



Monda em Macieira 'Fuji'

Comparação entre novas substâncias químicas e a monda manual

Carla Maria Correia Fernandes

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica - Hortofruticultura e Viticultura**

Orientadora: Professora Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira

Co-orientadora: Doutora Mariana da Silva Gomes Mota

Jurí:

Presidente: Doutor Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos, Professor Catedrático do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Vogais: Doutor Alberto da Silva Álvares dos Santos, Professor Associado da Escola de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro;

Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Doutora Mariana da Silva Gomes da Mota, Investigadora Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa.

Mestre Rui Manuel Maia de Sousa, Técnico Superior do Instituto Nacional de Recursos Biológicos, IP., na qualidade de especialista.

Dedicatória

À memória de meu pai

Agradecimentos

À professora Cristina Oliveira, orientadora deste trabalho, pelo apoio interesse e tempo dispensado, bem como pelas suas valiosas críticas e sugestões durante todo o trabalho prático e revisão do texto.

Eng.^a Mariana Mota como co-orientadora pela disponibilidade e auxílio prestado.

Aragonesas Agro S.A., na pessoa do Eng.^o Roberto G. Perello, pela cedência do metamitrão.

Eng.^a Anabela Maurício, pelo apoio prestado na realização e concretização deste trabalho.

Aos Eng.^o Pedro Almeida pela cedência da substância activa Tiosulfato de Amónio.

Ao Eng.^o Benois pela cedência do equipamento de aplicação.

À minha mãe e irmã pelo seu apoio, ajuda e compreensão na concretização de todas as tarefas ao longo da realização deste ensaio.

Resumo

Neste trabalho avaliou-se a eficácia do tiosulfato de amónio (ATS) (1%), 6-benziladenina (BA) (100 ppm) e metamitrão (100, 175 e 350 ppm) na monda de 'Fuji' enxertada em M9, com 3 anos, considerando aplicações simples, duplas ou em combinação. Não se verificaram diferenças significativas entre os tratamentos, na produção por ha, no peso médio dos frutos e na produção de frutos comercializáveis (calibre 70 – 85 mm), mas registaram-se diferenças significativas entre os tratamentos no caso das classes de menor e de maior calibre dos frutos. O metramitrão reduziu o número de frutos vingados por 100 corimbos, e quando aplicado em situações de diferente carga demonstrou ter uma acção independente desta para as concentrações 175 ppm e 350 ppm; no entanto, para a concentração 350 ppm em árvores de carga baixa provocou excesso de monda. A pouca eficácia da combinação ATS + BA, deveu-se provavelmente às desfavoráveis condições meteorológicas que ocorreram durante o período da sua aplicação. A monda manual, executada de modo a deixar um fruto por corimbo e um espaçamento de 15 cm entre estes, revelou-se a melhor opção, não obstante se tornar quase impraticável devido ao excessivo custo e à falta de mão-de-obra. Na modalidade não monda registou-se uma maior produção na classe 70 – 75 mm, comprovando a necessidade de monda neste cultivar.

Palavras-chave: carga de frutos, 'Fuji', macieira, qualidade monda química.

Abstract

The chemical agents, ammonium thiosulphate (ATS) (1%), 6-benzyladenine (BA) (100 ppm) and metramitron (100, 175, and 350 ppm) were evaluated as thinning agents on 3 years old 'Fuji' grafted on to M9 apples trees. The products were used alone, at single or double application or in combination. There were no differences between treatments regarding yield, mean fruit weight and number of commercial fruits (70 – 85 mm) but there were differences concerning the greater and smaller fruit size classes. The fruit set was reduced by metramitron, but when considering different crop loads its action was independent of the crop load for the 175 and 350 ppm concentrations, however, an over thinning effect was observed at 350 ppm in trees with low crop load. Probably, unfavourable weather conditions during the application period of ATS+BA has jeopardized its effectiveness. Hand thinning, leaving one fruit per cluster spaced of 15 cm, was the best option, but is often impossible because of labor costs and the limited supply of available labor.

Keywords: chemical thinning, crop load, fruit quality, Fuji, *Malus domestica*.

Title: **Monda em Macieira 'Fuji'**

Comparação entre novas substâncias químicas e a monda manual

Title: Thinning of 'Fuji' apple. Evaluation of new chemicals versus hand thinning

Extended Abstract

The use of chemicals to regulate crop load in fruit trees is an important cultural practice. Fruit and blossom thinning are used to prevent excessive fruit set, improve fruit quality and minimize biennial bearing. Most of the currently available chemical fruit thinning agents are plant growth regulators and fertilizers. These chemicals often produce inconsistent results attributed to variations in the prevailing environmental conditions during and after the chemicals are applied. For example benzyladenine (BA) and ammonium thiosulfate (ATS) are temperature dependent, Flore e Janoudi, (2004).

In this experiment, we used 3 chemicals compounds: ammonium thiosulfate (ATS), benzyladenine (BA) and met amitron to achieve adequate crop load and fruit quality.

The first compound is a blossom thinner and the others are used post-bloom to induce fruit drop and reduce crop load.

ATS provided effective blossom thinning in apple, but can be phytotoxic. The results of the applications increase production and fruit size when the weather condition is the ideal.

Benzyladenine and met amitron were suggested by other studies as good strategies for thinning apple cultivars.

Benzyladenine showed in this experiment a slight thinning effect, which was probably correlated with low temperatures during application. It is concluded that under the current climate observed in Alcobaça region, temperature is a more important factor than fruit size for determining the time-point of BA application.

Intense but selective thinning occurred used met amitron, when we applied once at 350 ppm, an a. i. currently registered as herbicide with a high potential molecule for crop load control.

Met amitron would be an interesting fruit thinning agent and should be used at 175 ppm.

Keywords: chemical thinning, crop load, fruit quality, Fuji, *Malus domestica*.

Índice

	Agradecimentos	ii
	Resumo	iii
	Abstract	iii
	Exended Abstract	iv
	Indice	v
	Lista de Quadros	viii
	Lista de Figuras	ix
	Lista de abreviaturas	xi
1.	Introdução	1
2.	Objectivos	2
3.	Revisão Bibliográfica	3
3.1.	Queda de frutos e flores	6
3.2.	Efeito das condições ambientais	8
3.3.	Monda de flores	10
3.4.	Monda de frutos	10
3.5.	Efeitos Fisiológicos da monda	11
3.6.	Técnicas de monda	12
3.6.1.	Monda manual	12
3.6.2.	Monda química	12
3.6.2.1.	ATS – Tiosulfato de Amónio	14
3.6.2.2.	6-benziladenina	16
3.6.3.	Metamitrão	19
3.7.	Monda mecânica	20
3.8.	Monda de frutos recorrendo a redes de ensombramento	23
3.9.	Efeito de diferentes cargas e épocas de monda na produção,	23

	qualidade do fruto e diferenciação floral	
4.	Material e Métodos	25
4.1.	Delineamento experimental	29
4.2.	Crescimento e número de frutos	30
4.3.	Medidas efectuadas	31
4.4.	Produtividade e análise qualitativa	31
4.5.	Dados meteorológicos	33
4.6.	Caracterização físico química do solo	35
4.7.	Análise estatística	35
5.	Resultados e Discussão	35
5.1.	Fitotoxicidade	35
5.1.1.	Fitotoxicidade com ATS	35
5.1.2.	Fitotoxicidade com Metamitrão	36
5.1.3.	Número de frutos vingados ao longo do desenvolvimento vegetativo	37
5.1.4.	Número de frutos expresso por área seccional do ramo	39
5.1.5.	Número de frutos obtidos por classe de calibre	41
5.1.6.	Número de frutos agrupados por classes de calibre	42
5.1.7.	Produção total por modalidade	43
5.1.8.	Produção total por modalidade, repartida por classes de calibre	45
5.1.9.	Comparação do ritmo de crescimento dos frutos	46
5.1.10.	Características de qualidade	48
6.	Conclusões	50
7.	Referências Bibliográficas	54
8.	Anexos	60
	Anexo I – Campo de ensaio	61
	Anexo II – Caracterização climática da região onde se efectuou o ensaio	62

Lista de Quadros

Quadro 1	Características do pomar
Quadro 2	Datas dos Estados Fenológicos
Quadro 3	Nome comercial, substância activa e datas de aplicação das substâncias utilizadas para a monda
Quadro 4	Datas de aplicação e concentração para cada modalidade em estudo
Quadro 5	Delineamento experimental utilizado no campo de ensaio
Quadro 6	Caracterização físico química do solo
Quadro 7	Número de frutos vingados por 100 corimbos ao longo do ciclo vegetativo
Quadro 8	Número de frutos expressos por área seccional do tronco
Quadro 9	Número de frutos total por árvore à colheita e por área seccional do tronco
Quadro 10	Número de frutos por árvore repartidos por calibres em mm à colheita
Quadro 11	Comparação do número de frutos por árvore repartidos três classes de calibre e frutos por área seccional do tronco – (AST) (Kg/cm ²) para cada modalidade à colheita
Quadro 12	Produtividade por árvore, por hectare por área seccional do tronco (Kg/cm ²) – AST
Quadro 13	Peso (P) dos frutos em quilogramas (kg) por árvore em cada modalidade repartido por classe (mm)
Quadro 15	Parâmetros de qualidade na data de colheita

Lista de Figuras

- Figura 1. Relação entre o tamanho médio dos frutos e a produção total.
- Figura 1.1. Número de flores e frutos de macieira ao longo da estação. A – Queda de flores, B – Queda de pequenos frutos após a floração, C – Queda de frutos em Junho.
- Figura 2. Máquina Darwin em acção sobre macieiras 'Red Delicious' no Vale de Adige.
- Figura 2.1. Aspecto de um campo de macieiras 'Fuji' com dois anos, onde foi aplicada a monda mecânica.
- Figura 3. Esquema do ensaio.
- Figura 4. Identificação dos frutos a medir
- Figura 4.1. Medição do diâmetro dos frutos
- Figura 4.2. Sumo de maçã filtrado (10 ml)
- Figura 4.3. Resultado final após titulação com NaOH
- Figura 5. Dados meteorológicos mensais obtidos a partir da estação da Cela no período de Novembro a Agosto.
- Figura 6. Condições meteorológicas observadas durante o período correspondente às aplicações dos diferentes produtos químicos.
- Figura 7. Sintomas de fitotoxicidade por acção do tiossulfato de amónio nas pétalas e folhas após 24h.
- Figura 7.1. Folha necrosada por acção do metamitrão a concentração de 350 ppm. Sintomas observados quinze dias após a aplicação ou reacções adversas por parte das plantas.
- Figura 7.2. Aspecto das folhas decorridos 20 dias da aplicação de metamitrão.
- Figura 8. Distribuição dos frutos por classes de calibre a 01 de Outubro de 2010.
- Figura 9. Curva de crescimento dos frutos por modalidade desde a queda de Junho à colheita.
- Figura 10. Ritmo de crescimento dos frutos ao longo do seu desenvolvimento.
- Figura 11. Fotografia aérea da parcela Serrão Grande. Delineada a vermelho local de realização do ensaio
- Figura 12. Caracterização climática da zona de Alcobaça, nº de dias/ano valores

médios de dias/ ano de geada.

- Figura. 12.a) Caracterização climática da zona de Alcobaça, em termos temperatura média do ar e precipitação quantidade total.
- Figura. 13 Árvores tratadas com ATS: aspecto dos lançamentos.
- Figura. 13.a) Árvores tratadas com ATS eixo central parte superior
- Figura. 14. Acção da BA, 8 dias após aplicação.
- Figura. 14. a) Acção da BA, 12 dias após aplicação.
- Figura. 15. Corimbos em floração e com frutos em desenvolvimeto
- Figura. 15.a) Corimbos com frutos em desenvolvimento (6 a 12 mm)
- Figura. 16. Resultado da aplicação de metamitrão, 350 ppm nas árvores de carga baixa
- Figura. 17. Acção do metamitrão a 100 ppm
- Figura. 18 Pormenor da carga de frutos na modalidade não monda em Junho

Lista de abreviaturas

AIA – ácido indol-acético

ANA – ácido naftaleno-acético

ASR – área seccional do ramo

AST – área seccional do tronco

ATS 2X – tiosulfato de amónio aplicado duas vezes

ATS+BA – tiosulfato de amónio mais 6-benziladenina

6-BA – 6 benziladenina

BA – benziladenina

DAA – Dias após 1.^a aplicação

DAPF – Dias após plena floração

DGADR – Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

DNOC – Dinitro-orto-cresol

DRARO – Direcção Regional de Agricultura de Lisboa e Vale do Tejo

DRAPLVT – Direcção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo

GAs – Giberelinas

M_100 – Metamitrão 100 ppm

M_A_175 – Carga alta (M_A) Metamitrão 175 ppm

M_B_175 – Carga baixa (M_B) Metamitrão 175 ppm

M_A_350 – Carga alta (M_A) Metamitrão 350 ppm

M_B_350 – Carga baixa (M_B) Metamitrão 350 ppm

M manual – monda manual

N monda – não mondada

PDAR – Programa de desenvolvimento Agrícola Regional de Caldas da Rainha

RDI – *Regulated Deficit Irrigation*

SAPF – Semanas após plenas floração

TSS – Teor de sólidos solúveis

1. Introdução

A 'Fuji' é uma das variedades de macieira obtida pela Estação de Nacional Investigação Frutícola de Morioka no Japão em 1939, pelo cruzamento entre 'Rall's Janet' x 'Red Delicious'. O seu fruto reúne as principais qualidades que se pretende obter numa maçã: bons calibres, sendo o dominante 75-80 mm, elevada qualidade gustativa e principalmente um grande poder de conservação. Estas características conferem à 'Fuji' excelentes qualidades tornando-a numa das variedades com maior potencialidade de expansão a nível mundial. A floração abundante em órgãos de frutificação localizados em madeira do ano e em esporões tem como resultado a obtenção de frutos de melhor qualidade. Estas flores apresentam um vingamento excessivo, exibindo quatro ou mais frutos por corimbo, o que resulta numa excessiva produção (Gabino *et al.*, 1998). Os seus frutos caracterizam-se por ter uma forma cilíndrica arredondada meio elevada, epiderme de coloração vermelho salpicada ou estriada em $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ do fruto de acordo com variedade e com pedúnculo pequeno. A elevada produção de flor e necessidade de obtenção de uma produção boa e regular ao longo dos anos, levou os agricultores a reconhecer que seria necessário implementar a monda como uma prática agronómica, encontrando-se esta actualmente implementada em todo o mundo da maçã.

Esta operação foi inicialmente realizada apenas pela via manual, podendo ser efectuada por intermédio de substâncias químicas e, mais recentemente, com recurso a máquinas ajustadas a esta função.

A técnica manual é, hoje em dia, uma operação muito morosa e dispendiosa para grandes áreas, correndo o risco de se intervir fora do período desejável, o que conduz a resultados desajustados com o expectável; no entanto, a monda manual pode e deve, devido à sua maior selectividade, ser encarada hoje como complemento das outras técnicas de monda. Acresce que a opção pela monda manual pode conduzir a um excesso de monda devido ao facto do fruto possuir um pedúnculo pequeno que dificulta a operação e torna-a mais demorada.

O recurso a substâncias químicas torna-se hoje um processo fundamental em termos de oportunidade de intervenção e em termos monetários, e pelo facto de ajudar a reduzir o número de frutos por corimbo e por árvore, actuando principalmente sobre os frutos mais fracos nos esporões.

Várias são as substâncias químicas que têm sido utilizadas ao longo dos tempos como agentes de monda, com diferentes modos de acção e com um intervalo de aplicação amplo que pode ir da plena floração ao vingamento do fruto, desde os 4 a 5 mm até aos 18 a 20 mm de diâmetro,

em função da substância activa escolhida. Como substâncias mais utilizadas para este fim temos o ácido indol-acético (AIA), o etefão, a NAD ana-amida, o 1-naftil-N-metilcarbamato (carbaril), o ácido naftalenacético (ANA), a 6-benziladenina purina e as giberelinas (GA₄₊₇).

Mais recentemente, têm sido efectuados estudos por Dorigoni e Lezzer (2007) entre outros, que procuram soluções químicas alternativas ao carbaril, uma vez que a sua retirada do mercado abriu uma lacuna em termos de eficácia de facilidade e aplicabilidade no que diz respeito à monda química, forçando o estudo de novas substâncias. Este problema coloca-se a nível europeu, tendo sido constituído um grupo de trabalho de monda química em 2005, no âmbito da European Fruit Institutes Network (EUFRIN), no âmbito do qual investigadores e técnicos discutem anualmente resultados de ensaios com alternativas eficazes e amigas do ambiente.

Também no campo da monda mecânica têm sido efectuados alguns estudos, tais como os efectuados por Mathieu (2010), no sentido de introduzir e aperfeiçoar esta técnica de monda evitando o recurso a substâncias químicas; no entanto esta técnica ainda necessita de ser aperfeiçoada de modo a obterem-se melhores resultados.

Em condições de inverno ameno, a floração tende a ser irregular e prolongada, o vingamento é irregular e o recurso à monda química após a floração é mais seguro do que a monda durante o período de floração.

2. Objectivos

A maçã *Malus domestica* Borkh 'Fuji' tem vindo a aumentar a sua importância no mercado do consumo em fresco na Europa e em Portugal, em especial na região Oeste. A maçã 'Fuji' é uma maçã doce e crocante e nesta zona adquire uma tonalidade avermelhada com bastante facilidade e é bastante aromática, sendo estas características muito apreciadas no consumo em fresco. Em termos de indústria, é uma maçã pouco apetecível devido ao seu fraco índice de sumo. Em termos vegetativos, a 'Fuji' é uma variedade bastante produtiva, apresentando tendência para o vingamento de quatro frutos por corimbo e produzindo com facilidade frutos de calibre médio a grande, o que é muito vantajoso no mercado Português. No entanto, e se deixada frutificar livremente, apresenta uma forte tendência para a alternância de produção, com produções excessivas e frutos de calibre menor, alternando com anos de sub-produção e calibres exageradamente grandes, facto que justifica uma intervenção em termos de monda com o objectivo de regularizar a produção e de obter frutos comercialmente desejáveis em tamanho e qualidade.

O objectivo deste estudo foi o de testar o efeito de três substâncias activas quando ministradas em aplicações únicas, combinadas ou sozinhas, ou em aplicações sequenciais, com tiosulfato de amónio (ATS), metamitrão e 6-benziladenina (6-BA) em árvores de macieira 'Fuji' com três anos de idade. As aplicações foram efectuadas sobre a flor e mais tarde sobre o fruto com estados de desenvolvimento compreendidos entre 10 e 16 mm de diâmetro.

Aproveitando a oportunidade de se estar a estudar pela primeira vez em Portugal a substância activa metamitrão testou-se o efeito desta substância quando aplicada em concentrações diferentes em árvores que apresentavam carga significativamente diferente.

3. Revisão Bibliográfica

O crescimento e desenvolvimento dos frutos resultam da combinação entre vários factores externos à planta, como os factores ambientais, e factores internos resultantes dos processos de divisão e da expansão celulares, encontrando-se a duração dos factores internos intimamente dependente das espécies e variedades.

Segundo Westwood (1978), quando se estabelece a relação entre o volume ou o peso fresco do fruto ao longo do tempo, obtemos uma curva sigmoideal para a maçã e outras pomóideas. Mais tarde, Lakso *et al.* (1995) verificaram que o padrão de crescimento da maçã pode ser descrito pelo modelo 'expolinear', se não se encontrarem limitações ambientais ou nutricionais ao nível dos frutos. Este modelo permite explicar o padrão de crescimento das maçãs em duas fases:

- (i) fase exponencial que corresponde maioritariamente à fase de divisão celular, seguida da;
- (ii) fase de crescimento linear que corresponde à fase de expansão celular, até ao fim da estação.

No caso da maçã, o período de divisão celular dura até 3 a 5 semanas após plena floração (SAPF), dependendo das condições meteorológicas. Durante este período, começa a fase de expansão celular, primeiro a velocidade baixa e depois aumentando até à colheita. No momento da floração os espaços intercelulares não existem ou são muito pequenos. Com o início da expansão celular os espaços intercelulares aumentam, atingindo rapidamente a dimensão máxima que se mantém ao longo da estação (Goffinet *et al.*, 1995).

O número de células resultante da divisão celular e o volume destas, resultante da expansão celular, podem ser conjugados de forma diferente dando origem a diferentes tamanhos dos frutos, qualidade e comportamento durante a conservação.

Segundo vários autores (Goffinet *et al.*, 1995; Westwood, 1978), a dimensão potencial dos frutos pode ser estabelecida à partida com base no número de células e não tanto no respectivo volume. De facto, quando é imposto um limite ao crescimento na primeira fase, os frutos podem recuperar o seu desenvolvimento, mas já não atingem o diâmetro esperado para as condições normais (Grossman e Dejong, 1995). Deste ponto surgem dois conceitos importantes, o crescimento potencial dos frutos e o crescimento efectivo que dependerá da existência de limitações ao longo do período de crescimento. Zucconi (1981) mostrou que existe uma correlação entre a taxa de crescimento dos frutos no início da estação e a subsequente queda de frutos. Os frutos em crescimento apresentam uma distribuição bimodal, e os que apresentam uma taxa de crescimento mais baixa constituem a maioria dos que acabam por cair. Lakso *et al.* (1989) observou que a taxa de crescimento dos frutos nas primeiras semanas pode determinar o seu tamanho final.

Com base nos estudos feitos sobre o crescimento dos frutos, pode ainda afirmar-se que o seu tamanho depende de diversos factores, tais como o clima, a temperatura no início da estação e a interceptação luminosa, o sistema de condução, as operações culturais, a fertilização e a monda de frutos, as características genéticas da variedade e do porta-enxerto (Al-Hinai e Roper, 2004). Um dos factores determinantes no calibre dos frutos é a carga, ou seja, o número de frutos por árvore. De acordo com a Fig. 1. o número e o calibre final dos frutos são inversamente proporcionais.

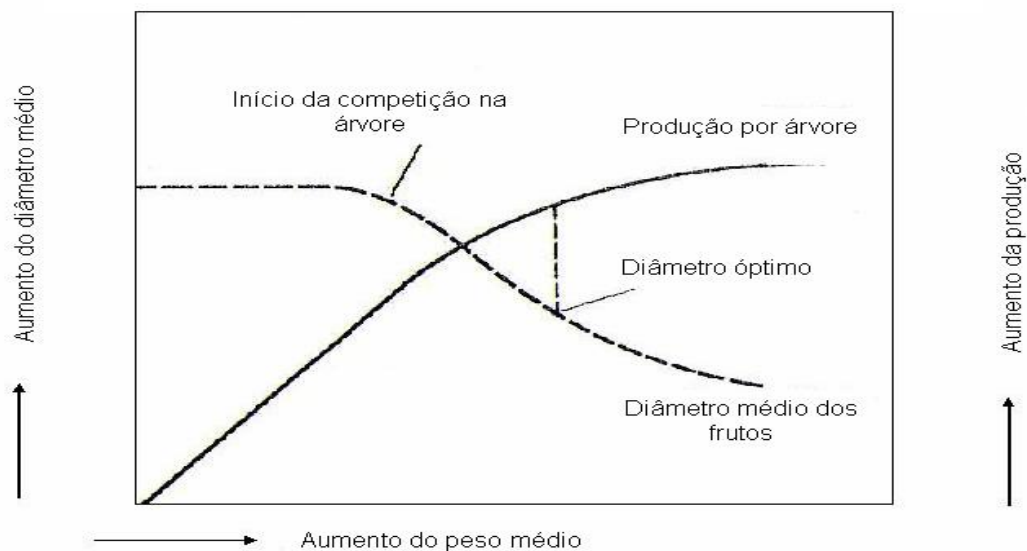


Figura 1. Relação entre o tamanho médio dos frutos e a produção total (adaptado de Westwood, 1978).

Alguns investigadores mostraram que esta correlação negativa se deve à competição pelas

reservas de carbono entre as várias *sinks*, ou seja, o calibre dos frutos diminui com o respectivo número, pois o seu crescimento é limitado pela disponibilidade de carbono (Palmer *et al.*, 1997). Um número elevado de frutos tem também efeito prejudicial na formação de gomos florais, o que resulta no fenómeno bem conhecido da alternância bienal. Uma pesada carga de fruta e uma forte redução na produção de gomos florais num ano são reflectidas por quase nenhuma fruta em conjunto com uma grande estimulação de formação de gomos florais no ano seguinte.

O mecanismo de formação de gomos florais em árvores de fruto, isto é, a forma pela qual vários processos fisiológicos e bioquímicos, em mútua interacção, conduzem à produção de flores, é muito complexo. A floração nas árvores de fruto pode ser dividida em dois grandes processos que ocorrem em dois anos sucessivos: (i) a indução e diferenciação floral que ocorrem durante o Verão e o Outono de um ano e (ii) o abrolhamento e a floração que ocorrem no início da Primavera seguinte.

Diversos factores internos (concentração dos nutrientes e hormonas, a presença de folhas e frutos e o efeito do crescimento vegetativo) e externos (luz, temperatura e água) estão envolvidos na formação de gomos florais. As condições ambientais variam bastante durante os diferentes estados do processo de formação dos gomos florais, sendo provável a ocorrência de interacções com outros processos de desenvolvimento que acontecem na árvore, e com as várias operações culturais realizadas neste longo período, como a monda, empa, poda e fertilização (Tromp *et al.*, 2005). A monda precoce estimula a indução floral, prevenindo a alternância nas variedades que tendem a ter este comportamento.

A influência antagonista dos frutos na floração pode ser atribuída aos nutrientes e também a algum factor hormonal produzido nos frutos. Considera-se a hipótese de que as giberelinas (GAs) produzidas nas sementes sejam o principal causador do efeito negativo dos frutos na formação de gomos florais, pois existe uma aproximada correspondência entre o momento em que os frutos aumentam a produção de GAs e o momento em que os frutos se tornam inibidores da formação de gomos florais, 6 a 8 semanas após plena floração. Possivelmente, as GAs induzem a síntese e o transporte das auxinas e, desta forma, afectam a floração de gomos florais (Tromp *et al.*, 2005).

A diferenciação de gomos florais começa em meados de Junho, isto é, precisamente quando o período de alongamento dos ramos está no final (Luckwill, 1970). Práticas culturais como curvar os ramos e aplicar inibidores de crescimento na macieira, reduzem o crescimento e favorecem a floração. No crescimento dos frutos, uma ideia consensual é de que o crescimento dos ramos e a floração são pouco compatíveis. A partir deste antagonismo, o fisiologista vegetal alemão

Klebs, por volta de 1910, desenvolveu a teoria da formação de gomos florais que se baseia na razão C/N.

Segundo esta teoria, uma maior acumulação de hidratos de carbono (C) promove a floração, e uma maior proporção de azoto (N) favorece o crescimento vegetativo. Por fim, deve ter-se em conta o facto de que o principal papel das folhas para a formação dos gomos florais pode ser a manutenção do fluxo da transpiração que assegura o fornecimento de, por exemplo, citocininas produzidas na raiz para a região dos gomos (Tromp *et al.*, 2005).

3.1. Queda de frutos e flores

A separação de qualquer órgão do resto da planta ocorre numa zona específica, a zona de abscisão que, no caso da maçã, é a base do pedúnculo. Dentro desta zona, forma-se a camada de abscisão, composta por uma ou mais linhas de células, nas quais se dá uma progressiva dissolução das paredes celulares a partir da qual não passam vasos xilémicos nem floémicos. Quanto ao balanço hormonal nesta zona, a concentração de auxinas diminui e o etileno aumenta, desencadeando a síntese de enzimas necessárias para a digestão das paredes celulares (Sexton, 1997). A senescência, redução da intensidade luminosa, humidade, feridas, presença de grandes quantidades de ácido abcísico e etileno são os principais factores que levam ao aumento da síntese de etileno e redução de auxinas. A queda dos frutos ocorre em três períodos distintos (Fig. 1.1).

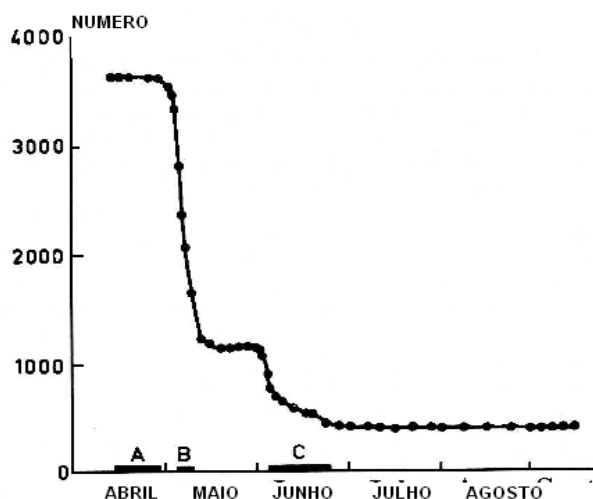


Figura 1.1. Número de flores e frutos de macieira ao longo da estação.

A – Queda de flores; B – Queda de pequenos frutos após a floração; C – Queda de frutos em Junho (adaptado de Tromp *et al.*, 2005).

Logo após a floração caem as flores com ovários não férteis ou não polinizados. A quantidade de flores que caem neste período é geralmente elevada e varia com a variedade, condições edafoclimáticas e localização da flor na árvore. Em variedades autoférteis, verifica-se um maior sucesso na polinização e uma menor primeira queda de frutos, quando comparadas com variedades autoincompatíveis; pode então dizer-se que a proporção de frutos que cai neste período depende da eficiência da polinização.

O pólen deve ser capaz de germinar, crescer ao longo do estigma, fertilizar o ovário e produzir um teor de auxina suficiente para manter positivo o balanço auxina - etileno (Tromp *et al.*, 2005). Em final de Maio ou início de Junho ("queda de Junho"), dá-se a segunda queda natural de frutos. A quantidade de frutos que caem nesta fase varia muito com a variedade e de ano para ano, proporcionalmente ao vingamento e ao vigor das árvores.

Nas pomóideas, os frutos relativamente maiores e ricos em sementes desenvolvidas têm maiores hipóteses de persistir do que os frutos mais pequenos e com menos sementes (Tromp *et al.*, 2005). Também o etileno está presente nesta fase para provocar a indução da síntese de enzimas específicas para a degradação da parede celular. A importância da auxina nesta fase foi estudada por Stahley e Williams (1972), ao verificarem que esta queda de frutos coincide com o decréscimo do AIA (ácido indol-acético) nas sementes dos frutos que persistiram. Quando o embrião está completamente desenvolvido, a concentração de auxina nas sementes aumenta determinando o fim da queda de Junho (Koukourikou-Petridou, 2003).

Pouco antes do momento da colheita, ocorre a última queda natural de frutos, normalmente indesejada, devido à formação antecipada da camada de abscisão (Edgerton, 1971). Este facto deve-se ao decréscimo na concentração de auxinas e o aumento de etileno próximo da maturação. Nas pomóideas, em geral o rigor da queda depende da variedade, do ano e também da presença de ventos fortes. As condições ambientais, como a humidade e altas temperaturas antes da colheita, aumentam a queda de frutos, assim como características morfológicas, anatómicas e do metabolismo hormonal de cada variedade. As variedades precoces e sem sementes sofrem mais de queda antes da colheita (Tromp *et al.*, 2005).

3.2. Efeito das condições ambientais

De acordo com Foeshey e Elfving (1987), o maior problema da munda química está nos inconstantes resultados devido às condições climáticas e aos factores intrínsecos das próprias plantas, condições que podem afectar a eficácia das substâncias utilizadas.

Sendo a temperatura um factor ambiental, não existem dúvidas de que esta é um factor importante para o crescimento dos frutos, mas a informação disponível é por vezes confusa. Kronenberg (1988) propôs que o desenvolvimento dos frutos no primeiro mês após a floração e no período imediatamente antes da colheita varia positivamente com as altas temperaturas, enquanto, no longo período intermédio, a fase de expansão celular é insensível à temperatura. Vários estudos mostraram que a temperatura diária na fase de divisão celular, até aos 40 DAPF, influencia o tamanho, a maturação e a qualidade final dos frutos (Westwood, 1978; Kronenberg, 1988; Warrington *et al.*, 1999). Uota (1952) observou que noites frias e grandes amplitudes térmicas favorecem a coloração da maçã.

A macieira necessita de períodos de baixas temperaturas inferiores a 7,2°C no Outono e Inverno para a quebra da endodormência e conseqüente abrolhamento e floração regulares, e em particular a 'Fuji' é uma variedade de maturação tardia com elevadas necessidades em frio. Em caso de não satisfação do número de horas de frio que cada variedade necessita a planta continuará em dormência ou apresentará um abrolhamento e floração irregulares. A falta de temperaturas baixas durante o Outono e Inverno, induz a continuação do período de dormência maior aos gomos da macieira (Petri *et al.*, 1996). Na Florida, e de acordo com o estudo elaborado por Andersen e Crocker (2009), indicam que para a macieira 'Fuji' são necessárias 575 horas de frio para a quebra da dormência (V.Anexo II caracterização meteorológica da zona de Alcobaça).

Quando espécies fruteiras são cultivadas em regiões marginais, de clima temperado com invernos amenos, uma série de anomalias ocorre nas plantas, pois a sua necessidade de frio não é satisfeita.

Estas anomalias são normalmente caracterizadas por um abrolhamento e floração erráticas, com diminuição da taxa e alongamento do período de abrolhamento e floração (Iuchi, 2002; Bulon e Faust, 1995; Chariani e Stebbins, 1994; Petri *et al.*, 1996). Mas, após o abrolhamento e floração, outras anomalias surgem a nível dos gomos que conseguiram abrolhar ou florir, levando a uma redução na qualidade e quantidade da produção. Poucos são os estudos que descrevem e sugerem medidas para minimizar estes problemas (Petri e Leite, 2004).

Um dos problemas que surge e que são mais facilmente observáveis e quantificáveis da falta de frio para a satisfação das necessidades de frio invernal é a heterogeneidade do abrolhamento e floração.

A não satisfação total da necessidade em frio leva a uma baixa taxa de abrolhamento e de floração caracterizadas por uma forte heterogeneidade, tanto temporal quanto espacial. A heterogeneidade temporal é caracterizada pela presença de gomos folheares e florais em vários estádios de desenvolvimento no mesmo momento, e a heterogeneidade espacial caracteriza-se pela formação de um gradiente anormal de abrolhamento e floração ao longo do ramo.

O período de floração pode estender-se por um período superior a 30 dias, dependendo do grau de satisfação de horas de frio durante o Outono e Inverno. Este arrastamento da floração dificulta entre outros a colheita de frutos e o controlo de doenças, uma vez que se tem presente diferentes estádios fenológicos existentes em simultâneo na planta, e dificuldade no estabelecimento deste e época ideal de intervenção. Outra consequência desta heterogeneidade da floração é a grande variedade no tamanho de frutos observada na colheita (Petri e Leite, 2004).

O teor de água afecta de igual modo a planta, quando o solo está à capacidade de campo o crescimento vegetativo dos frutos deveria ser máximo. No entanto, sabe-se que uma disponibilidade de água ilimitada não constitui a condição óptima para aumentar o rendimento e a qualidade dos frutos, provavelmente devido à interacção entre vários processos nem sempre compatíveis como o crescimento vegetativo, o crescimento dos frutos e a formação de gomos florais.

A rega deficitária controlada (RDI – *Regulated Deficit Irrigation*) tem apresentado bons resultados (Tromp *et al.*, 2005). Como o crescimento dos frutos é menos sensível ao stress hídrico que o crescimento vegetativo, estes suportam uma restrição no fornecimento de água sem diminuírem o seu crescimento, mas tal depende do momento da estação em que a restrição é imposta. Por exemplo, na fase de divisão celular o crescimento dos frutos normalmente não é afectado. Na fase seguinte, o crescimento dos frutos é mais sensível ao stress hídrico, pois necessita de manter a turgescência das células para promover a expansão celular (Mpelasoka *et al.*, 2001). Estudos recentes mostraram que a rega deficitária permite poupar cerca de 45-50% e 25-75% nas variedades 'Fuji' e 'Gala', respectivamente, e não afecta a produção nem o tamanho dos frutos, quando comparada com a rega completa (Leib *et al.*, 2006). De acordo com Mpelasoka *et al.* (2001), a rega deficitária leva a uma maturação mais precoce, aumenta a firmeza, o teor em sólidos solúveis (TSS) e o teor em compostos voláteis.

3.3. Monda de flores

Desde muito cedo os fruticultores constataam que as macieiras revelam uma tendência para apresentar uma carga de frutos exagerada, sendo prática corrente a remoção de parte dos frutos, tal como foi registado por Teofrasto há cerca de 2300 anos na sua obra *De causis plantarum* (As causas [do crescimento] das plantas); a esta prática chamou-se monda de frutos. No início do século XX era comum a monda de frutos 6 a 8 SDPF, tendo em 1919, Bedford e Pickering mostraram que a monda manual de flores podia controlar de forma mais eficaz a alternância de algumas espécies. Em 1934, Auchter e Robert fizeram a primeira tentativa de eliminar flores com a aplicação de químicos com compostos cáusticos, mas foram grandes os efeitos negativos, como a desfolha e os danos nos frutos (Byers, 2003).

No seguimento destas experiências muitas outras têm sido levadas a cabo recorrendo a várias substâncias utilizadas para a monda de flores e de frutos. Na monda de flores inicialmente foram utilizados o sódio dinitro-orto-cresol (DNOC) (Fallahi *et al.*, 1998) e a cianamida hidrogenada. Posteriormente, começaram a ser estudadas para este efeito o ácido indol-acético, o etefão e o tiosulfato de amónio (ATS).

3.4. Monda de frutos

A monda de flores representa um enorme risco para o agricultor, principalmente em anos com invernos amenos, sendo nestes casos preferível a monda de frutos para a obtenção de uma produção mais regular, incrementando o tamanho do fruto e com melhor qualidade.

Os vingamentos excessivos enfraquecem a árvore, afectam o desenvolvimento e crescimento dos frutos, contrariam o processo da diferenciação floral e prejudicam a formação de flores no ano seguinte.

Deste modo, a monda de frutos torna-se uma prática comum em todas as regiões produtoras de maçã, recorrendo à utilização de substâncias químicas com diferentes modos de acção e com um intervalo de aplicação amplo que vai desde o vingamento do fruto com 4 a 5 mm de diâmetro até aos 18 a 20 mm de diâmetro, em função da substância activa escolhida. Como substâncias mais utilizadas para este fim citam-se o NAD ana-amida, o 1-naftil-N-metilcarbamato (carbaril), o ácido naftalenacético (ANA), a 6-benziladenina purina, as giberelinas (GA_{4+7}) (Byers *et al.*, 1991; Byers e Carbaugh, 1991; Breene, 1984; Ferree, 1996; Greene, 1984; Williams, 1993) e, mais recentemente, o metamitrão (Dorigoni e Lezzer, 2007; Clever, 2007).

3.5. Efeitos fisiológicos da monda

A monda é uma prática cultural cujo objectivo é diminuir os resultados negativos devidos a excessiva presença de *sink* do tipo reprodutivo, promovendo o equilíbrio energético na árvore e o valor comercial dos frutos (Byers, 2003).

De seguida, enumeram-se os principais efeitos desta operação:

- 1 – Adequar o número de frutos às características da árvore e da cultivar. Segundo Lafer (1999) a carga de frutos (*crop load*) óptima varia entre 6 e 9 frutos por cm² AST (área da secção transversal do tronco) ou 1 a 1,5 kg cm² AST;
- 2 – Aumentar a razão área foliar/fruto assegurando o bom desenvolvimento dos frutos das árvores;
- 3 – Modificar a duração da estação de frutificação, pois a monda realizada mais cedo promove a maturação precoce dos frutos;
- 4 – Eliminar pequenos frutos, pois quando a técnica de monda aplicada é selectiva, os frutos que ficam na árvore são os maiores do corimbo;
- 5 – Maximizar o valor da produção, aumentando o tamanho e a qualidade (cor e teor em açúcares) dos frutos, pois quando a monda de frutos é realizada perto da floração, os frutos que permanecem na árvore são maiores e tem maior número de células do que quando a monda é progressivamente mais tardia (Westwood, 1978);
- 6 – Promover a floração do ano seguinte, pois com a monda é possível remover parcialmente uma fonte de giberelinas (GAs), que são as sementes responsáveis pela inibição da formação dos gomos florais no ano seguinte (Faust, 1989);
- 7 – Favorecer a produção, o crescimento e frutificação das árvores alternantes, pois o momento e a intensidade da monda num ano podem influenciar fortemente a produção dos anos seguintes. Singh (1948) sugeriu que a monda de frutos a 30 ou mais DAPF raramente tinha sucesso no controle da alternância;
- 8 – Controlo das doenças, dado que com a monda se obtêm frutos maiores que são mais susceptíveis às manchas amargas (*bitter pit*) e ao acastanhamento interno (*internal breakdown*) (Johnson 1992, 1995); por outro lado, os frutos ficam mais expostos ao contacto com os produtos fitofarmacêuticos relativamente às árvores com muitos frutos por corimbo (Lawson *et al.*, 1998).

3.6. Técnicas de monda

A monda pode ser efectuada de forma manualmente, química ou mecânica

A monda pode ser efectuada durante a floração, consistindo na monda de flores, ou mais tarde após o vingamento dos frutos, sendo denominada de monda de frutos. A monda de flores e de frutos pode ser efectuada recorrendo a diversos métodos, nomeadamente:

1 – Monda de flores: (i) monda mecânica, (ii) monda química;

2 – Monda de frutos: (i) monda manual, (ii) monda química, (iii) monda mecânica e (iv) outros métodos alternativos.

A monda de frutos é a mais comum. No entanto, para este estudo foram ensaiadas diferentes técnicas de monda, de flores e de frutos, de que se fará em seguida uma descrição mais pormenorizada.

3.6.1. Monda manual

A monda manual, ainda que teoricamente adequada, revela-se inexequível em pomares de grande dimensão e à escala comercial, dada a morosidade os elevados custos que lhe estão associados e a complexidade da operação na exigência de mão-de-obra hábil e capaz de operar com discernimento, correndo-se o risco de não intervir tempestivamente e de prejudicar a eficácia da operação. No entanto, no presente a monda manual continua a ser utilizada como complementar à monda química, uma vez que é uma técnica mais selectiva permitindo a remoção de frutos pequenos (pigmeus), mal posicionados ou agrupados em mais de dois frutos no corimbo, ou em anos com uma floração prolongada e escalonada.

3.6.2. Monda química

A monda química é o método mais eficaz para regular a produção, contrastando com a alternância da produção. Na prática, consiste na regulação da produção e queda dos frutos “mais fracos” em favor dos “mais fortes”. As árvores não mondadas perdem entre 20 e 70% dos frutos durante a queda de frutos em relação à intensidade de floração inicial, mas tal não é suficiente. O recurso à monda química vai aumentar esta tendência de supremacia dos mais

fortes em relação aos mais fracos em 10 e 20%, o que é o suficiente para passar de uma produção de baixo valor comercial para alto valor comercial (Dorigoni, 2008). A monda química é hoje uma prática estabelecida em toda a parte do mundo produtor de maçã (Forshey, 1986) que recorre para tal à aplicação de compostos de diferentes grupos químicos, com diversas concentrações e momentos de aplicação.

Uma das principais preocupações da monda química consiste na diminuição da perda do produto químico, e o maior problema da sua generalização está na falta de capacidade para prever os resultados. Sabe-se que as condições meteorológicas, como a temperatura, a humidade e a luz, assim como o estado fisiológico da planta, influenciam a intensidade da monda (Westwood, 1978). Em geral, segundo este autor, a monda química remove selectivamente os frutos mais pequenos e fracos.

Para entender os fenómenos da queda de flores e frutos e da monda, é necessário esclarecer os modos de acção dos químicos, a absorção, o transporte e os efeitos no balanço hormonal.

Os compostos químicos da família das auxinas foram os primeiros agentes de monda descobertos a serem utilizados com bons resultados; entre estes foram o ácido naftaleno-acético (ANA) e a sua amida (ANAm). Mas os efeitos obtidos divergem muito, em função das condições meteorológicas, da sensibilidade da variedade, da taxa de vingamento daquele ano e do diâmetro médio dos frutos no momento da aplicação (Wertheim, 2000). Quando são aplicadas tarde, estas substâncias provocam o abrandamento do crescimento dos frutos, levando a frutos mais pequenos à colheita.

Um efeito indesejado da aplicação de ANAm, a altas temperaturas, é a formação parcial de frutos 'pigmeu' em 'Red Delicious', 'Elstar' e 'Fuji'. Para obter melhores resultados, aplica-se ANAm logo após a floração, apesar de ser eficiente durante um período longo. O ANA é normalmente aplicado mais tarde, mas também funciona quando aplicado durante a floração ou queda das pétalas (Donoho, 1968).

Outras combinações de auxina foram testadas com o objectivo de encontrar compostos que fossem melhor absorvidos pelas folhas e aumentassem a eficiência da monda: ANA-imida e ANA-etil tiveram efeitos significativos, apesar de nenhum se ter mostrado mais eficaz que o ANA (Wertheim, 2000).

Outro composto, o carbaril, foi descoberto em 1958 e inicialmente foi utilizado como insecticida, mas descobriu-se mais tarde o seu grande potencial como agente de monda, sendo utilizado durante muitos anos, pois não apresentava efeitos negativos à excepção da carepa nas maçãs.

O carbaril provoca uma queda de frutos ligeira, intensificada em condições de baixa

luminosidade, tendo um efeito positivo na floração do ano seguinte. A sua eficácia varia de ano para ano, mas não depende das condições meteorológicas (Way, 1967). Pode ser aplicado durante um longo período, mas normalmente é aplicado 2 a 4 SAPF ou quando o fruto atinge 12 mm de diâmetro (Knight e Spencer, 1987). Nos últimos anos, o carbaril desempenhou um papel importante na monda de muitas variedades, nomeadamente 'Spurs' e 'Fuji', apesar de ser um insecticida tóxico para os auxiliares e para o ambiente.

Actualmente, devido ao seu perfil toxicológico e elevado impacto ambiental, o carbaril foi retirado do mercado no âmbito da revisão do registo de produtos fitofarmacêuticos pela EU, o que originou uma lacuna em termos de substâncias utilizáveis na monda química, tornando necessária a procura de novas substâncias igualmente eficazes. Por isso nos últimos anos, têm sido estudadas várias moléculas como possíveis substitutas do carbaril. Uma destas moléculas é a 6-benziladenina designada por BA, uma citocinina conhecida como actuante sobre a divisão celular, o que pode aumentar o tamanho do fruto (McLaughlin e Greene 1984; Greene *et al.*, 1990, 1992; Byers e Carbaugh, 1991; Wismer *et al.*, 1995). No entanto, se o momento de aplicação não coincidir com o máximo da divisão celular no fruto, o aumento do tamanho do fruto é variável (Greene, 2005). A BA é um fitorregulador de origem natural, caracterizando-se por ter uma toxicidade baixa e apresentar um óptimo perfil ecotoxicológico (Demaria *et al.*, 2008). Outros compostos em estudo são o tiosulfato de amónio (ATS), composto à base de azoto e de enxofre, e o metamitrão, molécula utilizada como herbicida mas que apresenta um grande potencial como agente de monda, carecendo ainda de ser melhor estudado, pois só a partir do ano de 2006 tem sido alvo de ensaios pelo grupo de trabalho da monda química EUFRIN com o objectivo de determinar modos de acção, concentrações e momentos ideais de aplicação.

3.6.2.1. ATS – Tiosulfato de Amónio

O tiosulfato de amónio é um composto de aplicação foliar contendo azoto e enxofre, e que usado em doses elevadas provoca monda. A sua acção como substância de monda justifica-se pela acção dessecante ou desidratante das flores abertas e não fecundadas. Os efeitos só se observam uma semana após a sua aplicação. O ATS é uma substância passível de utilização em todas as variedades, mesmo naquelas em que a amida não deve ser utilizada, em concreto no grupo das 'Fuji' e 'Red Delicious'. No grupo 'Gala' tem como grande objectivo a eliminação da segunda floração, sendo de recomendar para este efeito duas aplicações distanciadas entre si

de dois a quatro dias.

A acção do ATS está condicionada pela temperatura, não devendo assim ser aplicado a uma temperatura inferior a 15° C, situando-se a temperatura ideal no intervalo compreendido entre os 16° e 20° C. Para além da temperatura, é fundamental que durante e após a aplicação não ocorra precipitação. Como consequência da aplicação, o ATS pode por vezes provocar fitotoxicidade nas folhas e pétalas, caracterizando-se esta fitotoxicidade por necroses nas margens das folhas.

A indução floral ocorre 6 SAPF, sendo esta a melhor altura de aplicação do ATS com o objectivo de eliminar uma quantidade de flores e frutos por corimbo, aproveitando o seu efeito dessecante. Nos últimos anos, o ATS tem sido estudado na sua acção sobre a floração quando aplicado sozinho ou em combinação com outras substâncias, nomeadamente a 6-benziladenina (BA) como monda de frutos.

No estudo de Maas (2007), foram testadas em 'Elstar' a aplicação de ATS por três vezes durante a floração, seguido de BA sobre os frutos com 10 a 12 mm de diâmetro; em comparação com a monda manual os resultados obtidos com as árvores tratadas com ATS e BA revelaram que estas apresentaram uma produção média de frutos/árvore maior, com uma produção superior e com um peso médio por fruto superior. No entanto, esta operação reduziu em 82% a necessidade de se recorrer a monda manual como complemento da monda química, deu os melhores resultados em termos de diferenciação floral, melhor distribuição dos frutos na árvore com obtenção de bons calibres, melhor coloração e factores de qualidade interna.

No estudo realizado por Fallahi e Fallahi em 2005, utilizando diferentes concentrações de ATS aplicado à floração e após floração, os autores constataram que a aplicação de ATS a 15 ml/L após floração reduziu o vingamento quando comparado com o controlo. O peso do fruto não foi afectado devido a ter sido efectuada uma intervenção manual em Junho de modo a manter equilibrado o índice folha/fruto.

No entanto, as árvores onde foi efectuada uma dupla aplicação de ATS a 25 ml/hl tiveram frutos mais pequenos do que nas árvores onde se efectuou apenas uma aplicação com 15 ml/L. Nas árvores intervencionadas com uma aplicação de 30 ml/L ou dupla aplicação de 15 ml/hl ou de 25 ml os frutos apresentavam menor coloração quando comparados com o controlo. Nas árvores com dupla aplicação de ATS registaram-se severas queimaduras nas folhas o que terá originado frutos mais pequenos e com fraca cor motivado pela redução do índice folha/fruto.

Para a obtenção de frutos de qualidade, é indispensável deixar 1 fruto por corimbo, espaçados de 13 a 15 cm no ramo, aplicando um ou mais tipos de hormonas nos dias ou semanas após

plena floração e, se necessário, completar com monda manual.

3.6.2.2. 6-benziladenina

A 6-benziladenina (BA) é uma das últimas substâncias utilizadas para a monda (Wertheim, 1988), sendo muito usada comercialmente para a monda tardia de frutos como substituta do carbaril (Elfving, 1991; Greene *et al.*, 1990). Apesar das inúmeras vantagens que esta substância apresenta, ainda não se conseguiu impor como verdadeira substituta do carbaril, em parte devido ao facto da sua acção estar directamente relacionada com a temperatura (Buban e Lakatos, 2000) e o método de aplicação (Holownicke *et al.*, 1999).

Em resumo, a BA não monda de modo tão selectivo como o carbaril e, se forem utilizadas doses muito altas, pode provocar carepa nos frutos, prejudicando o desenvolvimento da cor vermelha, bem como aumentando a susceptibilidade ao *bitter pit* nas maçãs (Basak, 1999). Por outro lado estimula o crescimento dos lançamentos (Basak, 1996).

A BA é uma substância amiga do ambiente, encontra-se presente naturalmente nas plantas, sendo menos tóxica para as abelhas e outros auxiliares que o carbaril (Thintlewood e Elfving, 1992). Vários estudos têm sido efectuados com diferentes substâncias para a monda numa fase de desenvolvimento precoce dos frutos, tais como as citocininas, e de entre elas principalmente a 6-benziladenina, e o forchlorfenurão, ou CPPU. A BA tem sido, de entre várias substâncias, a que tem demonstrado maior eficácia (Quadretti *et al.*, 1998; Bucchi *et al.*, 2000).

O interesse na aplicação da BA reside no facto desta ser utilizada na mesma altura que o carbaril e ser uma substância que aparece naturalmente nalgumas plantas (Greene, 1993; Wismer *et al.*, 1995; Van Staden e Crough, 1996). A BA é considerada uma boa substância para monda devido ao seu baixo perfil toxicológico por imitar a acção biológica das citocininas exógenas na planta (Yuan e Greene, 2000).

Segundo Greene *et al.*, (1990), o efeito de monda da 6-benziladenina em maçãs é proporcional ao tempo de aplicação e à sua concentração. No entanto, o grande problema desta substância reside no facto da sua resposta estar condicionada pela acção da temperatura e do estado das árvores (Wertheim, 2000; Costa *et al.*, 2004). De acordo com as empresas que comercializam a 6-benziladenina, o sucesso da sua utilização está no parâmetro temperatura que, no dia da aplicação e nos dois dias seguintes, deve ser de 18° C, bem como o diâmetro do fruto central dos corimbos localizados na madeira de dois anos estar compreendido entre os 10 e 12 mm

(Clever, 2007). Sob estas condições, a 6-benziladenina demonstrou uma aptidão para aumentar a relação altura/diâmetro (L/D) em algumas variedades de maçã.

Vários trabalhos (Clever, 2007; Maas, 2007 e Basso, Leite e Petri 2006), entre outros, têm sido desenvolvidos no sentido de utilizar baixas concentrações de BA, desde os 50 ppm até aos 150 ppm, e de testar a sua utilização em combinação com outras substâncias com um modo de acção diferente, permitindo assim aumentar a sua eficácia.

O ATS e o ANA são duas das substâncias que podem ser utilizadas em combinação com a BA, no entanto, e no caso particular do ANA, esta é uma estratégia que continua a apresentar uma forte dependência em função da variedade, ou seja, para algumas variedades poderá resultar em pleno, e noutras, contudo, o resultado será insuficiente. Em experiências realizadas em zonas com Inverno temperado por Basso, Leite e Petri, (2006) a aplicação de BA e da mistura BA + ANA reduziu significativamente o número de frutos por planta quando comparada com a monda manual.

A mistura ANA 10 mg l⁻¹ + BA 75 mg l⁻¹ aplicada aos 10 mm de diâmetro do fruto, diminui o número de frutos por planta em comparação com a monda manual. A mesma combinação mas aplicada mais cedo a 5 dias após plena floração reduziu o número de corimbos com três ou mais frutos. A benziladenina foi eficaz quando aplicada sobre frutos de 10 mm de diâmetro, aumentando o peso médio do fruto e a percentagem de frutos das classes maiores. Para concentrações superiores a 170 mg l⁻¹ e a 340 mg l⁻¹ reduz significativamente os frutos vingados quando comparada com a monda manual. Neste estudo a benziladenina demonstrou ser uma nova e eficaz alternativa à monda de maçãs em zonas climáticas com invernos amenos.

Uma outra estratégia seguida por (Dorigoni *et al.*, 2007), para variedades como a 'Fuji' como sendo a mais indicada, seria uma dupla aplicação de carbaril, seguida de uma aplicação de 6-benziladenina a qual permite a obtenção de frutos com bom calibre e cor, o que é conseguido pela redução de efeito de competição entre os frutos que permanecem. Todavia, a retirada do carbaril impossibilita esta opção.

Seguidamente referem-se alguns aspectos relativos à acção da BA na monda química em macieiras, que foram apresentados por Greene (1993) e que actualmente são consensuais entre os investigadores.

Eficácia da monda - A BA monda linearmente para concentrações entre 25 ppm e 150 ppm, mas concentrações de 50 ppm a 100 ppm são suficientes para mondar; já as concentrações superiores a 150 ppm podem provocar excesso de monda.

Época de aplicação - A BA pode ser aplicada desde a floração até 3 semanas APF, contudo a

melhor resposta ocorre quando os frutos têm cerca de 10 a 12 mm, o que corresponde a 14 a 18 DAPF, semelhante à aplicação do ANA.

Penetração no fruto/folhas - A absorção de BA foi diferente nas folhas e nos frutos, aproximadamente 60% do produto aplicado foi absorvido em 24 h; a mesma concentração aplicada nas folhas apenas 5% a 10% foi absorvida pela folha.

Factores que influenciam a penetração - A absorção de BA aumenta linearmente para concentrações entre 40 a 200 ppm. Se a temperatura estiver compreendida entre 15 e 35 ° C aumenta a absorção do BA. Se a temperatura estiver entre os 25 e os 35 °C dá-se um aumento da absorção de BA.

Características da monda - O carbaril fazia uma monda selectiva do corimbo, ao contrário de outras substâncias; por seu turno, a BA faz uma monda elevada nas 'Spurs' deixando apenas um fruto por corimbo.

Diferenciação floral - Nas 'Spurs' a relação é directamente inversa na diferenciação floral com a remoção dos frutos.

Efeitos no fruto - A BA influencia as características do fruto, nomeadamente no que se refere ao:

Peso - A monda química aumenta o peso e o tamanho do fruto por redução do número de frutos, o que faz com que diminua a competição pelos metabolitos entre frutos. A BA aumenta o tamanho do fruto em parte devido à diminuição da competição entre estes e, aparentemente, por estimular a divisão celular. Isto foi demonstrado no tratamento com 100 ppm de BA, ficando 2 frutos/corimbo. A BA não reduziu o número de frutos por corimbo, mas aumentou em 35% o peso quando comparado com os frutos não tratados. O tamanho do fruto é maior nos frutos tratados com BA do que nos não tratados (Greene, 1993).

Dureza da polpa É vulgarmente aceite que a dureza decresce quando o fruto aumenta. Frequentemente, a BA aumenta a dureza dos frutos, mesmo para frutos grandes. Foi comprovado o aumento de 50% da dureza ao longo de 10 anos de experiências (Greene, 1993). O aumento da dureza está relacionado com o aumento da divisão celular. Isto verificou-se quando a BA é aplicada no tempo da divisão celular, o que aumenta substancialmente o número de células.

Teor de sólidos solúveis - A monda melhora a relação folhas/fruto, o que normalmente leva ao aumento do teor de sólidos solúveis. Logo, a BA também aumenta o teor de sólidos solúveis, mas pode ter um efeito adicional positivo ao influenciar o aumento suplementar de sólidos

solúveis.

Assimetria dos frutos - A divisão celular está em curso aquando da aplicação da BA e esta, sendo uma citocinina, pode estimulá-la. Se a pulverização for irregular na superfície dos frutos, pode causar desenvolvimento assimétrico; aparentemente, a BA apresenta uma distribuição assimétrica nos frutos e o problema dos frutos assimétricos assume maior relevância quando se utilizam concentrações mais elevadas.

Efeitos pós-colheita - Ocasionalmente, nos frutos tratados com BA aumenta a senescência interna (*breakdown*), o que normalmente se deve às baixas concentrações de cálcio na polpa. Foi determinado o valor de cálcio nos frutos e, ocasionalmente, demonstrou-se que frutos tratados com BA apresentavam um teor de cálcio mais baixo. Contudo, esta diminuição está relacionada com o aumento do tamanho do fruto. A BA parece não influenciar o escaldão e o coração castanho. É de esperar que qualquer agente de monda que aumente o tamanho do fruto aumente também a carência de cálcio.

Efeitos vegetativos - As concentrações de BA usadas não são suficientes para influenciar os gomos laterais. Contudo, concentrações superiores a 100 ppm associadas a temperaturas superiores a 20 °C podem provocar alongamentos nas 'Spurs'. Os alongamentos a partir de gomos florais e os frutos formados a partir destes serão pequenos.

3.6.3. Metamitrão

Uma das potenciais substâncias candidatas para substituir o carbaril é o metamitrão, com efeito herbicida e que a baixas doses reduz a fotossíntese e, conseqüentemente, aumenta a queda dos frutos. O princípio de acção é semelhante ao ensombramento, através do stress de competição que gera entre o desenvolvimento vegetativo e os pequenos frutos, o que causa a sua privação de nutrientes e conseqüente queda (Dorigoni e Lezzer, 2007).

Estes autores testaram num pomar de 'Fuji' com 8 anos de idade e enxertado em M9 a aplicação de metamitrão a 350 ppm em dois momentos diferentes do crescimento do fruto: a primeira modalidade, com uma única aplicação aos 6 mm do diâmetro do fruto, e uma segunda modalidade, com dois momentos de aplicação, o primeiro aos 6 mm e o segundo aos 12 mm do diâmetro do fruto.

À colheita a eficácia de monda do metamitrão foi surpreendente, pois uma única aplicação aos 6 mm ficou bastante próxima do objectivo traçado dos 100 frutos por árvore, em que os frutos apresentariam um peso de, pelo menos, 250 gramas e uma produção a rondar os 30 kg/árvore.

A dupla aplicação originou uma monda em excesso, o que é um facto interessante porque a 'Fuji' é, de entre as variedades de maçã, aquela que menos responde à acção de monda para todas as substâncias químicas utilizadas sozinhas ou em conjunto neste ensaio, sendo também pouco provável que estas lhe provoquem um excesso de monda.

Neste ensaio, constatou-se que para a dupla aplicação de metamitrão se obteve um elevado número de frutos com peso médio de 300 g, uma maior percentagem de frutos com diâmetro superior aos 80 mm e pouquíssimos frutos de diâmetro inferior a 70 mm. Esta modalidade foi a que permitiu a obtenção de melhor resultado em termos de cor da epiderme. Na aplicação de metamitrão aos 6 mm, a percentagem de frutos com diâmetro superior aos 80 mm foi ligeiramente menor que com a dupla aplicação, mas igualmente alta, de modo semelhante à aplicação do carbaril seguida de 6-benziladenina.

A modalidade não tratada foi a que apresentou maior percentagem de frutos nas três classes: inferior a 70 mm; 70-80 mm e superior a 80 mm. Esta modalidade foi também a que teve maior produção kg/árvore, não diferindo significativamente da aplicação de metamitrão a 350 ppm efectuada aos 6 mm, nem da mistura BAA 100+ANA+óleo, apenas foi significativamente diferente do tratamento com carbaril e com metamitrão quando aplicado duas vezes a 350 ppm aos 6 mm e aos 12 mm.

Neste ensaio foi ainda observado uma moderada acção fitotóxica do metamitrão sobre as folhas 15 dias após a sua aplicação, o que no final demonstrou ser menos lesivo em termos de crescimento comparativamente com a acção do ANA sobre os frutos da 'Fuji'.

Num outro estudo efectuado em 2007, por Clever em 'Elstar' em que foi igualmente testado o metamitrão com concentração de 350 ppm numa única aplicação aos 10 a 12 mm de diâmetro do fruto, o metamitrão teve um efeito semelhante à aplicação de etefão para uma concentração de 300 ppm aplicado no estado de plena floração. No entanto, o autor chegou à conclusão de que com uma segunda aplicação de metamitrão 10 dias após a primeira, teria alcançado um efeito melhor. Para esta variedade e concentração não se observou qualquer tipo de fitotoxicidade na planta.

3.7. Monda mecânica

A retirada do carbaril e os fracos resultados com as substâncias potencialmente substitutas, associadas às condições meteorológicas antes durante e após as aplicações dos produtos, a

carga do ano anterior e o número de gomos florais são factores que levam à ponderação na escolha do método de monda.

Neste contexto surge a alternativa mecânica à monda química e o interesse recente na procura de uma máquina que substitua com eficácia a monda química. Deste modo, nasce recentemente na Alemanha numa zona frutícola do Lago de Constanza o interesse e invenção da máquina denominada 'Darwin'. Estudos efectuados por Dorigoni (2008) e Vincent (2010) detalham as condicionantes apresentadas por esta nova técnica de monda.

Características da monda mecânica comparando com os produtos químicos

Monda química	Monda mecânica
<ul style="list-style-type: none">• Condições meteorológicas durante e após o tratamento (H.R, Temperatura e vento)• Modalidade de tratamento (volume de calda e molhante)• Absorção pela planta (partes da planta, folhas e lançamentos)• Condições meteorológicas após aplicação (temperatura, luz)• Interação do produto com outras substâncias activas e estado fenológico da planta• Acção da monda visível após 15 a 20 dias	<ul style="list-style-type: none">• Velocidade de avanço e rotação• Largura das linhas• Acção de monda hormonal secundária sobre o fruto 20%• Acção da monda mecânica visível imediatamente (80%)



Figura 2. Máquina Darwin em acção sobre macieiras 'Red Delicious' no Vale de Adige

O recurso a um equipamento mecânico que por vibração e rotação provoca a eliminação de flores e frutos é uma técnica segura para o agricultor.

A época de aplicação ideal de monda mecânica situa-se entre o botão rosa e a plena floração. De acordo com Mathieu (2010), os equipamentos DARWIN e Effleureuse Electro'flor (Pellenc SHAKER) foram utilizados em plena floração. Com a DARWIN os ramos posicionados na vertical deram resultados inconstantes e com uma acentuada monda na parte exterior da copa.

Na monda com o *shaker* verificou-se uma queda heterogénea nos lançamentos verticais, na parte superior da copa, com quebra de lançamentos e bastantes lesões na epiderme das árvores. Em conclusão, foi usado equipamento não adaptado.

Em ambos os equipamentos obteve-se aproximadamente 20% dos frutos com calibre superior a 75 mm, não se tendo verificado diferenças entre tratamentos em termos de qualidade e coloração dos frutos. Este tipo de monda é uma técnica mais adequada a pequenos pomares e a pomares orgânicos.

Quando as condições meteorológicas são de tempo quente, a janela de intervenção é mais curta; em condições de maior pluviosidade a monda mecânica provoca mais lesões nas folhas. O equipamento provoca lesões ou mesmo quebra alguns lançamentos quando não esteja ajustado.

Consequentemente têm sido apontadas **alguns inconvenientes** a esta técnica tais como:

- A monda de flores é uma monda receada pelos agricultores devido ao risco de geada;
- O investimento em equipamento e a dimensão da área por agricultor por vezes não justifica o investimento;
- Caso as árvores tenham copa espessa (1,5 m de espessura), a monda é pouco eficaz no interior da copa;
 - Pode provocar danos no lenho, o que origina receios no agricultor uma vez que pode provocar o aparecimento de doenças;
- Este sistema pode provocar excesso de monda principalmente na parte inferior da árvore, na qual são removidos cerca de 50% de flores e 30% de corimbos inteiros.
- A monda mecânica origina uma queda heterogénea dentro da própria árvore, verificando-se uma assimetria entre a parte superior e inferior da copa, e quanto mais tardia a época de realização da monda, maiores serão os estragos nos frutos.

Este sistema está em desenvolvimento desde 1990 e parece ser uma técnica promissora, praticável nos pomares modernos de alta densidades e em sistemas de condução em superfície, ou no caso de fruta para indústria (e.g. pêssegos enlatados), no entanto não substitui a monda química e manual no caso da fruta para consumo em fresco na maioria dos pomares actualmente em produção.



Figura 2. Aspecto de um campo de macieiras Fuji com dois anos, onde foi aplicada a monda mecânica.

3.8. Monda de frutos recorrendo a redes de ensombramento

Uma alternativa recente de monda é o uso de redes de ensombramento com redução da intensidade luminosa, durante um determinado número de dias no período pós floração (Widmar *et al.*, 2008; Domingos, 2009). Este método, por alterar a taxa fotossintética conduz à queda dos frutos induzida pelo deficit de carbono na planta. Já foram obtidos resultados muito positivos quando comparados com a monda química no caso da 'Golden Delicious' e da 'Gala'. São necessários mais estudos com diferentes variedades e em vários locais, de forma a otimizar a técnica nomeadamente, tipo de rede (mais ou menos redução da intensidade luminosa), duração do período de ensombramento e altura em que é colocada a rede.

3.9. Efeito de diferentes cargas e épocas de moda na produção, qualidade do fruto e diferenciação floral

Um dos principais e imediatos objectivos da monda consiste na obtenção de frutos de maior tamanho, pois uma carga excessiva deixada na árvore conduz à obtenção de muitos frutos pequenos (Forshey *et al.*, 1986). O número de maçãs por árvore e o seu tamanho têm entre si uma relação inversamente proporcional, ou seja, um aumento do tamanho do fruto será

expectável para uma redução do número de frutos por árvore. Contudo, o tamanho do fruto à colheita é o resultado da combinação entre múltiplos factores. A carga, ou o número de frutos por árvore, é apenas um dos muitos factores que contribui para a determinação do tamanho do fruto. A redução do número de frutos por árvore aumenta a relação número de folhas/fruto e aumenta a disponibilidade dos fotoassimilados para os frutos que permanecem na árvore. Este facto contribui para a melhoria e a obtenção de produções mais regulares ao longo dos anos (Monselise e Goldschmidt, 1982; Tromp, 2000).

A acção das substâncias químicas utilizadas na monda consiste numa actuação diferenciada em termos de stress sobre os frutos. Esta acção selectiva é a base da acção das substâncias químicas ao promoverem a competição entre os frutos e na qual os frutos mais “fortes” e que possuem um maior potencial não são afectados, mas os mais “fracos” acabam por cair. Quanto maior for o vingamento, maior o efeito da monda, pois neste caso a competição entre frutos também será maior, permitindo obter um máximo resultado com a monda. Numa situação de fraco vingamento, o índice folhas/fruto é elevado, a competição entre frutos é menor e a acção da monda química é menor (Forshey *et al.*, 1986).

Um elevado número de variedades de macieira apresenta uma floração abundante, o que conduz ao vingamento de um número de frutos excessivo. Este factor torna necessária a intervenção cultural, nomeadamente a monda, de modo a regular a produção em variedades como a ‘Fuji’, ‘Gala’, ‘Golden’ e ‘Elstar’, evitando a alternância.

Neste sentido, vários tem sido os estudos efectuados de modo a obter a carga mais adequada a cada variedade (Palmer *et al.*, 1997; Embree *et al.*, 2007). Recentemente, Meland (2009) apresentou um estudo com a cultivar ‘Elstar’, utilizando árvores enxertadas em M9 e com 14 anos, e tratamentos de monda manual considerando diferentes cargas desde 2 a 8 corimbos por cm² AST, efectuados à plena floração e ao fruto com 20 mm de diâmetro. Na monda, em plena floração, obteve-se menor número de frutos vingados do que na monda aos 20 mm do fruto.

No entanto, não se verificou efeito na produção obtida ou no número de frutos da categoria I.

A monda à plena floração, no conjunto de todas as cargas em estudo permitiu obter frutos com melhor peso, melhor teor de sólidos solúveis e coloração. A carga não influenciou o peso individual dos frutos, mas influenciou as características de qualidade como a dureza, o teor de sólidos solúveis e a cor. A quantidade de gomos florais formados no próprio ano diminuiu com o aumento da carga deixada no ano anterior, o mesmo sucedendo quando a monda é efectuada aos 20 mm de diâmetro do fruto.

No caso da 'Elstar', a monda na fase de plena floração e para uma carga de 2 a 4 maçãs/AST cm² foi a que deu melhores resultados em produção e qualidade.

Noutro trabalho realizado por Salvador, Fisichella e Fontanari em 2006, de modo a testar a relação entre o tamanho do fruto e a qualidade da maçã em árvores com carga baixa, standard e alta em maçã 'Golden' e 'Starking', as árvores foram mondadas manualmente de modo a obter-se o número de frutos/cm² da área seccional do troco. À colheita, contabilizaram o número de frutos, diâmetro (calibre), peso dos frutos, firmeza, sólidos solúveis totais e o teor de acidez. Nas árvores com maior carga de frutos deixada o tamanho e peso dos frutos foram menores por comparação com as árvores de carga standards, por outro lado o teor de sólidos solúveis e a firmeza foram maiores. Para ambas as variedades e carga verificou-se uma ligeira correlação negativa entre o tamanho do fruto e o teor de sólidos solúveis. Entre o peso e o tamanho do fruto registou-se a única relação positiva. Os frutos provenientes das árvores com carga mais elevada eram mais pequenos, firmes e com elevado teor de sólidos solúveis, o que sugere que um acréscimo ligeiro da carga não afecta a qualidade do fruto.

4. Material e Métodos

O ensaio realizou-se durante o ano de 2010, numa parcela denominada Serrão Grande (anexo I), em macieiras variedade 'Fuji' clone Kiku® Frubax (S), enxertadas em M9, em árvores com três anos de idade, conduzidas em eixo central revestido e com um compasso de plantação 4 x 1,2 m e cuja orientação é Noroeste-Sudeste (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Características do pomar

Compasso (metros)	Nº árvores ha ⁻¹	Idade (anos)	Orientação das linhas	Clone	P.E.	Sistema de Rega
4 x 1,2	2080	3	NW - SE	Kiku 8 Frubax	M9	gota a gota

A entrelinha encontra-se revestida por um coberto vegetal semeado, composto por uma mistura de leguminosas e gramíneas. Na linha o controlo de infestantes é efectuado mecânica e quimicamente.

A protecção fitossanitária e de fertilização foi efectuada de acordo com as regras de produção integrada para pomóideas homologadas, pela Direcção-Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR).

As condições meteorológicas foram registadas pela estação meteorológica SepcWare9 Pro, localizada no Campo, freguesia do Bárrio. As médias horárias de temperatura, precipitação e humidade relativa foram registadas durante todo o período experimental.

A marcação das árvores no terreno foi efectuada de modo aleatório, tendo o mesmo critério sido seguido na marcação das árvores dentro do bloco e selecção dos dois ramos por árvore (anexo I).

Cada bloco era constituído por vinte e quatro árvores, havendo dentro de cada bloco três repetições com oito árvores cada. Após a selecção das árvores procedeu-se à medição do diâmetro do tronco, medição esta que foi efectuada a uma altura de 20 cm acima da zona de enxertia. Nos ramos seleccionados foi também medido o seu diâmetro a uma distância de 5 cm da sua zona de inserção.

Ao longo do ciclo vegetativo foram registados os seguintes dados:

- a) as datas dos estados fenológicos que se apresentam no quadro ;
- b) as datas e concentrações das substâncias aplicadas em estudo;
- c) a contabilização dos gomos florais;
- d) a contabilização do número de frutos vingados antes e após aplicações, após a queda natural (de Junho) e quinze dias antes da colheita.

O acompanhamento do crescimento dos frutos foi feito através de medições quinzenais do seu diâmetro de modo a poder estabelecer a sua curva de crescimento.

À colheita, foram determinados os parâmetros de qualidade, o teor de sólidos solúveis expresso em °Brix, a firmeza expressa em kg/cm², o teor de amido, e o teor de acidez expresso em gramas de ácido málico por litro de sumo.

Quadro 2 – Datas dos Estados Fenológicos

Estados Fenológicos	B	C	D	D3	E-E2	F	F2	G	H	I
Data	15-Mar	22-Mar	29-Mar	01-06 -06 Abr	06-08 -08 Abr	08-12 -12 Abr	11-25 -25 Abr	20-03 Abr -03 Mai	03-20 -20 Mai	21-Mai

Neste ensaio, pretendeu-se estudar a eficácia de diferentes substâncias químicas aplicadas em diferentes épocas e estados fenológicos *versus* monda manual efectuada de acordo com a orientação dos técnicos da central fruteira a que pertence o agricultor e a não-monda. Em

análise, esteve também o comportamento de uma das substâncias activas em estudo perante árvores que apresentavam uma carga de frutos vingados alta, em contraste com outras que apresentavam uma baixa carga de frutos vingados (Quadro 3).

As intervenções químicas foram efectuadas recorrendo a três tipos de substâncias activas diferentes, expressas no quadro 3:

- tiosulfato de amónio (ATS),
- 6-benziladenina (BA) e,
- metamitrão (M).

Estas intervenções foram efectuadas sobre a flor e o fruto com um tamanho compreendido entre os 8 mm e os 16 mm de diâmetro (V. anexo III).

Quadro 3 – Nome comercial, substância activa e datas de aplicação das substâncias utilizadas para a monda.

Tratamento	Nome Comercial	Substância activa	Data aplicação				
			08/04	12/04	03/05	06/05	22/06
ATS2X	Dirasol	Tiosulfato de amónio	X	X			
ATS+BA	Dirasol	Tiosulfato de amónio	X				
	Maxwel	6-Benziladenina				X	
M_100	AG-150	Metamitrão 100ppm			X		
M_A_175	AG-150	Metamitrão 175 ppm			X		
M_B_175							
M_A_350	AG-150	Metamitrão 350 ppm			X		
M_B_350							
M manual							X
N monda							

ATS 2X - tiosulfato de amónio aplicado duas vezes
ATS+BA - tiosulfato de amónio mais 6-benziladenina
M_100 - Metamitrão 100 ppm
M_A_175 - carga alta (M_A) Metamitrão 175 ppm
M_B_175 - carga baixa (M_B) Metamitrão 175 ppm
M_A_350 - carga alta (M_A) Metamitrão 350 ppm
M_B_350 - carga baixa (M_B) Metamitrão 350 ppm
M manual – monda manual
N monda – não mondada

O Quadro 4 descreve o momento da aplicação em dias após plena floração e a concentração expressa respectivamente em percentagem (%) e ppm.

A substância activa metamitrão foi aplicada nas concentrações de 175 ppm e de 350 ppm em duas modalidades distintas, carga alta (M_A) e carga baixa (M_B) das árvores, de modo a

estudar o seu comportamento como substância capaz de provocar a monda e qual o seu comportamento neste caso específico.

Quadro 4 – Datas de aplicação e concentração para cada modalidade em estudo

Modalidades	Data	Concentração /momento aplicação		
		30-50% floração	80% floração + 4 DAA	22 DAPF 72 DAPF
ATS 2x	08-Abr	1%		
	12-Abr		1%	
ATS + BA	08-Abr	1%		
M_100	06-Mai			100
M_A_175	03-Mai			100
M_B_175	03-Mai			175
M_A_350	03-Mai			175
M_B_350	03-Mai			350
M manual	03-Mai			350
N monda	22-Jun			X
	----	----	----	----

DAA - Dias após 1.^a aplicação

DAPF - Dias após plena floração

A monda manual foi efectuada pelo agricultor, seguindo a regra de deixar dois frutos por corimbo, espaçados entre se de 15 cm tendo aquela sido efectuada após ter cessado a queda natural, o que ocorreu a 20 de Junho.

À data da aplicação das substâncias químicas as árvores apresentavam uma grande heterogeneidade em termos de estados fenológicos (quadro 2).

4.1. Delineamento experimental

O delineamento seguido foi o expresso no Quadro 5 e de acordo com o esquema apresentado (V. Figura 3.).

Quadro 5 – Delineamento experimental utilizado no campo de ensaio

<u>Delineamento</u>	<u>Número</u>
Modalidades	9
Repetições/ Bloco	3
Árvores / repetição	8
Ramos/ árvore	2
<u>N.º frutos/ramo</u>	<u>2</u>

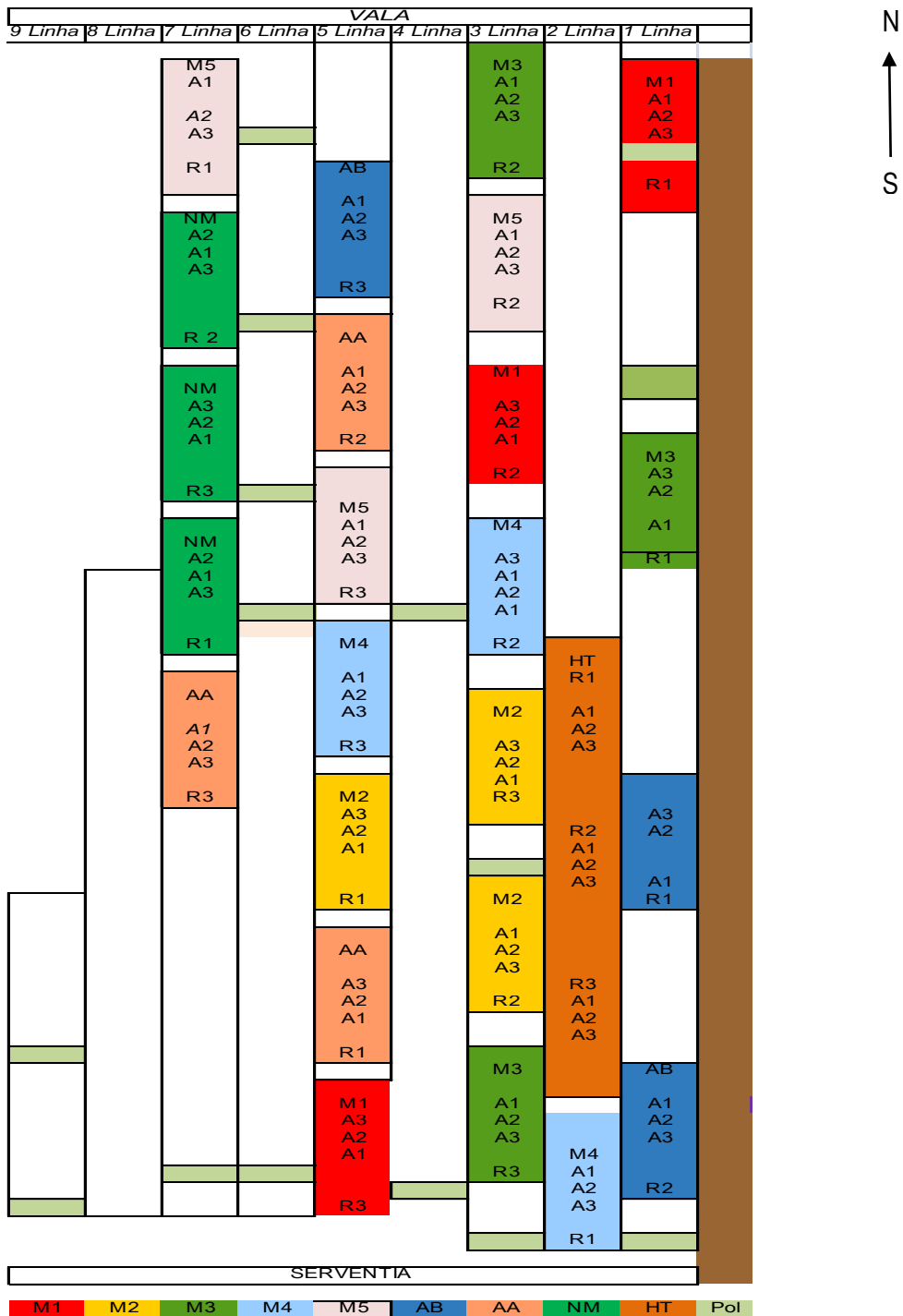


Figura 3. Esquema do ensaio

4.2. Crescimento e número de frutos

No presente ano, o período de floração foi muito extenso, verificando-se desfasamento temporal entre a abertura das primeiras flores e as últimas, o que conduziu ao estabelecimento de duas datas distintas de floração: a primeira ocorrida entre os dias 7 e 11 de Abril, seguindo-se-lhe a

segunda entre os dias 11 a 17 de Abril.

A marcação dos frutos foi efectuada de forma aleatória por árvore e ramo, não sendo considerado o tamanho inicial do fruto. Em cada árvore foram marcados 4 frutos, 12 por repetição e 36 por modalidade.

4.3. Medições efectuadas

O crescimento dos frutos pode ser medido tendo por base o aumento do diâmetro, ou seja, o volume dos frutos, sendo fundamental a sua determinação de modo a estabelecer a curva de crescimento e o efeito de cada substância activa no desenvolvimento dos mesmos. Estas medições foram efectuadas com o auxílio de craveira manual.

O número de frutos foi contabilizado em quatro momentos distintos, nos ramos marcados :

- 1 de Maio,
- 16 de Maio,
- 22 de Junho,
- 1 de Outubro (à colheita).

As maçãs foram medidas quinzenalmente com uma craveira, até à data de colheita (Figuras. 4. e 4.1).



Figura 4. Identificação dos frutos a medir



Figura 4.1. Medição do diâmetro dos frutos

4.4. Produtividade e análise qualitativa

A colheita dos frutos foi estabelecida em função dos parâmetros qualitativos, teor de sólidos solúveis expresso em °Brix, firmeza expressa em quilogramas/cm² (kg/cm²), índice de amido e

teor de acidez, registados ao longo das medições efectuadas a partir do mês de Agosto até uma semana antes da colheita. A colheita dos blocos do ensaio decorreu em simultâneo com a colheita efectuada pelo agricultor na restante parte da parcela. Os frutos foram colhidos por ramo marcado, por árvore marcada e nas restantes árvores pertencentes ao mesmo bloco e por modalidade.

De acordo com a colheita, foram determinados o peso por calibre da produção por repetição e por modalidade repartida por três classes comerciais Diâmetro <70mm, 70mm <Diâmetro <90 mm e Diâmetro>90 mm.

Foram ainda determinados os parâmetros qualitativos à colheita em 100 frutos por modalidade.

Com o objectivo de homogeneizar a produtividade (número e peso total dos frutos) entre as árvores, e tendo por base o vigor individual de cada uma, foi calculada a área da secção transversal do tronco (AST) através da medição do diâmetro do tronco das árvores do ensaio a 20 cm acima da zona da enxertia, e com a aplicação da seguinte fórmula: $AST (cm^2) = \pi D^2 / 4$.

O peso foi avaliado pela pesagem directa de cada um dos 100 frutos numa balança digital com precisão em mg, e o diâmetro com um calibrador manual; os restantes frutos foram calibrados na central fruteira.

A medição da firmeza está intimamente relacionada com a textura, expressa em kg/cm², tendo para tal sido utilizado um penetrómetro manual com ponteira de 11 mm. A leitura foi efectuada após a remoção da epiderme do fruto e obtida como média das duas leituras por fruto efectuadas em zonas da polpa diametralmente opostas.

O teor de sólidos solúveis totais (TSS), expresso em °Brix, foi medido com um refractómetro ATAGO (PR-32). Estas medições foram efectuadas utilizando-se para o efeito o sumo de cada uma das maçãs.

O índice de amido foi determinado utilizando-se 100 maçãs por modalidade, as quais foram cortadas ao meio e mergulhadas numa solução de iodeto de potássio e leitura directa da carta do Centre *Interprofessionnel Technique des Fruits et Légumes* (CITFL) constituída por uma escala de 10 pontos onde 1 = toda a polpa negra e 10 = polpa sem manchas negras.

A acidez titulável (Figuras 4.2 e 4.3) foi determinada por titulação com NaOH a 0,1 N e duas gotas do indicador fenolftaleína, numa solução de 10 ml de sumo de cinco maçãs. Estas operações foram efectuadas para todas as repetições.

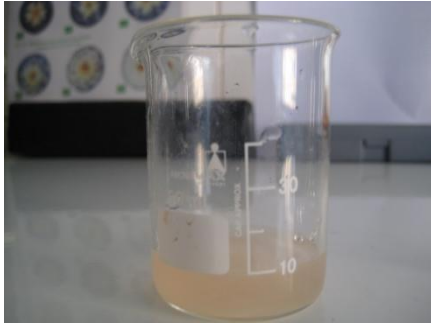


Figura 4.2. Sumo de maçã filtrado (10 ml) Figura 4.3. Resultado final após titulação com NaOH

4.5. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos foram obtidos a partir de duas estações meteorológicas, uma localizada na freguesia da Cela (onde se obtiveram os dados ocorridos entre Novembro de 2009 e Agosto de 2010) e que nos permite analisar a evolução das condições meteorológicas verificadas no Outono e Inverno, altura em que as plantas estão em dormência (Fig. 5), e uma segunda estação instalada em Março, mais perto do campo de ensaio, da qual extraímos as condições meteorológicas registadas nos dias que antecederam as aplicações e nos dias seguintes (Fig.6.).

Na zona de realização do ensaio, e de acordo com os dados fornecidos pela estação meteorológica sita na Cela, entre 1 de Outubro e 15 de Fevereiro foram contabilizadas 451 horas de frio abaixo dos $7,2^{\circ}\text{C}$. Registaram-se temperaturas médias, em Outubro de $18,5^{\circ}\text{C}$, Novembro de 13°C e em Dezembro de 11°C .

Estas temperaturas não favorecem a entrada em repouso vegetativo nas pomóideas, contrariando e retardando a entrada em dormência.

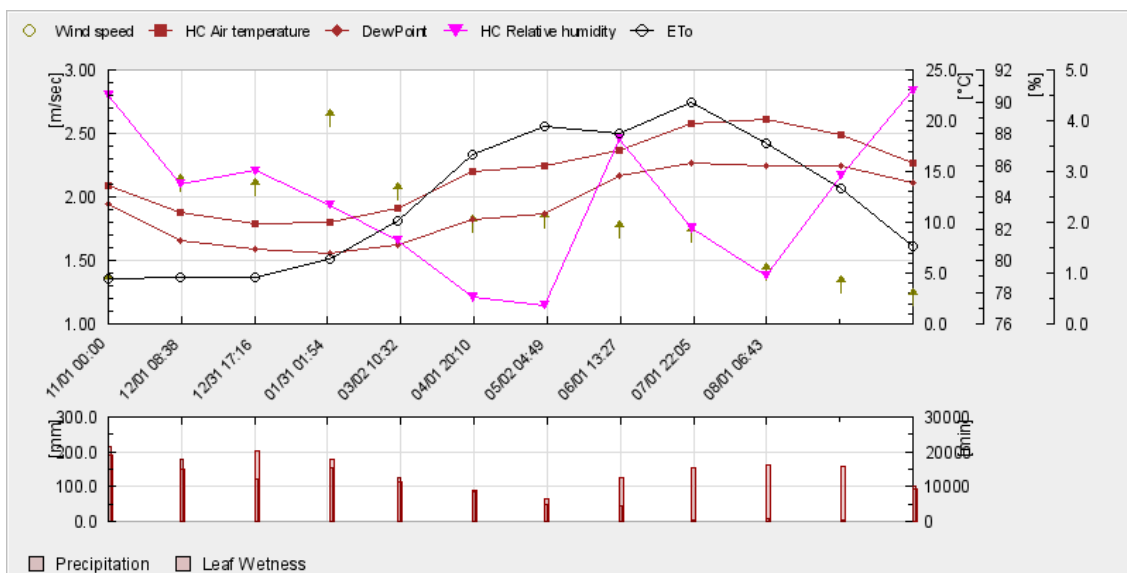


Figura 5. Dados meteorológicos mensais obtidos a partir da estação da Cella no período de Novembro a Agosto.

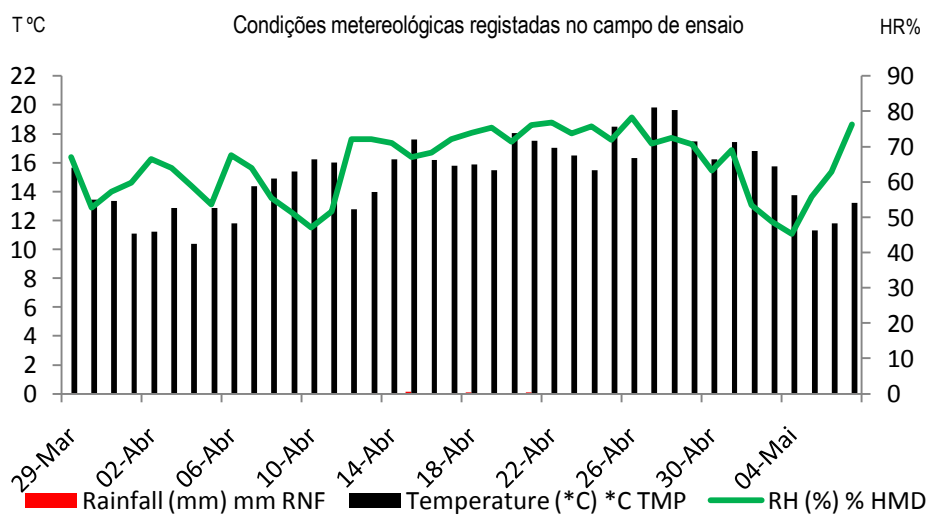


Figura 6. Condições meteorológicas observadas durante o período correspondente às aplicações dos diferentes produtos químicos.

A aplicação do ATS e da BA decorreu sob condições meteorológicas ideais de humidade relativa e pluviosidade, de acordo com a bibliografia já citada e as indicações do fabricante do produto. A temperatura no dia de aplicação não foi a ideal para a actuação deste dois produtos, não obstante no período que lhe sucedeu ter sido favorável.

4.6. Caracterização físico química do solo

A parcela onde se realizou o ensaio apresentava um solo pouco alcalino de textura franco-argilosa, com tendência a fendilhar no Verão. A toalha freática localiza-se a 1 m de profundidade, no entanto o solo não encharca e apresenta uma boa drenagem natural e artificial.

Quadro 6 Caracterização físico química do solo

	Mtº Baixo	Baixo	Médio	Alto	Mtº Alto
P ₂ O ₅					X
K ₂ O				X	
MgO			X		
m.o.		X			
Textura	Franco - Argiloso				
pH(H ₂ O)	8,2				

4.7. Análise estatística

A análise estatística foi feita com recurso ao programa *Statistics 9 software*, através da análise de variância (ANOVA) a um factor. Foi ainda efectuada a comparação múltipla entre as médias através do teste de Tukey (HSD) para um α de 0,05.

5. Resultados e Discussão

5.1. Fitotoxicidade

5.1.1. Fitotoxicidade com ATS

Após a aplicação de ATS verificou-se que este provocou uma reacção adversa na planta a nível das pétalas e das folhas, tal como se pode verificar na Fig.7. Estes sintomas não foram tão severos como os reportados por Fallahi e Fallahi (2005), devido ao facto de a rebentação da planta ter sido escalonada e a percentagem de gomos folheares abrolhados não ser muito elevada, caso contrário ter-se-iam registado severas queimaduras nas folhas que iriam afectar de forma significativa a produção de fotoassimilados fundamentais nesta fase inicial de um novo ciclo vegetativo da planta.

Estes sintomas foram visíveis logo nas primeiras 12 horas após a aplicação. A aplicação foi

efectuada na parte da tarde para evitar o aparecimento de problemas relacionados com a elevada humidade relativa, e num dia calmo. A temperatura média registada no dia de aplicação foi de 12°C, para a primeira aplicação de ATS, sendo esta inferior à temperatura ideal para a aplicação desta substância activa.

Apesar de a temperatura não corresponder à ideal (16°C) para a actuação desta substância, a aplicação teve que ser feita, uma vez que o intervalo de tempo resultante da combinação entre as condições meteorológicas e o estado fenológico da planta (50-80% das flores centrais do corimbo vingadas) assim o obrigaram.



Figura 7. Sintomas de fitotoxicidade por acção do tiosulfato de amónio nas pétalas e folhas após 24h.

Após a aplicação nos quatro dias seguintes, a temperatura atingiu os 16°C valor a partir do qual esta substância actua, altura em que foi efectuada a segunda aplicação de ATS na modalidade ATS 2X.

5.1.2. Fitotoxicidade com Metamitrão

A aplicação de metamitrão foi efectuada com frutos num estado de grande heterogeneidade, tendo-se procurado efectuar a aplicação quando estes apresentavam um diâmetro de 10 a 12 mm.

Durante os primeiros 10 dias após a aplicação não se observou quaisquer sintomas adversos na planta, folhagem ou frutos. Decorridos 15 dias, a folhagem apresentava sintomas severos de fitotoxicidade nas folhas mais velhas, sintomas estes que se caracterizam por grandes manchas necróticas, afectando entre 30 e 40% do limbo das folhas (Figs. 7.1. e 7.2.).

No estudo realizado por Dorigoni e Lezzer, (2007) na mesma variedade, mas em árvores mais velhas, já com 8 anos, e para a mesma concentração de 350 ppm, os sintomas de fitotoxicidade

apareceram no mesmo período; no entanto, estes foram ligeiros, ao contrário dos registados no presente ensaio.

No final, e em ambos os ensaios, o metamitrão não teve nenhum efeito lesivo no crescimento do fruto nem da árvore.



Figura 7.1. Folha necrosada por acção do metamitrão a concentração de 350 ppm. Sintomas observados 15 dias após a aplicação ou reacções adversas por parte das plantas.



Figura 7.2. Aspecto das folhas decorridos 20 dias da aplicação de metamitrão.

A aplicação de metamitrão em concentrações inferiores (100ppm) não provocou qualquer tipo de sintomas. Não obstante isso a única reacção adversa registada verificou-se a nível das folhas; nos frutos não se verificou nenhuma reacção adversa (carepa).

5.1.3. Número de frutos vingados ao longo do desenvolvimento vegetativo

O acompanhamento do desenvolvimento do ciclo vegetativo e produtivo da planta começou pelo estabelecimento do número de gomos florais por lançamento marcado, de modo a garantir que este ensaio teria um potencial produtivo igual para todas as árvores dentro de cada modalidade (quadro 7). Neste quadro apresenta-se o número de frutos vingados nas principais datas:

- antes da aplicação dos produtos,
- 13 dias após a aplicação dos mesmos,
- final da queda natural dos frutos não vingados, em Junho e,
- à colheita a 1 de Outubro.

Quadro 7- Número de frutos vingados por 100 corimbos ao longo do ciclo vegetativo.

Tratamentos	Nº Gomos Florais	Fruto Ving 01 Maio	Frutos Ving 16 Maio	Frutos Ving 22 Junho	Frutos Ving 01 Outubro
M_A_175	12,4 a	201,1 a	123,1 a	81,8 a	64,8 a
M_A_350	9,8 a	199,0 a	121,6 a	59,9 abc	49,6 ab
N monda	10,3 a	173,5 ab	108,8 a	62,6 ab	51,9 ab
M manual	8,6 a	150,1 ab	126,9 a	59,1 abc	61,0 a
M_100	9,5 a	140,1 ab	111,1 a	59,4 abc	54,3 ab
M_B_350	9,2 a	121,1 b	70,5 a	25,3 c	26,8 b
ATS_2X	10,3 a	109,0 b	76,2 a	55,7 abc	50,9 ab
M_B_175	10,7 a	105,0 b	95,8 a	54,4 abc	48,9 b
ATS+BA	12,1 a	102,7 b	76,0 a	30,3 bc	25,6 b
Média	10,3	144,6	101,1	54,3	48,2
EPM	1,0	16,6	13,3	8,3	7,3
P	0,1118	0,000	0,0067	0,0001	0,0012

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes (teste Tuckey para $\alpha = 0,05$)

Prob. – Probabilidade teste de F

Partindo de uma situação de igualdade em termos de potencial produtivo, nomeadamente número de gomos florais em 100 corimbos contabilizados, constata-se logo na primeira data de contagem de frutos vingados a 1 de Maio para todas as modalidades, excluindo da comparação as modalidades em que o ATS foi aplicado, que existem diferenças significativas, sendo as modalidades M_A_175ppm e M_A_350ppm as que apresentam nesta data maior número de frutos vingados, e a M_B_175ppm a menor.

Sendo a 'Fuji' bem adaptada para as condições meteorológicas do Oeste – Alcobça apesar de ser uma variedade tardia, necessita de um período de 575 horas com temperaturas inferiores a 7,2°C no Outono/Inverno para a quebra da endodormência, e conseqüentemente um abrolhamento e floração regular, de acordo com Anderson e Crocker (2009). Ora, neste ano e neste período apenas se acumularam 451 horas das 575 necessárias abaixo dos 7,2°C.

A falta de frio para a satisfação das necessidades de frio invernal evidenciou-se neste ensaio pela heterogeneidade do abrolhamento e da floração, tanto temporal como espacial. Para além da heterogeneidade no abrolhamento e floração, foram registadas mas não contabilizadas outras

anomalias a nível dos gomos que abriram, verificando-se nestes uma percentagem não quantificada de gomos florais constituídos por uma única flor de qualidade “duvidosa” o que vem ao encontro do já referido por outros autores (Petri e Leite, 2004; Luchi, 2002; Bulon e Faust, 1995; Chariani e Stebbins, 1994).

A 22 de Junho, e já após a acção de todos os produtos ter decorrido e ter cessado a queda natural dos frutos, verificou-se que existiam diferenças significativas entre as modalidades M_A_175ppm e M_B_350ppm e entre a M_A_175ppm e ATS+BA. À colheita, as modalidades com maior número de frutos vingados por 100 corimbos foram a M_A_175ppm e a monda manual.

Comparando entre si todas as modalidades em que foi aplicado o metamitrão, à colheita constatasse que não existem diferenças significativas entre as concentrações M_A_175ppm, M_100 ppm e M_A_350 ppm.

A concentração 175ppm na modalidade M_B não diferiu significativamente das restantes. Quanto ao número de frutos final para estas modalidades, e reportando ao estudo efectuado por Meland (2009), temos que estes se aproximam dos valores por si obtidos quando se parte de um número inicial de flores por cm² de área seccional de tronco (AST) de 2, no caso do M_B_350ppm, de 4 para M_100ppm, M_B_175ppm e M_A_350ppm e no caso da concentração de 175ppm M_A assemelha-se à carga de 2 flores por cm².

5.1.4. Número de frutos expresso por área seccional do ramo

O número de frutos vingados por área seccional de ramo diminuiu ao longo do tempo (quadro 8), tendo esta diminuição sido mais acentuada entre as modalidades monda manual e M_B_350ppm. Estatisticamente verificaram-se à colheita diferenças significativas entre M_A_175ppm e ATS 2X, ATS+BA, M_B_175ppm, M_A e M_B350 ppm. Relativamente às aplicações de metamitrão, o efeito da carga só se fez sentir para a concentração de 175 ppm. A actuação do metamitrão a 350 ppm foi independente da carga inicial de frutos.

Quadro 8 - Número de frutos expressos por área seccional do ramo (ASR cm²)

Tratamento	Frutos/ASR	Frutos/ASR	Frutos/ASR	Frutos/ASR
	cm ² 01/05	cm ² 16/05	cm ² 22/06	cm ² 01/10
ATS2X	9,4 c	6,4 b	4,6 b	4,2 b
ATS+BA	11,4 bc	8,8 ab	3,5 b	2,7 b
M manual	13,1 bc	10,8 ab	5,0 b	5,1 ab
M_100	12,7 bc	10,1 ab	5,6 b	5,0 ab
M_A_175	23,9 a	15,2 a	10,3 a	8,0 a
M_B_175	8,5 c	8,6 b	4,6 b	4,4 b
M_A_350	18,8 ab	11,8 ab	5,0 b	4,4 b
M_B_350	9,7 c	6,1 b	2,6 b	2,8 b
N monda	17,6 ab	11,7 ab	6,5 ab	5,1 ab
Média	13,9	9,9	5,3	4,7
EPM	1,7	1,5	0,9	0,8
P	0,000	0.0006	0,000	0,0004

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes (teste Tuckey para $\alpha = 0,05$)

Prob. – Probabilidade teste de F

À colheita (quadro 9), todas as modalidades apresentaram valores de frutos expressos por área seccional do tronco semelhantes, excepto a não monda que diferiu das demais modalidades.

Segundo Lafer (1999) a carga de frutos óptima varia entre 6 e 9 frutos por cm² AST, reportando à variedade e idade da árvore. De acordo com este estudo, apenas a modalidade não monda se enquadra nestes valores, talvez devido à idade das árvores e variedade em questão.

Fazendo uma comparação entre o número de frutos e o peso médio por fruto (quadros 11 e 12) verifica-se a existência de uma relação inversamente proporcional entre o número de frutos e o seu peso médio, o que também foi constatado por Forshey (2007) e Westwood (1978).

Quadro 9 - Número de frutos total por árvore à colheita e por área seccional do tronco

	NFTotal_Arv	NF_cm ² AST
NM	98 a	8 a
MM	47 b	4 b
ATS 2X	45 b	4 b
M_A_175	41 b	4 b
ATS + BA	38 b	5 b
M_100	36 b	4 ab
M_B_175	34 b	4 b
M_A_350	28 b	3 b
M_B_350	27 b	2 b
MÉDIA	43,8	4,23
EPM	8,0597	0,01
Prob.	0,0005	0,855

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes (teste Tukey para $\alpha = 0,05$)

Prob. – Probabilidade teste de F

5.1.5. Número de frutos obtidos por classe de calibre

A colheita e calibragem foram efectuadas individualmente, por repetição dentro de cada modalidade, obtendo-se no final o número médio de frutos por árvore de cada repetição e por modalidade (ver quadros 10 e 11).

Nas classes 65-70 mm a 75-80 mm registaram-se maior número de frutos nos diferentes tratamentos, estando de acordo com o estabelecido pelo CTIFL (2000), ao referir que são estas as classes dominantes para a 'Fuji'. Dentro destas classes de calibres, verifica-se (quadro 10) que as modalidades não monda, monda manual, ATS 2X e ATS + AB são as que apresentaram um maior número de frutos e M_A_350 ppm e M_B350 ppm as que apresentaram menor número de frutos. Estatisticamente nestas classes a modalidade não monda difere das restantes, e como seria expectável apresenta um maior número de frutos.

Na classe dos 70-75 mm observam-se diferenças entre as modalidades ATS + BA, M_B_350 e a não monda.

Nas classes de calibre inferior a 65 mm, a modalidade não monda destaca-se como sendo a mais produtiva com 23 frutos, em contraste com as restantes, nas quais o número de frutos variou entre um e quatro.

Na classe de calibres superiores a 95 mm, a modalidade ATS + BA é a que apresentou maior número de frutos.

Analisando as diferentes modalidades em relação ao momento de aplicação, se sobre a floração se sobre o fruto e em relação às classes de calibre constatou-se que não existiram diferenças significativas entre as modalidades. Podendo-se concluir que a aplicação dos produtos à floração foi efectuada na altura adequada, garantindo o vingamento do fruto central do corimbo ou que a heterogeneidade da floração se reflecte agora nos resultados finais, nos quais não existem diferenças entre as modalidades.

Quadro 10 – Número de frutos por árvore repartidos por calibres em mm à colheita

Tratamento	Nº_Frutos <60mm	Nº_Frutos 60_65	Nº_Frutos 65_70	Nº_Frutos 70_75	Nº_Frutos 75_80	Nº_Frutos 80_85	Nº_Frutos 85_90	Nº_Frutos 90_95	Nº_Frutos > 95 mm
ATS 2X	1 b	3 b	8 b	11 ab	8	6 ab	3	2	2 ab
ATS+BA	1 b	2 b	5 b	7 b	8	6 ab	3	3	3 a
M manual	1 b	3 b	9 b	9 ab	10	6 ab	4	3	2 ab
M_100	1 b	2 b	4 b	8 ab	8	6 ab	4	2	2 ab
M_A_175	0 b	1 b	4 b	8 ab	9	8 ab	5	3	2 ab
M_A_350	1 b	2 b	4 b	5 b	3	5 b	3	2	1 b
M_B_175	0 b	1 b	4 b	7 ab	7	8 ab	3	3	1 b
M_B_350	0 b	2 b	3 b	6 b	6	5 b	3	1	1 b
N monda	7 a	16 a	32 a	14 a	11	10 a	5	3	1 b
Média	1,26	3,56	8,20	8,25	8,25	6,7	3,55	2,49	1,4
EPM	0,835	1,97	4,39	1,21	1,17	0,7	0,46	0,47	0,28
Prob.	0,001	0,002	0,005	0,003	0,084	0,000	0,044	0,050	0,006

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes (teste Tukey para $\alpha = 0,05$)

Prob. – Probabilidade teste de F

5.1.6. Número de frutos agrupados por classes de calibre

Repartindo o número de frutos por classes de calibre comercializáveis, mais uma vez a modalidade não monda destaca-se como sendo a que apresenta maior número de frutos também nas classes economicamente menos vantajosas. A classe 70-90 mm corresponde à classe de frutos economicamente mais desejada pelo agricultor no mercado português, e nesta classe de calibre verifica-se que se destacam das restantes as modalidades ATS + BA e M_B_350ppm como as menos produtivas, e a modalidade não monda não difere significativamente das restantes. Este estudo realçou também o facto de a BA ter demonstrado pouco efeito de monda, o que provavelmente esteve relacionado com as baixas temperaturas durante a sua aplicação.

Os resultados menos bons obtidos na modalidade ATS + BA, em termos do número de frutos por

árvore (quadro 11) poderão estar no facto de que aquando da aplicação destas substâncias a temperatura média do ar não ter sido a ideal, Clever (2007) chegou a resultados semelhantes. Entre diferentes concentrações de metamitrão não se verificaram diferenças a nível do número de frutos, excepto a M_A 175ppm que foi ligeiramente superior às restantes.

Quadro 11 – Comparação do número de frutos por árvore repartidos por três classes de calibre, e frutos por área seccional do tronco – (AST kg/cm²) para cada modalidade à colheita.

Modalidade	NF_arv < 70	NF_arv 70_90	NF_arv > 90	N_Frutos _Arvore	NF_cm ² AST
ATS	13 b	28 ab	4 ab	45 b	4 b
ATS + BA	8 b	24 a	6 ab	38 b	5 ab
M manual	13 b	30 ab	5 ab	47 b	4 b
M_100	6 b	25 ab	4 ab	36 b	4 b
M_A175	6 b	31 ab	4 ab	41 b	4 b
M_A_350	6 b	19 ab	3 ab	28 b	3 b
M_B_175	6 b	25 ab	3 ab	34 b	4 b
M_B_350	6 b	20 b	2 b	27 b	2 b
N monda	55 a	39 ab	4 ab	97 a	8 a
Média	13,11	27	3,9	47,75	4,23
EPM	7,14	3,32	0,65	8,06	0,01
Prob	0,003	0,016	0,03	0,001	0,855

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes (teste Tukey para $\alpha=0,05$)

Prob. – Probabilidade teste de F

5.1.7. Produção total por modalidade

A monda química aumenta o peso e o tamanho do fruto uma vez que melhora a relação folhas/fruto, o que faz com que diminua a competição entre frutos pelos metabolitos (Greene, 1993). No entanto, a modalidade não monda apresentou maior produção por hectare e por área seccional do tronco (AST), factos que não são de estranhar num ano onde a satisfação das necessidades de frio invernal não foram satisfeitas, tendo como consequência uma desequilibrada e prolongada floração no tempo e conseqüente vingamento, o que não gerou uma competição entre frutos, dentro do mesmo corimbo e entre corimbos. Também não houve competição entre a componente vegetativa e a de frutificação. Apesar de não se ter verificado uma forte competição que normalmente ocorre, verificou-se que as modalidades com maiores frutos foram as que tiveram menor peso médio por fruto. De acordo com Forshey (1986), existe uma relação positiva entre o número de frutos e a produção kg/árvore e uma relação

inversamente proporcional entre o número de frutos por árvore e o peso médio dos frutos, factos corroborados pelo presente ensaio.

Tendo em consideração que as árvores deste ensaio tinham apenas três anos, e que era o seu primeiro ano produtivo, e o primeiro ano em que estavam a ser submetidos a tratamentos com substâncias que poderiam alterar o seu equilíbrio hormonal, conseguiu-se chegar a resultados semelhantes aos obtidos por outros autores. Dorigonne e Lezzer (2007), no seu estudo chegam igualmente à conclusão que as árvores do controlo são as mais produtivas. Comparando com o ensaio de Clever (2007) efectuado com 'Elstar', variedade que se assemelha à 'Fuji' em forma, calibre, produção, dificuldade em mondar e na cor do fruto, este autor obteve para o controlo, também a maior produção, e nas modalidades em que utilizou o BA conjugado com ANA aos 10 – 12mm obteve uma produção por árvore de 15 kg, produção semelhante à obtida neste ensaio na combinação do BA com ATS, permitindo realçar que o BA funciona de modo semelhante em combinação com o ANA ou com o ATS. Na modalidade metamitrão 350 ppm a produção obtida foi de 19,7 kg/árvore, superior à obtida neste ensaio 11 kg/árvore (ver quadro 12).

Quadro 12 - Produtividade por árvore, por hectare, por área seccional do tronco (kg/cm²) AST

Modalidade	Produção kg_árv	Produção Ton_ha	Produção (kg)_AST (cm ²)	Peso médio fruto g
AA	8,2 b	17,1 b	0,2 b	181 a
AB	7,7 b	16 b	0,2 b	201 a
MM	8,5 b	17,8 b	0,2 b	181 a
M_100	7,5 b	15,6 b	0,2 b	214 a
MA_175	8,2 b	17,1 b	0,2 b	201 a
MA_350	5,4 b	11,3 b	0,1 b	196 a
MB_175	6,8 b	14,1 b	0,2 b	198 a
MB_350	5,3 b	11,1 b	0,1 b	205 a
NM	16 a	33,3 a	0,4 a	164 a
Média	8,2	17,04	0,22	193.4
EPM	1,1	2,3	0	12,4
P	0	0	0,002	0,231

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes

(teste Tukey para $\alpha = 0,05$)

Prob. - Probabilidade de teste F

Tendo por base as normas estabelecidas pelo Direcção Regional de Agricultura e Pescas de Lisboa e Vale do Tejo (DRAPLVT) de modo a avaliar o potencial produtivo até entrar em plena produção para um pomar de macieiras, a DRAPLVT estima que um pomar, atinge a plena produção (50 toneladas ha⁻¹) ao fim de cinco anos após plantação. Nestas regras estabelecidas pelo GPP para pomares plantados com árvores de dois anos diferenciadas de viveiro (isto é, com antecipadas), estas apresentam no primeiro ano pós plantação 0% de produção; no segundo ano como é o nosso caso apresentavam uma produção equivalente a 10% do máximo de produção estipulado (50 tha⁻¹); no terceiro ano de 30%; no quarto ano de 70% até entrar em plena produção ao quinto ano. No pomar onde decorreu o ensaio a produção apresentada para todas as modalidades atingiu os valores estipulados para o terceiro ano de produção, que é de 15 tha⁻¹, sendo de realçar que as árvores se encontram no segundo ano de produção. A modalidade M_B_175 ppm com 14 tha⁻¹ fica muito próximo do valor estipulado pelo GPP. Quanto à modalidade M_350 ppm aqui verifica-se que não chega aos valores mínimos de produção, provavelmente devido a um excesso de monda provocado por este produto a esta concentração, tendo por base os valores estabelecidos pela DRAPLVT para um terceiro ano de produção.

5.1.8. Produção total por modalidade, repartida por classes de calibre

A repartição dos frutos por classe de calibre (quadro 13) revela que esta se concentrou nos calibres 70–75 mm a 80 – 85 mm, o que corresponde aos calibres com maior valor comercial. Na classe 75–80 mm não houve diferenças entre as modalidades, o mesmo se passou relativamente ao número de frutos (quadro 10).

Na classe 70–75 mm houve claras diferenças entre a modalidade não monda e as modalidades ATS+BA, M_100 ppm, M_B_175 ppm e M_B_350 ppm. Na classe 80-85 mm as modalidades M_B_350 ppm e M_A_350 ppm são as que apresentam menor peso, reflectindo o facto de também serem as modalidades com menor número de frutos. Neste estudo, não foram contabilizados os refugos produzidos nas diferentes modalidades, uma vez que estes apresentaram valores insignificantes, não chegando a 1% da produção.

Quadro 13 – Peso (P) dos frutos em quilogramas kg por árvore em cada modalidade repartido por classes de calibre (mm).

Modalidade	P<60mm	P_60_65	P_65_70	P_70_75	P_75_80	P_80_85	P_85_90	P_90_95	P>95mm
ATS 2X	0,0 b	0,4 b	1,3 b	1,8 ab	1,6	1,4 ab	0,7	0,6 ab	0,46 ab
ATS+BA	0,0 b	0,2 b	0,7 b	1,2 bc	1,5	1,5 ab	0,8	1 a	0,92 a
M manual	0,0 b	0,2 b	0,8 b	1,5 abc	1,8	1,5 ab	1,13	1,2 ab	0,58 ab
M_100	0,0 b	0,2 b	0,5 b	1,3 bc	1,6	1,6 ab	1	0,7 ab	0,63 ab
M_A175	0,0 b	0,1 b	0,5 b	1,3 abc	1,8	1,9 ab	1,2	0,9 ab	0,54 ab
M_A_350	0,0 b	0,1 b	0,5 b	0,8 c	1,2	1,3 b	0,7	0,5 ab	0,33 ab
M_B_175	0,0 b	0,1 b	0,6 b	1,0 bc	1,4	1,8 ab	0,8	0,8 ab	0,21 b
M_B_350	0,0 b	0,2 b	0,5 b	0,9 bc	1,2	1,1 b	0,7	0,3 b	0,38 ab
N monda	0,5 a	1,6 a	4,3 a	2,3 a	2,2	2,2 a	1,25	0,9 a	0,75 ab
Média	0,01	0,35	1,08	1,22	1,59	1,56	0,92	0,77	0,53
EPM	0,075	0,200	0,547	0,190	0,25	0,180	0,135	0,129	0,119
Prob.	0,004	0,001	0,003	0,002	0,20	0,016	0,029	0,007	0,019

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes (teste Tukey para $\alpha=0,05$)

Prob. – Probabilidade teste de F

5.1.9. Comparação do ritmo de crescimento dos frutos

A modalidade ATS+BA foi a que apresentou ao longo de todo o ciclo um ritmo de crescimento dos frutos mais elevada. Inexplicavelmente, e contra o que seria de esperar, na última medição a modalidade não monda apresentou um ritmo de crescimento semelhante às restantes, o que motivou a não existência de diferenças entre as modalidades (ver figura 9.).

Analisando a distribuição por frequência dentro de cada classe de calibre em percentagem, a 1 de Outubro (Fig. 8.) de todos os frutos medidos ao longo do ciclo vegetativo, verifica-se que a modalidade não monda teve uma distribuição heterogénea dos frutos nas classes de calibre, sendo a que apresenta maior percentagem de frutos na classe 85.

A modalidade ATS apresentou uma percentagem de frutos muito homogénea em todas as classes. Já na modalidade ATS+BA sobressai o calibre 95. Nesta modalidade a percentagem de frutos inferiores a 80 mm foi inferior a 5%.

Na comparação entre as modalidades de metamitrão a 175 ppm regista-se que quando aplicada em árvores com menor carga aumentou ligeiramente o calibre dos frutos em todas as classes de calibre, e os frutos obtidos foram mais concentrados; nas árvores com maior carga os frutos dispersaram-se por mais classes de calibre. Na modalidade de metamitrão 350 ppm a maior carga originou uma distribuição mais homogénea dos frutos nas diferentes classes de calibre, em contraste com a menor carga por árvore que apresentou maior heterogeneidade percentual por classes na distribuição dos frutos.

%

Frequências por classes de calibre _modalidade_01_Outubro

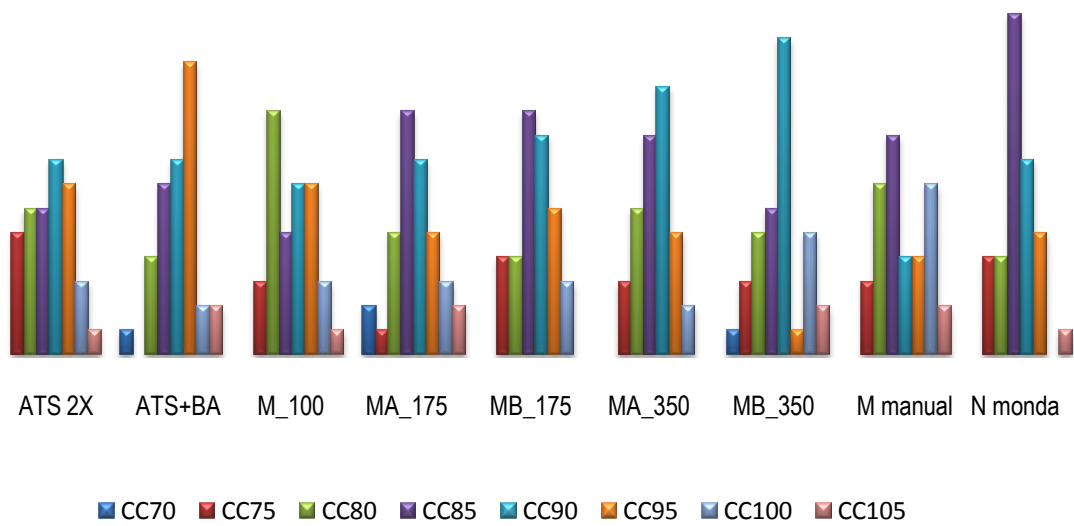


Figura 8. Distribuição dos frutos por classes a 01 de Outubro

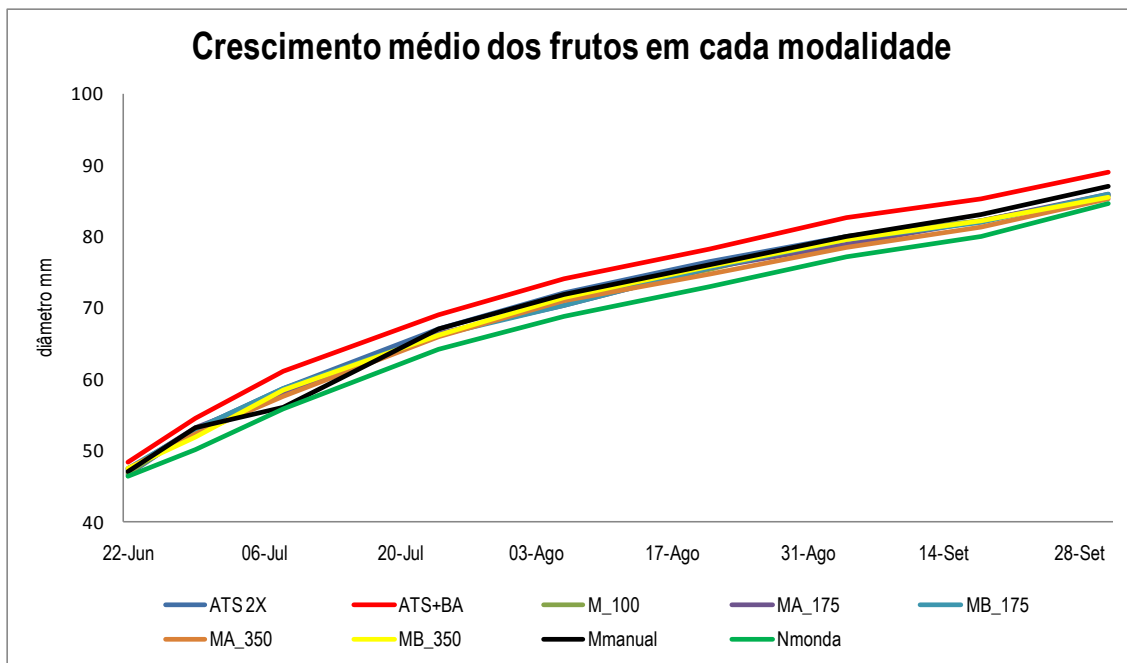


Figura 9. Curva de crescimento dos frutos por modalidade desde a queda de Junho à colheita

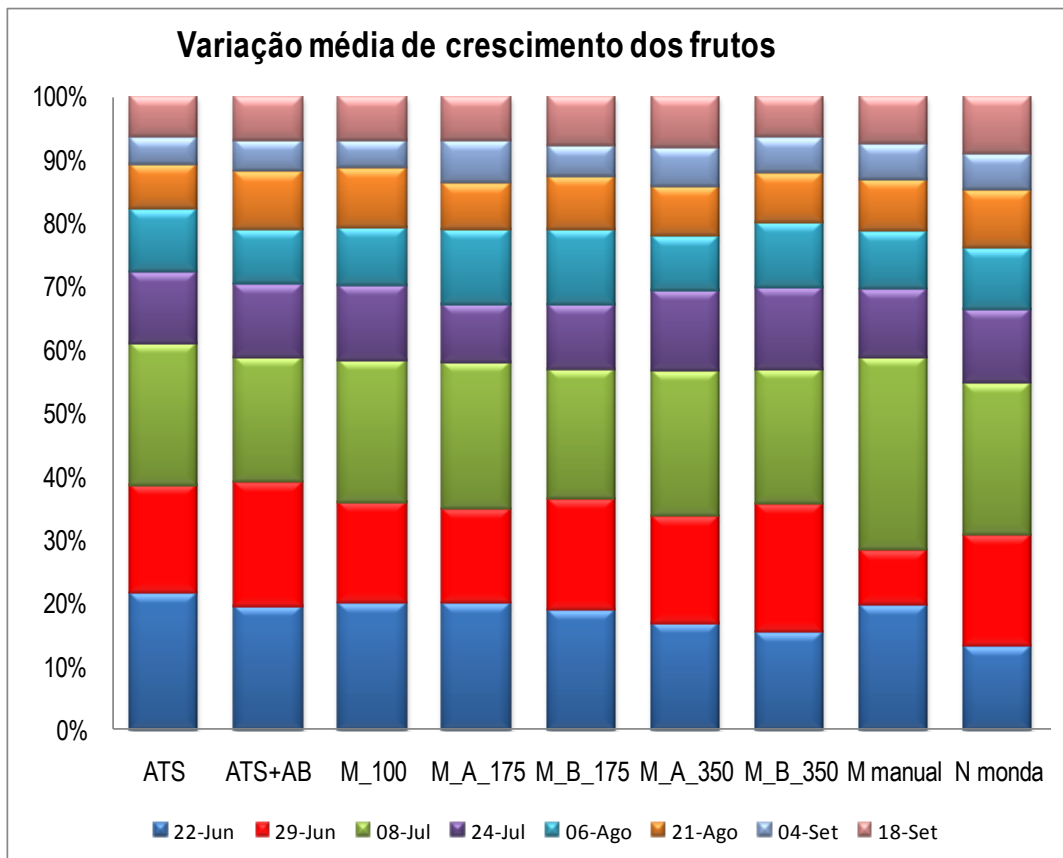


Figura 10. Ritmo de crescimento dos frutos ao longo do seu desenvolvimento

Da análise da figura 10. constata-se que o período decorrido entre 29 de Junho e 8 de Julho se revelou como o período de maior crescimento, principalmente na modalidade de monda manual dado que esta foi efectuada a 22 de Junho. Este facto representa a resposta dos frutos ao aumento da relação folhas/fruto e expressa a resposta dos frutos que ficaram na árvore ao aliviar da carga. É igualmente possível constatar que o ritmo de crescimento dos frutos abranda à medida que nos aproximamos da maturação e colheita.

5.1.10. Características de qualidade

A avaliação da qualidade de uma produção faz-se através da determinação dos indicadores de qualidade, nomeadamente firmeza, teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), teor de amido e acidez, que são os indicadores que permitem determinar com mais exactidão a data de colheita da cultura (ver quadro 15). No caso da 'Fuji' o exigido comercialmente é que esta apresente valores de dureza 6 - 7 kg cm⁻², valores de $^{\circ}$ Brix superiores a 16 e teores de acidez inferiores a 4 g/l.

Neste ensaio podemos considerar que a colheita foi feita aquando da maturação comercial e não na maturação fisiológica. A colheita da 'Fuji' encontra-se referenciada em toda a bibliografia

como sendo efectuada na primeira quinzena de Outubro. No entanto, e devido às características edafo-climáticas da região de Alcobaça, a colheita pode ser feita uma a duas semanas mais cedo.

A determinação destes indicadores foi efectuada apenas nos frutos colhidos nos ramos acompanhados ao longo do desenvolvimento fisiológico. Em todas as modalidades a firmeza foi superior ao estipulado para a maturação fisiológica, no entanto a modalidade ATS+BA destacou-se como a que apresentou frutos com dureza média superior às restantes. Nesta modalidade é que seria de esperar que com o aumento do tamanho do fruto conduzisse a uma diminuição da firmeza. Frequentemente a BA aumenta a dureza dos frutos, mesmo no caso de calibres grandes, Greene (1993) comprovou, após alguns anos de experimentação, um aumento em 50% da firmeza dos frutos, estando esta relacionada com o aumento da divisão celular.

Quanto ao teor de sólidos solúveis (TSS) normalmente a monda melhora este parâmetro, uma vez que melhora a relação folhas/fruto, permitindo assim uma maior distribuição de alimento por cada fruto. Em todas as modalidades o TSS foi superior ao valor estabelecido comercialmente. Na modalidade não monda, o valor apresentado foi elevado, apesar de esta modalidade ter tido maior número de frutos por árvore, mas não frutos por área seccional do ramo (quadro 8).

A modalidade M_B_175 apresentou os melhores valores para todos os indicadores, ao que não será alheio o facto de ser a que apresentou resultados mais constantes e equilibrados, uma menor carga à partida permitiu-lhe uma melhor relação folhas/fruto, menor competição entre frutos, complementada com a acção da monda.

A comparação entre épocas de aplicação também não implica qualquer diferença significativa para os indicadores de qualidade.

A amostra de frutos não foi muito grande e os frutos analisados eram bastante heterogéneos em termos de calibres (Fig. 8.) o que influenciou os resultados, uma vez que existiu uma diferença em termos de florações ocorridas.

Quadro 15 - Parametros de qualidade à colheita

Modalidade	Dureza (kg/cm ²)	TSS (°Brix)	Amido	Acidez (g / l)
ATS	7,5 bc	15,8 abc	7,4 a	4,3 bc
ATS+BA	8,4 a	15,8 abc	6,7 abc	3,9 cd
M_A_175	7,5 bc	15,2 c	7,1 ab	4,7 ab
M_B_175	7,3 c	16,3 a	7,4 a	3,8 d
M_100	7,5 bc	15,3 bc	6,5 abc	4,3 bc
M_A_350	7,7 bc	15,1 c	6,1 c	4,7 ab
M_B_350	8,0 ab	14,9 c	6,9 abc	4,3 bc
MM	7,7 bc	15,1 c	6,4 bc	4,8 a
NM	7,5 bc	16,2 ab	7,4 a	3,8 cd
Média	7,674	15,5	6,8796	4,2654
EPM	0,137	0,202	0,2114	0,1069
P	0,000	0,000	0,000	0,000

EPM: erro padrão médio

Letras diferentes correspondem a médias significativamente diferentes (teste Tukey para $\alpha = 0,05$

Prob. - Probabilidade de teste F

6. Conclusões

Na zona de Alcobaça, a maçã encontra excelentes condições edafo-climáticas para o seu desenvolvimento, o que faz desta uma área geográfica por excelência para a produção de todas as variedades de maçã. É por este facto denominada zona de Indicação Geográfica Protegida (IGP) – ‘Maçã de Alcobaça’.

A realização deste ensaio permitiu testar pela primeira vez em Portugal, na variedade ‘Fuji’ Kiku® 8 Frubax (S), a potencialidade do tiosulfato de amónio, da 6-benziladenina e do metamitrão como agentes de monda química.

Em relação a estas substâncias poucos estudos têm sido feitos na Europa com a variedade ‘Fuji’ e em particular em Portugal não existem experiências feitas com o metamitrão. O efeito das substâncias activas na monda depende em grande parte da variedade, e os estudos até agora publicados com estas substâncias têm sido efectuados com a ‘Elstar’. Por outro lado, a retirada do mercado do carbaril abriu uma lacuna em termos de eficácia de facilidade e aplicabilidade no que diz respeito à monda química, forçando o estudo de soluções químicas alternativas.

Com base nos resultados obtidos durante o ensaio no ano de 2010, podemos retirar as

seguintes conclusões:

- O tiosulfato de amónio (ATS) e a 6-benziladenina (BA) são duas novas substâncias activas usadas na monda, cuja acção está dependente das condições meteorológicas (temperatura e humidade relativa) ocorridas no período de aplicação.

- O ATS demonstrou ter uma acção de toxicidade sobre as pétalas e folhas após a primeira aplicação semelhante à registada por Fallahi e Fallahi (2005). Este efeito de toxicidade reflectiu-se no desenvolvimento inicial das plantas, não obstante no final não alterar o normal desenvolvimento e produtividade daquelas. Com efeito, a toxicidade provocada pelo ATS após a primeira aplicação poderá ter contribuído para criar uma situação de stress em torno dos gomos motivando um abrolhamento e floração mais homogénea. O ATS na concentração usada não teve qualquer efeito de monda sobre as flores, pelo que no final não houve diminuição de produtividade.

- O ATS é uma das substâncias químicas que pode ser utilizada em substituição do carbaril. No entanto, a exigência técnica (temperatura superior a 16°C) condiciona a sua aplicação na região de Alcobça, uma vez que nem sempre a temperatura que se verifica no período de aplicação (Março e Abril) é a ideal à sua actuação. Por outro lado, o risco de ocorrência de geadas tardias comprometedoras da produção faz com que os agricultores prefiram substâncias para a monda que actuem sobre o fruto em detrimento das que actuam sobre a flor.

- Outra das substâncias activas utilizadas no ensaio foi, como já referido, a 6-BA, por apresentar um bom perfil ecotoxicológico e uma época de aplicação que varia entre os 8 e os 14 mm de diâmetro do fruto central do corimbo.

- Não se obteve um efeito significativo em relação aos parâmetros analisados da aplicação da 6-BA; este resultado poderá estar relacionado com as condições meteorológicas nomeadamente de temperatura pouco favoráveis aquando da aplicação destes produtos, já que para uma actuação eficaz da BA é necessária uma temperatura de 18 °C no dia da aplicação e nos dois dias seguintes.

O ATS e a BA são duas substâncias activas que podem ser utilizadas sozinhas ou em combinação. Esta mistura é a ideal para substituir o ácido naftalenacético (ANA) na conjugação com a BA, uma vez que o ANA provoca frutos pigmeus na variedade 'Fuji'.

No entanto, o ATS apresenta uma forte dependência da temperatura verificada no intervalo de tempo que decorre entre dois dias antes e após a aplicação.

- As árvores submetidas à acção do ATS e de seguida à BA tiveram ao longo do ciclo vegetativo um bom desenvolvimento, tendo sido as que desde início apresentaram frutos com maior

diâmetro e com maior intensidade de crescimento (ver figura 9.), recuperando do impacto negativo do ATS.

- No final da experiência, a fruta proveniente daquelas árvores foi a que apresentou maior dureza (Quadro 15), espelhando uma das características da 6-BA. Para esta região, o facto de a BA induzir aumento de dureza poderá ser vantajoso em variedades como a 'Royal Gala' e a 'Golden' contudo, no caso da 'Fuji' o aumento de dureza poderá não constituir uma vantagem, uma vez que este parâmetro serve de base para o estabelecimento da data de colheita, podendo induzir em erro, ou podendo ainda mais tarde reflectir-se favoravelmente na conservação.

- Do ensaio resulta que a utilização da 6- BA numa só aplicação pode constituir uma boa alternativa ao carbaril, no caso da 'Fuji' e desde que o preço de mercado do produto se mostre competitivo para o agricultor.

O metamitrão é uma substância química com acção herbicida que actua independentemente da temperatura e cuja aplicação pode ser feita mais tarde sobre frutos com um estado de desenvolvimento desde os 6 até aos 14 mm.

- Dada a inexistência de qualquer conhecimento sobre os efeitos desta substância, foi inicialmente pensado ensaiar o seu efeito em diferentes concentrações, numa só aplicação ou em aplicação repetida, nas seguintes modalidades:

- M_100 ppm aplicação efectuada aos 8 mm

- M_175 ppm aos 6 mm - 8 mm

- M_350 ppm aos 6 mm - 8 mm

- M_175 ppm aos 8 mm e uma segunda aplicação aos 12 mm

- M_350 ppm aos 8 mm e uma segunda aplicação aos 12 mm

Decorridos dez dias sobre a primeira aplicação, as árvores evidenciaram sintomas de fitotoxicidade nas folhas. Por outro lado, verificou-se que a aplicação tinha sido realizada em dois conjuntos de árvores com carga muito distinta. A 1 de Maio, antes da aplicação do metamitrão, um conjunto de árvores que foi denominado de carga baixa apresentava em média 113 frutos vingados por 100 corimbos, enquanto outro conjunto denominado de carga alta apresentava 200 frutos vingados por 100 corimbos. Face a esta reacção decidiu-se reformular o ensaio abandonando a segunda aplicação com receio da acção fitotóxica do produto sobre as árvores e risco de excesso de monda.

- Numa primeira avaliação dos resultados obtidos da acção das substâncias activas sobre o número de frutos vingados por 100 corimbos, o metamitrão revelou ser a substância com maior

efeito redutor no número de frutos (ver Quadro 7.).

Assim, quanto ao efeito sobre a carga de frutos, o metamitrão demonstrou ter uma acção independente desta para as concentrações 175 ppm e 350 ppm; no entanto para a concentração 350 ppm em árvores de carga baixa provocou excesso de monda.

Analisando em conjunto todos os parâmetros estudados, e apesar de não se terem verificado grandes diferenças entre as modalidades, constata-se que as árvores onde foi aplicado o metamitrão a 100 ppm e 175 ppm, foram as que apresentaram melhor produtividade, número equilibrado de frutos e melhor peso médio por fruto (ver Quadro 12.).

Na concentração de 350 ppm o metamitrão reduziu substancialmente a produção quando comparado com todas as outras modalidades (ver Quadro 12).

Tratando-se de um ensaio que decorreu apenas num ano, deverá ser repetido nos anos subsequentes, de molde a obter a confirmação dos resultados obtidos.

- A monda manual efectuada no ensaio foi previamente delineada com o agricultor, de modo a deixar apenas um fruto por corimbo e um espaçamento de 15 cm entre estes, tendo em consideração a idade do pomar (3 anos) e o facto do porta-enxerto ser ananicante (M9).

Este modelo de monda manual não corresponde à monda normalmente praticada na região nem pelo agricultor nas restantes parcelas da sua exploração agrícola. A monda efectuada deste modo demonstrou ser a melhor estratégia de monda (ver Quadro 12).

- Não obstante os resultados obtidos, a monda manual deverá ser encarada como um método complementar da monda química, atento o elevado custo, a mão-de-obra qualificada e a morosidade da operação.

De referir ainda que a modalidade não monda foi onde se obteve maior número de frutos, maior produtividade, mas menor peso médio por fruto, reforçando a necessidade de monda, já que uma parte significativa da sua produção se concentrou nos calibres sem grande valor comercial. Em conclusão, os resultados apresentados pelas diferentes modalidades de monda foram condicionados pelas condições meteorológicas que se verificaram no período de Outono - Inverno que antecedeu a realização do ensaio. Condições climáticas que se traduziram em insuficiente acumulação de horas de frio (575 h inferiores a 7,2°C para a variedade 'Fuji'). A acumulação destas horas de frio é fundamental para garantir um abrolhamento homogéneo e uma floração de qualidade (regular e concentrada). Se o próximo Inverno decorrer de forma a suplantar a necessidades em frio para quebra da dormência e a floração, e o conseqüente vingamento for mais concentrado, é possível que as diferenças entre os tratamentos sejam mais claras e os efeitos destas substâncias mais evidentes.

7. Referencias Bibliográficas

- Al-Hinai, Y. K. and Roper, T. R. 2004. Rootstock effects on growth, cell number, and cell size of 'Gala' apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 129 (1): 37-41.
- Andersen, P.C., Crocker, T.E., Low Chill Apple Cultivars for North Florida and North Central Florida. <http://edis.ifa.s.ufl.edu/pdffiles/MG/MG36800.pdf>. Acedido a 15 de Outubro de 2010
- Basak, A. 2004. Fruit Thinning by using Benzyladenine (BA) with ethephon, ATS, NAA, Urea and Carbaryl in Some Apple Cultivars. *Acta Hort.* 653: 99-106.
- Bulon, L. e Faust, M., 1995. New aspects of buds dormancy in apples trees. *Acta Hort.* 395: 105 - 111.
- Byers, R. E., e Carbaugh, D.H. 2002. Effects of Thinning Time on Yield, Fruit Size, and Return Bloom of 'York' and 'Golden Delicious' Apples Trees, *Journal of Tree Fruit Production* 3, (1): 55-62 .
- Byers, R.E. 1993. Controlling growth of bearing apple tree with ethephon. *HortScience* 28: 1103–1105.70
- Byers, R.E. 2003. Flower and fruit thinning and Vegetative: Fruiting Balance. In: *Apples: Botany, Production and Uses*. D.C. Ferree, I. Warrington (eds.). USA. CAB International. pp. 409-436.
- Byers, R.E., D.H. Carbaugh, C.N. Presley and T.K. Wolf. 1991. The influence of low light on apple fruit abscission. *J. Hort. Sci.* 66: 7-17.
- Chariani, K. e Stebbins, R.L. 1994. Chilling requirements of Apple and pear cultivars. *Fruit Varieties Journal* 48(4): 215-222.
- Clever, M. 2007. A comparison of different thinning products applied to the apple variety 'Elstar Elshof' in the Lower Elbe region. *Erwerbs-Obstbau* 49 (3) 107-109.
- Corelli-Grappadelli, L., 2003: Light relations. *Apples; Botany, Production and Uses*, D.C Ferree and I.J. Warrington (Eds.), CABI Publishing, Cambridge, MA, USA, 195-216.
- Demaria *et al.*, 2008. Definição della modalità d'impiego dei dirandi 6-benziladenina (BA) ed Ethephon sui gruppi varietali Gala e Fuji. Acedido em 2010 Janeiro.
- Dennis, F.G.Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regul.* 31: 1-16.
- Dennis, F.G.Jr. 2002. Mechanisms of action of apple thinning chemicals. *HortScience* 37(3): 471-474.

- Domingos, S.N.G. 2009. O ensombramento como técnica de monda na macieira 'Gala' (*Malus domestica* Borkh.). Dissertação de Mestrado em Engenharia Agronómica, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.
- Donoho, C.W.Jr. 1968. The relationship of date of application and size of fruit to the effectiveness of NAA for thinning apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 92:55–62.
- Dorigoni, A. 2009. Diradamento Meccanico su Melo vantaggi e limiti. *Terra Trentina* 4: 15 – 18.
- Dorigoni, A. and Lezzer., P. 2007. Chemical thinning of Apple wit new compounds. *Erwerbs-Obstbau* 49 (3): 93-96.
- Dorigoni, A. S/data. Diradamento chimico del melo com particolare riferimento all'uso di exilis (6-benziladenina).http://www.fine-america.com/_Attachments/Resources/345_S4.pdf
Acedido em Fevereiro de 2009.
- Edgerton, L.J. 1971. Apple abscission. *HortScience* 6 (4): 378–382.
- Embree, C. G., Myra, M.T. D, Nichols, D. S. and Wright, A. H. 2007. Effect of blossom density and crop load on growth, fruit quality, and return bloom in 'Honeycrisp' apple. *HortScience*, 42: 1622–1625.
- Fallahi, E. Chun,I.J. and Fallahi-Mousavi, B. 2004. Influence of New Blossom Thinners on Fruit Set and FruitQuality of Apples. *Acta Hort.* 653: 81-83.
- Fallahi, E., Fallahi, B. 2006. Use of new blossom thinners to reduce hand thinning and improve fruit quality in apples, peaches, nectarines and plums. 27th Int. Horticultural Congress & Exhibition. August 13-19, 2006, Seooul, Corea. Abstract, S09-0-9, pp. 288-289.
- Faust, M. 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. New York. J. Wiley. 338 pp.
- Forshey, C. G. and Elfing, D. C. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. *Horticultural Reviews* 11: 229–287.
- Forshey, C.G., 1986. Chemical Fruit Thinning of Apples. New York's Food and Life Sciences Bulletin. 116:1-7. <http://www.nysaes.cornell.edu/pubs/fls/OCRPDF/FLS-064.pdf> Acedido em Maio 2009.
- Fundazione Edmund Mach. 2008. 11^a Giornata Técnica Clés, 13 febbraio 2008 Atti. La frutticoltura della Valli del Noce.
- Fundazione Edmund Mach. 2009. Diradamento del melo 2009 in IASMA Notizie Frutticoltura n° 15.
- Goffinet, M., Robinson, T.L. and Lakso, A.N. 1995. A comparison of 'Empire' apple fruit size and anatomy in unthinned and hand-thinned trees. *J. Hort. Sci.* 70: 375–387.72.
- Greene, D.W. 1993a. A comparison of the effects of several cytokinins on apple fruit set and fruit

- quality. *Acta Hort.* 329:144–146.
- Greene, D.W. 1993b. A review of the use of benzyladenine (BA) as a chemical thinner for apples. *Acta Hort.* 329: 231–236.
- Greene, D.W. and Autio, W.R. 1994. Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type 'Delicious' apples. *HortScience* 29: 887–890.
- Greene, D.W., Autio, W.R., Erf, J.A. and Mao, Z.Y. 1992. Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 775–779.
- Grossman, Y.L. and Dejong, T.M. 1995. Maximum fruit growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach growth. *Annals of Botany* 75: 553-560.
- Holownicke *et al.*, 1999. (cit em Domingos, S.N.G. 2009)
- Iuchi, V.L.; Iuchi, T.; Brighenti, E. e Ditrich, R. 2002. Quebra de dormência da macieira (*Malus domestica* Borkh) em São Joaquim. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, SP, 24 (1): 168-174.
- Knight, J.N. and Spencer, J.E. 1987. Timing of application of carbaryl used as an apple fruitlet thinner. *J. Hort. Sci.* 62: 11–16.
- Koukourikou-Petridou, M.A. 2003. The relation between the levels of extractable and difussible IAA in almond fruit and their "June drop". *Plant Growth Regul.* 39: 107-112.
- Kronenberg, H.G. 1988. Temperature requirements for growth and ripening of apples. Netherlands. *J. Agr. Sci.* 36: 23-33.
- Lafer, G. 1999. Fruit ripening and quality in relation to crop load of apple trees. In: *Agrifood quality II: quality management of fruits and vegetables*. M. Hagg, R.Ahvenainen, A. M. Evers and K. Tiikikkala (eds). The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK. pp. 369-372.
- Lakso, A. and Corelli Grappadelli, L. 1998. Le tecniche di potatura e allevamento influenzano la ripartizione dei carboidrati e lo sviluppo dei frutti di melo. pp 97-107. In: 75
- Lakso, A. N., Robinson, T.L. and Pool, R.M. 1989. Canopy microclimate effects on patterns of fruiting and fruit development in apples and grapes. In: *Manipulation of fruiting*. C.J. Wright (ed.). 47th Nottingham Easter School, Butterworths, London. pp. 263-274.
- Lakso, A.N. 1980. Correlation of fisheye photographs to canopy structure, light climate, and biological responses to light in apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 43-46.
- Lakso, A.N. 1986. Photosynthesis in fruit trees in relation to environmental factors. In: *Regulation of photosynthesis in fruit trees*. A. Lakso and F. Lenz. (eds.). N.Y. State Agricultural Experiment Station Spec. Publ.

- Lakso, A.N. 1994a. Apple. In: *Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops*. B. Schaffer and P.C. Anderson (eds.). Vol.1. Temperate Crops. CRC Press. Boca Raton. Florida. pp. 3-42.
- Lakso, A.N. 1994b. Effects of environmental stresses on apple productivity and performance. In: Proc. 1994 Ontario Hort Crops Conference pp. 14-18.
- Lakso, A.N. and Musselman, R.C. 1976. Effects of cloudiness on interior diffuse light in apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 101: 642- 644.
- Lakso, A.N. and Seeley, E.J. 1978. Environmentally induced responses of apple tree photosynthesis. *HortScience* 13: 646-650
- Lakso, A.N., J. Wunsche, J.W. Palmer, and L. Corelli Grappadelli. 1999. Measurement and modeling of carbon balance of the apple tree. *HortScience* 34:1040-1047.
- Lakso, A.N., L.C. Grappadelli, J. Barnard, and M.C. Goffinet. 1995. An exponential model of the growth pattern of apple fruit. *J. Hort. Sci.* 70: 389-397.
- Lakso, A.N., L.C. Grappadelli, J. Barnard, and M.C. Goffinet. 1995. An exponential model of the growth pattern of apple fruit. *J. Hort. Sci.* 70: 389-397.
- Lakso, A.N., White, M.D. and Tustin, D.S. 2001. Simulation modelling of effects of short and long-term climatic variations on carbon balance of apple trees. *Acta Hort.*557: 473-480.
- Lawson, D. S., Reissig W. H. and Agnello. A. M. 1998. Effects of summer pruning and fruit thinning on obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae) fruit damage in New York state apple orchards. *J. Agr. Entomol.* 15:113-123.
- Leib, B.G., Caspari, H.W., Redulla, C.A., Andrews, P.K. and Jabro, J.J. 2006. Partial rootzone drying and deficit irrigation of 'Fuji' apples in a semi-arid climate. *Irrigation Science* 24:85-99.
- Luckwill, L.C. 1953. Studies of fruit development in relation to plant hormones. II. The effect of naphthalene acetic acid on fruit set and fruit development in apples. *J. Hort. Sci.* 28:25-40 (cit em Dennis, 2002).
- Luckwill, L.C. 1970. The control of growth and fruitfulness of apple trees. In: *Physiology of Tree Crops*. L.C. Luckwill, C.V. Cutting (eds.). Academic Press. London. pp. 237-254. (cit em Domingos, S.N.G. 2009).
- Maas, F. 2007. Thinning strategies for 'Elstar' apples - Experiences with ammonium thiosulphate, calcium hydroxide and benzyladenine. *Erwerbs-Obstbau* 49(3): 101-105.
- Mathieu, V. 2010. Apple thinning Some works on mechanical thinning Eufrin Working Goup on Thinning- Lleida 11-13 March.

- Meland, M. 2009. Effects of different crop loads and thinning times on yield, fruit quality, and return bloom in *Malus x domestica* Borkh.'Elstar'. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* (2009) ISAFRUIT Special Issue 117–121.
- Monselise, S. P and Goldschmidt, E. E. 1982. Alternate bearing in fruit trees. *Horticultural Reviews* 4: 128–173. (cit em Meland, 2009).
- Mpelasoka B.S., Behboudian M.H. and Mills T.M. 2001. Effects of deficit irrigation on fruit maturity and quality of 'Braeburn' apple. *Sci. Hortic.* 90: 279–290.
- Palmer, J.W., Giuliani, R. and Adams, H.M. 1997. Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of 'Braeburn'/M26 apple trees. *Tree Physiol.* 17: 741–746.
- Petri, J.L. Conseqüências da Falta de Frio em Macieiras (*Malus domestica*). <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes>. Acedido em Outubro de 2010.
- Petri, J.L. Palladini, L.A., Schuck, E., Ducroquet, J.P., Matos, C.S. e Pola, A.C. 1996. Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado. Florianópolis: EPAGRI, 1996, 110p. (EPAGRI, Boletim Técnico, 75).
- Petri, J.L., Leite, G.B. and Basso, C. 2006. Chemical Thinning of 'Fuji' Apples Growing in a Mild Winter Climate. *Acta Hort.* 727: 429-436.
- Salvador, F.R., Fisichella, M. and Fontanari, M. 2006. Correlations between fruit size and fruit quality in apple trees with high and standard crop load levels. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14: 113-122.
- Sexton, R. 1997. The role of ethylene and auxin in abscission. *Acta Hort.* 463:435-444.
- Singh, L.B. 1948. Studies in biennial bearing. II. A review of the literature. *J. Hort. Sci.* 24:45–65 (cit em Dennis, 2002).
- Stahley, E.A. and Williams, M.W. 1972. Effect of plant growth regulators on apple fruit and pedicel abscission. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 47:724-726.
- Tromp, J. 2000. Flower-bud formation in pome fruits as effected by thinning. *Plant Growth Regulators* 31: 27–34. (cit em Meland, 2009).
- Tromp, J., Webster, A. D. and Wertheim, S. J. 2005. *Fundamentals of temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 400 pp.
- Uota, M. 1952. Temperature studies in the development of anthocyanin in 'Mcintosh' apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 59: 231-237.
- Warrington, I.J., Fulton, T.A., Halligan, E.A. and de Silva, H.N. 1999. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 468-477.

- Way, D.W. 1967. Carbaryl as a fruit thinning agent. II. Concentration and time of application. *J. Hort. Sci.* 42: 355–365.
- Wertheim, S.J. 1997. Chemical thinning of deciduous fruit crops. *Acta Hort.* 463: 445–462.
- Wertheim, S.J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. *Plant Growth Regul.* 31: 85-100.
- Westwood, M.N. 1978. *Temperate Zone Pomology*. San Francisco: W.H. Freeman. 428 pp.
- Williams, K.M. and Fallahi, E. 1999. The effects of exogenous bioregulators and environment on regular cropping of apple. *HortTechnology* 9 (3): 323-327.
- Wismer, P.T., Proctor, J.T.A. and Elfving, D.C. 1995. Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 802–807.

8. ANEXOS

ANEXO I

Campo de ensaio

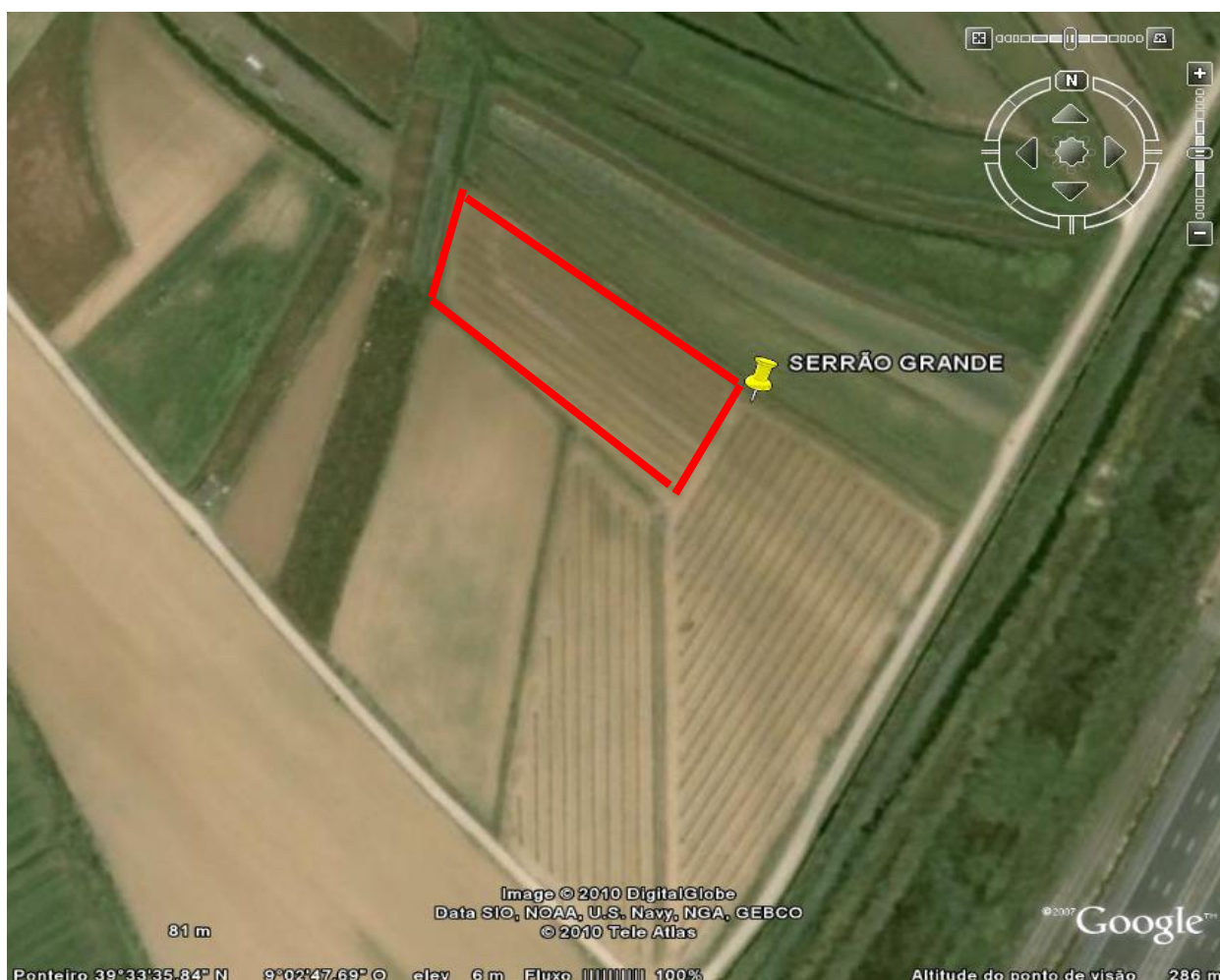


Figura 11. Fotografia aérea da parcela Serrão Grande. Delineada a vermelho local de realização do ensaio

Fonte: www.googleearth.com

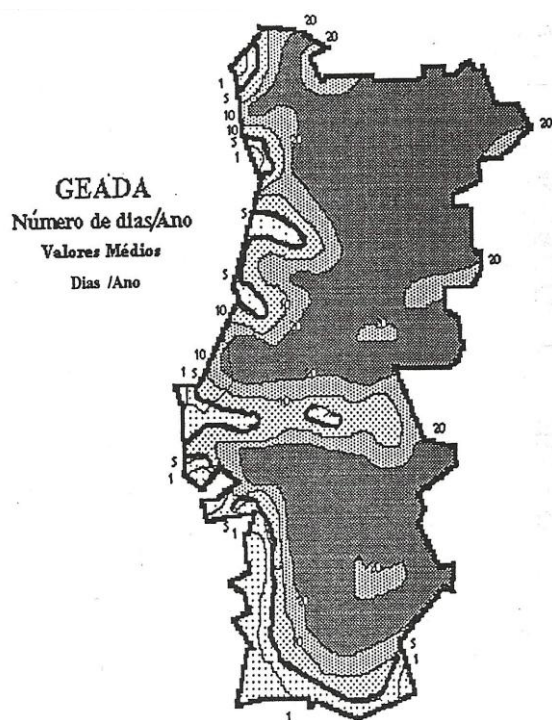
ANEXO II

1. Caracterização climática da região onde se efectuou o ensaio

O clima da região onde se realizou o ensaio é classificado segundo Thorntwaite, do tipo Mediterrânico, , em Cls, no litoral a B2, no interior.

Como clima mediterrânico, apresenta uma pluviosidade concentrada nos períodos mais frios do ano, no entanto a proximidade do mar vem atenuar as limitações hídricas do verão e acentuar a amenidade do Inverno. A nebulosidade verificada nesta zona constitui como que uma precipitação invisível, ocasionando uma alta humidade relativa média do ar (80% média anual) e uma temperatura média de 15°C (figura 12.a). Esta zona caracteriza-se por apresentar em média 20 a 30 dias por ano de geada (ver figura 12, facto não verificado em 2010).

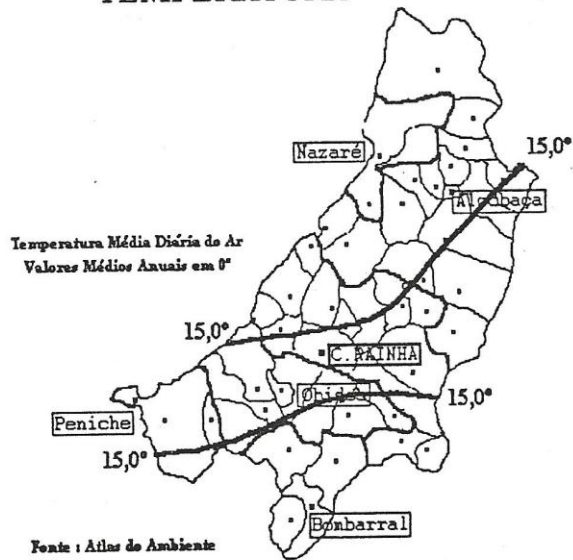
Estes dois factores são muito importantes na criação de um microclima específico desta zona, o que confere, associado às características do solo, excelentes condições para a produção de maçã



Fonte:Atlas do Ambiente

Figura 12. Caracterização climática da zona de Alcobaça, nº de dias/ano valores médios de dias/ano de geada. Fonte: Atlas do Ambiente in PDAR, Caldas da Rainha1992

TEMPERATURA



PRECIPITAÇÃO

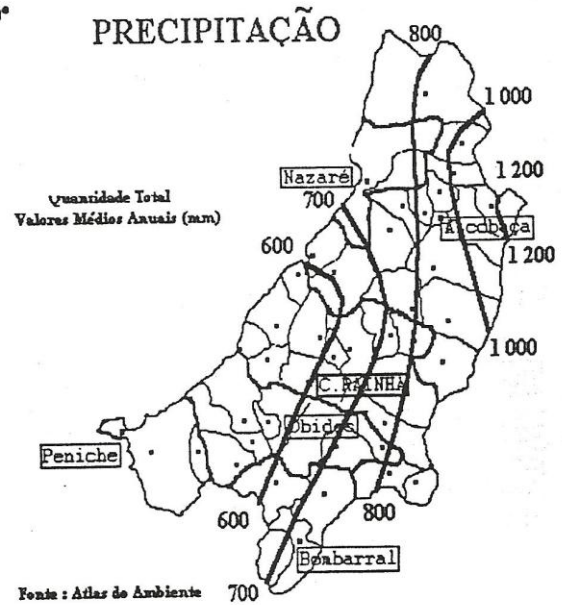


Figura 12.a) Caracterização climática da zona de Alcobaca, em termos temperatura média do ar e precipitação quantidade total. Fonte: Atlas do Ambiente in PDAR, Caldas da Rainha 1992

Anexo III

1. Caracterização do estado de desenvolvimento dos frutos à data do tratamento.

O aparecimento escalonado de flores contribuiu para que o ATS não fosse tão eficaz na eliminação dos frutos localizados no eixo parte superior.



Figura 13. Árvores tratadas com ATS: aspecto dos lançamentos.

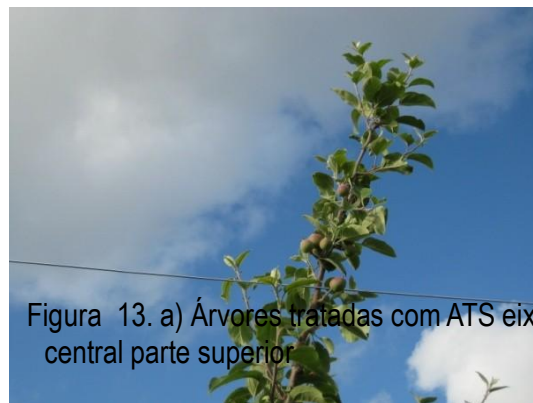


Figura 13. a) Árvores tratadas com ATS eixo central parte superior.



Figura 14. Acção da BA, 8 dias após aplicação



Figura 14.a) Acção da BA 12 dias após aplicação

A benziladenina apesar das condições meteorológicas não terem sido as mais favoráveis teve uma acção de monda interessante.

As figuras 15 e 15.a) são representativas do estado fisiológico em que foram efectuadas as aplicações de BA e de metamitrão.



Figura 15. Corimbos em floração e com frutos em desenvolvimento



Figura 15.a) Corimbo com frutos em desenvolvimento (6 a 12 mm)



Figura 16. Resultado da aplicação de metamitrão, 350 ppm nas árvores de carga baixa.

O metamitrão a 350 ppm e aplicado a árvores de carga baixa originou uma distribuição muito boa de frutos por lançamento, no entanto teve uma acção excessiva deixando-os demasiado espaçados a um fruto por corimbo e muitas vezes um só fruto por lançamento.



Figura 17. Acção do metamitrão a 100 ppm

A concentração de metamitrão a 100 ppm à semelhança do ATS e da BA não foi tão eficaz na eliminação dos frutos em excesso localizados na parte superior do eixo central (ver fig. 17.)



Figura 18. Pormenor da carga de frutos na modalidade não monda em Junho.

A figura 18 representa a modalidade não monda em Junho e na qual é possível observar o excesso de número de frutos tendo em consideração o diâmetro dos lançamentos onde estavam inseridos. De referir ainda que a partir do final do mês de Junho se verificou nestas árvores uma auto monda.