos da cultivar Bravo, à colheita, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).

Mod	Bloco	Composição química dos frutos à colheita (19/09/2009)										Calibre médio da amostra
		% de matéria seca						ppm				
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
T (0)	1	0,400	0,040	0,420	0,017	0,040	11,00	2,00	3,00	3,00	20,00	73,02
	2	0,290	0,030	0,390	0,013	0,040	7,00	2,00	1,00	2,00	21,00	71,08
	3	0,290	0,050	0,370	0,011	0,030	26,00	3,00	1,00	2,00	17,00	75,10
	4	0,320	0,030	0,390	0,014	0,040	19,00	2,00	2,00	2,00	18,00	70,49
	5	0,580	0,050	0,350	0,015	0,030	17,00	2,00	1,00	2,00	14,00	69,34
	Média	0,376	0,040	0,384	0,014	0,036	16,00	2,20	1,60	2,20	18,00	71,81
Ca S (1)	1	0,290	0,030	0,380	0,017	0,040	9,00	2,00	1,00	3,00	23,00	70,86
	2	0,550	0,040	0,400	0,010	0,040	17,00	3,00	2,00	2,00	26,00	68,96
	3	0,330	0,030	0,380	0,016	0,040	14,00	2,00	2,00	3,00	20,00	72,79
	4	0,320	0,020	0,170	0,015	0,020	6,00	1,00	1,00	1,00	11,00	73,21
	5	0,470	0,070	0,500	0,008	0,050	12,00	2,00	2,00	4,00	25,00	71,99
	Média	0,392	0,038	0,366	0,013	0,038	11,60	2,00	1,60	2,60	21,00	71,56
Ca FP (2)	1	0,290	0,040	0,390	0,016	0,040	8,00	2,00	1,00	3,00	24,00	72,45
	2	0,360	0,030	0,390	0,017	0,040	13,00	2,00	2,00	2,00	14,00	71,69
	3	0,360	0,040	0,460	0,018	0,040	13,00	2,00	2,00	2,00	22,00	73,38
	4	0,360	0,030	0,400	0,011	0,040	35,00	3,00	1,00	4,00	20,00	71,06
	5	0,400	0,040	0,500	0,009	0,040	12,00	2,00	1,00	8,00	23,00	70,56
	Média	0,354	0,036	0,428	0,014	0,040	16,20	2,20	1,40	3,80	20,60	71,83
Ca FV (3)	1	0,590	0,040	0,450	0,010	0,040	17,20	1,50	9,00	3,00	23,00	70,48
	2	0,490	0,020	0,410	0,010	0,040	10,70	3,00	4,00	3,00	19,00	70,12
	3	0,410	0,060	0,420	0,011	0,040	34,00	3,00	4,00	3,00	23,00	69,65
	4	0,620	0,030	0,410	0,011	0,040	29,00	3,00	2,00	2,00	16,00	71,02
	5	0,290	0,020	0,330	0,018	0,030	7,00	2,00	1,00	1,00	18,00	71,16
	Média	0,480	0,034	0,404	0,012	0,038	19,58	2,50	4,00	2,40	19,80	70,49
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B6 – Teor em nutrientes nos frutos da cultivar Bravo, após conservação em frio, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009 (análises efectuadas EOR Laboratório de Análises Químicas, Lda.).

Mod	Bloco	Composição química dos frutos após conservação em frio (15/01/2010)											Calibre médio da amostra
		% de matéria seca						ppm					
		N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B	
T (0)	1	0,402	0,047	0,383	0,014	0,032	0,004	14,51	1,26	1,06	2,66	17,84	72,34
	2	0,923	0,064	0,361	0,013	0,042	0,005	20,12	1,50	1,52	1,81	18,31	73,27
	3	0,567	0,039	0,465	0,011	0,027	0,003	5,47	0,81	1,01	1,69	14,33	72,71
	4	0,542	0,065	0,344	0,013	0,041	0,004	10,01	1,30	1,42	1,78	15,66	72,65
	5	0,721	0,055	0,343	0,012	0,037	0,004	9,06	1,17	1,01	2,03	17,64	69,90
	Média	0,631	0,054	0,379	0,013 a	0,036	0,004	11,84	1,21	1,20	1,99	16,76 a	72,17
Ca S (1)	1	0,616	0,064	0,349	0,017	0,037	0,004	16,27	1,56	1,75	2,22	19,43	73,01
	2	0,652	0,069	0,360	0,023	0,043	0,005	53,23	1,82	4,55	2,90	24,22	72,82
	3	0,469	0,066	0,453	0,019	0,047	0,005	26,10	2,21	1,27	1,68	20,54	72,83
	4	0,454	0,068	0,360	0,021	0,043	0,005	13,13	1,36	3,13	2,35	22,50	74,51
	5	0,721	0,073	0,408	0,014	0,048	0,006	9,99	1,54	1,36	2,39	21,89	73,98
	Média	0,582	0,068	0,386	0,019 b	0,044	0,005	23,74	1,70	2,41	2,31	21,71 b	73,43
Ca FP (2)	1	0,362	0,068	0,385	0,018	0,042	0,005	12,46	1,62	2,33	4,10	22,56	72,75
	2	0,725	0,065	0,373	0,013	0,040	0,005	16,12	1,30	1,44	1,03	16,00	72,81
	3	0,558	0,059	0,360	0,015	0,043	0,005	25,11	1,58	1,53	2,10	21,93	73,26
	4	0,809	0,065	0,345	0,015	0,039	0,005	11,90	1,25	1,41	1,94	15,66	74,48
	5	0,654	0,051	0,355	0,014	0,041	0,004	11,43	1,19	1,65	3,29	13,65	73,73
	Média	0,622	0,062	0,364	0,015 a	0,041	0,005	15,40	1,39	1,67	2,49	17,96 ab	73,41
Ca FV (3)	1	0,653	0,054	0,274	0,015	0,030	0,003	19,25	1,00	1,27	1,63	14,43	73,39
	2	0,674	0,058	0,368	0,018	0,047	0,006	61,34	2,21	1,53	2,32	17,00	72,81
	3	0,454	0,055	0,328	0,012	0,033	0,003	10,76	1,23	1,42	2,26	15,08	73,22
	4	0,488	0,072	0,387	0,019	0,045	0,006	11,96	1,64	2,08	2,16	16,55	73,18
	5	0,701	0,053	0,333	0,015	0,036	0,005	7,27	1,25	1,64	1,94	16,97	73,29
	Média	0,594	0,058	0,338	0,016 ab	0,038	0,005	22,11	1,47	1,59	2,06	16,01 a	73,18
Bit. Pit	shint.	0,634	0,045	0,255	0,007	0,027	0,003	9,15	0,88	1,12	1,94	13,08	70 - 75
Sig.		ns	ns	ns	0,011	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,05	ns

Letras diferentes, em cada coluna, indicam diferenças significativas segundo o teste de Duncan ou Mann-Whitney, para $p \leq 0,05$

Quadro B7 – Produção total, comercializável e refugo totais expressos em t/ha e número de frutos/ha. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloco	Produção Total		Refugo Total		Produção comercializável total	
		t/ha	nº frutos/ha	t/ha	nº frutos/ha	t/ha	nº frutos/ha
T (0)	1	85,50	599760	21,07	144648	64,43	455112
	2	40,39	322224	13,81	108192	26,59	214032
	3	75,38	513912	15,81	107016	59,57	406896
	4	74,07	637392	13,36	117600	60,71	519792
	5	39,90	421008	4,23	59976	35,67	361032
	Média	63,05	498.859	13,65	107.486	49,39	391.373
Ca S (1)	1	98,27	679.728	17,36	128.184	80,91	551.544
	2	72,97	603.288	12,43	105.840	60,54	497.448
	3	65,52	408.072	17,58	117.600	47,94	290.472
	4	58,14	372.792	12,71	83.496	45,43	289.296
	5	49,83	345.744	8,39	58.800	41,44	286.944
	Média	68,95	481.925	13,70	98.784	55,25	383.141
Ca FP (2)	1	82,37	643.272	6,60	62.328	75,77	580.944
	2	79,64	644.448	16,06	134.064	63,58	510.384
	3	64,11	503.328	14,55	115.248	49,56	388.080
	4	52,12	457.464	5,01	54.096	47,11	403.368
	5	44,68	337.512	15,50	118.776	29,19	218.736
	Média	64,585	517.205	11,544	96.902	53,06	420.302
Ca FV (3)	1	92,07	660.912	17,09	127.008	74,98	533.904
	2	69,59	605.640	14,49	134.064	55,10	471.576
	3	93,06	659.736	10,58	75.264	82,48	584.472
	4	47,04	396.312	17,54	143.472	29,50	252.840
	5	64,71	502.152	7,31	52.920	57,40	449.232
	Média	73,29	564.950	13,40	106.546	59,89	458.405
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B8 – Produção total, comercializável e refugo em número de frutos e peso, por classes de calibre. Quinta do Paço, 2009.

Modalid	Bloco	Produção Comercializável														Refugo à colheita				Produção Total	
		55-60		60-65		65-70		70-75		75-80		80+		Total		-55		Outro refugo		nº frutos	Kg
		nº frutos	kg	nº fruto	kg	nº fruto	kg	nº fruto	kg	nº fruto	kg	nº fruto	kg	nº fruto	kg	nº fruto	kg	nº frutos	Kg		
T (0)	1	19	1,52	60	6,16	86	10,00	113	15,45	92	14,90	75	14,89	445	62,91	1	0,05	64	9,74	510	72,70
	2	21	1,71	34	3,31	70	8,00	51	7,02	40	6,70	10	1,70	226	28,43	5	0,28	43	5,63	274	34,35
	3	15	1,24	63	6,59	68	8,40	101	14,33	71	12,00	65	13,50	383	56,06	1	0,05	53	8,00	437	64,10
	4	43	3,30	151	14,50	134	15,90	91	12,57	54	8,58	12	2,18	485	57,03	23	1,15	34	4,81	542	62,99
	5	90	7,10	148	14,50	47	5,50	8	1,03	16	2,40	0	0,00	309	30,53	37	1,91	12	1,49	358	33,93
	Média	37,6	2,97	91,2	9,01	81	9,56	72,8	10,08	54,6	8,92	32,4	6,45	369,6	46,99	13,4	0,69	41,2	5,93	424,2	53,61
Ca S (1)	1	44	3,50	107	11,23	110	14,20	136	21,09	101	19,00	42	9,00	540	78,02	10	0,66	28	4,88	578	83,56
	2	51	3,90	123	12,10	123	14,50	85	12,00	62	10,50	18	3,50	462	56,50	22	1,21	29	4,34	513	62,05
	3	6	0,43	31	3,50	60	7,50	61	9,30	73	13,00	68	14,50	299	48,23	3	0,14	45	7,35	347	55,72
	4	7	0,56	48	5,07	57	7,30	49	7,50	63	10,60	61	13,00	285	44,03	3	0,21	29	5,20	317	49,44
	5	5	0,42	28	2,55	60	7,00	51	7,00	62	10,00	49	10,00	255	36,97	3	0,15	36	5,25	294	42,37
	Média	22,6	1,76	67,4	6,89	82	10,10	76,4	11,38	72,2	12,62	47,6	10,00	368,2	52,75	8,2	0,48	33,4	5,40	409,8	58,63
Ca FP (2)	1	55	4,75	136	14,20	134	17,30	101	15,14	69	11,60	17	3,50	512	66,48	19	1,18	16	2,38	547	70,04
	2	35	2,80	103	10,07	117	13,60	116	16,00	78	13,00	16	2,64	465	58,11	23	1,37	60	8,24	548	67,72
	3	27	2,25	87	8,70	93	11,00	88	12,03	54	9,00	29	5,50	378	48,48	7	0,42	43	5,63	428	54,52
	4	52	4,30	100	9,70	85	10,00	63	8,70	35	6,00	10	1,64	345	40,34	27	1,65	17	2,33	389	44,32
	5	21	1,62	47	4,55	42	5,00	49	6,55	45	7,20	12	3,50	216	28,42	5	0,24	66	9,34	287	38,00
	Média	38	3,14	94,6	9,44	94,2	11,38	83,4	11,68	56,2	9,36	16,8	3,36	383,2	48,37	16,2	0,97	40,4	5,58	439,8	54,92
Ca FV (3)	1	27	2,19	96	10,16	113	14,00	117	16,91	103	17,18	50	10,50	506	70,93	8	0,44	48	6,92	562	78,29
	2	43	3,62	152	15,50	122	15,00	71	9,75	30	4,80	5	0,90	423	49,57	24	1,00	68	8,60	515	59,17
	3	47	3,87	82	8,52	128	16,50	98	14,50	96	16,50	73	14,50	524	74,39	8	0,44	29	4,30	561	79,13
	4	29	2,37	64	5,92	49	5,50	70	9,25	21	3,50	5	1,50	238	28,05	9	0,50	90	11,45	337	40,00
	5	54	4,69	101	11,00	85	10,50	79	11,03	49	8,16	21	4,50	389	49,88	6	0,37	32	4,78	427	55,03
	Média	40	3,35	99	10,22	99,4	12,3	87	12,29	59,8	10,03	30,8	6,38	416,0	54,56	11	0,55	53,4	7,209	480,4	62,32
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B9 – Percentagem da produção total, sem outro refugo, repartida em número de frutos e peso, por classes de calibre. Número de frutos e toneladas por hectare de outras causas de refugo e produção total sem as outras causas de refugo. Quinta do Paço, 2009.

Modalid	Bloco	% da produção total sem as outras causas de refugo														Outras causas de refugo / ha		Prod Tot/ha s/ outras causas ref	
		55-60		60-65		65-70		70-75		75-80		80+		< 55 Refugo		nº fruto	t	nº frutos	t
		nº frutos	t	nº fruto	t	nº fruto	t	nº fruto	t	nº fruto	t	nº fruto	t	nº fruto	t				
T (0)	1	4,26	2,41	13,45	9,78	19,28	15,88	25,34	24,54	20,63	23,66	16,82	23,65	0,22	0,09	75264	11,45	524496	74,05
	2	9,09	5,95	14,72	11,51	30,30	27,86	22,08	24,44	17,32	23,33	4,33	5,92	2,16	0,99	50568	6,62	271656	33,77
	3	3,91	2,20	16,41	11,75	17,71	14,97	26,30	25,54	18,49	21,39	16,93	24,06	0,26	0,09	62328	9,40	451584	65,98
	4	8,46	5,67	29,72	24,92	26,38	27,33	17,91	21,61	10,63	14,75	2,36	3,75	4,53	1,98	39984	5,65	597408	68,42
	5	26,01	21,89	42,77	44,70	13,58	16,96	2,31	3,18	4,62	7,40	0,00	0,00	10,69	5,88	14112	1,75	406896	38,15
	Média	10,35	7,63	23,42	20,53	21,45	20,60	18,79	19,86	14,34	18,10	8,09	11,47	3,57	1,80	48451,2	6,98	450408	56,07
Ca S (1)	1	8,00	4,45	19,45	14,28	20,00	18,05	24,73	26,80	18,36	24,15	7,64	11,44	1,82	0,84	32928	5,74	646800	92,53
	2	10,54	6,76	25,41	20,97	25,41	25,12	17,56	20,79	12,81	18,19	3,72	6,06	4,55	2,10	34104	5,10	569184	67,87
	3	1,99	0,89	10,26	7,23	19,87	15,51	20,20	19,23	24,17	26,88	22,52	29,98	0,99	0,29	52920	8,64	355152	56,88
	4	2,43	1,26	16,67	11,47	19,79	16,50	17,01	16,95	21,88	23,96	21,18	29,39	1,04	0,47	34104	6,12	338688	52,03
	5	1,94	1,13	10,85	6,87	23,26	18,86	19,77	18,86	24,03	26,94	18,99	26,94	1,16	0,41	42336	6,17	303408	43,66
	Média	4,98	2,90	16,53	12,16	21,67	18,81	19,85	20,53	20,25	24,02	14,81	20,76	1,91	0,82	39278,4	6,35	442646,4	62,59
Ca FP (2)	1	10,36	7,01	25,61	20,99	25,24	25,57	19,02	22,37	12,99	17,14	3,20	5,17	3,58	1,75	18816	2,80	624456	79,57
	2	7,17	4,71	21,11	16,93	23,98	22,86	23,77	26,90	15,98	21,86	3,28	4,44	4,71	2,30	70560	9,69	573888	69,95
	3	7,01	4,59	22,60	17,79	24,16	22,50	22,86	24,60	14,03	18,41	7,53	11,25	1,82	0,86	50568	6,62	452760	57,50
	4	13,98	10,24	26,88	23,10	22,85	23,82	16,94	20,72	9,41	14,29	2,69	3,91	7,26	3,93	19992	2,74	437472	49,38
	5	9,50	5,65	21,27	15,88	19,00	17,45	22,17	22,85	20,36	25,12	5,43	12,21	2,26	0,84	77616	10,98	259896	33,70
	Média	9,60	6,44	23,49	18,94	23,04	22,44	20,95	23,49	14,55	19,36	4,43	7,40	3,93	1,94	47510,4	6,56	469694,4	58,02
Ca FV (3)	1	5,25	3,06	18,68	14,23	21,98	19,62	22,76	23,69	20,04	24,07	9,73	14,71	1,56	0,62	56448	8,14	604464	83,93
	2	9,62	7,16	34,00	30,65	27,29	29,66	15,88	19,28	6,71	9,49	1,12	1,78	5,37	1,98	79968	10,12	525672	59,47
	3	8,83	5,17	15,41	11,39	24,06	22,05	18,42	19,38	18,05	22,05	13,72	19,38	1,50	0,59	34104	5,05	625632	88,01
	4	11,74	8,32	25,91	20,75	19,84	19,26	28,34	32,41	8,50	12,26	2,02	5,25	3,64	1,75	105840	13,47	290472	33,57
	5	13,67	9,33	25,57	21,89	21,52	20,90	20,00	21,95	12,41	16,24	5,32	8,96	1,52	0,74	37632	5,62	464520	59,09
	Média	9,82	6,61	23,92	19,78	22,94	22,30	21,08	23,34	13,14	16,82	6,38	10,02	2,72	1,14	62798,4	8,48	502152	64,82
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B10 – Refugo total à colheita repartido pelas suas causas, bitter pit, calibre menor que 55 mm e outras causas. Refugo após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, só bitter pit. Refugo e bitter pit totais de ambas as observações, colheita e após conservação, bem como a produção total. Todos os dados agrupados em número de frutos e quilogramas por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Refugo Colheita								Refugo Frio		Refugo ambas as observações				Produção Total	
		Bit. Pit		Outras causas		Frutos - 55 mm		Total		Bit. Pit		Total		Bit. Pit		nºfrutos	Kg
		nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg		
T (0)	1	32	3,64	32	6,10	1	0,05	65	9,79	58	8,12	123	17,91	90,0	11,76	510	72,70
	2	22	2,81	21	2,82	5	0,28	48	5,92	44	5,82	92	11,74	66,0	8,64	274	34,35
	3	10	1,41	43	6,59	1	0,05	54	8,04	37	5,40	91	13,45	47,0	6,81	437	64,10
	4	14	1,99	20	2,82	23	1,15	57	5,96	43	5,41	100	11,36	57,0	7,39	542	62,99
	5	0	0,00	12	1,49	37	1,91	49	3,40	2	0,20	51	3,59	2,0	0,20	358	33,93
	Média	15,6	1,9698	25,6	3,9618	13,4	0,689	55	6,621	36,8	4,99	91,4	11,611	52,4	6,96016	424,2	53,6128
Ca S (1)	1	15	2,39	13	2,49	10	0,66	38	5,54	71	9,22	109	14,76	86,0	11,61	578	83,56
	2	2	0,24	27	4,09	22	1,21	51	5,55	39	5,02	90	10,57	41,0	5,26	513	62,05
	3	17	2,70	28	4,65	3	0,14	48	7,49	52	7,46	100	14,95	69,0	10,16	347	55,72
	4	1	0,14	28	5,06	3	0,21	32	5,41	39	5,40	71	10,81	40,0	5,54	317	49,44
	5	11	1,58	25	3,67	3	0,15	39	5,40	11	1,73	50	7,14	22,0	3,32	294	42,37
	Média	9,2	1,4114	24,2	3,9912	8,2	0,4758	42	5,878	42,4	5,767	84	11,646	51,6	7,17874	409,8	58,6276
Ca FP (2)	1	1	0,10	15	2,28	19	1,18	35	3,56	18	2,05	53	5,61	19,0	2,15	547	70,04
	2	11	1,36	49	6,88	23	1,37	83	9,61	31	4,04	114	13,66	42,0	5,40	548	67,72
	3	0	0,00	43	5,63	7	0,42	50	6,04	48	6,33	98	12,38	48,0	6,33	428	54,52
	4	2	0,19	15	2,13	27	1,65	44	3,98	2	0,28	46	4,26	4,0	0,48	389	44,32
	5	25	3,34	41	6,00	5	0,24	71	9,58	30	3,60	101	13,18	55,0	6,94	287	38,00
	Média	7,8	1,00	32,6	4,58	16,2	0,97	57	6,55	25,8	3,26	82,4	9,82	33,6	4,26	439,8	54,92
Ca FV (3)	1	14	1,86	34	5,07	8	0,44	56	7,36	52	7,17	108	14,54	66,0	9,03	562	78,29
	2	36	4,43	32	4,17	24	1,00	92	9,60	22	2,72	114	12,32	58,0	7,14	515	59,17
	3	10	1,58	19	2,71	8	0,44	37	4,74	27	4,26	64	9,00	37,0	5,84	561	79,13
	4	41	5,27	49	6,18	9	0,50	99	11,95	23	2,97	122	14,92	64,0	8,24	337	40,00
	5	2	0,31	30	4,47	6	0,37	38	5,15	7	1,07	45	6,22	9,0	1,38	427	55,03
	Média	20,6	2,69	32,8	4,52	11	0,55	64	7,76	26,2	3,64	90,6	11,40	46,8	6,33	480,4	62,32
Sig.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B11 – Produção total em número de frutos e quilogramas por modalidade e bloco. Percentagem de refugo total à colheita, repartido pelas suas diferentes causas (bitter pit, calibre menor que 55 mm e outras causas). Percentagem de refugo (bitter pit), após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal. Percentagem de refugo e bitter pit totais de ambas as observações, colheita e após conservação. Todos os dados agrupados em percentagem do número de frutos e quilogramas por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Refugo Colheita %								Refugo Frio (%)		Refugo ambas as observações (%)				Produção Total	
		Bit. Pit		Outras causas		Frutos - 55 mm		Total		Bit. Pit		Total		Bit. Pit		nºfrutos	Kg
		nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg	nº	Kg		
T (0)	1	6,27	5,00	6,27	8,39	0,20	0,07	12,75	13,46	11,37	11,17	24,12	24,64	17,65	16,18	510	72,70
	2	8,03	8,19	7,66	8,21	1,82	0,83	17,52	17,23	16,06	16,96	33,58	34,18	24,09	25,15	274	34,35
	3	2,29	2,20	9,84	10,27	0,23	0,08	12,36	12,55	8,47	8,43	20,82	20,98	10,76	10,63	437	64,10
	4	2,58	3,15	3,69	4,48	4,24	1,83	10,52	9,46	7,93	8,58	18,45	18,04	10,52	11,74	542	62,99
	5	0,00	0,00	3,35	4,39	10,34	5,62	13,69	10,01	0,56	0,58	14,25	10,59	0,56	0,58	358	33,93
	Média	3,84	3,71	6,16	7,15	3,37	1,69	13,36	12,54	8,88	9,14	22,24	21,69	12,71	12,85	424,2	53,61
Ca S (1)	1	2,60	2,86	2,25	2,97	1,73	0,79	6,57	6,63	12,28	11,03	18,86	17,66	14,88	13,90	578	83,56
	2	0,39	0,39	5,26	6,60	4,29	1,95	9,94	8,94	7,60	8,09	17,54	17,03	7,99	8,48	513	62,05
	3	4,90	4,85	8,07	8,35	0,86	0,25	13,83	13,44	14,99	13,40	28,82	26,84	19,88	18,24	347	55,72
	4	0,32	0,28	8,83	10,24	0,95	0,42	10,09	10,94	12,30	10,92	22,40	21,86	12,62	11,20	317	49,44
	5	3,74	3,74	8,50	8,65	1,02	0,36	13,27	12,75	3,74	4,09	17,01	16,84	7,48	7,83	294	42,37
	Média	2,39	2,42	6,58	7,36	1,77	0,76	10,74	10,54	10,18	9,51	20,92	20,05	12,57	11,93	409,8	58,63
Ca FP (2)	1	0,18	0,14	2,74	3,26	3,47	1,69	6,40	5,09	3,29	2,92	9,69	8,01	3,47	3,07	547	70,04
	2	2,01	2,01	8,94	10,16	4,20	2,02	15,15	14,19	5,66	5,97	20,80	20,16	7,66	7,98	548	67,72
	3	0,00	0,00	10,05	10,32	1,64	0,77	11,68	11,09	11,21	11,61	22,90	22,70	11,21	11,61	428	54,52
	4	0,51	0,44	3,86	4,82	6,94	3,72	11,31	8,98	0,51	0,64	11,83	9,62	1,03	1,08	389	44,32
	5	8,71	8,79	14,29	15,78	1,74	0,63	24,74	25,20	10,45	9,48	35,19	34,68	19,16	18,27	287	38,00
	Média	2,28	2,28	7,97	8,87	3,60	1,77	13,86	12,91	6,23	6,13	20,08	19,03	8,51	8,40	439,8	54,92
Ca FV (3)	1	2,49	2,37	6,05	6,47	1,42	0,56	9,96	9,40	9,25	9,16	19,22	18,57	11,74	11,53	562	78,29
	2	6,99	7,48	6,21	7,05	4,66	1,69	17,86	16,23	4,27	4,59	22,14	20,82	11,26	12,07	515	59,17
	3	1,78	2,00	3,39	3,43	1,43	0,56	6,60	5,99	4,81	5,38	11,41	11,37	6,60	7,38	561	79,13
	4	12,17	13,18	14,54	15,45	2,67	1,25	29,38	29,88	6,82	7,42	36,20	37,29	18,99	20,59	337	40,00
	5	0,47	0,56	7,03	8,12	1,41	0,67	8,90	9,35	1,64	1,95	10,54	11,30	2,11	2,51	427	55,03
	Média	4,78	5,12	7,44	8,10	2,32	0,95	14,54	14,17	5,36	5,70	19,90	19,87	10,14	10,82	480,4	62,32
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B12 – Refugo total à colheita repartido pelas suas causas, bitter pit, calibre menor que 55 mm e outras causas. Refugo após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, só bitter pit. Refugo e bitter pit totais de ambas as observações, colheita e após conservação, bem como a produção total. Todos os dados agrupados em número de frutos e toneladas por hectare, por modalidade e bloco. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Refugo Colheita								Refugo Frio		Refugo ambas as observações				Produção Total	
		Bit. Pit		Outras causas		Frutos - 55 mm		Total		Bit. Pit		Total		Bit. Pit		nºfruto/ha	t/ha
		nºfruto/ha	t/ha	nºfruto/ha	t/ha	nºfruto/ha	t/ha	nºfruto/ha	t/ha	nºfruto/ha	t/ha	nºfruto/ha	t/ha	nºfruto/ha	t/ha		
T (0)	1	37632	4,28	37632	7,17	1176	0,06	76440	11,51	68208	9,55	144648	21,07	105840	13,83	599760	85,50
	2	25872	3,31	24696	3,32	5880	0,33	56448	6,96	51744	6,85	108192	13,81	77616	10,16	322224	40,39
	3	11760	1,66	50568	7,74	1176	0,06	63504	9,46	43512	6,35	107016	15,81	55272	8,01	513912	75,38
	4	16464	2,34	23520	3,32	27048	1,35	67032	7,00	50568	6,36	117600	13,36	67032	8,69	637392	74,07
	5	0	0,00	14112	1,75	43512	2,24	57624	3,99	2352	0,23	59976	4,23	2352	0,23	421008	39,90
	Média	18345,6	2,32	30105,6	4,66	15758,4	0,81	64209,6	7,79	43276,8	5,87	107486,4	13,65	61622,4	8,19	498859,2	63,05
Ca S (1)	1	17640	2,81	15288	2,92	11760	0,78	44688	6,52	83496	10,84	128184	17,36	101136	13,66	679728	98,27
	2	2352	0,29	31752	4,81	25872	1,43	59976	6,53	45864	5,90	105840	12,43	48216	6,19	603288	72,97
	3	19992	3,18	32928	5,47	3528	0,16	56448	8,81	61152	8,78	117600	17,58	81144	11,95	408072	65,52
	4	1176	0,16	32928	5,95	3528	0,25	37632	6,36	45864	6,35	83496	12,71	47040	6,51	372792	58,14
	5	12936	1,86	29400	4,31	3528	0,18	45864	6,36	12936	2,04	58800	8,39	25872	3,90	345744	49,83
	Média	10819,2	1,66	28459,2	4,69	9643,2	0,56	48921,6	6,91	49862,4	6,78	98784,0	13,70	60681,6	8,44	481924,8	68,95
Ca FP (2)	1	1176	0,12	17640	2,68	22344	1,39	41160	4,19	21168	2,41	62328	6,60	22344	2,52	643272	82,37
	2	12936	1,60	57624	8,09	27048	1,61	97608	11,30	36456	4,76	134064	16,06	49392	6,35	644448	79,64
	3	0	0,00	50568	6,62	8232	0,49	58800	7,11	56448	7,45	115248	14,55	56448	7,45	503328	64,11
	4	2352	0,23	17640	2,51	31752	1,94	51744	4,68	2352	0,33	54096	5,01	4704	0,56	457464	52,12
	5	29400	3,93	48216	7,05	5880	0,28	83496	11,26	35280	4,24	118776	15,50	64680	8,16	337512	44,68
	Média	9172,8	1,17	38337,6	5,39	19051,2	1,14	66561,6	7,71	30340,8	3,84	96902,4	11,54	39513,6	5,01	517204,8	64,59
Ca FV (3)	1	16464	2,18	39984	5,96	9408	0,52	65856	8,66	61152	8,44	127008	17,09	77616	10,62	660912	92,07
	2	42336	5,21	37632	4,91	28224	1,18	108192	11,29	25872	3,19	134064	14,49	68208	8,40	605640	69,59
	3	11760	1,86	22344	3,19	9408	0,52	43512	5,57	31752	5,00	75264	10,58	43512	6,87	659736	93,06
	4	48216	6,20	57624	7,27	10584	0,59	116424	14,05	27048	3,49	143472	17,54	75264	9,69	396312	47,04
	5	2352	0,36	35280	5,25	7056	0,44	44688	6,05	8232	1,26	52920	7,31	10584	1,62	502152	64,71
	Média	24225,6	3,16	38572,8	5,31	12936,0	0,65	75734,4	9,13	30811,2	4,28	106545,6	13,40	55036,8	7,44	564950,4	73,29
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B13 – Severidade de bitter pit à colheita, expressos em número de frutos e quilogramas. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Severidade 1			Severidade 2			Severidade 3			Incidência		
		calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg
T (0)	1	63,77	25	2,58	77,90	4	0,65	70,86	3	0,41	70,84	32	3,64
	2	69,33	10	1,16	70,17	9	1,24	71,07	3	0,41	70,19	22	2,81
	3	74,20	7	0,99	73,04	3	0,42	0,00	0	0,00	73,62	10	1,41
	4	74,05	10	1,41	72,57	3	0,41	77,40	1	0,17	74,67	14	1,99
	5	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
	Média	56,27	10,4	1,23	58,74	3,8	0,54	43,87	1,4	0,20	57,87	15,6	1,97
Ca S (1)	1	78,71	10	1,75	68,86	3	0,38	69,42	2	0,26	72,33	15	2,39
	2	64,80	1	0,11	0,00	0	0,00	71,16	1	0,13	67,98	2	0,24
	3	75,01	12	1,86	75,88	4	0,64	84,29	1	0,20	78,39	17	2,70
	4	72,76	1	0,14	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	72,76	1	0,14
	5	68,97	6	0,77	68,26	3	0,38	85,35	2	0,43	74,19	11	1,58
	Média	72,05	6	0,93	42,60	2	0,28	62,04	1,2	0,20	73,13	9,2	1,41
Ca FP (2)	1	62,70	1	0,10	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	62,70	1	0,10
	2	68,18	8	1,00	71,08	3	0,36	0,00	0	0,00	69,63	11	1,36
	3	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00
	4	61,62	2	0,19	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	61,62	2	0,19
	5	70,95	17	2,24	73,95	5	0,75	65,85	3	0,35	70,25	25	3,34
	Média	52,69	5,6	0,71	29,01	1,6	0,22	13,17	0,6	0,07	52,84	7,8	1,00
Ca FV (3)	1	72,59	4	0,56	69,93	6	0,77	70,68	4	0,53	71,07	14	1,86
	2	66,72	27	3,29	70,37	8	1,04	61,81	1	0,10	66,30	36	4,43
	3	74,59	5	0,78	68,74	1	0,13	77,61	4	0,68	73,65	10	1,58
	4	68,63	30	3,75	71,63	9	1,22	73,76	2	0,30	71,34	41	5,27
	5	75,82	2	0,31	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	75,82	2	0,31
	Média	71,67	13,6	1,74	56,13	4,8	0,63	56,77	2,2	0,32	71,63	20,6	2,69
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B14 – Severidade de bitter pit à colheita, em número de frutos e peso, convertidos em percentagem do total da produção. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Severidade 1			Severidade 2			Severidade 3			Incidência		
		calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg
T (0)	1	63,77	4,90	3,55	77,90	0,78	0,89	70,86	0,59	0,56	71,64	6,27	5,00
	2	69,33	3,65	3,38	70,17	3,28	3,61	71,07	1,09	1,21	70,53	8,03	8,19
	3	74,20	1,60	1,54	73,04	0,69	0,66	0,00	0,00	0,00	73,62	2,29	2,20
	4	74,05	1,85	2,24	72,57	0,55	0,65	77,40	0,18	0,27	71,45	2,58	3,15
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,02	0,00	0,00
	Média	56,27	2,40	2,14	58,74	1,06	1,16	43,87	0,37	0,41	69,85	3,84	3,71
Ca S (1)	1	78,71	1,73	2,09	68,86	0,52	0,46	69,42	0,35	0,31	71,17	2,60	2,86
	2	64,80	0,19	0,18	0,00	0,00	0,00	71,16	0,19	0,21	68,70	0,39	0,39
	3	75,01	3,46	3,34	75,88	1,15	1,15	84,29	0,29	0,36	75,53	4,90	4,85
	4	72,76	0,32	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	73,02	0,32	0,28
	5	68,97	2,04	1,83	68,26	1,02	0,91	85,35	0,68	1,01	74,84	3,74	3,74
	Média	72,05	1,55	1,54	42,60	0,54	0,50	62,04	0,30	0,38	72,65	2,39	2,42
Ca FP (2)	1	62,70	0,18	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	63,84	0,18	0,14
	2	68,18	1,46	1,48	71,08	0,55	0,53	0,00	0,00	0,00	69,80	2,01	2,01
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,09	0,00	0,00
	4	61,62	0,51	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,95	0,51	0,44
	5	70,95	5,92	5,90	73,95	1,74	1,97	65,85	1,05	0,92	68,11	8,71	8,79
	Média	52,69	1,62	1,59	29,01	0,46	0,50	13,17	0,21	0,18	60,76	2,28	2,28
Ca FV (3)	1	72,59	0,71	0,72	69,93	1,07	0,98	70,68	0,71	0,67	71,43	2,49	2,37
	2	66,72	5,24	5,56	70,37	1,55	1,76	61,81	0,19	0,17	67,12	6,99	7,48
	3	74,59	0,89	0,98	68,74	0,18	0,16	77,61	0,71	0,86	74,51	1,78	2,00
	4	68,63	8,90	9,38	71,63	2,67	3,05	73,76	0,59	0,75	70,49	12,17	13,18
	5	75,82	0,47	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	74,97	0,47	0,56
	Média	71,67	3,24	3,44	56,13	1,09	1,19	56,77	0,44	0,49	71,70	4,78	5,12
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por colunas, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B15 – Severidade de bitter pit após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, expressos em número de frutos e quilogramas. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Severidade 1			Severidade 2			Severidade 3			Incidência		
		calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg
T (0)	1	72,33	29	4,09	71,54	23	3,15	73,44	6	0,88	72,44	58	8,12
	2	69,96	17	2,19	71,91	7	0,97	70,76	20	2,66	70,88	44	5,82
	3	72,10	20	2,80	75,61	11	1,73	73,16	6	0,87	73,62	37	5,40
	4	69,47	30	3,82	68,21	11	1,35	67,00	2	0,24	68,23	43	5,41
	5	62,02	2	0,20	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	62,02	2	0,20
	Média	69,18	19,60	2,62	57,45	10,40	1,44	56,87	6,80	0,93	69,44	36,80	4,99
Ca S (1)	1	71,21	24	3,25	68,96	23	2,89	69,88	24	3,09	70,02	71	9,22
	2	70,35	20	2,62	67,50	8	0,96	70,38	11	1,44	69,41	39	5,02
	3	74,04	19	2,85	73,02	18	2,60	70,95	15	2,01	72,67	52	7,46
	4	72,44	24	3,40	68,52	12	1,49	78,87	3	0,51	73,28	39	5,40
	5	75,85	8	1,27	75,12	3	0,47	0,00	0	0,00	75,49	11	1,73
	Média	72,78	19,00	2,68	70,62	12,80	1,68	58,02	10,60	1,41	72,17	42,40	5,77
Ca FP (2)	1	68,40	9	1,11	67,43	5	0,60	59,11	4	0,33	64,98	18	2,05
	2	68,10	14	1,72	72,05	13	1,82	69,75	4	0,51	69,97	31	4,04
	3	71,17	24	3,24	70,70	15	1,99	68,69	9	1,10	70,19	48	6,33
	4	76,58	1	0,16	67,98	1	0,12	0,00	0	0,00	72,28	2	0,28
	5	69,47	20	2,54	63,59	6	0,62	64,86	4	0,43	65,97	30	3,60
	Média	70,74	13,60	1,76	68,35	8,00	1,03	52,48	4,20	0,48	68,68	25,80	3,26
Ca FV (3)	1	71,49	27	3,69	72,04	17	2,37	71,87	8	1,11	71,80	52	7,17
	2	67,68	9	1,09	69,83	9	1,16	66,29	4	0,47	67,93	22	2,72
	3	75,82	20	3,17	75,14	3	0,47	75,15	4	0,62	75,37	27	4,26
	4	70,48	10	1,32	67,95	7	0,85	70,48	6	0,80	69,64	23	2,97
	5	74,79	6	0,92	0,00	0	0,00	73,44	1	0,15	74,12	7	1,07
	Média	72,05	14,40	2,04	56,99	7,20	0,97	71,45	4,60	0,63	71,77	26,20	3,64
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B16 – Severidade de bitter pit, após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal, em número de frutos e peso convertidos em percentagem do total da produção. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Severidade 1			Severidade 2			Severidade 3			Incidência		
		calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg
T (0)	1	72,33	5,69	5,63	71,54	4,51	4,33	73,44	1,18	1,21	72,44	11,37	11,17
	2	69,96	6,20	6,38	71,91	2,55	2,83	70,76	7,30	7,74	70,88	16,06	16,96
	3	72,10	4,58	4,36	75,61	2,52	2,70	73,16	1,37	1,36	73,62	8,47	8,43
	4	69,47	5,54	6,06	68,21	2,03	2,15	67,00	0,37	0,38	68,23	7,93	8,58
	5	62,02	0,56	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,02	0,56	0,58
	Média	69,18	4,51	4,60	57,45	2,32	2,40	56,87	2,04	2,14	69,44	8,88	9,14
Ca S (1)	1	71,21	4,15	3,89	68,96	3,98	3,45	69,88	4,15	3,69	70,02	12,28	11,03
	2	70,35	3,90	4,22	67,50	1,56	1,55	70,38	2,14	2,32	69,41	7,60	8,09
	3	74,04	5,48	5,12	73,02	5,19	4,67	70,95	4,32	3,60	72,67	14,99	13,40
	4	72,44	7,57	6,88	68,52	3,79	3,01	78,87	0,95	1,03	73,28	12,30	10,92
	5	75,85	2,72	2,99	75,12	1,02	1,10	0,00	0,00	0,00	75,49	3,74	4,09
	Média	72,78	4,76	4,62	70,62	3,11	2,76	58,02	2,31	2,13	72,17	10,18	9,51
Ca FP (2)	1	68,40	1,65	1,59	67,43	0,91	0,86	59,11	0,73	0,48	64,98	3,29	2,92
	2	68,10	2,55	2,53	72,05	2,37	2,68	69,75	0,73	0,76	69,97	5,66	5,97
	3	71,17	5,61	5,95	70,70	3,50	3,65	68,69	2,10	2,02	70,19	11,21	11,61
	4	76,58	0,26	0,36	67,98	0,26	0,28	0,00	0,00	0,00	72,28	0,51	0,64
	5	69,47	6,97	6,70	63,59	2,09	1,64	64,86	1,39	1,14	65,97	10,45	9,48
	Média	70,74	3,41	3,43	68,35	1,83	1,82	65,60	0,99	0,88	68,68	6,23	6,13
Ca FV (3)	1	71,49	4,80	4,71	72,04	3,02	3,03	71,87	1,42	1,42	71,80	9,25	9,16
	2	67,68	1,75	1,84	69,83	1,75	1,95	66,29	0,78	0,79	67,93	4,27	4,59
	3	75,82	3,57	4,00	75,14	0,53	0,59	75,15	0,71	0,79	75,37	4,81	5,38
	4	70,48	2,97	3,29	67,95	2,08	2,14	70,48	1,78	2,00	69,64	6,82	7,42
	5	74,79	1,41	1,68	0,00	0,00	0,00	73,44	0,23	0,27	74,12	1,64	1,95
	Média	72,05	2,90	3,10	56,99	1,48	1,54	71,45	0,99	1,05	71,77	5,36	5,70
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B17 – Severidade de bitter pit de ambas as amostragens (colheita e após conservação), expressos em número de frutos e quilogramas. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Severidade 1			Severidade 2			Severidade 3			Incidência		
		calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg
T (0)	1	68,05	54	6,67	74,72	27	3,80	72,15	9	1,29	71,64	90	11,76
	2	69,65	27	3,35	71,04	16	2,21	70,92	23	3,07	70,53	66	8,64
	3	73,15	27	3,79	74,33	14	2,15	36,58	6	0,87	73,62	47	6,81
	4	71,76	40	5,23	70,39	14	1,76	72,20	3	0,40	71,45	57	7,39
	5	62,02	2	0,20	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	62,02	2	0,20
	Média	68,93	30	3,85	58,10	14,2	1,98	50,37	8	1,13	69,85	52,4	6,96
Ca S (1)	1	74,96	34	5,00	68,91	26	3,27	69,65	26	3,34	71,17	86	11,61
	2	67,58	21	2,73	67,50	8	0,96	70,77	12	1,57	68,70	41	5,26
	3	74,53	31	4,71	74,45	22	3,24	77,62	16	2,21	75,53	69	10,16
	4	72,60	25	3,54	68,52	12	1,49	78,87	3	0,51	73,02	40	5,54
	5	72,41	14	2,04	71,69	6	0,85	85,35	2	0,43	74,84	22	3,32
	Média	72,41	25	3,60	70,21	14,8	1,96	76,45	12	1,61	72,65	51,6	7,18
Ca FP (2)	1	65,55	10	1,21	67,43	5	0,60	59,11	4	0,33	63,84	19	2,15
	2	68,14	22	2,72	71,57	16	2,18	69,75	4	0,51	69,80	42	5,40
	3	71,17	24	3,24	70,70	15	1,99	68,69	9	1,10	35,09	48	6,33
	4	69,10	3	0,36	67,98	1	0,12	0,00	0	0,00	66,95	4	0,48
	5	70,21	37	4,78	68,77	11	1,37	65,36	7	0,78	68,11	55	6,94
	Média	68,83	19,2	2,46	69,29	9,6	1,25	52,58	5	0,55	60,76	33,6	4,26
Ca FV (3)	1	72,04	31	4,25	70,99	23	3,14	71,28	12	1,64	71,43	66	9,03
	2	67,20	36	4,38	70,10	17	2,20	64,05	5	0,57	67,12	58	7,14
	3	75,21	25	3,94	71,94	4	0,60	76,38	8	1,30	74,51	37	5,84
	4	69,56	40	5,07	69,79	16	2,07	72,12	8	1,10	70,49	64	8,24
	5	75,31	8	1,23	0,00	0	0,00	73,44	1	0,15	74,97	9	1,38
	Média	71,86	28	3,77	56,56	12	1,60	71,45	7	0,95	71,70	46,8	6,33
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B18 – Severidade de bitter pit de ambas as amostragens (colheita e após conservação), em número de frutos e peso convertidos em percentagem do total da produção. E calibre médio dos frutos afectados. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloc	Severidade 1			Severidade 2			Severidade 3			Incidência		
		calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg	calibMéd	nºfrutos	Kg
T (0)	1	68,05	10,59	9,18	74,72	5,29	5,23	72,15	1,76	1,78	71,64	17,65	16,18
	2	69,65	9,85	9,76	71,04	5,84	6,44	70,92	8,39	8,95	70,53	24,09	25,15
	3	73,15	6,18	5,91	74,33	3,20	3,36	36,58	1,37	1,36	73,62	10,76	10,63
	4	71,76	7,38	8,30	70,39	2,58	2,80	72,20	0,55	0,64	71,45	10,52	11,74
	5	62,02	0,56	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	62,02	0,56	0,58
	Média	68,93	6,91	6,74	58,10	3,38	3,56	50,37	2,42	2,55	69,85	12,71	12,85
Ca S (1)	1	74,96	5,88	5,98	68,91	4,50	3,91	69,65	4,50	4,00	71,17	14,88	13,90
	2	67,58	4,09	4,40	67,50	1,56	1,55	70,77	2,34	2,53	68,70	7,99	8,48
	3	74,53	8,93	8,45	74,45	6,34	5,82	77,62	4,61	3,96	75,53	19,88	18,24
	4	72,60	7,89	7,16	68,52	3,79	3,01	78,87	0,95	1,03	73,02	12,62	11,20
	5	72,41	4,76	4,82	71,69	2,04	2,00	85,35	0,68	1,01	74,84	7,48	7,83
	Média	72,41	6,31	6,16	70,21	3,64	3,26	76,45	2,62	2,51	72,65	12,57	11,93
Ca FP (2)	1	65,55	1,83	1,73	67,43	0,91	0,86	59,11	0,73	0,48	63,84	3,47	3,07
	2	68,14	4,01	4,01	71,57	2,92	3,21	69,75	0,73	0,76	69,80	7,66	7,98
	3	71,17	5,61	5,95	70,70	3,50	3,65	68,69	2,10	2,02	35,09	11,21	11,61
	4	69,10	0,77	0,80	67,98	0,26	0,28	0,00	0,00	0,00	66,95	1,03	1,08
	5	70,21	12,89	12,59	68,77	3,83	3,61	65,36	2,44	2,06	68,11	19,16	18,27
	Média	68,83	5,02	5,02	69,29	2,29	2,32	52,58	1,20	1,06	60,76	8,51	8,40
Ca FV (3)	1	72,04	5,52	5,43	70,99	4,09	4,01	71,28	2,14	2,09	71,43	11,74	11,53
	2	67,20	6,99	7,40	70,10	3,30	3,71	64,05	0,97	0,96	67,12	11,26	12,07
	3	75,21	4,46	4,98	71,94	0,71	0,75	76,38	1,43	1,65	74,51	6,60	7,38
	4	69,56	11,87	12,66	69,79	4,75	5,19	72,12	2,37	2,75	70,49	18,99	20,59
	5	75,31	1,87	2,24	0,00	0,00	0,00	73,44	0,23	0,27	74,97	2,11	2,51
	Média	71,86	6,14	6,54	56,56	2,57	2,73	71,45	1,43	1,54	71,70	10,14	10,82
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por coluna, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B19 – Calibre, número de sementes e severidade de bitter pit médios por modalidade/bloco. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloco	Calibre	nº sementes	Severidade de bitter pit
T (0)	1	73,39	3,20	0,98
	2	70,82	2,36	1,48
	3	74,07	2,25	1,16
	4	69,76	2,49	1,11
	5	62,02	1,50	1,25
	Média	70,01	2,36	1,20
Ca S (1)	1	72,05	2,15	1,48
	2	70,57	1,79	1,70
	3	73,36	1,91	1,24
	4	72,23	1,67	1,27
	5	73,96	3,59	0,79
	Média	72,43	2,22	1,30
Ca FP (2)	1	65,86	1,47	1,84
	2	69,63	3,49	0,81
	3	72,74	1,55	1,71
	4	66,26	2,40	1,00
	5	69,88	2,64	1,01
	Média	68,88	2,31	1,27
Ca FV (3)	1	73,32	3,02	1,24
	2	68,22	2,52	1,02
	3	75,30	2,34	1,45
	4	68,76	3,26	0,88
	5	73,34	2,73	0,67
	Média	71,79	2,77	1,05
Sig.		ns	ns	ns

As médias das modalidades, por colunas, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.

Quadro B20 – Dureza, índice refractométrico e calibres médios de uma amostra de 10 frutos/modalidade/bloco, realizadas à colheita e após 115 dias de conservação em frio de atmosfera normal. E índice de regressão do amido (IRA) médio, à colheita. Quinta do Paço, 2009.

Mod	Bloco	Dureza (Kg/Cm ²)		Índice refractométrico (°Brix)		Calibre (mm)		IRA Colheita
		Colheita	Após conserv	Colheita	Após conserv	Colheita	Após conserv	
T (0)	1	7,16	5,24	11,41	12,85	75,84	73,79	3,8
	2	7,12	5,23	11,94	13,65	71,38	73,29	4,7
	3	7,03	5,08	11,67	14,01	71,97	72,42	3,9
	4	7,36	5,11	12,47	14,71	70,93	72,90	4,5
	5	7,42	5,81	13,13	16,16	70,02	71,65	3,6
	Média	7,22	5,29	12,12	14,28	72,03	72,81	4,1
Ca S (1)	1	7,72	4,95	13,29	14,04	68,23	74,24	4,2
	2	7,54	5,13	11,22	14,06	71,19	73,64	3,7
	3	7,52	5,26	12,34	14,39	69,88	74,38	4,1
	4	7,07	5,08	11,01	13,14	72,02	74,27	4,1
	5	7,74	5,10	11,77	14,60	72,79	74,36	4,5
	Média	7,51	5,10	11,92	14,05	70,82	74,18	4,1
Ca FP (2)	1	7,67	5,06	12,47	14,12	69,27	73,67	2,7
	2	7,54	5,84	12,55	14,39	73,84	73,25	4,4
	3	6,99	5,40	11,51	13,03	71,85	74,42	3,9
	4	7,39	5,24	13,52	14,44	71,58	75,22	3,7
	5	7,67	5,72	12,43	14,60	72,20	74,23	3,9
	Média	7,45	5,45	12,49	14,12	71,75	74,16	3,7
Ca FV (3)	1	7,14	5,07	11,35	13,50	69,12	73,39	4,1
	2	7,52	5,24	11,25	13,46	71,18	72,82	3,6
	3	7,16	5,16	11,42	13,13	69,66	73,76	3,5
	4	7,32	5,77	12,52	14,69	72,28	73,51	3,9
	5	7,11	5,30	11,39	14,38	73,69	73,72	4,1
	Média	7,25	5,31	11,58	13,83	71,19	73,44	3,8
Sig.		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

As médias das modalidades, por colunas, não são significativamente diferentes para $p \leq 0,05$.