



## **Monda de frutos em macieira 'Fuji' com metamitrão, ácido 1-naftilacético e 6-benziladenina**

**Luís Miguel Travessa Leal**

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

Orientadora: Professora Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira

Co-orientadora: Doutora Mariana da Silva Gomes Mota

### **Júri:**

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

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

Doutora Mariana da Silva Gomes Mota, na qualidade de especialista.

Engenheira Carla Maria Correia Fernandes, na qualidade de especialista.

Engenheiro Rui Manuel Maria de Sousa, na qualidade de especialista.

Lisboa, 2012

## **Agradecimentos**

Este trabalho só foi possível pela contribuição de diversas pessoas, quero aqui expressar a minha gratidão a todos aqueles de que de alguma forma colaboraram:

À Professora Cristina Oliveira, orientadora deste trabalho, pelo interesse e disponibilidade demonstrada, pela revisão deste trabalho e simpatia manifestada.

À Investigadora Doutora Mariana Mota, pela sua disponibilidade, interesse e colaboração no delineamento experimental.

À Engenheira Carla Fernandes e Engenheira Anabela Maurício, por toda a colaboração e trabalho conjunto que fizemos e pela disponibilidade.

Ao senhor Paulo Maurício por ter permitido a realização deste trabalho no seu pomar.

À central Fruteira do Painho, pela colaboração e disponibilidade na calibragem.

À minha família 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 de 6-benziladenina (6-BA, 150 mg/L), ácido 1-naftilacético + 6-benziladenina (ANA 10 mg/L + 6-BA 100 mg/L) e metamitrão (165; 165+165; 247,5 mg/L) na monda de frutos da macieira 'Fuji' enxertada em M7, com 6 anos, considerando aplicações simples, duplas ou em combinação. Não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades na produção por hectare, no peso médio dos frutos e na produção de frutos comercializáveis, mas registaram-se diferenças significativas entre as modalidades no caso da classe de maior calibre. Todas as modalidades de monda química proporcionaram a redução do número total de frutos/ASR (cm<sup>2</sup>) e do número médio de frutos/100 corimbos. As modalidades ANA+6-BA e metamitrão a 247,5 mg/L foram as que mostraram maior eficácia, tendo sido o metamitrão a 247,5 mg/L que conferiu os melhores resultados no global dos parâmetros analisados: peso médio dos frutos de 175,6 g e diâmetro médio de 77 mm. A menor eficácia da 6-BA a 150 mg/L deveu-se provavelmente às condições meteorológicas desfavoráveis que se registaram nos 2-3 dias depois da aplicação. A monda química mostrou-se mais vantajosa do que a monda manual, devido ao excessivo custo desta e da falta de mão-de-obra.

**Palavras-chave:** 'Fuji', metamitrão, 6-benziladenina, ácido 1-naftilacético, monda química de frutos.

## **Abstract**

The effectiveness of 6-benzyladenine (6-BA, 150 mg/L), 1-naphthaleneacetic acid + 6-benzyladenine (ANA 10 mg/L + 6-BA 100 mg/L) and met amitron (165; 165+165; 247.5 mg/L) were analyzed in 6 years old apple 'Fuji' grafted on M7, considering simple, double or combined applications. Production per hectare, average fruit weight and commercial fruit production were not significantly different between the different methods however, there were significant differences between these treatments when considering the highest fruit size class. All the chemical thinning methods led to a reduction in the total number of fruits/BSA (cm<sup>2</sup>) and in the average number of fruits/100 fruit clusters. The methods ANA+6-BA and met amitron at 247.5 mg/L showed highest efficiency and met amitron at 247.5 mg/L resulted in the best global results: average fruit weight of 175.6 g and average diameter of 77 mm. The lower efficiency of 6-BA at 150 mg/L was due probably to adverse weather conditions that occurred 2-3 days after the product application. Chemical thinning is more favorable than manual thinning due to excessive cost of the second and to the lack of available labour.

**Keywords:** 'Fuji', met amitron, 6-benzyladenine, 1-naphthaleneacetic acid, fruit chemical thinning.

## **Title: Fruit thinning of 'Fuji' apple with metamitron, 1-naphthaleneacetic acid and 6-benzyladenine**

### **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. The first objective of thinning is an increase in fruit size because an excessive crop always results in a high percentage of small fruits. An excessive crop may also adversely affect fruit color, sugars and other flavor components, and fruit condition and storage life. 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.

In this experiment, we used three chemical compounds: 6-benzyladenine (6-BA), metamitron and 1-naphthaleneacetic acid (ANA) aiming to achieve adequate crop load and fruit quality, in 6 years old apple 'Fuji' grafted on M7, considering simple, double or combined applications.

The 6-benzyladenine + 1-naphthaleneacetic acid and metamitron were suggested from other studies as good strategies for apple thinning. In Portugal, there are few studies concerning metamitron application in apples.

6-benzyladenine (6-BA) was applied at 150 mg/L, the combination 1-naphthaleneacetic acid (ANA) + 6-benzyladenine (6-BA) was applied at 10 mg/L + 100 mg/L respectively, and metamitron was applied at 165 mg/L; 165+165 mg/L and 247.5 mg/L. The first application was done when the central fruit diameter achieved 8-10 mm and the second when attained 12-14 mm. Hand thinning was done after June drop on the 26<sup>th</sup> July.

In this experiment, 6-BA applied alone showed less efficiency in thinning probably due to the adverse weather conditions or inappropriate concentration since the temperature is the most important aspect to determine the timing of its application and increasing the concentration will not compensate for low temperature.

The combination of ANA + 6-BA was an interesting thinning solution, leading to heavier fruits comparing to hand thinning and was the method that had more fruits in > 80 mm size group. However, this combination that includes ANA can induce the formation of pygmies—persisting fruitlets that fail to size, especially in 'Fuji'.

Of all the three metamitron applications, the one that showed the best results was one application at 247.5 mg/L concentration, with the central fruit with 8-10 mm diameter. The double application of metamitron with lowest concentration was identical to manual thinning

but as it is necessary two applications, it's more expensive. Metamitron at 165 mg/L concentration in one single application showed the worst results. At all the metamitron concentrations used in this experiment showed no phytotoxicity.

Chemical thinning appears to be more suitable than hand thinning concerning the costs reduction and due to the impracticability of the later. In addition, supervision is difficult, and consistent, and uniform thinning is almost impossible. However, hand thinning is normally limited to minor adjustments following chemical thinning and both should be complementary.

**Keywords:** 'Fuji', metamitron, 6-benzyladenine, 1-naphthaleneacetic acid, fruit chemical thinning.

## Índice

1. Introdução .....	1
2. Objectivos .....	2
3. Revisão Bibliográfica.....	3
3.1. Panorama da produção de frutos frescos em Portugal.....	3
3.2. Floração e vingamento dos frutos .....	4
3.3. Crescimento e desenvolvimento dos frutos .....	4
3.4. Mecanismos de abscisão e queda de flores e frutos .....	5
3.5. Efeito das condições ambientais .....	7
3.6. Mondas .....	8
3.6.1. Monda de flores .....	9
3.6.2. Monda de frutos .....	9
3.6.3. Técnicas de monda.....	10
3.6.3.1. Monda manual .....	10
3.6.3.2. Monda química .....	10
3.6.3.2.1. Mecanismos de acção da monda química .....	12
3.6.3.3. Auxinas .....	13
3.6.3.4. Ácido 1-naftilacético (ANA) .....	14
3.6.3.5. Citocininas .....	15
3.6.3.6. 6-benziladenina (6-BA).....	15
3.6.3.7. Combinação de substâncias activas .....	18
3.6.3.8. Metamitrão.....	19
3.6.4. Monda mecânica.....	20
3.6.5. Sombreamento como técnica de monda .....	20
4. Material e Métodos.....	21
4.1. Delineamento experimental.....	22
4.2. Produtos aplicados.....	23
4.3. Técnica de aplicação.....	24
4.4. Número de frutos e crescimento.....	25
4.5. Produções e produtividades .....	25
4.6. Avaliação dos Parâmetros de Qualidade.....	26
4.6.1. Determinação das datas de análise das amostras .....	26
4.6.2. Determinação firmeza da polpa.....	26
4.6.3. Teor de Amido.....	26

4.6.4.	Acidez Titulável (AT) e Teor em Sólidos Solúveis (TSS) .....	26
4.7.	Dados meteorológicos.....	27
4.8.	Caracterização do solo.....	28
4.9.	Análise estatística .....	29
5.	Resultados e Discussão .....	29
5.1.	Número de gomos florais e frutos vingados, por área seccional de ramo antes da aplicação dos produtos .....	29
5.2.	Número de frutos vingados após os tratamentos .....	30
5.3.	Número de frutos obtidos por classe de calibre.....	31
5.4.	Produção total por modalidade.....	32
5.5.	Produção, repartida por classes de calibre.....	33
5.6.	Peso de frutos obtido por classes de calibre segundo o valor comercial .....	34
5.7.	Refugo total, por colheita .....	35
5.8.	Comparação do ritmo de crescimento dos frutos .....	36
5.9.	Parâmetros de qualidade .....	38
6.	Conclusões .....	40
7.	Referências Bibliográficas .....	42

## Índice de figuras

Figura 1: Fotografia área da parcela Olhos d'Água Tanque .....	21
Figura 2: Esquema do ensaio na parcela Olhos d'Água Tanque .....	23
Figura 3: Pulverizador de dorso utilizado no ensaio .....	24
Figura 4: Identificação do fruto a medir .....	25
Figura 5: Colheita .....	25
Figura 6: Penetrómetro manual montado num suporte com alavanca .....	27
Figura 7: Comparação dos frutos com a escala do teor de amido (CTIFL) .....	27
Figura 8: Dados meteorológicos mensais obtidos a partir da estação do Barrocalvo .....	27
Figura 9: Condições climáticas observadas durante o período correspondente às aplicações dos diferentes produtos químicos.....	28
Figura 10: Distribuição do peso dos frutos por classe de calibre. ....	34
Figura 11: Curva de crescimento dos frutos por modalidade, desde da queda de Junho até à colheita.....	37

## Índice de quadros

Quadro 1: Estados fenológicos registados nas macieiras ‘Fuji’ no ensaio 2011, segundo Estação de Avisos do Ribatejo (Adaptado de Fleckinger) .....	22
Quadro 2: Delineamento experimental utilizado no ensaio .....	22
Quadro 3: Nome comercial, substância activa e datas da aplicação das substâncias .....	24
Quadro 4: Caracterização físico química do solo.....	28
Quadro 5: Características das árvores antes dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA, monda manual .....	29
Quadro 6: Efeito dos diferentes tratamentos no número de frutos vingados por 100 corimbo: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA, monda manual.....	30
Quadro 7: Número de frutos vingados expresso por área seccional do ramo, antes e depois dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA, monda manual.....	31
Quadro 8: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L 6-BA, ANA+6-BA e monda manual à colheita no número de frutos por árvore por classes de calibre.....	32
Quadro 9: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L 6-BA, ANA+6-BA e monda manual à colheita no número de frutos por árvore na produtividade por árvore, (kg/árvore) por hectare (tha-1) e peso médio (g) ....	33
Quadro 10: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA e monda manual na distribuição do peso dos frutos (Kg) por árvore por classes de calibre segundo o valor comercial .....	35
Quadro 11: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA e monda manual no refugo (kg) à colheita .....	36
Quadro 12: Efeitos dos tratamentos nos diâmetros dos frutos a 27 de Agosto e 7 de Outubro (à colheita).....	38
Quadro 13: Efeito dos diferentes tratamentos de monda nas características de qualidade dos frutos: peso (g), diâmetro (mm), firmeza (kg cm <sup>-2</sup> ), TSS (%) e índice de amido.....	39
Quadro 14: Efeito dos diferentes tratamentos de monda no TSS (%) e acidez (ácido málico gL <sup>-1</sup> ) do sumo .....	39

## 1. Introdução

Para satisfazer as exigências do mercado e obter produções rentáveis, os fruticultores devem produzir a máxima qualidade e rendimento. Estes dois objectivos, de natureza contraditória, requerem uma gestão rigorosa da produção. Uma carga de frutos demasiado baixa leva a uma redução do rendimento e a frutos de grande calibre, enquanto uma carga muito elevada leva ao aumento da produtividade por árvore e por hectare, mas o tamanho do fruto diminui e pode levar a alternância em muitas cultivares de macieiras (Jimenez and Diaz, 2004).

Uma produção bem-sucedida resulta normalmente de um elevado número de frutos no vingamento, seguido da monda dos frutos em excesso de forma a adequar este número às características da árvore e da cultivar, aumentando a razão área foliar/fruto e assegurando o bom desenvolvimento dos frutos e a floração do ano seguinte (Byers, 2003).

A 'Fuji' é uma das cultivares de macieira obtida pela Estação Nacional de Investigação Frutícola de Morioka no Japão em 1939, pelo cruzamento entre 'Rall's Janet' × '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 cultivares 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 arredondada a cilíndrica meio elevada, epiderme de coloração vermelho salpicada ou estriada em  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{3}{4}$  do fruto de acordo com o clone e com pedúnculo pequeno. A elevada produção de flor e a 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. Tendo sido inicialmente realizada apenas pela via manual, o que a tornava numa operação muito morosa e dispendiosa para grandes áreas, correndo o risco de se intervir fora do período desejável, levando a resultados desajustados.

O recurso a substâncias químicas tornou-se 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; por vezes não tem sido bem-sucedida, ora devido à inadequada

aplicação das substâncias, ora as condições meteorológicas, quantidade ou oportunidade de aplicação.

Este trabalho foi desenvolvido em macieiras 'Fuji' na zona do Oeste, procurando-se aperfeiçoar a aplicação de substâncias já existentes, como o ANA (ácido 1-naftilacético) e a 6-BA (6-benziladenina), bem como a aplicação da substância metamitrão.

## **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, crocante e sumarenta atingindo nesta zona uma tonalidade avermelhada com bastante facilidade, sendo estas características muito apreciadas no consumo em fresco.

Este trabalho foi desenvolvido num pomar pertencendo a um associado da Central de Frutas do Painho, S.A., com ele pretende-se afinar a metodologia de monda para melhorar as produções, a qualidade e a homogeneidade; pois a cultivar Fuji é bastante produtiva mas 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.

O objectivo deste estudo foi o de testar o efeito de monda química dos frutos com as substâncias 6-BA (6-benziladenina), 6-BA (6-benziladenina) + ANA (ácido 1-naftilacético) e metamitrão em árvores de macieira 'Fuji' com seis anos de idade; monitorizar o crescimento e queda dos frutos ao longo do ciclo; determinar as produtividades para as diferentes modalidades; e avaliar a qualidade final dos frutos.

### **3. Revisão Bibliográfica**

#### **3.1. Panorama da produção de frutos frescos em Portugal**

Os pomares de frutos frescos distribuem-se por 41,5 mil explorações e ocupam uma superfície cerca de 40 mil hectares, dos quais 41% no Ribatejo e Oeste, 19% em Trás-os-Montes e 15% na Beira Interior. A área de macieira, que representa quase 1/3 do total dos frutos frescos, localiza-se maioritariamente em Trás-os-Montes (38%) e no Ribatejo e Oeste (35%), sendo que é também nesta última região que se concentra 88% da superfície dos pomares de pereiras. A Beira Interior é a região onde se localizam as maiores áreas de pessegueiros (39%) e cerejeiras (41%).

O número de explorações com frutos frescos registou, face a 1999, um decréscimo considerável (-36%), que também se reflectiu na superfície ocupada, embora de uma forma menos marcada (-24%). Os pomares de cerejeiras foram os únicos que contrariaram esta tendência, tendo aumentado a área nacional em cerca de 800 hectares (+17%), particularmente em Entre Douro e Minho, responsável por cerca de metade deste aumento (passando a deter quase 1/5 da superfície total de cerejeiras), em Trás-os-Montes e na Beira Interior. Em sentido oposto destacam-se os pessegueiros, com uma quebra de 45% da área, e as macieiras, com menos 7,7 mil hectares.

Em termos regionais, o Ribatejo e Oeste continua a ser a principal região produtora de frutos frescos, isto apesar da sua área ter recuado mais de 8 mil hectares na última década. As quebras nesta região foram particularmente notadas nas macieiras (-45%), tendo inclusivamente perdido para Trás-os-Montes a primazia na produção desta espécie. Situação semelhante também ocorreu com os pessegueiros: a perda de quase 2/3 da área face a 1999 colocou-a como a segunda região produtora, atrás da Beira Interior. O elevado grau de profissionalismo do sector da produção da pêra, bem como o dinamismo das associações ligadas a esta fileira (especialmente na componente da comercialização), permitiu manter esta espécie como o principal fruto fresco produzido na região do Ribatejo e Oeste, ainda que se tenha assistido a uma redução de 8% na superfície e de 46% nas explorações (com a dimensão média dos pomares de pêra nesta região a aumentar dos 1,2 hectares em 1999 para os 2 hectares em 2009).

A dimensão média nacional dos pomares de frutos frescos aumentou dos 0,8 hectares em 1999 para 1,0 hectare em 2009. O Ribatejo e Oeste e o Alentejo são as regiões que mais claramente contribuem para esta situação, apresentando dimensões médias superiores ao dobro da média nacional.

Todavia o aumento da dimensão média nacional não se fez à custa da perda de importância relativa dos pomares de reduzidas dimensões (com área inferior a 0,5 hectares), que

continuam a representar mais de 70% das explorações com pomares de frutos frescos, mas apenas pela permanência e/ou instalação de pomares de grande dimensão.

De facto, apesar do peso do número de explorações com área de frutos frescos superior a 5 hectares ter aumentado apenas 1pp. (3,1% em 1999 para os 4,1% em 2009), a área de pomar dessas explorações passou a representar 54% da área total de frutos frescos, quando em 1999 apenas representava 45%. No Ribatejo e Oeste este redimensionamento ainda é mais evidente: em 1999, 7% das explorações tinham pomares com mais de 5 hectares, que representavam 53% da superfície de frutos frescos; em 2009, o número de explorações subiu para 10% e a superfície para 63%, RGA de 2009 (INE).

### **3.2. Floração e vingamento dos frutos**

Sendo cada fruto uma consequência do processo evolutivo de uma flor, é evidente que o número final de frutos vendáveis depende do número inicial de flores; conscientes disso os fruticultores têm pretendido influir na quantidade da floração, para obter melhores produções (Velarde, 1996).

A reprodução sexual e desenvolvimento da semente depende da polinização, esta é a transferência do pólen desde a antera até ao estigma. Um grão de pólen germina quando alcança o estigma e o tubo polínico descendo pelo estilete. A fecundação dá-se quando se junta o núcleo masculino do tubo polínico com a oosfera no saco embrionário (Westwood, 1982).

A floração nas árvores de fruto pode ser dividida em dois grandes processos que ocorrem em dois anos consecutivos: a indução e diferenciação floral que ocorre durante o Verão e o Outono de um ano, e o abrolhamento e floração que ocorre no início da Primavera seguinte (Westwood, 1988)

### **3.3. Crescimento e desenvolvimento dos frutos**

O desenvolvimento de uma maçã pode ser dividido fisiologicamente em três estágios distintos: divisão celular, diferenciação dos tecidos e maturação.

O primeiro estágio de desenvolvimento, a divisão celular (aumento do número de células) vai desde o início da formação do fruto (entumescimento do ovário quando o tubo polínico ainda não atingiu o ovário) até três a quatro semanas após a plena floração. Este estágio é caracterizado por intensa atividade metabólica, evidenciada pela alta taxa de respiração. Frutos com 10g, por exemplo, apresentam uma atividade respiratória quatro a cinco vezes superior à de um fruto maduro. O segundo estágio, a diferenciação dos tecidos, é caracterizado pelo aumento no tamanho das células, proporcionando o crescimento dos frutos. Nesse período é notável a queda do peso específico, indicando um aumento nos

espaços intercelulares. Nesse estágio ocorre um aumento no teor de matéria seca de 12% a 13% para 18% a 20% e, ao final, se caracteriza pelo acumular de substâncias de reserva enquanto o metabolismo cai para níveis mínimos. O terceiro estágio do desenvolvimento é o da maturação, quando as sementes alcançam a maturação fisiológica para a reprodução, sendo que ao final da maturação fisiológica ocorre a maturação comercial. Nesse período iniciam-se a oxidação de ácidos orgânicos e a hidrólise de amido e de polissacáridos; as modificações na coloração advêm da redução da clorofila e da síntese de antocianinas e de carotenóides. Ocorre um aumento na produção endógena de etileno e com isso há uma aceleração da atividade enzimática e um aumento da permeabilidade do protoplasma. Essa maior permeabilidade permite maior difusão e a atividade de enzimas, acelerando os processos de maturação (Westphalen, 2008).

Segundo Al-Hinai e Roper (2004), o crescimento dos frutos 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, fertilização e a monda de frutos, as características genéticas da cultivar e do porta-enxerto.

#### **3.4. Mecanismos de abscisão e queda de flores e frutos**

A queda de folhas de plantas decíduas pode ocorrer em resposta a sinais do meio ambiente, tais como dias curtos ou baixas temperaturas no outono, ou devido a condições adversas ao desenvolvimento vegetal. A folha jovem tem capacidade de sintetizar níveis de auxina relativamente altos; durante a senescência, a síntese de auxinas no limbo foliar diminui consideravelmente; antes da folha cair, forma-se no pecíolo a camada de abscisão. Esta camada forma-se transversalmente ao pecíolo, por ação do etileno, o qual, em vista da baixa concentração de auxinas, provoca a síntese e o transporte de enzimas que atuam na parede celular (celulases) e na lamela média (pectinases). A dissolução parcial ou total da parede celular e da lamela média forma a região de abscisão por enfraquecimento da ligação entre as células e enfraquecimento do feixe vascular. A acção do vento fraco ou o pousar de um inseto pode causar abscisão. A abscisão de frutos é muito semelhante à abscisão foliar, somente que nos frutos e em algumas folhas, ocorre antes da abscisão um aumento no nível de ácido abscísico, que no caso, poderia promover a síntese de etileno e possivelmente a síntese das enzimas que atuam na parede celular e lamela média (Sexton, 1997).

Vários autores referem três períodos distintos de queda fisiológica.

Velarde (1996) e Tromp *et al.* (2005) referem uma primeira queda – que designam por queda de vingamento – em que logo após a floração caem flores não polinizadas ou com ovários não fertilizados; na realidade não é uma queda de frutos, mas sim o desprendimento massivo de resíduos florais e pequenos frutos mal vingados. A quantidade de flores que

caem neste período é geralmente elevada e varia com a cultivar, as condições edafoclimáticas e a localização da flor na árvore. Em cultivares auto-férteis verifica-se um maior sucesso na polinização e uma menor primeira queda de frutos, quando comparadas com cultivares auto-incompatíveis; podemos então dizer que a proporção de frutos que cai neste período depende da eficiência da polinização. Para Tromp *et al.* (2005), 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.

A segunda queda natural, designada de “queda de Junho” acontece no fim da fase da multiplicação celular e início do engrossamento, e corresponde ao final de Maio e início de Junho. Neste período é intensa a típica concorrência entre frutos, e destes com os ápices vegetativos da planta em crescimento, o que provoca a queda dos frutos com menor número de sementes, os mais atrasados e os pior situados do ponto de vista nutricional. De acordo com os mesmos autores, também o etileno está presente nesta fase para provocar a indução da síntese de enzimas específicas para a degradação das paredes celulares.

Stahley e Williams (1972) afirmam que a importância da auxina é estudada desde longa data, e verificam que esta queda de frutos coincide com o decréscimo do ácido-indolacético (AIA) nas sementes dos frutos que persistiram. A auxina que provoca a queda de frutos em macieiras não se encontra nas sementes até cerca de duas semanas após o desprendimento das pétalas. Contudo, 3 a 4 semanas após a queda de vingamento ocorre um ligeiro surto de produção auxínica, correlacionada com termo da abscisão do fruto. Para Baldini (1992), a queda de Junho é provocada pela falta de auxinas que os embriões deveriam produzir em grande quantidade, em que a abscisão potencial decresce como o aumento do número de óvulos férteis por fruto e aumenta com o número de frutos por árvore. Assim, Koukourikou-Petridou (2003) sustentam que, estando concluído o crescimento do embrião e do endosperma secundário, a concentração de auxina nas sementes aumenta, determinando o fim da queda de Junho.

A última queda natural de frutos ocorre um pouco antes do momento da colheita, variando de ano para ano e dependendo da cultivar e também das condições meteorológicas, como ventos fortes, humidade e altas temperaturas. Para Velarde (1996), esta queda não produz nenhuma vantagem, uma vez que não se verifica aumento do tamanho dos frutos por se encontrarem na fase de maturação; é normalmente uma queda indesejada, e que é causada, segundo Edgerton (1971), pela formação antecipada da camada de abscisão. Este facto deve-se, de acordo com Tromp *et al.* (2005) ao decréscimo na concentração de auxinas e ao aumento do etileno nos frutos próximo da maturação. Os fruticultores tentam evitar esta queda aplicando pulverizações de auxinas. As cultivares temporãs e sem sementes sofrem mais de queda antes da colheita.

### 3.5. Efeito das condições ambientais

As condições meteorológicas, influenciam as quedas fisiológicas, mas também têm um papel preponderante no resultado da monda química. De acordo com Froshey e Elfvinga (1989), o maior problema da monda química está nos inconstantes resultados devido às condições meteorológicas e aos factores intrínsecos das próprias plantas, condições que podem afectar a eficácia das substâncias utilizadas.

Não existem dúvidas de que a temperatura é um factor importante para o crescimento dos frutos, e Kronenberg (1988) considera que o desenvolvimento dos frutos no primeiro mês após a floração e no período imediatamente antes da colheita varia positivamente com as altas temperaturas. Westwood (1978), Kronenberg (1988) e Warrington *et al.* (1999), entre outros autores, mostraram em diversos estudos que a temperatura diária na fase de divisão celular, até aos 40 dias após plena floração, influencia o tamanho dos frutos e a sua maturação e qualidade final. Uota (1952) já tinha observado que as noites frias e grandes amplitudes térmicas favorecem a coloração da maçã.

A macieira necessita de períodos de 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 cultivar de maturação tardia com elevadas necessidades em frio. Em caso de não satisfação do número de horas de frio que cada cultivar necessita a planta continuará em dormência ou apresentará um abrolhamento e floração irregular; e após a rebentação continuam a manifestar-se anomalias, como o desenvolvimento de folhas de tamanho mais reduzido, frutos de forma mais achatada e mais pequenos, taxas de frutificação baixas e redução da qualidade das maçãs (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.

O período de floração pode prolongar-se por 30 ou mais dias, de acordo com as necessidades em frio da cultivar. Um período de alargado dificulta a realização dos tratamentos sanitários e da monda química, pois na mesma planta encontram-se diferentes estádios fenológicos. Outra conseqüência desta heterogeneidade da floração é a grande variedade no tamanho dos frutos observados na colheita (Petri *et al.*, 2006).

A luz influencia o crescimento dos frutos, sobretudo de forma indirecta, em função do microclima luminoso da copa, resultando daí o fornecimento de carbono aos frutos. Em geral, a redução da luz interceptada pelas zonas periféricas da copa leva à redução do crescimento vegetativo e dos frutos no seu interior. Tal como foi descrito por Jackson *et al.* (1977), o efeito adverso da redução da luz interceptada (sombreamento) no tamanho dos frutos, ao longo de toda a estação, traduz-se na redução do número e do volume das

células. Doud e Ferree (1980) verificaram que o sombreamento permanente reduzia a carga de frutos, o rendimento, a sua cor vermelha e os açúcares.

Um outro factor ambiental a ser considerado é o teor de água no solo: quando está à capacidade de campo, o crescimento vegetativo e dos frutos deveriam ser máximos; no entanto, sabe-se que uma disponibilidade de água ilimitada não é 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. Segundo Tromp *et al.* (2005), a rega deficitária controlada (RDI – *Regulated Deficit Irrigation*) tem apresentado bons resultados. O crescimento dos frutos é menos sensível ao stress hídrico que o crescimento vegetativo, já que eles suportam restrições no fornecimento de água sem diminuírem o seu crescimento. Mas o grau de tolerância depende do momento da estação em que a restrição é imposta; na fase de divisão celular por exemplo, o crescimento dos frutos normalmente não é afectado, mas Mpelasoka *et al.* (2001) afirmam que ele é mais sensível ao stress hídrico na fase seguinte, pois necessita de manter a turgescência das células para promover a expansão celular. A rega deficitária também leva a uma maturação mais temporã, aumenta a firmeza, o teor em sólidos solúveis e o teor em compostos voláteis.

### **3.6. Mondas**

O efeito da monda depende não só do tipo de monda - química, manual ou mecânica, como também da época de realização e da cultivar. Segundo Baldini (1992), a monda será tanto mais vantajosa quanto mais precoce, uma vez que a árvore não gastará reservas inutilmente. Como primeiro parâmetro, e com vista à regularização da produção, a monda deverá ser tanto mais intensa quanto maior a taxa de vingamento, tendo como objectivos imediatos o aumento do tamanho e da qualidade dos frutos, tanto ao nível da cor como das características gustativas e de conservação. Segundo Forshey (1986), a redução da floração após um ano de grande produção deve-se ao facto de a maioria dos esporões produzirem maçãs ano sim ano não, sendo necessária em cada ano uma percentagem significativa de esporões que não dêem frutos, a fim de assegurar uma produção anual uniforme. De acordo com Thiéry (1996), os principais pontos de alternância de produção na árvore ocorrem em madeira com mais de um ano de idade.

Por conseguinte, e em face de todos os aspectos acima evidenciados, a realização das operações de monda nos pomares comerciais assume hoje extrema importância. No entanto, a monda de flores ou de frutos em início de desenvolvimento constitui uma prática desde longa data (Cajão, 2002).

### **3.6.1. Monda de flores**

Os fruticultores, desde muito cedo conscientes da importância da remoção dos frutos, começaram por tentar reduzir o número de flores. Bedford e Pickering (1919) mostraram que a monda manual de flores podia controlar de forma mais eficaz a alternância de produção nalgumas espécies. Auchter e Robert (1934), fizeram a primeira tentativa de eliminar flores com a aplicação de produtos químicos, compostos cáusticos, mas foram grandes os efeitos negativos, como a desfolha e danos nos frutos, efeitos esses também verificados por Byer (2003). Muitas experiências têm sido realizadas utilizando várias substâncias para a monda de flores e frutos. Sobre a monda de flores Fallahi *et al.* (2004) referem a utilização inicial do sódio, dinitro-orto-cresol (DNOC) e da cianamida hidrogenada.

Posteriormente começaram a ser estudadas para este efeito o ácido indolacético e o etefão, e mais recentemente o tiosulfato de amónio (ATS).

Este tipo de monda representa para o fruticultor um enorme risco, principalmente em anos de invernos amenos e em regiões com risco de geadas tardias.

### **3.6.2. Monda de frutos**

O mercado exige cada vez mais a presença de frutos de bom calibre e de boa coloração. A prática de poda longa, ou mesmo ausência de poda nos primeiros anos, bem como melhor e mais intensa utilização da irrigação e fertilização e a elevada densidade de plantação associada a porta-enxertos ananizantes, conduz frequentemente a produções bastante elevadas, mas de baixo calibre. A monda de frutos adquire então um papel preponderante na valorização dos parâmetros qualitativos e obtenção de produções mais regulares.

A monda de frutos é uma prática comum em todas as regiões produtoras de maçã. No início do século XX era comum a monda de frutos 6 a 8 semanas depois da plena floração recorrendo à monda manual.

Posteriormente, já na década de 80, recorreu-se à utilização de substâncias activas com diferentes modos de acção e com intervalo de aplicação amplo, que ia desde o vingamento do fruto com 4-5 mm de diâmetro até 18-20 mm de diâmetro, em função da substância activa escolhida. Como substâncias activas mais utilizadas para este fim Byers *et al.* (1991), Greene (1994), Basak (1996, 2000 e 2004), Williams (1993), Ferre (1996) e Byers e Carbaugh (2002) entre outros, referem o ácido 1-naftilacético (ANA), a amida do ANA (NAD), o 1-naftil metilcarbamato (carbaril), a 6-benziladenina e as giberelinas (GA<sub>4+7</sub>). E mais recentemente verificámos referências ao metamitrão em Clever (2007), Dorigoni e Lezzer (2007).

### **3.6.3. Técnicas de monda**

A monda pode ser feita durante a floração (monda de flores) ou mais tarde, depois do vingamento dos frutos (monda de frutos), através de diferentes métodos, tais como: a monda manual, a monda química e outros métodos alternativos. A monda de frutos é a mais comum, sendo a opção escolhida neste estudo, pelo que se apresenta a seguir uma descrição mais pormenorizada.

#### **3.6.3.1. Monda manual**

Devido à elevada necessidade de mão-de-obra que a monda manual exige, esta apresenta-se como uma técnica economicamente insustentável na maioria das situações. No presente continua a ser usada como boa técnica, pois é mais selectiva permitindo a remoção de frutos pequenos, mal posicionados ou agrupados em mais de dois frutos no corimbo, ou em anos com uma floração prolongada e escalonada. Esta técnica deve ser utilizada como complementar à monda química.

#### **3.6.3.2. Monda química**

A cada vez menor disponibilidade de mão-de-obra, aliada ao seu custo, faz com que a monda química adquira cada vez mais um papel preponderante como técnica essencial à produção de frutos de qualidade, recorrendo a compostos de diferentes grupos químicos, com diversas concentrações e momentos de aplicação.

Gautier (1984) aponta o baixo custo da monda química como a sua principal vantagem, pois a pulverização de uma substância química sobre as árvores requer pouca mão-de-obra e pouco tempo de execução. Vercammen (1997) refere ainda o facto de o momento da sua aplicação ser cedo, a tempo de reduzir a competição entre o crescimento dos frutos e a formação dos gomos florais para o ano seguinte, diminuindo o risco de alternância de produção.

A principal preocupação é reduzir a perda de produto químico, enquanto o maior problema é a falta de capacidade para prever os resultados. Sabe-se que as condições climáticas, como a temperatura, a humidade e a luz, assim como o estado fisiológico da planta influenciam a intensidade da monda. Em geral, a monda química remove selectivamente os frutos mais pequenos e fracos. (Westwood, 1978).

Silva (1982) refere as condições meteorológicas como sendo uma das principais causas na variação dos resultados, influenciando o número de frutos vingados e actuando na absorção e acção das substâncias activas aplicadas. Forshey (1986) sublinha que a temperatura é o factor mais importante, sendo a aplicação das substâncias activas relativamente ineficazes a

baixas temperaturas, mesmo aumentando a respectiva concentração. E para Gautier (1984) as temperaturas elevadas e um teor de humidade alto, antes e após o tratamento melhoram a eficácia da maioria das substâncias activas aplicadas. No momento da aplicação é preferível que o céu esteja nublado, pois os raios ultravioletas podem destruir as substâncias químicas; além disso, a aplicação deve ser efectuada com o tempo calmo, pois o vento interfere com a pulverização. Segundo Westwood (1988), até uma pequena queda de precipitação um pouco antes ou depois da aplicação do tratamento é favorável, pois as condições mais lentas de secagem da calda depositada nas árvores aumentam a eficácia das substâncias activas.

Para Thiéry (1996) a monda química reforça a aptidão natural das árvores de provocar a queda de pequenos frutos, ao estimular a hierarquização natural ao nível dos corimbos e a destruição das ligações vasculares dos frutos em posição axilar dos ramos do ano. Segundo Schneider (1975) este fenómeno deve-se a influências ao nível das hormonas que controlam os processos de abscisão por parte das substâncias activas utilizadas na monda química.

Também Dorigoni (2009) refere que a monda química consiste na regulação da produção e queda dos frutos, beneficiando os mais fortes. As árvores não mondadas perdem entre 20 e 70% dos frutos durante a queda de frutos em relação às intensidades de floração inicial, mas tal não é suficiente. Assim, o recurso à monda química vai aumentar a tendência de supremacia dos frutos mais fortes em 10 a 20%, o que é suficiente para passar de uma produção de baixo para alto valor comercial.

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.

A primeira tentativa conhecida de monda química foi descrita por Auchter e Roberts (1934) utilizando sulfato de cobre e zinco, polímeros de sulfitos de cálcio e sódio, e emulsão de óleos. Posteriormente, McDaniels e Hoffman (1940) verificaram que o produto comercial DNOC (4,6-dinitro-orto-cresol) aplicado 1 a 3 dias após a plena floração impedia a fecundação destruindo os tubos polínicos, e provocava a abscisão das flores. Ainda em 1941, Burkholden e McCown descobriram com sucesso duas hormonas de síntese, o ANA (ácido 1-naftilacético) e o NAD (1-naftilacetamida), substâncias activas que Gautier (1984) considerou iniciarem uma nova era na monda química de frutos. Segundo Nikel (1982), na década de quarenta realizaram-se diversos estudos para avaliar as concentrações e épocas mais favoráveis à aplicação do NAD e ANA.

Batjer e Westwood (1960) referem que nos finais da década de cinquenta surgiu o carbaril (1-naftil metilcarbamato), um insecticida que ao ser aplicado na altura da floração reduzia a

percentagem de frutos vingados. Segundo Gautier (1984) a sua principal vantagem era a possibilidade de aplicação tardia, permitindo estimar melhor a necessidade de monda.

Wertheim e Westerlaken (1976) referem que o etefão, (ácido (2-cloroetil) fosfórico) foi divulgado como indutor da monda química, em 1969. Esta substância é um regulador de crescimento muito utilizado em agricultura para várias finalidades. A sua utilização precoce como substância activa para monda reduz ao mínimo a competição nas fases iniciais do desenvolvimento dos frutos, e permite, se necessário, fazer mondas complementares.

Ao longo dos tempos a monda química recorreu, e continua a recorrer, a compostos de diferentes grupos químicos, como produtos cáusticos ou reguladores de crescimento do tipo hormonal, para reduzir a quantidade de frutos na árvore e a alternância de produção (Sousa, 2000), com diversas concentrações e em diferentes momentos de aplicação.

#### **3.6.3.2.1. Mecanismos de acção da monda química**

Enquanto os mecanismos envolvidos na monda de flores são mais simples, a polinização e fertilização são impedidas, ou as flores são danificadas, induzindo a sua abscisão, os mecanismos envolvidos na monda de frutos são mais complexos e não estão completamente esclarecidos. É necessário entender a importância dos efeitos da monda química no transporte do floema, na síntese endógena de fitohormonas, no desenvolvimento da semente e outros processos fisiológicos (Dennis, 2002).

De acordo com Domingos (2009), citando Dennis (2002), são seis os mecanismos propostos para explicar o modo de acção da monda química dos frutos da maçã:

- 1- Aborto das sementes ou inibição do seu desenvolvimento. Luckwill (1953) observou que os frutos tratados com ANA continham menos sementes que os de controlo, e sugeriu a hipótese de o ANA induzir ao aborto das sementes, reduzindo assim a capacidade de competir pelos nutrientes e a consequente abscisão. Contudo, Batjer e Billingsley (1964) verificaram que o número de sementes dos frutos mondados pode não ser afectado.
- 2- Atraso na abscisão dos frutos, aumentando a competição entre eles e estimulação da sua queda.
- 3- Bloqueio do transporte de nutrientes das folhas para os frutos, reduzindo o respectivo potencial *sink*. Schneider (1975) observou que a aplicação de ANA em 'Golden Delicious' e 'Stayman' reduz o transporte de açúcares das folhas para os frutos, embora tivesse verificado, dois anos antes (Schneider, 1973), que a aplicação de ANA não afecta o transporte de IAA e sacarose no pedúnculo em ambas as direcções. Por isso concluiu que o ANA estimula a acção *sink* dos tecidos vegetativos. O mesmo foi proposto por Knight e Lovell (1983) na sequência de

estudos efectuados com carbaril. No entanto, esta hipótese não explica o efeito de monda quando estes químicos são aplicados apenas ao fruto. Quanto à 6-BA, Dennis (2002) refere que, quando aplicada ao fruto, aumenta a importação de sorbitol, mas quando aplicada nas folhas não afecta o transporte floémico.

- 4- Redução da síntese de auxinas das sementes e o transporte para o fruto. Tromp *et al.* (2005) referem que o sinal primário da queda de frutos pode ser a redução na exportação de auxinas para os frutos, e Ebert e Bangerth (1982) tinham verificado que o ANA reduz a síntese e o transporte de auxinas do fruto para a zona de abscisão. Também no caso da 6-BA, Bangerth (1993) refere que o mecanismo que provoca a monda de frutos passa pelo estímulo ao crescimento vegetativo, o que pode levar à redução da exportação de auxinas para os frutos.
- 5- Aumento na síntese de etileno. As aplicações de etileno e etefão, antes e durante a *queda de Junho* e na colheita, levam à indução da biossíntese de etileno e provocam a abscisão dos frutos. No entanto, segundo Rahemi (1981), a produção natural de etileno não é o factor primário do controlo da *queda de Junho*. Nos estudos de Ebert e Bangerth (1982) só o etefão aumentou acentuadamente a produção de etileno, o ANA teve um efeito reduzido e o carbaril não teve efeito. Mais recentemente, Greene *et al.* (1992) relataram uma fraca correlação entre a biossíntese de etileno nas folhas e frutos e os seus efeitos na monda após o tratamento com ANA e 6-BA.
- 6- Inibição da fotossíntese. Tanto o sombreamento como a aplicação de químicos que inibem a fotossíntese, como o Terbacil, estimulam a abscisão dos frutos (Schneider, 1975; Byers *et al.* 1985, 1990<sub>a,b</sub>), sugerindo que a monda química pode interferir na fotossíntese ao ponto de levar à deficiência em hidratos de carbono. Schumacher *et al.* (1993) observaram que a aplicação de NAD reduz ligeiramente a fotossíntese, mas Stopar (1997) viu que a aplicação de ANA (7,5 a 15 mg/L) reduziu a assimilação de carbono em cerca de 25% nas folhas de 'Red Delicious' e 'Empire', durante cerca de duas semanas. Também Yuan e Greene (2000) verificaram que a fotossíntese diminuía 10 a 15% após a aplicação de 50 a 100 mg/L de 6-BA.

### 3.6.3.3. Auxinas

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 1-naftalenoacético (ANA) e a sua amida (ANAm). Mas os efeitos obtidos divergem muito, em função das condições meteorológicas, da sensibilidade da cultivar, 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 a ANA (Wertheim, 2000).

#### **3.6.3.4. Ácido 1-naftilacético (ANA)**

O ácido 1-naftilacético, vulgarmente designado por ANA, é uma auxina de síntese que apresenta uma boa eficácia e regularidade. Migra facilmente das folhas para os frutos, favorecendo a sua absorção uma higrometria elevada; no entanto apresenta características fotodegradáveis, uma vez que os raios ultravioletas da luz solar o destroem. Assim, Gautier (1984) recomenda a sua aplicação em dias nublados ou ao fim do dia. Moon e Kim (1986) salientam a grande mobilidade do ANA, em relação por exemplo ao carbaril, o que permite uma rápida migração das folhas para os frutos, uma hora após a aplicação.

De acordo com Gautier (1984), para a maioria das cultivars, a monda química de frutos com ANA deverá efectuar-se cerca de 15 dias após a queda das pétalas, ou quando o fruto central do corimbo atinge cerca de 9-12 mm de diâmetro. Após a aplicação, os frutos mais débeis param de crescer, verificando-se a sua queda apenas três a quatro semanas depois da aplicação. Também Schumacher e Frankhauser (1976) referem que para o ANA ser eficaz deve ser aplicado quando os frutos têm diâmetros de 8-12 mm. Para Forshey (1986), o ANA tem uma forte acção de monda química de frutos e a intensidade da sua acção é proporcional à concentração aplicada, podendo ser usado quando os frutos têm entre 5 e 20 mm de diâmetro. Porém, Gautier (1984) sublinha que a eficácia da monda com a aplicação do ANA é mais influenciada pela época de aplicação do que pela dose, e que as pulverizações mais tardias são ineficazes, fixando os frutos à árvore até à colheita e afectando o seu crescimento, enquanto, que as mondas eficazes resultam sempre de aplicações relativamente precoces.

Segundo alguns autores, Silva (1982) e Trillot *et al.* (1993), a aplicação de ANA pode provocar um enfraquecimento na folhagem, e no caso de concentrações mais elevadas os

sintomas agravam-se, ficando moles e flexíveis as extremidades dos ramos, as folhas caem e o crescimento reduz-se durante um período de tempo mais ao menos longo.

Williams e Fallahi (1999) sugerem como temperaturas óptimas para a aplicação de ANA, 20 a 25°C, sem riscos de monda excessiva. Geralmente, o ANA é aplicado a 20 mg/L. Para Dennis (2000), o ANA parece ser igualmente eficiente quando aplicado nas folhas ou nos frutos.

#### **3.6.3.5. Citocininas**

Actualmente as citocininas estão em estudo devido à sua acção de monda, nomeadamente os compostos fenclopir (CPPU), tidiazurão (TDZ) e 6-benziladenina (6-BA) (Green, 1993a, 1993b, 1995). Os CPPU e TDZ são os mais activos mas podem afectar a forma e tamanho do fruto, provavelmente devido a efeitos no desenvolvimento da semente e, ao contrário da 6-BA, reduzem a formação de gomos florais no ano seguinte (Green, 1993b).

#### **3.6.3.6. 6-benziladenina (6-BA)**

A 6-benziladenina é uma citocinina de síntese que se encontra homologada em vários países e é usada após a floração (Basak, 1996 e Ferree, 1996). Diversos autores referem que a 6-BA além do efeito de monda de frutos, também promove o seu alongamento (Dorigoni e Lezzer, 2007; Maas, 2007; Stopar, 2006; Costa *et al.*, 2005; Wertheim, 2000). Para Wertheim (2000) a 6-BA é uma das promissoras substâncias activas de monda química de frutos. O interesse na aplicação da 6-BA reside no facto desta ser utilizada na mesma altura que o carbaril, e ser uma substância que aparece naturalmente nalgumas plantas (Greene, 1993b; Wismer *et al.*, 1995; Van Staden e Crough, 1996). A 6-BA é considerada uma boa substância para a monda devido ao seu baixo perfil toxicológico por imitar a acção biológica das citocininas exógenas na planta (Yuan e Greene, 2000).

O efeito da monda da 6-benziladenina em maçãs é proporcional ao tempo de aplicação e à sua concentração (Greene *et al.*, 1990). 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 a empresa que comercializa 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 a 12 mm (Clever, 2007). Nestas condições, a 6-benziladenina demonstrou uma aptidão para aumentar a relação altura/diâmetro (L/D) nalgumas cultivares de maçãs.

Bellevaux *et al.*, (2009) verificaram que a 6-benziladenina pode ser utilizada entre 7 – 15 mm do fruto central do corimbo, sendo o óptimo entre 10 – 12 mm. E a sua eficácia está

dependente das temperaturas nos 2 a 3 dias após a aplicação, sendo importante temperaturas superiores a 18°C, sendo o ideal entre 20 – 25°C.

Bound *et al.* (1997) verificaram que a floração do ano seguinte é promovida se a aplicação da 6-BA ocorrer entre 20 e 30 dias após plena floração. Também Looney *et al.* (1998) verificaram o efeito de retorno da floração.

Segundo Bound *et al.* (1997) o melhor momento para a aplicação é quando os frutos têm cerca de 10 mm de diâmetro, ou seja, poucas semanas depois da floração. No entanto, para se obter um bom efeito são necessárias temperaturas elevadas, e concentrações que variam entre 25 e 100 mg/L para cultivares fáceis e difíceis de mondar, respectivamente. Para Costa (1999), em Itália recomenda-se a pulverizações de 100 – 200 mg/L da substância activa quando o fruto mede cerca de 10 – 12 mm de diâmetro.

Também Petri *et al.* (2006) realizaram experiências com aplicação da 6-BA, que se mostrou eficaz quando feita sobre frutos de 10 mm de diâmetro, aumentando o peso médio e a percentagem de frutos das classes maiores, mas para concentrações superiores a 170 e a 340 mg/L reduziu significativamente os frutos vingados, quando comparada com a monda manual.

No entanto Basak (1996) e Wertheim (2000) mencionam que as concentrações elevadas podem provocar efeitos negativos, como a carepa, coloração vermelha insuficiente e aumento do crescimento vegetativo, e Basak (1999) aponta o aumento da susceptibilidade ao *bitter pit* nas maçãs.

Apesar das inúmeras vantagens que a 6-BA apresenta, ainda não se conseguiu impor como uma verdadeira substituta do carbaril, segundo Buban e Lakatos (1997) devido ao facto da sua acção estar directamente relacionada com a temperatura, ou ainda, com o método de aplicação ( Holownicke *et al.*, 1999 *cit. in* Domingos, 2009).

Seguidamente referem-se alguns aspectos relativos à acção da 6-BA na monda química em macieiras, que foram apresentadas por Greene (1993) e que actualmente são consensuais entre os investigadores.

**Eficácia da monda:** a 6-BA monda linearmente para concentrações entre 25 e 150 mg/L, mas concentrações de 50 a 100 mg/L são suficientes para mondar; já as concentrações superiores a 150 mg/L podem provocar excesso de monda.

**Época de aplicação:** a 6-BA pode ser aplicada desde a floração até 3 semanas após plena floração, contudo a melhor resposta ocorre quando os frutos têm cerca de 10-12 mm de diâmetro, o que corresponde a 14-18 dias após plena floração, semelhante à aplicação do ANA.

**Penetração no fruto/folhas:** a absorção de 6-BA foi diferente nas folhas e nos frutos, aproximadamente 60% do produto aplicado foi absorvido em 24 horas a mesma concentração aplicada nas folhas apenas 5 a 10% foi pelas folhas.

**Factores que influenciam a penetração:** a absorção de 6-BA aumenta linearmente para concentrações entre 40 e 200 mg/L. Por outro lado, verifica-se um aumento da absorção se a temperatura estiver compreendida entre 15 e 35°C.

**Característica da monda:** a BA faz uma monda intensa nas *spurs* deixando apenas um fruto por corimbo.

**Diferenciação floral:** nas *spurs* é favorecida com a remoção dos frutos.

**Efeitos no fruto:** a 6-BA influencia as características do fruto nomeadamente no:

**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 6-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 mg/L de 6-BA, ficando 2 frutos/corimbo. A 6-BA não reduziu o número de frutos por corimbo, mas aumentou em 35% o peso quando comparado com os frutos não tratados (Greene, 1993).

**Dureza da polpa:** frequentemente; a 6-BA aumenta a dureza dos frutos, mesmo para frutos grandes. Foi comprovado o aumento de 50% da dureza ao longo de 10 anos de experiência (Greene, 1993). O aumento da dureza está relacionado com o aumento da divisão celular. Isto verificou-se quando a 6-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 folha/fruto, o que normalmente leva ao aumento do teor de sólidos solúveis. Logo, a 6-BA também, mas pode ter efeito adicional positivo e influenciar o aumento suplementar de sólidos solúveis.

**Assimetria dos frutos:** a divisão celular está em curso aquando da aplicação da 6-BA e esta, sendo uma citocinina, pode estimulá-la. Se a pulverização for irregular na superfície dos frutos, pode causar desenvolvimento assimétrico; aparentemente, a 6-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 6-BA aumenta a senescência interna (*breakdown*), o que normalmente se deve às baixas concentrações de cálcio na polpa. Em diversas circunstâncias, verificou-se que frutos tratados com 6-BA apresentavam teores de cálcio mais baixos do que os não tratados, e esta diminuição foi relacionada com o aumento do tamanho do fruto provocado pela citocinina; ora, é de esperar que qualquer agente de monda que aumente o tamanho do fruto aumente também a carência de cálcio. Todavia, a 6-BA parece não influenciar na ocorrência de escaldão e coração castanho.

**Efeitos vegetativos:** as concentrações de 6-BA usadas não são suficientes para influenciar a evolução dos gomos laterais. Contudo, concentrações superiores a 100 mg/L associadas a temperaturas superiores a 20°C podem provocar alongamentos nas *spurs*.

### 3.6.3.7. Combinação de substâncias activas

Os químicos usados actualmente para mondar, numa única aplicação, não satisfazem as necessidades dos fruticultores. Devido ao aumento da procura de frutos uniformes e de maior calibre, a combinação sequencial de pulverizações será usada em muitas áreas (Wertheim, 2000). No entanto, três anos antes, o mesmo autor (Wertheim, 1997) alertava para a situação de que, com aplicações sequenciais de diversos produtos, poderiam resultar efeitos inesperados e indesejados, como a queda quase total dos frutos.

Bregoli *et al.* (2006), Petri *et al.* (2006), Clever (2007), Maas (2007) e Stopar *et al.* (2007) entre outros autores, têm desenvolvido trabalhos no sentido de utilizar baixas concentrações de 6-BA, de 50 a 150 mg/L, e testar a sua utilização em combinação com outras substâncias que têm modos de acção diferentes, e assim potenciar os respectivos efeitos sinérgicos e aumentar a eficácia da monda. Por isso, vários autores têm utilizado o ATS e o ANA em combinação com a 6-BA; no entanto, e no caso particular do ANA, esta é uma estratégia que continua a apresentar forte dependência da cultivar, ou seja, para algumas cultivares poderá resultar em pleno, mas noutras o resultado será insuficiente. Ferre (1996) verificou que em cultivares difíceis de mondar a mistura ANA+6-BA permite obter bons resultados na monda, no entanto pode aumentar a ocorrência de frutos 'pigmeus', como por exemplo em maçãs 'Red Delicious' ou cultivars obtidas a partir destas. Contudo, Wertheim (2000) refere que em Itália esta mistura se mostrou bastante eficiente e sem efeitos negativos em diversas cultivares.

Também Petri *et al.* (2006) nas suas experiências com a aplicação de 6-BA e a mistura ANA+6-BA, verificaram de um modo geral uma redução significativa do número de frutos por planta quando comparada com a monda manual.

Quanto à mistura ANA 10 mg/L + 6-BA 75 mg/L aqueles autores verificaram que se aplicada aos 10 mm de diâmetro do fruto, diminui o número de frutos por planta em comparação com a monda manual, e a mesma combinação aplicada mais cedo, a 5 dias após plena floração, reduz o número de corimbo com três ou mais frutos.

Vários ensaios realizados por Bellevaux *et al.* (2009) referem que uma vez que a 6-BA é combinada com giberelinas de modo a reduzir a sensibilidade de algumas cultivars à carepa, que não promove frutos pigmeus. Seria interessante a sua combinação com outras substâncias. Assim, procederam a combinações com ANA permitindo a redução da concentração de 6-BA, apresentando um efeito de sinergia constante.

Com aplicações sequenciais de diversos produtos podem-se obter efeitos inesperados e indesejados, como a queda quase total dos frutos (Wertheim, 1997).

Maurício (2011) refere que as três combinações de 6-BA + ANA (80+8, 100+10 e 120+12 mg/L), foram as que mostraram maior eficácia, tendo sido a de 80+8 mg/L a que conferiu os melhores resultados no global dos parâmetros analisados.

### **3.6.3.8. Metamitrão**

Com a necessidade de pesquisa de novas substâncias, que tenham uma acção de monda, surgem vários estudos que apontam o metamitrão como uma solução. O metamitrão é uma substância com efeito herbicida, quando utilizado em baixas concentrações reduz a fotossíntese, provocando um efeito semelhante ao do sombreamento.

Fernandes (2010) testou a eficácia do metamitrão em diferentes concentrações 100, 175 e 350 mg/L, na monda de 'Fuji' enxertadas em M9, com 3 anos num pomar na zona de Alcobaça, não registando diferenças significativas entre os tratamentos, na produção por ha, no peso médio dos frutos e na produção de frutos comercializáveis (calibre 70-85 mm), registando algumas diferenças significativas entre as classes de menor e maior calibre dos frutos. Fernandes (2010) refere que o metamitrão quando aplicado em situações de diferentes cargas tem uma acção independente desta para as concentrações 175 mg/L ou a 350 mg/L.

Maurício (2011) num ensaio de monda realizado em macieiras 'Golden Reinders' com 8 anos, enxertadas em M9, na região de Alcobaça, com metamitrão a 100 mg/L aplicado aos 10-12 mm de diâmetro do fruto central do corimbo não produziu fitotoxicidade, mas também não se revelou muito eficaz na monda das maçãs, apesar de ter proporcionado alguma redução do número de frutos.

Basak (2011) testou o metamitrão em 'Gala' entre os anos de 2006 e 2008 com uma concentração de 350 mg/L em dois momentos diferentes do crescimento do fruto: uma modalidade com aplicação única aos 6-8 mm, e outra modalidade com duas aplicações uma aos 6-8 mm e outra passado seis dias com os frutos aos 10-14 mm. Em 2006 apenas a dupla aplicação de metamitrão provocou uma redução significativa em comparação com a monda manual, aumentando o número de frutos na classe superior a 70 mm sem provocar alterações nos parâmetros de qualidade.

Em 2008 o melhor efeito de monda foi alcançado com uma única aplicação de metamitrão, no entanto a dupla aplicação de metamitrão provocou um excesso de monda.

#### **3.6.4. Monda mecânica**

Hasen (2011), menciona mais de 30 ensaios de monda mecânica, realizados nos últimos quatro anos com resultados muito satisfatórios. Dorigoni afirma que a monda mecânica é mais consistente que a monda química, por não estar dependente de substâncias químicas ou das condições meteorológicas, particularmente da temperatura. Para a cultivar 'Fuji', que nem sempre responde bem à monda química, permitiram obter bons resultados ao nível da redução do número de frutos, melhoria dos calibres e bom retorno da floração.

Como inconvenientes, aquele autor refere que após a monda mecânica, o risco tardio de geadas pode provocar uma excessiva redução na frutificação, provoca alguns danos temporários na vegetação, mas a percentagem de frutos com danos é muito reduzida. O sistema de condução das árvores deve ser no sentido de ter copas pouco volumosas.

#### **3.6.5. Sombreamento como técnica de monda**

O uso de redes de ensombramento, como técnica de monda pode ser uma boa resposta à necessidade de encontrar novas formas de produção, de comercialização e de marketing. Dada a sua eficácia como técnica produtiva, com resultados de qualidade, e a sua vasta aplicabilidade tanto na produção integrada como biológica. Este método apresenta-se vantajoso em termos ambientais, pois tem como base a manipulação das condições ambientais, não recorrendo à aplicação de produtos químicos (Domingos, 2009).

Este método, por alterar a taxa fotossintética, conduz à queda dos frutos induzida pelo déficit 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 cultivares 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 (Widmer *et al.* 2007; Domingos, 2009).

#### 4. Material e Métodos

O ensaio realizou-se durante o ano de 2011, numa parcela designada por Olhos d'Água Tanque no concelho do Cadaval, em macieiras cultivar 'Fuji' clone Kiku 8, enxertadas em M7, plantadas em 2005 e conduzidas em eixo central revestido. O compasso de plantação usado foi de 1,8 m na linha e 4 m na entrelinha, com a orientação Noroeste-Sudeste, resultando numa densidade de plantação de 1389 árvores ha<sup>-1</sup>.



Figura 1: Fotografia área da parcela Olhos d'Água Tanque

O sistema de manutenção das entrelinhas foi a não mobilização, com coberto vegetal espontâneo permanente controlado por meios mecânicos, na linha o controlo das infestantes foi feito com aplicação de herbicida. A protecção sanitária e a fertilização foram efectuadas de acordo com as regras de produção integrada para pomóideas homologadas pela Direcção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural (DGADR).

As condições climáticas foram registadas pela estação meteorológica SepcWare9 Pro, localizada num campo na aldeia do Barrocalvo. 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 quatro ramos por árvore. 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 foram registadas as datas dos estados fenológicos desde o botão verde (D)/ botão rosa (E) até à colheita dos frutos (quadro 1), as datas e concentrações das substâncias aplicadas em estudo, a contabilização dos gomos florais, do número de frutos vingados antes das aplicações, após a queda de Junho e 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.

**Quadro 1: Estados fenológicos registados nas macieiras ‘Fuji’ no ensaio 2011, segundo Estação de Avisos do Ribatejo (Adaptado de Fleckinger)**

									
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>F2</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
28/02	10/03	17/03	25/03	30/03	6/04	11/04	16/04	20/04	25/04

**A** - Repouso vegetativo; **B** - Pré – abrolhamento; **C** - Abrolhamento; **D** - Ponta verde; **E** - Botão rosa; **F** - Desabrochamento; **F2** - Plena floração; **G** - Início da queda das pétalas; **H** - Queda das últimas pétalas; **I** - Vingamento dos frutos

#### 4.1. Delineamento experimental

O ensaio foi delineado em blocos casualizados com seis modalidades (tratamentos), cada um com três repetições, perfazendo dezoito repetições, cada uma constituída por cinco árvores. Em cada repetição foram marcadas três árvores, e em cada uma delas quatro ramos. O número total de árvores utilizado no ensaio foi de 90, mas apenas foram acompanhadas 54 e 216 ramos (Quadro 2).

**Quadro 2: Delineamento experimental utilizado no ensaio**

Delineamento	Número
<b>Modalidades (Tratamentos)</b>	6
<b>Repetições (Blocos)</b>	3
<b>Árvores / repetição</b>	5
<b>Árvores observadas / repetição</b>	3
<b>Ramos / árvore</b>	4
<b>Frutos / ramo</b>	1

Posteriormente à escolha das árvores realizou-se a identificação das mesmas com fitas de diferentes cores, conforme os tratamentos, bem como a devida identificação das repetições, de acordo com esquema apresentado na Figura 2.

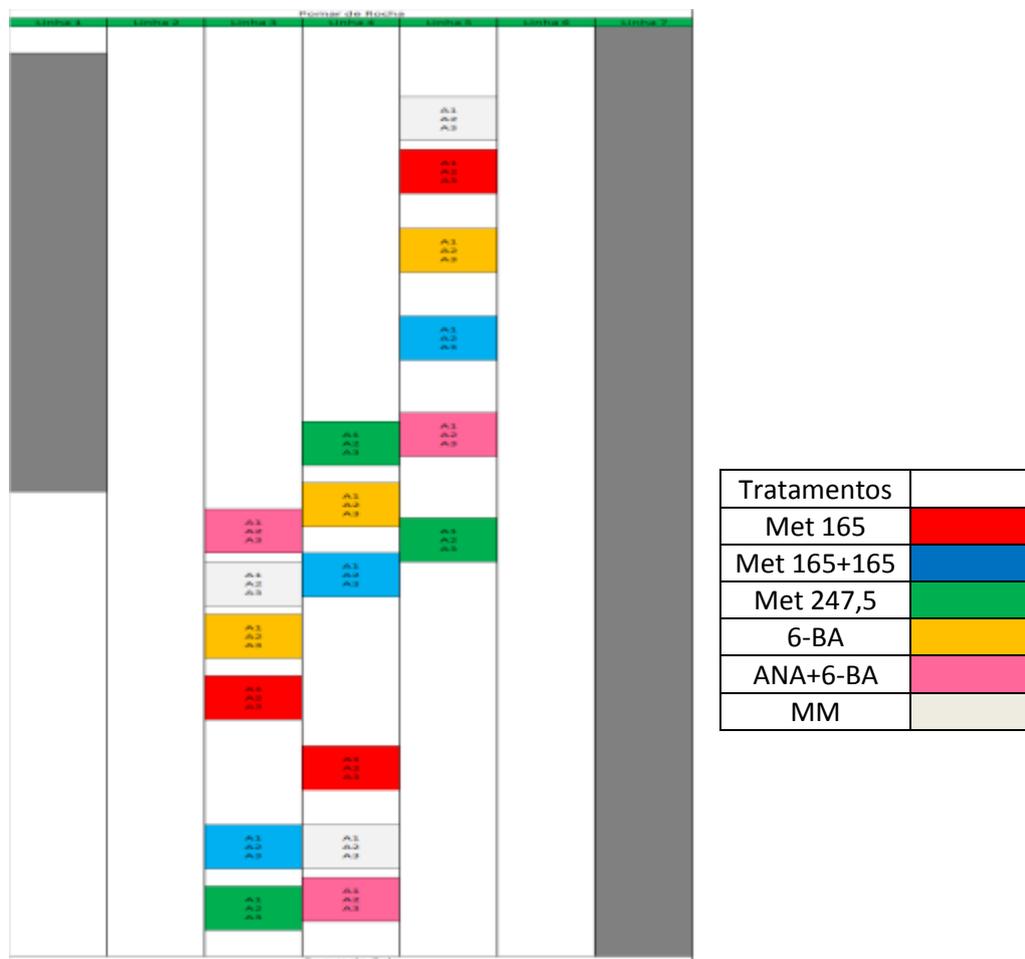


Figura 2: Esquema do ensaio na parcela Olhos d'Água Tanque

#### 4.2. Produtos aplicados

Na realização deste ensaio foram utilizados os produtos comerciais cujas substâncias são apresentadas no quadro 3, estas foram utilizadas em duas fases diferentes do ciclo de desenvolvimento da cultura (1ª aplicação 8-10 mm e 2ª aplicação 12-14 mm de diâmetro do fruto central do corimbo), de modo a avaliar o seu efeito de monda.

A monda manual foi feita a 26 de Julho, e teve como critério eliminar os frutos deformados, mais pequenos, com pedrado e deixar 1 a 2 frutos por corimbo, distanciados entre si cerca de 10 cm.

**Quadro 3: Nome comercial, substância activa e datas da aplicação das substâncias**

Tratamento	Nome comercial	Substância activa	Concentração	Data aplicação	
				25/04	03/05
Met 165	Brevis	Metamitrão	165 mg/L	x	
Met 165 +165	Brevis	Metamitrão + Metamitrão	165 mg/L + 165 mg/L	x	x
Met 247,5	Brevis	Metamitrão	247,5 mg/L	x	
6-BA	Maxcel	6-Benziladenina	150 mg/L		x
ANA + 6-BA	Rhodofix + Maxcel	Ácido 1-Naftilacético + 6-Benziladenina	10 mg/L + 100 mg/L	x	

#### **4.3. Técnica de aplicação**

As aplicações dos produtos foram realizadas com pulverizador de dorso (Figura 3), capacidade de 20 litros. Antes da aplicação procedeu-se à sua calibragem (ensaio em branco). Utilizaram-se cerca de 0,72 litros de calda por árvore, de forma a garantir uma boa uniformidade de distribuição da calda em todas as árvores, perfazendo um volume de 1000 L/ha.



**Figura 3: Pulverizador de dorso utilizado no ensaio**

#### 4.4. Número de frutos e crescimento

Em todos os tratamentos foram contabilizados os gomos florais (3 de Abril), o número de frutos vingados antes das aplicações das substâncias (24 de Abril), à queda de Junho (4 de Junho) e antes da colheita (5 de Outubro). A floração foi prolongada, tendo-se verificado um desfasamento temporal entre a abertura das primeiras flores e as últimas, o que conduziu a frutos com diferentes desenvolvimentos.

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, para tal foi marcado um fruto por ramo (Figura 4), num total de 216 frutos, nos quais medimos quinzenalmente o diâmetro a partir da queda de Junho (5 de Junho). Estas medições foram efectuadas com o auxílio de craveira manual digital (mm).



Figura 4: Identificação do fruto a medir



Figura 5: Colheita

#### 4.5. Produções e produtividades

Realizaram-se duas colheitas, tendo-se efectuado a colheita dos blocos do ensaio em simultâneo com a colheita efectuada pelo agricultor na restante parte da parcela (Figura 5). Os frutos foram colhidos por modalidade e por bloco. A primeira colheita foi realizada no dia 7 de Outubro, quinze dias depois realizou-se a segunda colheita.

A calibragem foi feita num calibrador automático na Central de Frutas do Paínho registando o número de frutos e o peso por classe de calibre. As classes de calibre consideradas foram: <55 mm, 55-60 mm, 60-70 mm, 70-75 mm, 75-80 mm e > 80 mm.

Com o objectivo de homogeneizar a produtividade entre árvores, e tendo por base o vigor individual de cada uma, foi calculada a área da secção transversal dos ramos (ASR) e dos troncos (AST) utilizando a seguinte fórmula: Área (cm<sup>2</sup>) = (Diam/20)<sup>2</sup>.

## **4.6. Avaliação dos Parâmetros de Qualidade**

### **4.6.1. Determinação das datas de análise das amostras**

Os frutos foram avaliados 3 dias após a colheita que foi realizada a 7 de Outubro de 2011.

### **4.6.2. Determinação firmeza da polpa**

A firmeza da polpa foi determinada em dois lados opostos do cada fruto na zona equatorial, após a remoção da epiderme, através da utilização de um penetrómetro manual (FT-327; Facchini, Italy) montado num suporte com alavanca e equipado com uma sonda de prova convexa de 11-mm de diâmetro, uma pressão constante (Figura 6). Os resultados apresentados representam a força máxima ( $F_{max}$ ) necessária para introduzir a sonda de prova de 11-mm na polpa da amostra. Foram avaliados 36 frutos por modalidade.

### **4.6.3. Teor de Amido**

O teor de amido foi avaliado em 36 frutos por modalidade. As amostras foram cortadas transversalmente na zona equatorial e zona da polpa cortado mergulhada numa solução de 1% (w/v) iodo em 4% (w/v) iodeto de potássio em água. As amostras eram retiradas após um minuto de submersão e secas ao ar durante 5 minutos. Finalmente foram analisadas por comparação com a escala de teor de amido desenvolvida para a 'Fuji' (CTIFL) (Figura 7).

### **4.6.4. Acidez Titulável (AT) e Teor em Sólidos Solúveis (TSS)**

Foram elaborados dois sumos por cada amostra de 4 frutos.

Os frutos foram cortados longitudinalmente em quatro partes para a preparação dos sumos. Cada sumo foi elaborado com um quarto seleccionado de uma amostra 4 frutos não descascados, por meio de uma liquidificadora comercial. O material que resultava da trituração era passado em filtros de celulose antes das medições da acidez titulável e do teor em sólidos solúveis.

O teor em sólidos solúveis foi medido utilizando o sumo de cada maçã e do sumo da amostra de 4 frutos através de um refractómetro digital (Hanna instruments, Modelo HI 96801).

A acidez titulável foi determinada pela titulação de 10 mL de sumo com 0,1 N de NaOH até ao ponto de pH 8,1. A acidez titulável apresenta-se expressa pela concentração equivalente de ácido málico, (g / L de sumo) = NaOH x 0,67.



Figura 6: Penetrómetro manual montado num suporte com alavanca



Figura 7: Comparação dos frutos com a escala do teor de amido (CTIFL)

#### 4.7. Dados meteorológicos

As condições meteorológicas foram registadas pela estação local SepcWare9 Pro, localizada no Barrocalvo, no período de Setembro 2010 a Setembro 2011. De acordo com os dados fornecidos pela estação meteorológica entre 1 de Outubro e 15 de Fevereiro foram contabilizadas 410 horas de frio abaixo dos 7,2°C.

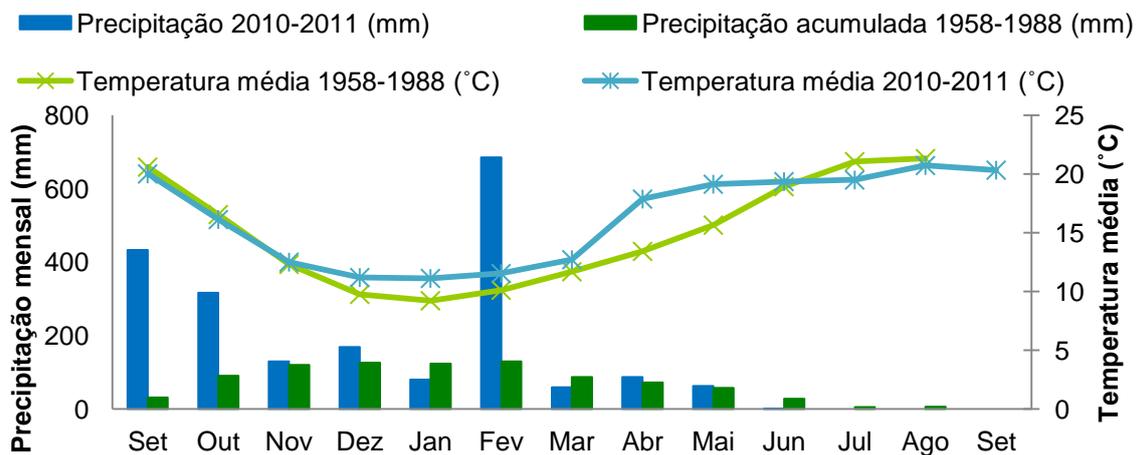


Figura 4: Dados meteorológicos mensais obtidos a partir da estação do Barrocalvo

### Condições meteorológicas registadas no campo de ensaio

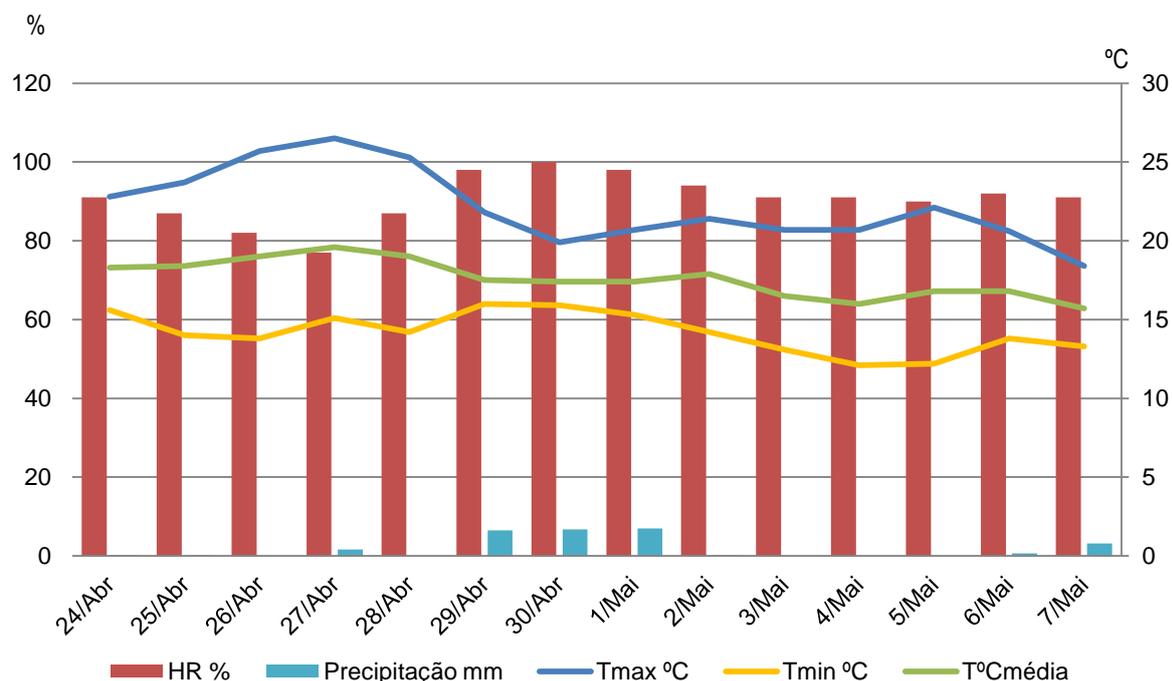


Figura 5: Condições climáticas observadas durante o período correspondente às aplicações dos diferentes produtos químicos.

#### 4.8. Caracterização do solo

Quadro 4: Caracterização físico química do solo

Parâmetros		Resultados
<b>Fósforo</b>	P2O5 mg/L	>200
<b>Potássio</b>	K2O mg/L	172
<b>Magnésio</b>	Mg mg/L	>125
<b>Matéria Orgânica</b>	%	1,44
<b>pH (H2O)</b>		8,2
<b>Carbonatos</b>	CaCO3 %	0,34
<b>Ferro</b>	Fe mg/L	52
<b>Manganês</b>	Mn mg/L	>100
<b>Zinco</b>	Zn mg/L	1,9
<b>Cobre</b>	Cu mg/L	15,4
<b>Boro</b>	B mg/L	0,48
<b>Azoto total</b>	N %	0,046

O solo da parcela onde se realizou o ensaio, trata-se de um solo de textura franco-argilo-arenoso, apresentando uma boa drenagem natural.

#### 4.9. Análise estatística

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

### 5. Resultados e Discussão

#### 5.1. Número de gomos florais e frutos vingados, por área seccional de ramo antes da aplicação dos produtos

O acompanhamento do desenvolvimento do ciclo vegetativo e produtivo da planta começou pelo estabelecimento do número de gomos florais por ramo marcado de modo a garantir que se partiria de um potencial produtivo igual para todas as árvores, tanto ao nível de cada modalidade como entre repetições, ou seja, era necessário que não houvesse diferenças significativas, para podermos efectivamente avaliar o efeito de diferentes produtos com acção de monda de frutos.

**Quadro 5: Características das árvores antes dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA, monda manual**

Tratamentos	AST (cm <sup>2</sup> )	ASR (cm <sup>2</sup> )	Gomos Florais	Nº Gomos/ASR	F VingAbril/ASR
<b>Met 165</b>	53,1	5,6	27,9 a	5,5 a	15,8
<b>Met 165+165</b>	54,2	5,4	24,1 ab	4,7 ab	15,5
<b>Met 247,5</b>	52,4	5,9	25,8 ab	4,7 ab	15,1
<b>6-BA</b>	55,1	5,9	20,3 b	3,8 b	15,3
<b>ANA + 6-BA</b>	51,0	6,2	26,1 ab	4,8 ab	16,6
<b>MManual</b>	49,2	5,9	22,0 ab	4,0 b	14,0
Média geral	52,5	5,8	24,4	4,6	15,4
EPM	2,9	0,3	1,8	0,4	1,2
Nível de significância	NS	NS	0,03	0,02	NS

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha=0,05$ , letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EPM - Erro padrão da média. N = 9 árvores por tratamento e 36 ramos por tratamento.

ATS – área seccional do tronco; ASR – área seccional dos ramos; Nº Gomos/ASR – número de gomos florais por ASR; F VingAbril/ASR - Frutos vingados em Abril por ASR (antes dos tratamentos).

Como mostra o Quadro 5, a área seccional dos troncos e dos ramos não apresentaram diferenças significativas, logo estamos a partir de árvores e ramos com o mesmo potencial vegetativo. Quanto ao número de gomos florais verificou-se que existiam diferenças significativas, no entanto, no que diz respeito ao número de frutos vingados por área seccional de ramo a 24 de Abril, antes da aplicação dos produtos para a monda, não existiam diferenças significativas, logo partiu-se de árvores com o mesmo potencial produtivo.

## 5.2. Número de frutos vingados após os tratamentos

No quadro 6, apresenta-se o número de frutos vingados por 100 corimbos, após os tratamentos de monda e da queda de Junho, verificando-se que a 6-BA e a monda manual reduziram o número de frutos de forma menos acentuada comparativamente aos outros tratamentos. Esta diferenças que foram estatisticamente significativas em Junho, na altura da colheita, em Outubro não se mantiveram (quadro 6), o tratamento com ANA + 6-BA reduziu significativamente o número de frutos final comparativamente a 6-BA, monda manual e metamitrão 165 + 165 mg/L, os tratamentos com metamitrão tiveram um efeitos semelhante à monda manual.

**Quadro 6: Efeito dos diferentes tratamentos no número de frutos vingados por 100 corimbos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA, monda manual**

Tratamentos	NºFVingJunho/ 100 corimbos	NºFVingOut/ 100 corimbos
<b>Met 165</b>	122,2 b	89,1 bc
<b>Met 165+165</b>	146,4 b	111,6 ab
<b>Met 247,5</b>	136,3 b	100,3 bc
<b>6-BA</b>	210,8 a	135,3 a
<b>ANA + 6-BA</b>	137,6 b	81,1 c
<b>MManual</b>	185,6 a	108,2 b
Média geral	156,5	104,3
EPM	9,3	6,7
Nível de significância	P<0,001	P<0,001

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha=0,05$ , letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EPM - Erro padrão da média. N = 9 árvores por tratamento e 36 ramos por tratamento.

NºF VingJunho/100 corimbos - Número de frutos vingados em Junho por 100 corimbos depois dos tratamentos e da queda de Junho; NºF VingOut/100 corimbos - Número de frutos vingados em Outubro por 100 corimbos antes da colheita;

O número de frutos vingados por área seccional do ramo na primeira contagem a 24 de Abril, não apresentava diferenças significativas, antes da aplicação dos produtos conforme Quadro 5. Na segunda contagem, após a aplicação de todos os produtos e da queda natural fisiológica, verificou-se que existia diferenças significativas no número de frutos vingados por área seccional dos ramos (Quadro 7), em Junho os tratamentos com ANA + 6-BA e 6-BA tiveram efeitos significativamente diferentes, o primeiro conduziu a uma redução muito maior no número de frutos por área seccional do tronco, o tratamento com 6-BA deixou nos ramos mais 30% de frutos. Os tratamentos com metamitrão a diferentes doses revelaram-se semelhantes à monda manual e aos outros tratamentos. Em Outubro as diferenças no vingamento final por área seccional do ramo verificaram-se entre o tratamento com ANA + 6-BA e metamitrão aplicado duas vezes, o tratamento com ANA + 6-BA foi mais eficaz do que com metamitrão. No entanto, do ponto de vista global, não se verificaram diferenças significativas entre todos tratamentos e a monda manual

**Quadro 7: Número de frutos vingados expresso por área seccional do ramo, antes e depois dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA, monda manual**

Tratamentos	NºFVingJunho/ ASR	NºFVingOut/ ASR
<b>Met 165</b>	6,3 ab	4,5 ab
<b>Met 165+165</b>	6,8 ab	5,1 a
<b>Met 247,5</b>	6,0 ab	4,4 ab
<b>6-BA</b>	7,7 a	4,8 ab
<b>ANA + 6-BA</b>	5,5 b	3,4 b
<b>MManual</b>	7,1 ab	4,2 ab
Média geral	6,6	4,4
EPM	0,5	0,4
Nível de significância	0,05	0,03

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha=0,05$ , letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EPM - Erro padrão da média. N = 9 árvores por tratamento e 36 ramos por tratamento.

ASR – área seccional dos ramos; NºFVingAbril/ASR - Número de frutos vingados em Abril antes dos tratamentos por ASR; NºFVinJunho/ASR - Número de frutos vingados em Junho depois dos tratamentos e da queda de Junho por ASR; NºFVingOut/ASR - Número de frutos vingados em Outubro antes da colheita por ASR.

### 5.3. 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. Pela análise do quadro 8 verificamos que as classes 65-70 mm a 75-80 mm foram as classes onde se registaram maior número de frutos nos diferentes tratamentos

estando em acordo com o estabelecido pelo CTIFL (2000), no qual é estabelecido como classe dominante para a 'Fuji', no entanto, as diferenças entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas. Fernandes (2010) num estudo semelhante chega a resultados idênticos.

Na classe de calibre superior a 80 mm registaram-se diferenças significativas, onde a modalidade ANA + 6-BA registou o maior número de frutos e a modalidade com 6-BA o menor número de frutos, estando de acordo com o que previamente foi referido em relação ao número de frutos. Nas restantes classes de calibre não se verificaram diferenças significativas.

**Quadro 8: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L 6-BA, ANA+6-BA e monda manual à colheita no número de frutos por árvore por classes de calibre**

Quadro 8: Classes de calibre (mm)							
	<55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-80	>80
<b>Tratamentos</b>							
<b>Met 165</b>	75,0	9,7	36,2	98,9	129,1	110,1	61,9 ab
<b>Met 165+165</b>	69,1	6,5	22,4	80,0	119,7	119,7	86,3 ab
<b>Met 247,5</b>	67,1	5,6	23,6	71,5	105,3	111,7	84,9 ab
<b>6-BA</b>	56,0	14,9	52,2	113,1	113,1	88,9	58,7 b
<b>ANA + 6-BA</b>	61,9	4,2	10,9	40,1	75,1	91,0	103,1 a
<b>MManual</b>	63,1	6,8	20,6	77,8	120,5	104,5	71,2 ab
Média geral	65,3	7,9	27,6	80,2	110,5	104,3	77,7
EPM	6,7	2,5	11,1	18,5	11,0	8,2	8,9
Nível significância	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0,04

EPM - erro padrão da média

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

Nível de significância - Probabilidade teste de F

#### 5.4. Produção total por modalidade

A monda química aumenta o peso e o tamanho do fruto uma vez que melhora a relação folha/fruto, o que faz com que diminua a competição pelos metabólitos entre frutos (Greene, 1993). Também podemos verificar essa relação no quadro 9, ao compararmos o peso médio dos frutos com a produção total por hectare.

**Quadro 9: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L 6-BA, ANA+6-BA e monda manual à colheita no número de frutos por árvore na produtividade por árvore, (kg/árvore) por hectare (tha-1) e peso médio (g)**

Tratamentos	Nº Frutos/ Árvore	Peso dos frutos/ Árvore (kg)	Produção (tha <sup>-1</sup> )	Peso médio Frutos (g)
<b>Met 165</b>	520,9	66,1	91,752	127,2
<b>Met 165+165</b>	503,7	67,2	93,380	133,6
<b>Met 247,5</b>	469,6	62,2	86,422	132,9
<b>6-BA</b>	497,0	62,6	86,940	127,4
<b>ANA + 6-BA</b>	386,1	55,1	76,566	143,2
<b>MManual</b>	464,5	60,8	84,506	131,0
Média geral	473,6	62,3	86,595	132,5
EPM	38,0	3,7	5,130	3,7
Nível significância	NS	NS	NS	NS

EPM - erro padrão da média

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

Nível de significância - Probabilidade teste de F

Ao analisarmos o número de frutos por árvore, o peso dos frutos por árvore, expressa em quilogramas por árvore, a produção, expressa em toneladas por hectare, e o peso médio dos frutos, expresso em gramas à colheita, verificamos que não existem diferenças significativas. Apesar de não existir diferenças estatisticamente significativas, podemos verificar que a modalidade ANA + 6-BA apresenta um menor número de frutos por árvore em consequência uma menor produção, mas um peso médio dos frutos superiores. Contrariamente, a modalidade metamitrão 165 apresenta o maior número de frutos por árvore e um menor peso médio dos frutos. Estes resultados estão de acordo com Forshey (1986), Fernandes (2010) e Maurício (2011), que estabelecem 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.

As modalidades metamitrão 165+165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L e a 6-BA apresentam valores muito semelhantes à monda manual.

### 5.5. Produção, repartida por classes de calibre

Ao analisarmos a distribuição da produção, em kg por classe de calibre Figura 11, verificamos que as classes de calibre predominantes são: 70 - 75 mm, 75 - 80 mm e a > 80 mm, o que corresponde aos calibres com maior valor comercial. Nas classes de calibre 70 - 75 mm e na > 80 mm existem diferenças significativas entre modalidades. Na classe 70 - 75 mm, a modalidade ANA + 6-BA é a que apresenta menor peso, enquanto que as

modalidades monda manual e metamitrão 165 mg/L tem maior peso. Em contrapartida na classe >80 mm a modalidade ANA + 6-BA é a que apresenta maior peso e as modalidades 6-BA e metamitrão 165 a que apresentam menor peso.

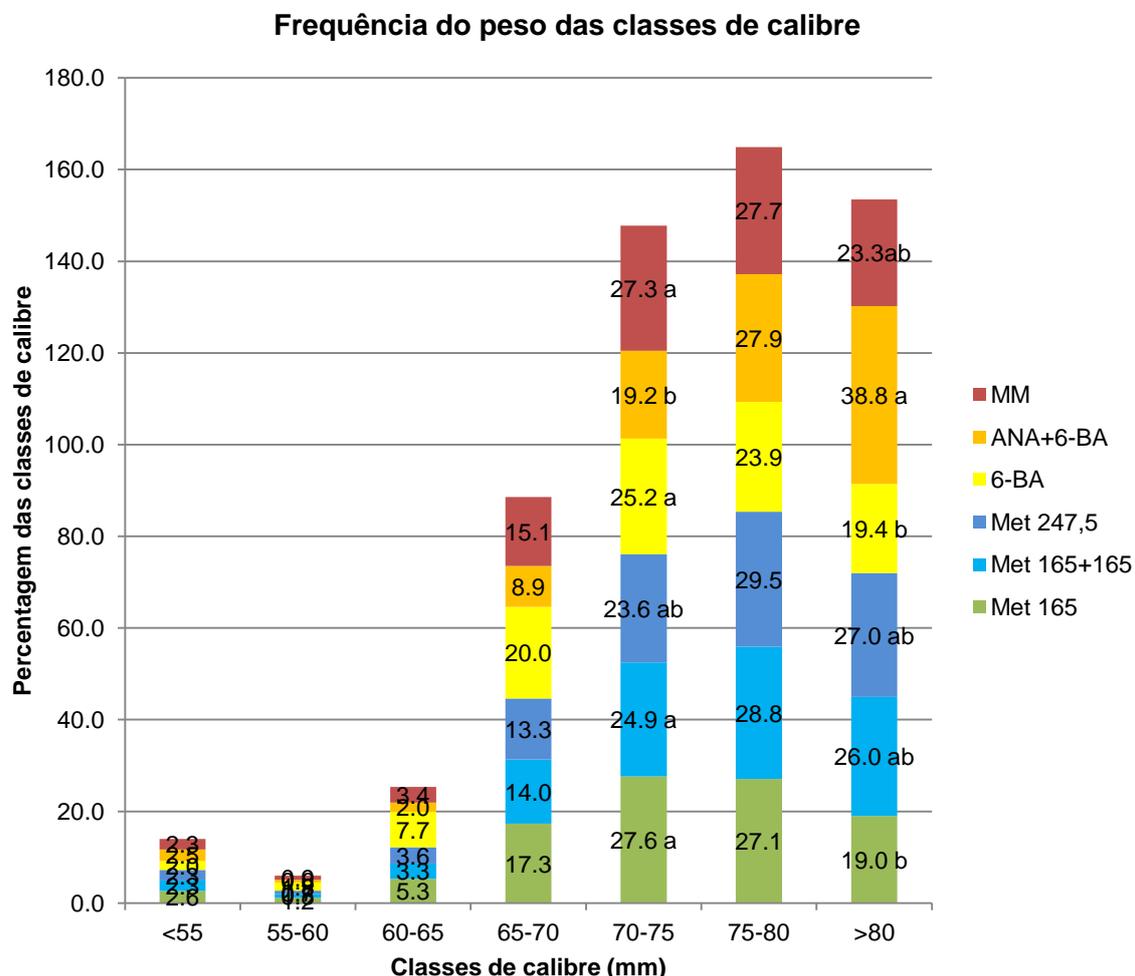


Figura 6: Distribuição do peso dos frutos por classe de calibre.

### 5.6. Peso de frutos obtido por classes de calibre segundo o valor comercial

Para o mercado, as classes de calibre são agrupadas em três categorias: inferior a 60 mm é considerado refugo, 60 a 70 mm é pouco valorizada, e a superior a 70 mm compreende os frutos mais valorizados.

Da análise do quadro 9 verificamos que a categoria superior a 70 mm é onde se insere a maior parte da produção, com um valor médio de 48 kg por árvore, seguindo-se a categoria 60-70 mm, com um valor médio de 12 kg por árvores e por fim a categoria que é considerada refugo com um valor médio de 2 kg por árvore. Em todas as categorias não existem diferenças significativas entre modalidades.

**Quadro 10: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA e monda manual na distribuição do peso dos frutos (Kg) por árvore por classes de calibre segundo o valor comercial**

Tratamentos	<60 mm	60-70 mm	>70 mm
<b>Met 165</b>	2,5	15,1	48,5
<b>Met 165+165</b>	2,0	11,6	53,6
<b>Met 247,5</b>	1,9	10,5	49,7
<b>6-BA</b>	2,4	18,0	42,2
<b>ANA + 6-BA</b>	1,8	6,0	47,4
<b>MManual</b>	2,0	11,2	47,7
Média geral	2,1	12,1	48,2
EPM	0,29	3,1	2,9
Nível significância	NS	NS	NS

EPM - erro padrão da média

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

Nível de significância - Probabilidade teste de F

### 5.7. Refugo total, por colheita

Aquando da colheita foram-se eliminando alguns frutos que apresentavam alguns defeitos (pedrado, escaldão e podridão), que não os tornavam comercializáveis. Na primeira data de colheita que se realizou a 7 de Outubro, os valores de refugo foram mais elevados do que os na segunda data de colheita que se realizou a 21 de Outubro. Para os valores apurados para ambas as colheitas não se verificaram diferenças significativas entre as diferentes modalidades (Quadro 11). O valor de refugo produzido nas diferentes modalidades representa 1 a 2% da produção total, este valor deve-se à grande pressão de doenças fúngicas (pedrado), que se vez sentir no decorrer do ensaio, devido as condições meteorológicas adversas.

**Quadro 11: Efeito dos tratamentos: metamitrão 165 mg/L, metamitrão 165 + 165 mg/L, metamitrão 247,5 mg/L, 6-BA, ANA+6-BA e monda manual no refugo (kg) à colheita**

Tratamentos	Refugo 7 Outubro (kg)	Refugo 21 Outubro (kg)
<b>Met 165</b>	9,7	5,4
<b>Met 165+165</b>	11,4	6
<b>Met 247,5</b>	8,0	4,1
<b>6-BA</b>	9,6	6,8
<b>ANA + 6-BA</b>	9,1	2,8
<b>MManual</b>	7,8	3,3
Média geral	9,3	4,7
EPM	1,9	1,4
Nível de significância	NS	NS

EPM - erro padrão da média

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

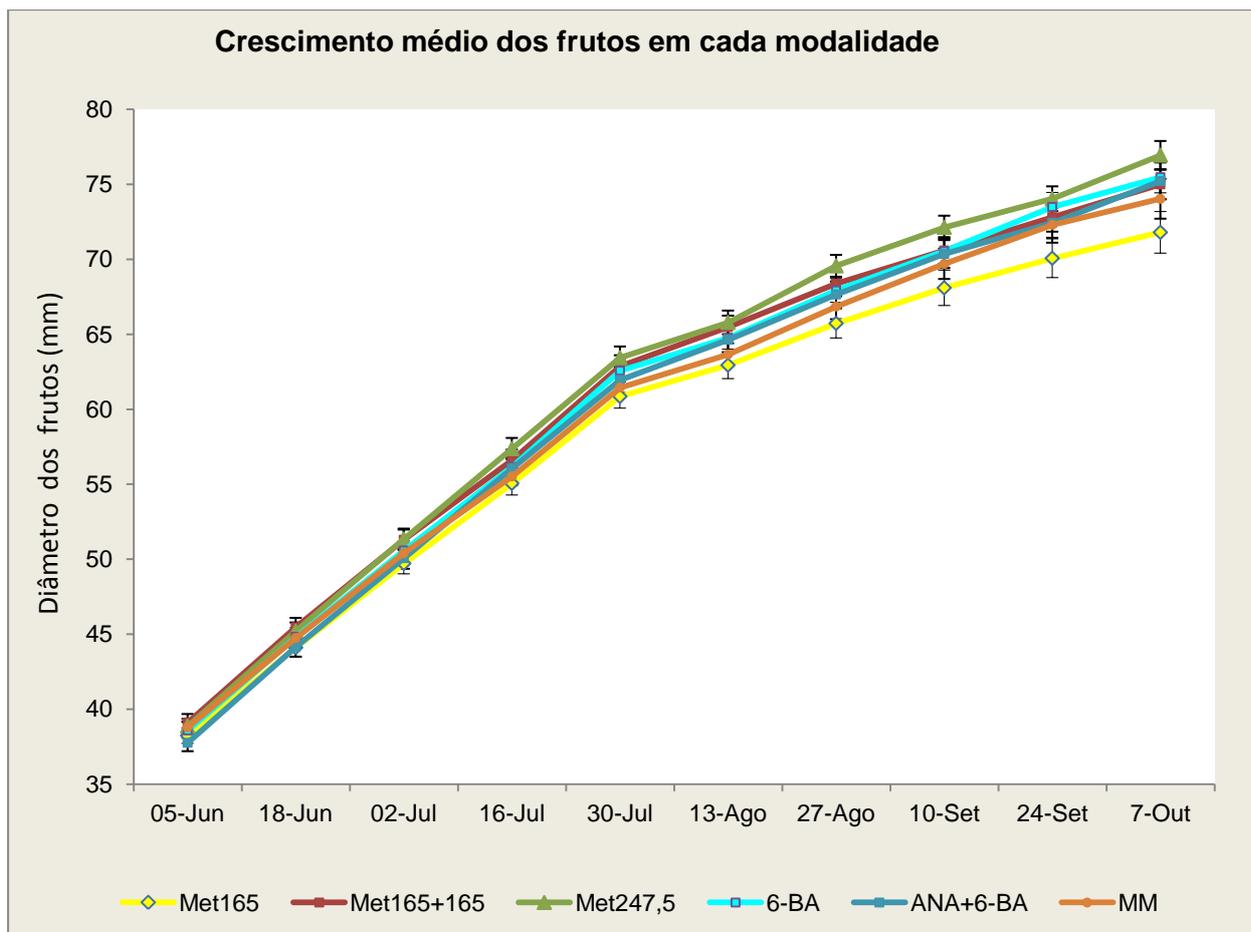
Nível de significância - Probabilidade teste de F

### 5.8. Comparação do ritmo de crescimento dos frutos

O calibre é um parâmetro importante na definição de normas de qualidade da fruta.

A figura 12 mostra que o ritmo de crescimento dos frutos apresentou grande semelhança entre as modalidades, apresentando um valor médio de 38,6 mm aquando da primeira medição que ocorreu a 5 de Junho (depois da queda de Junho). Cajão (2002) citando Gomes (1991) refere que os frutos inicialmente grandes provêm de gomos mais bem nutridos, com melhores ligações vasculares e maior número de sementes, sendo todo o crescimento posterior reflexo disso.

À colheita, a modalidade que apresentou maior calibre foi o metamitrão 247,5 mg/L com um calibre de 77 mm, e o menor foi o metamitrão 165 mg/L com um calibre de 71,8 mm. As modalidades metamitrão 165 + 165 mg/L, a 6-BA e a ANA + 6-BA não apresentam diferenças significativas em relação à monda manual.



**Figura 7: Curva de crescimento dos frutos por modalidade, desde da queda de Junho até à colheita**

Da análise da figura 11 resulta o quadro 12 onde verifica-se que, a 27 de Agosto e a 7 de Outubro, existem diferenças significativas, apresentando a modalidade metamitrão 247,5 mg/L valores mais elevados e a modalidade metamitrão 165 mg/L valores mais baixos, em ambas as datas. Nas restantes datas não se verificaram diferenças significativas.

**Quadro 12: Efeitos dos tratamentos nos diâmetros dos frutos a 27 de Agosto e 7 de Outubro (à colheita)**

Tratamentos	Diam 27 Agosto (mm)	Diam 7 Outubro (mm)
<b>Met 165</b>	65,7 b	71,8 b
<b>Met 165+165</b>	68,3 ab	75,0 ab
<b>Met 247,5</b>	69,6 a	77,0 a
<b>6-BA</b>	68,0 ab	75,4 ab
<b>ANA + 6-BA</b>	67,7 ab	75,3 ab
<b>MManual</b>	66,8 ab	73,9 ab
Média geral	67,7	74,7
EPM	1,2	1,6
Nível de significância	0,028	0,05

EPM - erro padrão da média

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

Nível de significância - Probabilidade teste de F, N = 36 frutos por tratamento.

## 5.9. Parâmetros de qualidade

A avaliação da qualidade de uma produção faz-se através da determinação dos indicadores de qualidade nomeadamente, a firmeza ( $\text{kg/cm}^2$ ), o teor em sólidos solúveis (TSS, °brix), índice de amido e a acidez (g/L), que são os indicadores que permitem determinar com exactidão a data de colheita da cultura.

No caso da 'Fuji' o exigido comercialmente é que esta apresente valores de dureza 6-7  $\text{kg cm}^{-2}$ , valores de °brix superiores a 16 e teores de acidez inferior a 4 g/L.

A determinação destes indicadores foi efectuada apenas nos frutos colhidos nos ramos acompanhados ao longo do desenvolvimento fisiológico.

Pela análise do quadro 13, verificamos que em relação ao peso e ao índice de amido dos frutos analisados não houve diferenças significativas, apresentando um peso médio de 166 gramas e um índice médio de 8,2, respectivamente. Em relação aos restantes parâmetros verificaram-se diferenças significativas. No que diz respeito ao diâmetro, verificou-se que a modalidade metamitrão 165 mg/L apresentava o diâmetro mais baixo e a modalidade metamitrão 247,5 mg/L o mais elevado, ficando as restantes modalidades equiparadas à monda manual.

Quanto a firmeza dos frutos, a modalidade de monda manual é a que apresenta o valor mais elevado.

Quanto ao teor de sólidos solúveis (TSS) normalmente a monda melhora este parâmetro uma vez que melhora a relação folha/fruto permitindo assim uma maior atribuição de fotoassimilados a cada fruto. Em todas as modalidades o TSS foi superior ao valor estabelecido comercialmente.

**Quadro 13: Efeito dos diferentes tratamentos de monda nas características de qualidade dos frutos: peso (g), diâmetro (mm), firmeza (kg cm<sup>-2</sup>), TSS (%) e índice de amido**

Tratamentos	Peso g	Diâm. mm	Firmeza kg/cm <sup>2</sup>	TSS %	Amido
<b>Met 165</b>	151,8	71,8 b	6,2 ab	14,1 ab	8,3
<b>Met 165+165</b>	166,6	74,9 ab	5,9 b	13,3 b	8,1
<b>Met 247,5</b>	175,6	77,0 a	5,8 b	13,7 ab	8,2
<b>6-BA</b>	170,6	75,4 ab	5,7 b	13,8 ab	8,4
<b>ANA + 6-BA</b>	170,7	75,3 ab	6,1 ab	14,3 a	8,1
<b>MManual</b>	160,2	73,0 ab	6,7 a	14,2 a	7,9
Média geral	165,91	74,6	6,1	13,9	8,2
EPM	10,2	1,7	0,2	0,3	0,3
Nível de significância	NS	0,036	0,001	0,019	NS

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha=0,05$ , letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EPM - Erro padrão da média. N = 36 frutos por tratamento.

No teor de sólidos solúveis do sumo, não se registaram diferenças significativas entre modalidades, apresentando um valor médio de 13,5. Em relação à acidez verificou-se que existiam diferenças significativas, onde a monda manual e metamitrão 165 mg/L apresentaram valores menores, em relação as restantes modalidades verificou-se um acréscimo da acidez, não excedendo os valores exigidos comercialmente (quadro 14).

**Quadro 14: Efeito dos diferentes tratamentos de monda no TSS (%) e acidez (ácido málico gL<sup>-1</sup>) do sumo**

Tratamentos	TSS %	Ácido málico (gL <sup>-1</sup> )
<b>Met 165</b>	14,0	1,7 b
<b>Met 165+165</b>	12,7	2,6 a
<b>Met 247,5</b>	13,2	2,8 a
<b>6-BA</b>	13,4	2,7 a
<b>ANA + 6-BA</b>	14,0	2,9 a
<b>MManual</b>	13,8	1,7 b
Média geral	13,5	2,4
EPM	0,5	0,3
Nível de significância	0.061 NS	0.001

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para  $\alpha=0,05$  letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes. EPM - Erro padrão da média. N = 9 sumos por tratamento.

## 6. Conclusões

Actualmente, as exigências do consumidor e a necessidade do fruticultor obter elevadas produtividades, na procura do indispensável retorno financeiro para sustentação da sua actividade, e as crescentes imposições de respeito pelo meio ambiente, requerem da fruticultura um grande rigor técnico-profissional. Isso justifica e impõe uma constante busca dos factores de produção mais adequados e da melhor oportunidade para aplicação das várias técnicas culturais que levam a altos padrões qualitativos dos frutos e de regularidade produtiva das árvores, para garantir simultaneamente a produção de muita e boa fruta em cada colheita, mas sem que as árvores incorram em situações de alternância.

Neste quadro se insere a obrigatoriedade de fazer anualmente a monda de frutos, que se for manual, se torna uma operação muito dispendiosa, pelo que a opção pela via química é uma prática cada vez mais indispensável entre os fruticultores. Alguns produtores já fazem monda química de frutos há muito tempo, por vezes sem obter os melhores resultados, ora devido à inadequada escolha das substâncias usadas, à inoportunidade dos momentos de aplicação dessas substâncias em face das condições meteorológicas dominantes, ora ao desacerto nas quantidades aplicadas.

A realização deste ensaio surge no seguimento do ensaio de Fernandes (2010) onde estudou pela primeira vez em Portugal, na cultivar 'Fuji' Kiku 8 Frubax (S), a potencialidade 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 cultivar 'Fuji'.

Com base nos resultados obtidos durante o ensaio no ano de 2011, podemos retirar as seguintes conclusões:

- Uma 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 mm aos 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 climáticas nomeadamente de temperaturas pouco favoráveis aquando da aplicação destes produtos, já que para uma actuação eficaz da 6-BA é necessária uma temperatura de 18°C no dia da aplicação e nos dois dias seguintes;
- A combinação de 6-BA + ANA apresentou um menor número de frutos por árvore em consequência uma menor produção, mas um peso médio dos frutos superiores, mostrando ser uma boa opção de monda;
- A 6-BA é uma substância activa cara, mas a sua aplicação em mistura com ANA permite reduzir a quantidade de matéria activa a usar, o que é altamente vantajoso do ponto de vista

económico. Por outro lado, parece verificar-se um sinergismo entre ambas as matérias activas desta combinação, que importa quantificar melhor para a sua plena validação;

- O metamitrão é uma substância com acção herbicida que actua independentemente da temperatura, e cuja aplicação pode ser feita sobre frutos em estados de desenvolvimento entre 6 e 14 mm de diâmetro;

- A aplicação de metamitrão numa única aplicação e com uma concentração de 165 mg/L, não se mostrou muito eficaz neste ensaio, embora tenha proporcionado uma redução do número de frutos;

- A dupla aplicação de metamitrão com concentrações de 165 mg/L, apresenta resultados semelhantes à monda manual, mas torna-se uma aplicação dispendiosa, devido a obrigar a duas aplicações.

- A aplicação de metamitrão com uma concentração de 247,5 mg/L com 8-10 mm de diâmetro, foi a que apresentou frutos com maiores calibres aquando da colheita. Nas modalidades onde se utilizou o metamitrão não se registou sintomas de fitotoxicidade nas folhas;

- A monda manual deverá ser encarada como um método complementar da monda química, face ao elevado custo da mão-de-obra qualificada para este tipo de operações, bem como à sua morosidade;

Finalmente, considerando que os resultados apresentados e discutidos neste trabalho são o seguimento de um ensaio realizado no ano anterior, mas com algumas alterações de concentrações e alturas de aplicação, e por incluírem tratamentos de monda química de frutos que podemos considerar promissores, estes ensaios deverão ser repetidos em anos subsequentes, de modo a obter a sua plena validação. Assim se poderia ajudar os fruticultores a esmerar nos procedimentos de um conjunto de operações cujos reflexos económicos vão muito para além dos da própria monda de frutos, e que, afinal, muito contribuem para a sustentabilidade da nossa fruticultura.

## 7. Referências Bibliográficas

- Al-Hinai Y.K. e T.R. Roper. 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.
- Auchter E.C. e J.W. Robert. 1934. Experiments in spraying apples for the prevention of fruit set. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 30: 22-5 (*cit. in Sousa, 2000*).
- Baldini E. 1992. *Arboricultura General*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 384 p.
- Bangerth F. 1993. Polar auxin transport as a signal in the regulation of tree and fruit development. *Acta Hort.* 329: 70-6.
- Basak A. 1996. Benzyladenine (BA) as an apple fruitlets thinning agent – preliminary results. *Hort. Science* 28: 54-7.
- Basak A. 1999. The storage quality of apples after fruitlets thinning. *Acta Hort.* 485: 47-53.
- Basak A. 2000. Use of benzyladenine, Endothal and ammonium thiosulfate for fruitlets thinning in some apple cultivars. *Acta Hort.* 517: 217-25.
- Basak A. 2004. Fruit thinning by using benzyladenine (BA) with ethephon, ATS, NAA, urea and carbaryl in some apple cultivars. *Acta Hort.* (ISHS) 653: 99-106. Consultado a 18 de Novembro de 2010, em [http://www.actahort.org/books/653/653\\_13.htm](http://www.actahort.org/books/653/653_13.htm).
- Basak A. 2011. Efficiency of fruitlet thinning in apple 'Gala Must' by use of metatriton and artificial shading. *J. Fruit Ornament Plant Res.* Vol. 19(1) 2011:51-62.
- Batjer L.P. e M.N. Westwood. 1960. 1-naphthyl N-methylcarbamate, a new chemical for thinning apples. *Processor American Social Hort. Science.* 75.
- Batjer L.P. e H.D. Billingsley. 1964. *Apple thinning with chemical sprays*. Washington State Expt Sta Bul. 651 (*cit. in Dennis, 2002*).
- Belleveux C., M. Bruyninckx, N. Dupont, G. Ferré, B. Florens, I. Génivet, P. Guigneault, P. Jacques, V. Matheus, D. Pouzoulet e J.F. Staint Hilary. 2009. L'éclaircissage du pommier-6-benzyladénine, un outil indispensable. *Fruits et légumes* N°251. Maio. 28-31 p. Consultado a 18 de Novembro de 2010, em [www.fruits-et-legumes.net/revue\\_en\\_ligne/infos\\_ctifl\\_aff.asp?theme](http://www.fruits-et-legumes.net/revue_en_ligne/infos_ctifl_aff.asp?theme).
- Bedford D. e Pickering S.U. 1919. *Science and Fruit Growing*. Macmillan. London. Consultado a 18 de Novembro de 2010, em [www.cabdirect.org/abstracts/19400301546.html](http://www.cabdirect.org/abstracts/19400301546.html).
- Bregoli A.M., C. Fabbroni, R. Vancini, A. Galliano e G. Costa. 2006. Results obtained on the efficacy of 6-BA alone, and in combination with other thinning agents from different

- Apple producing areas of northern Italy. *J. Fruit Ornam. Plant Res.* vol. 14, 2006: 23-8.
- Bound S.A., K.M. Jones e M.J. Oakford. 1997. Post-bloom thinning with 6-benzyladenine. *Acta Horticulturae* 463: 493-9
- Brunner P. 2010. Thinning activity of Metamitron in South Tyrol region (Italy). Presentation on EUFRIN Thinning Working Group, 11-13. March 2010, Lleida (Spain)
- Buban T. e T. Lakatos. 1997. Benzyladenine for treating trees of hard to thin Apple cultivars. Proc. 8<sup>th</sup> Symposium Plant Bioregulators. *Acta Hort.* 463 ISHS. 509-15.
- Burkholden C.L. e McCown. 1941. Effect of scoring and of  $\alpha$ -naphthylacetic acid and amid spray upon fruit set and of the spray upon preharvest fruit drop. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 91.
- Byes R.E., Jr.C.G. Lyons, K.S. Yoder. 1985. Peach and apple thinning by shading and photosynthetic inhibition. *J. Hort. Sci.* 4(60): 465-72.
- Byes R.E., J.A. Barden, R.F. Polomski, R.W. Young e D.H. Carbaugh. 1990<sub>a</sub>. apple thinning by photosynthetic inhibition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 9-13.
- Byers R.E., J.A. Barden e D.H. Carbaugh. 1990<sub>b</sub>. Thinning of spur Delicious apples by shade, terbacil, carbaryl, and ethephon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115:14-9.
- 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.
- Byers R.E. 2003. *Flower and fruit thinning and vegetative: fruiting balance*. In: *Apples: Botany, Production and Uses*. D.C. Feree, I Warrington (eds). USA. CAB International. 409-36.
- Cajão N.M.R. 2002. *Monda química de frutos em macieiras Mondial Gala*. Trabalho de fim de curso de Engenharia Agrícola, ramo científico-tecnológico. Univ. de Évora. Évora. 90 p.
- 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): 107-9.
- Costa G.A., Bregoli, C. Fabbroni e R. Vancini. 2005. Report on Apple fruit thinning trials carried out at the Bologna University in 2004. *Plant Forsch-Gronn Kunnskap*. Vol.9 Nr. 105 C.
- Dennis, Jr. F.G. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regul.* 31: 1-16.
- Dennis Jr. F.G. 2002. Mechanisms of action of apple thinning chemicals. *HortScience* 37(3): 471-4.
- Domingos S.N.G. 2009. *O ensombramento como técnica de monda na macieira Gala (Malus domestica Borkh.)*. Dissertação para a obtenção de Grau Mestre em Engenharia Agrónoma – Hortofruticultura e Viticultura, Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. 103 p.

- Dorigoni A. e P. Lezzer. 2007. Chemical thinning of Apple wit new compounds. *Erwerbs-Obstbau* 49(3): 93-6.
- 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: 15-8.
- Doud e Ferree. 1980. Influence of altered light levels on growth and fruiting of mature Delicious Apple trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 105: 325-8.
- Ebert A. e F. Bangerth. 1982. Possible hormonal modes of action of three apple thinning agents. *Scientia Hort.* 16: 343-56.
- Edgerton L.J. 1971. Apple abscission. *HortScience* 6(4): 378-82.
- Fallahi E. I.J. Chun e B. Fallahi-Mousavi. 2004. Influence of new blossom thinners on fruit set and fruit quality of apples. *Acta Hort.* 653: 81-3.
- Faust M. 1989. *Physiology of Temperate Zone Fruit Trees*. New York. J. Wiley. 338 p.
- Fernandes C.M.C. 2010. *Monda em macieira Fuji. Comparação entre novas substâncias químicas e a monda manual*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica – Hortofruticultura e Viticultura. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. 65 p.
- Ferree D.C. 1996. Performance of benzyladenine as a chemical thinner on eight Apple cultivars. *J Tree. Fruit Prod.* 1: 33-50.
- Forshey C.G. 1986. Chemical fruit thinning of apples. *New York's Food and Life Sciences Bulletin.* 116: 1-7.
- Forshey C.G. e D.C. Elfving. 1989. The relationship between vegetative growth and fruiting in apple trees. *Horticultural Reviews* 11: 229-87.
- Gautier M. 1984. *L'éclaircissage du pommier*. *L'Arboriculture Fruitière*, 362: 33-41.
- Gautier M. 1987. *La culture fruitière*. Volume 1. *L'Arbre Fruitier, Agriculture d'Aujourd Hui*. Technique et Documentation. Paris. 492 p.
- Greene D.W., W.R. Autio, J.A. Erf e Z.Y. Mao. 1992. Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 775-9.
- Greene D.W. 1993. A review of the use of benzyladenine (BA) as a chemical thinner for apples. *Acta Hort.* 329: 231-6.
- Greene D.W. e W.R. Autio. 1994. Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type Delicious apples. *HortScience* 29: 887-90.
- Goffinet M., T.L. Robinson e A.N. Lakso. 1995. A comparison of 'Empire' apple fruit size and anatomy in unthinned and hand-thinned trees. *J. Hort. Sci.* 70: 375-87.
- Grossman Y.L. e T.M. Dejong. 1995. Maximum fruit growth potencial and seasonal patterns of resource dynamics during peach growth. *Annals of Botany* 75: 553-60.

- Hansen M. 2011. Fruiting walls suit machinery. January 15<sup>th</sup> 2011 issue of Good Fruit Grower. Consultado a 21 Fevereiro 2011 em <http://www.goodfruit.com>
- Holownicke *et al.*, 1999. (cit em Domingos, S,N.G. 2009)
- INE. 2009. *Recenseamento Agrícola 2009 - Análise dos principais resultados*. Consultado a 14 de Novembro 2011.
- Jackson J.E., J.W. Palmer, M.A. Perring e R.O. Sharples. 1977. Effects of shade on the growth, chemical composition and quality at harvest and after storage. *J. Hort. Sci.* 52: 267-282.
- Jimenez, C.M. and Diaz, J.B.R. 2004. Statistical model estimates potential yields in “Golden Delicious” and “Royal Gala” apples before bloom. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.* 129(1):20-25
- Knight J.N. e J.D. Lovell. 1983. Chemical thinning with carbaryl. *East Malling Res. Stat.* 29-30.
- Koukourikou-Petridou M.A. 2003. The relation between the levels of extractable and diffusible IAA in almond fruit and their “June drop”. *Plant Growth Regul.* 39: 107-12.
- Kronenberg H.G. 1988. Temperature requirements for growth and ripening of apples. The 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 Soc. of Chemistry. Cambridge, UK. Pp. 369-72.
- Lafer G. 2000. Protocol thinning trials 2009 – Elstar Elanared, G. Reinders and Golden clone B. Presentation on EUFRIN Thinning Working Group, 11-13. March 2010, Lleida (Spain).
- Lakso A.N., T.L. Robinson e R.M. Pool. 1989. *Canopy microclimate effects on patterns of fruiting and fruit development in apples and grapes*. *In: Manipulation of fruiting*. C.J. Wright (ed.). 47<sup>th</sup> Nottingham Easter School, Butterworths, London. Pp 263-74.
- Lakso A.N., L. Corelli-Grappadelli, J. Barnard e M.C. Goffinet. 1995. An exponential model of the growth pattern of apple fruit. *J. Hort. Sci.* 70: 389-97.
- Lawson D.S. W.H. Reissig e A.M. Agnello. 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: 113-23.
- Looney N.E., M. Beulah e K. Yokota. 1998. Chemical thinning of Fuji apples. *Compact Fruit Tree* 31 (2): 55-7.
- 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. 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. 237-54 (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): 101-5.
- MacDaniels L.H. e Hildebrand E. M. 1940. A study of pollen germination upon the stigmas of apple flowers treated with fungicides. *Proc Amer Soc HortSci* 37: 137-140.
- Maurício A.C.N. 2011. *Monda em macieiras cv Goden Reinders. Comparação entre substâncias químicas e monda manual, na região de Alcobaça*. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 70 p.
- Mpelasoka B.S., M.H. Behboudian e T.M. Mills. 2001. Effects of deficit irrigation on fruit maturity and quality of Braeburn apple. *Sci. Hortic.* 90: 279-90.
- Moon B.W. e C.C. Kim. 1986. Effects of NAA and carbaryl on fruit thinning in apples (*Malus domestica* Borkh.). *Journal of the Korean Soc. for Horticultural Science*, 27(3): 239-48.
- Nikel L.G. 1982. Abscission in plant growth regulators. Agricultural Uses. Springer Verlag. Berlim.
- Palmer J.W., R. Giuliani e H.M. Adms. 1997. Effects of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of Braeburn/M26 apple trees. *Tree Physiol.* 17: 741-6.
- Petri J.L., L.A. Palladini, E. Schuck, J.P. Ducroquet, C.S. Matos e A. C. Pola. 1996. Dormência e indução da brotação de fruteiras de clima temperado. Florianópolis: EPAGRI. Boletim Técnico. 75. 110p.
- Petri J.L., G.B. Leite e C. Basso. 2006. Chemical thinning of Fuji apples growing in a mild winter climate. *Acta Hort.* 727: 429-36.
- Rahemi M. e Jr F.G. Dennis. 1981. The role of ethylene in apple fruit set. *Acta Hort.* 120: 257-257.
- Stahley E.A. e M.W. Williams. 1972. Effects of plant growth regulators on apple fruit and pedicel abscission. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 47: 724-6.
- Schneider G.W. 1975. C-sucrose translocation in apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(1): 22-4.
- Schneider G.W. e A.M. Lasheen. 1973. NAA and Sevin on composition, development and abscission of apple fruit. *HortScience* 8: 103-4.
- Schumacher R. e F. Fankhauser. 1976. *Éclaircissage et chute des fruits*. *Le Fruit Belge*, 373: 21-6.

- Shumacher R., R. Neuweiler e W. Stadler. 1993. Einfluss der Fruchtausdünnung auf Fruchtansatz, Frucht- und Treibwachstum. *Schweiz Z für Obst- und Weinbau* 129: 421-6 (cit in Dennis, 2002).
- Sexton R. 1997. The role of ethylene and auxin in abscission. *Acta Hort.* 463: 435-44.
- Silva A.M. 1982. Monda manual dos frutos em Pereira e macieira. *Vida Rural* 140: 27-8.
- Singh L.B. 1948. Studies in biennial bearing. II. A review of the literature. *J. Hort. Sci.* 24: 45-65 (cit em Dennis, 2002).
- Souse I.M.C. 2000. Monda de frutos em macieira Fuji – nota sobre a adaptação da cultivar ao Oeste. Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. 105 p.
- Stopar M., B.L. Black e M.J. Bukovac. 1997. The effects of ANA and BA on carbon dioxide assimilation by shoot leaves of spur-type 'Delicious' and 'Empire' apple trees. *Jour. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122: 837-40.
- Stopar M., Schauer B. e Ambrozic Turk, B. 2007. Thinning 'Golden Delicious' apples using single or combining application of ethephon, NAA or BA. *Journal of Central European Agriculture*, Volume 8(2): 141-146.
- Thiéry D. 1996. L'éclaircissage chimique du pommier. *L'Arboriculture Fruitière*. 493: 25-9.
- Trillot M., A. Masseron e C. Tronel. 1993. *Pommes les variétés*. INRA. Les éditions du Centre Technique Interprofessionnel des fruits et légumes (Ctifl). Paris. 202p.
- Tromp J., A.D. Webster e S.J. Wertheim. 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: 231-7.
- Van Staden J. e N.R. Crouch. 1996. Benzyladenine and derivatives – their significance in plants. *Plant Growth Regulation* 19: 153-75.
- Velarde F.G.A. 1996. *Tratado de arboricultura frutal – Volume I – Morfologia y fisiología del árbol frutal*. 4ª Edition Ministério da Agricultura, Pesca y Alimentation e Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 102 pp.
- Vercammen J. 1997. L'éclaircissage chimique du pommier: une technique dont on ne peut plus faire abstraction. *Le Fruit Belge*. 466: 51-4.
- Warrington I.J., T.A. Fulton, E.A. Halligan e H.N. Silva. 1999. Apple fruit growth and maturity are affected by early season temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 124: 468-77.
- Westwood M.N. 1978. *Temperate Zone Pomology*. San Francisco: W.H. Freeman. 428 pp.
- Westwood M.N. 1982. *Fruticultura de Zona Templadas*. Mundi-Prensa Madrid. 204 pp.
- Westwood M.N. 1988. *Temperate Zone Pomology*. Timbler. Portland. 444 pp.
- Westphalen F. 2008. *Trabalho sobre curva de crescimento de frutos*. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil.

- 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 Regulation* 31: 85-100.
- Weitheim S.J. e J. Westerlaken. 1976. Blossom thinning with Ethrel A possibilities and risks. *Fruittlet.* 66: 472-3.
- Widmer A., S. Schwan, K. Burgel e W. Stadler. 2007. Thinning through shading of apple trees – an organic approach for high quality fruit production. 'Isafruit' European Project.
- Wismer P.T., J.T.A. Proctor e D.C. Elfving. 1995. Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120: 802-7.
- Williams M.W. 1993. Comparison of NAA and carbaryl petal-fall sprays on fruit set of apples. *HortTechnology* 3(4): 428-9 (CAB Abstract 1993-1994).
- Williams K. M. and Fallahi, E. (1999). The effects of exogenous bioregulators and environment on regular cropping of apple. *HortTechnology* 9(3): 323-327.
- Yuan R. e D.W. Greene. 2000. Benzyladenine as a chemical fruit thinner for 'McIntosh' apples. I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation and nonstructural carbohydrates. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125: 169-79.
- Zucconi F. 1981. Regulation of abscission in growing fruit. *Acta Horticultura* 120: 89-94.