



**Monda de frutos em macieira (*Malus domestica* Borkh)  
'Gala Brookfield' com metamitrão**

**João Pedro Trindade Crisóstomo**

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

Orientadores: Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira

Doutor Luis Asin Jones

**Júri:**

Presidente:

Doutor Henrique Manuel Filipe Ribeiro, Professor Auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais:

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

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

## **Agradecimentos**

Este trabalho só foi possível através da contribuição de diversas pessoas que colaboraram de diferentes maneiras e às quais quero agradecer com toda a sinceridade.

À Professora Cristina Oliveira, por me ter auxiliado a conseguir o tão ambicioso estágio/tese no IRTA, pela orientação e revisão deste trabalho.

Ao Doutor Luis Asin Jones por todos os ensinamentos e apoio.

Ao Engenheiro Luis Gonzalez Nieto por tudo durante o estágio no IRTA e pela ajuda no tratamento estatístico dos resultados desta dissertação.

A toda a equipa do IRTA que tão bem me recebeu.

À investigadora Doutora Mariana Mota pela ajuda e disponibilidade.

Ao investigador Doutor Miguel Leão, pelo apoio e sugestões.

À Engenheira Anabela Maurício, por toda a colaboração e disponibilidade.

À minha namorada, Miriam, por todo o apoio e motivação neste trabalho.

À minha família, em especial aos meus pais, Anabela e Filipe, por todo o apoio desde sempre.

## Resumo

No ano de 2016 foi realizado um estudo, localizado no pomar experimental do IRTA em Mollerussa, Lérida, com o fim de observar o efeito do Metamitrão (MM) na monda química da maçã 'Gala Brookfield'.

A cultivar Gala Brookfield foi plantada em 2003, com porta-enxerto M 9, num pomar com compasso de 4 x 1,4 m, regado por gota-a-gota e com polinizadoras da variedade 'Fuji'.

Foram efetuadas aplicações únicas de 247 ppm a diferentes calibres do fruto, nomeadamente aos 8, 10, 12 e 14 mm. Foram igualmente efetuadas estratégias com duas aplicações de Metamitrão (247 + 247 ppm), designadamente, aos 8 e 10 mm; 8 e 12 mm; 8 e 14 mm; 10 e 12 mm; 10 e 14 mm e aos 12 e 14 mm do fruto. Outras estratégias analisadas: uma aplicação de NAD + (BA + ANA), a monda manual e uma estratégia sem qualquer tipo de monda.

A estratégia sem qualquer tipo de monda originou árvores com 472,1 frutos valor sem diferença estatística para as melhores estratégias de apenas uma aplicação de metamitrão. Na estratégia NAD + (BA + ANA) obteve-se 347,8 frutos por árvore. A melhor estratégia química foi a dupla aplicação de metamitrão (247 + 247 ppm) aos 12 + 14 mm com média de 275,8 frutos por árvore não havendo diferenças estatísticas significativas com a estratégia de monda manual (considerada com a carga ideal) que resultou numa média de 227 frutos por árvore. A dupla aplicação de MM e a monda manual resultaram em 39% e 35% de frutos > 75 mm, respetivamente. Para estas concentrações, não foram observadas situações de fitotoxicidade.

Para este caso, a monda manual teve um custo estimado de 1980,48 €/ha e a melhor estratégia de monda química (12 + 14 mm) teve um custo de 719,2 €/ha (2 aplicações de MM).

**Palavras-chave:** ácido naftalenoacético, benziladenina, Gala Brookfield, metamitrão, monda química.

## **Abstract**

In 2016, it was studied the thinning effect of met amitron in apples. This study was made in IRTA's trial orchard in Mollerussa, Lleida. The cultivar was Gala Brookfield, planted in 2003, rootstock M 9, spaced 4 x 1.4 m, drip irrigated and pollinator was 'Fuji'. Single applications of 247 ppm of met amitron at 8, 10, 12 and 14 mm fruit size and double met amitron applications (247 + 247 ppm) at 8 + 10 mm, 8 + 12 mm, 8 + 14 mm, 10 + 12 mm, 10 + 14 mm, 12 + 14 mm of fruit size, NAD + (BA + NAA) the standard treatment for apple thinning in Lleida and manual thinning were done.

A test plot without any treatment was also studied that resulted in 472.1 fruits per tree, this value was not significantly different from the other single application strategies. The standard treatment NAD + (BA + NAA) resulted in 347,8 fruits per tree. The best chemical strategy was the double MM application at 12 + 14 mm resulting in 275.8 fruits per tree without significant statistical differences with the hand thinning strategy (227 fruits per tree). The hand thinning strategy was considered the optimum and comparing with MM application at 12 + 14 mm the % of fruits with > 75 mm was 35% and 39%, respectively. With these met amitron concentrations, there were no fitotoxicity issues.

For these case of study, the hand thinning had an estimated cost of 1980.48 €/ha and the best chemical thinning strategy cost 719.2 €/ha (two applications of MM at 12 + 14 mm).

**Keywords:** benziladenine, chemical thinning, Gala Brookfield, met amitron, naphthalenoacetic acid.

## Índice

Índice de figuras.....	VII
Índice de quadros.....	VIII
Lista de abreviaturas.....	IX
Introdução .....	1
1 Revisão Bibliográfica.....	2
1.1 Acetamida de Naftaleno, Acido Naftalenoacético e Benziladenina .....	2
1.2 Metamitrão .....	3
1.3 Fluorescência .....	4
1.4 Fatores que influenciam a aplicação de Metamitrão .....	5
1.5 Fatores endógenos.....	5
1.6 Fatores exógenos.....	6
1.6.1 A temperatura .....	6
1.6.2 Intensidade luminosa .....	7
1.6.3 Humidade sobre a folha .....	7
1.7 Fitotoxicidade .....	7
1.8 Modelos.....	8
1.9 Ensaio de aplicação de metamitrão em 'Gala' .....	9
1.9.1 Ensaio 1 .....	10
1.9.2 Ensaio 2.....	10
1.9.3 Ensaio 3.....	11
1.9.4 Ensaio 4.....	12
1.9.5 Ensaio 5.....	13
2 Material e Métodos.....	14
2.1 Localização do campo de ensaio.....	14
2.2 Condições do ensaio .....	14
2.3 Delineamento experimental .....	15

2.4	Tratamentos .....	15
2.5	Modo de aplicação.....	16
2.6	Condições meteorológicas.....	17
2.7	Medições .....	18
2.8	Tratamento de dados.....	19
3	Resultados e discussão .....	20
3.1	Potencial produtivo .....	20
3.2	Quilogramas por árvore .....	21
3.3	Número de frutos por árvore.....	22
3.4	Número de frutos em 100 corimbos <sup>1</sup> .....	23
3.5	Calibre dos frutos.....	24
3.6	Classe de calibre dos frutos.....	25
3.7	Peso dos frutos.....	26
3.8	Cor .....	27
3.9	Eficiência quântica máxima potencial do Fotossistema II.....	28
3.10	Fitotoxicidade .....	30
3.11	Encargos monda manual versus monda química .....	31
3.12	Preço monda manual.....	33
3.13	Preço monda química .....	34
4	Conclusão .....	35
5	Bibliografia .....	37
6	Anexo I.....	41

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> - Composição química do Metamitrão.....	4
<b>Figura 2</b> - Localização da experiência.....	14
<b>Figura 3</b> - Dados de radiação, temperatura média diária e temperatura noturna.....	17
<b>Figura 4</b> – Classe de calibre.....	26
<b>Figura 5</b> - Percentagem de redução da eficiência fotossintética para as aplicações simples.....	28
<b>Figura 6</b> - Percentagem de redução da eficiência fotossintética para as duplas aplicações.....	29

## Índice de quadros

<b>Quadro 1</b> - Resumo de experiências realizadas com 'Gala' .....	9
<b>Quadro 2</b> – Localização pormenorizada da experiência .....	14
<b>Quadro 3</b> - Tratamentos, quantidades de substância ativa e formulação do produto. 16	
<b>Quadro 4</b> - Escala de fitotoxicidade. Fonte: Escala do IRTA (2005). .....	19
<b>Quadro 5</b> - Número de corimbos por árvore contados antes de qualquer aplicação. . 20	
<b>Quadro 6</b> - Número médio de quilogramas por estratégia.....	21
<b>Quadro 7</b> - Número médio de frutos por estratégia .....	22
<b>Quadro 8</b> - Número médio de frutos em 100 corimbos.....	24
<b>Quadro 9</b> - Calibre médio de cada estratégia (dados medidos por calibrador) .....	25
<b>Quadro 10</b> - Média de peso dos frutos em cada estratégia. ....	27
<b>Quadro 11</b> - % de cor vermelha nos frutos .....	28
<b>Quadro 12</b> - Fitotoxicidade nas árvores.....	30
<b>Quadro 13</b> - Duração da monda manual em cada bloco e número de frutos retirado. 32	
<b>Quadro 14</b> - Número de horas de monda manual por hectare. ....	32
<b>Quadro 15</b> - Encargos da monda química.....	33
<b>Quadro 16</b> - Preço estimado por hectare de monda manual. ....	33
<b>Quadro 17</b> - Custo por hectare de 2 aplicações Brevis. ....	34

## Lista de Abreviaturas

°C	Graus Centígrados
ANA	Ácido Naftalenoacético
ACC	Ácido Carboxílico Aminociclopropano
ANOVA	Análise de Variância
BA	Benziladenina
FS II	Fotossistema II
EUFRIN	<i>European Fruit Research Institutes Network</i>
Ha	Hectare
MJ	<i>Mega Joule</i>
MM	Metamitrão
NAD	Acetamida de Naftaleno
Qy	<i>Quantum Yield</i>
S.A.	Substância ativa
SAS	<i>Statistical analysis software</i>

## Introdução

A maçã é um fruto omnipresente e considerado de grande importância para a saúde humana devido ao seu baixo teor calórico e rico em fibras e vitaminas. Já dizia a sabedoria popular “One apple a day keeps the doctor away”.

Desde 2011, o preço da maçã ‘Royal Gala’ a nível nacional tem vindo a variar em sentido inverso aos custos de produção. O preço de venda entre julho e dezembro de 2014 foi de 0,575 €/kg, considerando nestes termos o preço de venda ao retalho (preço pago ao agricultor mais os custos da organização de produtores) (Observatório Agrícola, 2015). Assim sendo, o desafio do agricultor neste momento passa pela redução de custos e produzir o maior número de frutos possível com calibre acima de 65 mm pois acima deste calibre o agricultor tem melhor retorno económico do que com calibres mais pequenos (Maas et al., 2011). Na lista de práticas culturais a executar ao longo de um ciclo produtivo no pomar, como mais relevantes a nível da estrutura de custos, temos: a poda; a monda de flores ou frutos; a fertilização; a rega e a colheita (IRTA, 2016). Em qualquer uma destas práticas deve-se procurar maximizar a sua eficiência e minimizar os custos.

Nesta tese iremos abordar a monda química de frutos. Existem vários motivos para a utilização desta técnica não só por esta ser uma componente dispendiosa na lista de encargos de um pomar, mas também porque o conhecimento nesta matéria é escasso e há cada vez menos substâncias ativas no mercado (Greene, 2014). Vai ser utilizada a substância ativa metamitrão em diferentes concentrações e em diferentes momentos do crescimento dos frutos (diâmetros entre os 6 e os 14 mm). A cultivar de maçã sobre a qual incidiram os ensaios é a ‘Royal Gala Brookfield’ pois esta é considerada a mais relevante e tida como referência no grupo Gala.

A experiência foi realizada no pomar experimental do IRTA – *Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries* em Lérida, Espanha.

O objetivo desta experiência foi o estudo do metamitrão (MM) como agente de monda química de maçãs, avaliando a eficiência e segurança desta substância ativa em diferente número de aplicações, doses, estados fenológicos e condições climáticas comparativamente com a monda manual e com uma estratégia standard com as substâncias ativas (S.A.): Acetamida de Naftaleno (NAD), Acido Naftalenoacético (ANA) e Benziladenina (BA) que é a mais utilizada na região de Lérida. Assim sendo, a nova S.A. metamitrão foi comparada a esta mistura de NAD, ANA e BA de modo a que se obtivesse mais informação para esta região sob o ponto de vista de eficácia de monda.

## 1 Revisão Bibliográfica

### 1.1 Acetamida de Naftaleno, Acido Naftalenoacético e Benziladenina

Atualmente, uma estratégia de monda química comum inclui a utilização de NAD, ANA ou BA. Há ainda estratégias de monda que promovem a sua aplicação conjunta.

Quimicamente, a Benziladenina é uma citoquinina que estimula a divisão celular tanto nos frutos como nas folhas e ramos. Os hidratos de carbono que iriam maioritariamente para os frutos, vão ser desviados para os lançamentos do ano originando um défice. Esse défice de hidratos de carbono vai gerar uma redução do transporte das auxinas para o pedúnculo dos frutos. A redução do transporte de auxinas vai originar o isolamento das sementes e o conseqüente aborto das mesmas. Desta forma, esse aborto das sementes vai aumentar a sensibilidade da zona de abscisão, conduzindo à queda dos frutos (Botton et al., 2011).

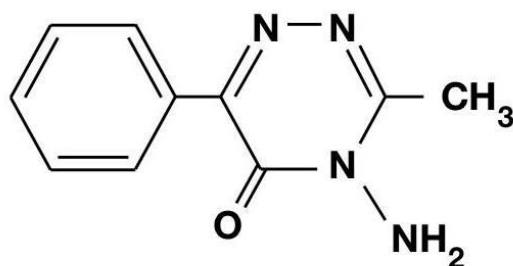
Por sua vez, tanto o NAD como o ANA são auxinas sintéticas. (Abeles et al., 1992). Ambos podem ser utilizados logo após a plena floração até, em alguns casos, à queda de junho (Bertelsen, 2002). Estudos antigos dizem que as auxinas estimulam a abscisão dos corimbos induzindo o aborto no embrião das sementes dos frutos desenvolvidos, reduzindo a força da *sink*. Entretanto tem sido provado que as auxinas estimulam a abscisão de frutos com sementes, portanto, o aborto de sementes não explica a função que o NAD e ANA promovem na abscisão de frutos (Dennis, 2000). Por outro lado, Wouters (2014) propõe que o modo de ação das auxinas seja por via do transporte das hormonas no floema e dos fotoassimilados a entrar ou sair dos frutos. Há sempre um gradiente de auxinas entre a folha ou o fruto que promovem a formação de uma camada de abscisão. Após a sua aplicação, as auxinas param ou invertem o seu fluxo promovendo a queda dos frutos.

Por sua vez, tanto o NAD como o ANA são responsáveis pela dark respiration e redução da fotossíntese (Untiedt et al., 2001). O NAD é a amida do ANA e faz um efeito de monda mais reduzido em relação ao ANA. A sua vantagem é que persiste mais tempo na árvore e só tem bons resultados em associação com outros agentes de monda (Vittone et al., 2017).

## 1.2 Metamitrão

O primeiro ensaio publicado que teve como elemento de estudo o metamitrão, foi realizado em 2006 sob a cultivar Elstar. Foi publicado em 2007 por Michael Clever, conhecido membro do grupo EUFRIN (European Fruit Research Institutes Network). Atualmente, o metamitrão é a substância ativa da marca comercial Brevis. O MM é uma triazinona, de fórmula química  $C_{10}H_{10}N_4O$  (figura 1). Esta S.A. é inibidora do fotosistema II presente nos cloroplastos. É no fotosistema II (FSII) que se inicia reação fotossintética quando este absorve radiação solar. Esta excitação eletrônica é convertida em potencial químico, ou seja, em elétrons. Os elétrons vão ser conduzidos das protoquinonas primárias  $Q_A$  para as estruturas secundárias  $Q_B$  (Ishikita et al., 2005). O MM bloqueia a transferência de elétrons entre as protoquinonas primárias  $Q_A$  e  $Q_B$  (Abbaspoor et al., 2006). O FS II está localizado nos cloroplastos. De acordo com McCartney and Obermiller (2012), o MM altera o complexo fotossintético em macieira durante 7 a 10 dias após a sua aplicação reduzindo a taxa de transporte de elétrons até 60 %. O MM promove a redução da taxa fotossintética nos primeiros dias após a aplicação e que essa redução varia consoante a concentração de MM. Então, quanto maior for a concentração de MM, maior será a redução da taxa de fotossíntese da macieira.

Quando o MM é aplicado, a árvore sofre um stress durante um determinado período e a absorção de luz é parcialmente interrompida, o que conduz a uma menor disponibilidade de hidratos de carbono que promove a queda natural dos frutos. Desta forma, o MM exibe um efeito de monda em frutos com diâmetro entre 10 e 12 mm (Basak, 2011) ou mesmo até 20 mm de diâmetro (McCartney and Obermiller, 2012). A partir deste diâmetro (Plena floração + 30 dias), os frutos não são fáceis de mondar, pois é coincidente com o aumento da taxa de hidratos de carbono na árvore. Nesta fase do ciclo, os lançamentos do ano, que têm 10 a 12 folhas, começam a produzir hidratos de carbono e o balanço destes compostos torna-se positivo (Lakso et al., 1999). O MM pode ser aplicado entre os 10 e 25°C pelo que não se torna tão dependente a nível de temperatura como outros agentes de monda química (ADAMA, 2015).



**Figura 1** - Composição química do Metamitrão

### 1.3 Fluorescência

A clorofila presente nas folhas pode absorver energia da luz de três maneiras: fotoquímica, dissipação de calor e fluorescência. Se houver uma redução da eficiência fotoquímica, podemos medi-la através do aumento da dissipação de calor ou da fluorescência (Abbaspoor et al., 2006).

A reação fotossintética é iniciada com a absorção de luz. Esta excitação eletrônica é convertida em potencial químico, ou seja, em elétrons. Estes elétrons vão ser conduzidos através da protoquinona  $Q_A$  para a  $Q_B$  sendo que ambas se encontram na membrana dos tilacoides. Os ajustes fisiológicos na planta, ou seja, a dissipação de calor em detrimento da fotossíntese, podem ser medidos através da fluorescência clorofílica. Segundo Ayala, se houver um desarranjo entre as protoquinonas derivado de um ajuste fisiológico, o fluxo de elétrons pode sair do circuito sob a forma de fluorescência. Se aplicarmos luz sobre este sistema em desarranjo vamos poder medir a máxima fluorescência ( $F_{máx}$ ) ou seja, o rendimento mínimo do aparelho fotossintético. Uns minutos depois, o transporte de elétrons é reposto e a fluorescência atinge o mínimo estável ( $F_{min}$ ). Os valores de  $F_{máx} - F_{min} = F_v$  ou seja, fluorescência variável que é considerada a eficiência do FS II. Então, o coeficiente de fluorescência ( $Q_y$ ) é igual a  $F_v/F_{máx}$ . O aumento de  $F_{máx}$  vai fazer com que o  $Q_y$  tenda para zero refletindo-se numa redução da eficiência fotossintética. Por outro lado, o  $Q_y$  pode atingir máximos de 0,8 na maioria das folhas de plantas saudáveis (Maxwell et al., 2000).

#### **1.4 Fatores que influenciam a aplicação de Metamitrão**

As vantagens do MM são o facto de não causar danos foliares (em concentrações até 350 ppm), não provoca deformações nos frutos nem carepa. Também não origina frutos “pigmeu” segundo Black, et al. (1995).

A eficácia do MM não é tão dependente da temperatura quando comparado com os reguladores de crescimento habitualmente utilizados. É o caso do ácido naftaleno acético (ANA) ou benziladenina (BA) (ADAMA, 2015). O sucesso da aplicação de MM é mais fácil de obter. Ainda assim depende de alguns fatores endógenos e exógenos à árvore que têm que se ter em conta. Os fatores endógenos são a cultivar, a idade da árvore, a fertilização, a condição hormonal. Os exógenos são a temperatura, humidade e intensidade luminosa.

#### **1.5 Fatores endógenos**

É de enorme importância referir que cada cultivar de maçã tem a sua função resposta em relação à atuação dos agentes de monda. O MM atua sobre todas as cultivares de maçã nomeadamente: Crispy Pink (Pink Lady®), Red Delicious, Golden Delicious e Fuji (Leal, 2012; Rosa, 2016; Stern, 2015) Este agente de monda também atua em pera Conference (Maas, 2011) e pera Rocha (Maurício, 2017 comunicação pessoal). Assim, as variedades Crispy Pink, Golden Delicious e Pinova são as mais fáceis de mondar. Já as cultivares Gala, Red Delicious e Fuji são as mais difíceis de mondar (Brunner, 2015).

A aplicação do MM não é recomendada para pomares com menos de quatro anos segundo consta no rótulo do Brevis®. Este conselho deve-se provavelmente devido às árvores novas serem mais sensíveis aos agentes de monda pressupondo que as suas capacidades para armazenar hidratos de carbono no período de dormência sejam insuficientes.

É importante a manutenção nutricional da planta, não só ao longo do ciclo produtivo da maçã, mas também no pós-colheita. Nesta fase em que a árvore ainda não entrou em repouso vegetativo é importante serem-lhe fornecidos azoto, fósforo, potássio e cálcio assim como alguns micronutrientes, tais como boro para que estes estejam facilmente disponíveis no vingamento do ano a seguir. Quanto maior for a taxa de vingamento, maior será a competição dos frutos para os hidratos de carbono, tornando assim a árvore mais sensível à monda.

## 1.6 Fatores exógenos

A monda química é então influenciada por diversos fatores exógenos: a temperatura, a humidade, a intensidade luminosa. Todos estes fatores revelam-se essenciais à árvore na medida em que são estes que a regulam. Os hidratos de carbono são um fator que está em grande parte dependente dos outros 3 fatores supra citados. Assim sendo, o tema dos hidratos de carbono irá ser abordado em paralelo com os restantes fatores.

### 1.6.1 A temperatura

A taxa de vingamento depende, essencialmente, da temperatura a que este ocorre. Temperaturas entre os 15° e 20 °C são o ideal para a germinação do pólen. Para as regiões onde as temperaturas na época de floração sejam em média inferiores a 15 °C, é recomendado que seja aumentado o número de árvores polinizadoras ou por outra via, o recurso a abelhas ou abelhões (*Bombus terrestris*) (Sheffield, 2014; Orangepipintrees, 2015).

A importância do balanço de hidratos de carbono disponíveis para o desenvolvimento dos frutos e o papel crítico que representa em resposta aos produtos de monda tornou-se bastante perceptível para muitos investigadores (Byers, 2003). Os frutos mostram-se mais sensíveis aos produtos de monda química, especialmente porque são os pontos de 'sink' mais exigentes e mais afetados pela competição (Lakso et al., 1999). Temperaturas de cerca de 20 °C em combinação com humidade relativa do ar elevada e pouco vento favorecem a absorção do produto, tornando a aplicação mais eficaz (Brunner, 2015).

Temperaturas noturnas altas (acima de 13 °C) conduzem a uma taxa respiratória noturna mais elevada, havendo um consumo dos hidratos de carbono por parte das árvores. Assim, menos hidratos de carbono serão canalizados para o crescimento dos frutos (Tromp, 2005). Em Israel, as aplicações de MM com iguais concentrações comparadas com os mesmos tratamentos no norte da Europa e Estados Unidos, foram mais eficazes, provavelmente devido a temperaturas mais elevadas noturnas durante as 3 semanas após a aplicação (Stern, 2014). Assim, qualquer fator ou conjunto de fatores que influenciem a respiração e a fotossíntese irão influenciar a resposta das árvores ao agente de monda.

### **1.6.2 Intensidade luminosa**

Vários estudos indicam que a produtividade de pomares de maçã está correlacionada com a interceção de luz (Lakso, 1999). Os três dias anteriores e os dias seguintes à aplicação do MM são igualmente importantes. O efeito de MM é superior se houver uma redução do nível de hidratos de carbono na árvore. Este nível de hidratos de carbono diminui proporcionalmente com a redução da radiação incidente. Se a procura de hidratos de carbono por parte dos frutos for superior à oferta que a árvore pode fornecer então irá ocorrer o aborto de sementes e a posterior queda do fruto. A redução da radiação pode ocorrer devido à utilização de redes de ensombramento, redes de granizo ou céu nublado (Brunner, 2015).

### **1.6.3 Humidade sobre a folha**

Segundo o rótulo do Brevis, não é aconselhado aplicar o produto sob condições de folha molhada. Fazer aplicações com MM cedo durante a manhã ou após períodos de chuva pode potenciar o efeito do tratamento. Esta situação é explicada por Brunner (2015), ao referir que em condições de humidade relativa mais elevada o MM é mais eficaz. A explicação deve-se ao fato de que a humidade relativa permitirá que o produto se mantenha em forma de gota na folha por mais tempo, ou seja, que o tratamento não evapore tão rápido. Esta teoria também é aplicada para os adubos foliares. Quanto maior for o tempo em que o produto permaneça na forma líquida sobre a superfície foliar, maior é a sua eficácia (Fernández et al., 2013).

## **1.7 Fitotoxicidade**

A aplicação de MM pode conduzir a sintomas de fitotoxicidade nas folhas, podendo apresentar cloroses. Em casos extremos, aplicações de 495 ppm provocam fitotoxicidade (Gonzales, 2016 comunicação pessoal). As consequências desta fitotoxicidade são apresentações de necroses nas margens das folhas. Estas necroses são situações temporárias, não afetando a produtividade das árvores e os frutos não apresentam qualquer sintoma necrótico ou carepa (Dorigoni et al., 2007). Devido à sua

fitotoxicidade em elevadas concentrações, esta substância ativa requer especial atenção durante a preparação da calda.

## 1.8 Modelos

O MM é uma substância ativa recente utilizada em monda química. A primeira publicação surgiu em 2007. Sabendo que a eficiência da aplicação depende, em grande parte, do balanço de hidratos de carbono da árvore, podemos aplicar o modelo de hidratos de carbono desenvolvido pelos investigadores da Universidade de Cornell. O modelo baseia-se na forte correlação entre o balanço negativo de hidratos de carbono na árvore e uma acentuada abscisão de frutos. Este modelo prevê o balanço diário de hidratos de carbono através de uma estimativa da fotossíntese, da respiração, do crescimento dos frutos, folhas e raízes (Lakso *et al.*,2001). Desta forma, auxilia o Agricultor a ajustar a dose de produto de monda a aplicar. A árvore começa a aumentar o consumo de hidratos de carbono a partir da floração e atinge o pico de consumo quando os frutos atingem os 8 a 10 mm (cerca 2 semanas após floração). O consumo das reservas de hidratos de carbono só termina quando a árvore atinge lançamentos entre as 10 e 12 folhas que coincide com o início da produção destes compostos. A partir deste momento, a árvore deixa de consumir reservas de hidratos de carbono e inicia a sua produção (Lakso *et al.*,1999; Robinson *et al.*,2013).

Este modelo terá algumas limitações pois cada pomar é único. Podemos ter diferenças ao nível das cultivares, porta-enxertos, clima, estado fenológico, solo, entre outros. Por isso, o modelo é meramente indicativo e apenas nos dá uma noção da relação de hidratos de carbono na árvore e conseqüente eficácia do agente de monda.

Foi anunciado no encontro de *European Fruit Research Institutes Network* (Euftrin), em fevereiro de 2017, que estarão a ser desenvolvidos modelos específicos para determinar o momento ideal da aplicação de MM (Rosa, 2017 comunicação pessoal). Estes modelos relacionam a temperatura noturna (°C) e o somatório da radiação diária em MJ (megajoule) ou W (watt).

## 1.9 Ensaios de aplicação de metamitrão em 'Gala'

Este produto de monda química com S.A. MM é vendido com o nome comercial Brevis e é recente. Foi lançado em Portugal a 29 de março de 2017. Já é possível encontrar vários ensaios em maçã e pera. Ainda assim, existem poucos trabalhos realizados para a cultivar Gala, mesmo a nível mundial. Aqueles que foram realizados irão ser descritos no quadro 1, em que será mencionado o autor, a dose, o momento de aplicação, as considerações de relevo e o resultado dos ensaios.

**Quadro 1** - Resumo de ensaios realizados com 'Royal Gala'.

<b>Ensaio</b>	<b>Dose (ppm)</b>	<b>Diâmetro a quando da aplicação (mm)</b>	<b>Considerações</b>	<b>Autor e ano</b>	<b>Resultado</b>
1	245 e 245+245	8 e 10+16	Adição de tween 20 (surfatante)	Basak, 2011	Ficou por provar a eficiência do surfatante
2	350	20	Fitotoxicidade a 400 ppm	McArtney & Obermiller, 2012	MM revelou maior eficiência com ACC
3	165 + 165	8 + 12	Fitotoxicidade a 350 ppm	Duarte, 2014	Melhor aplicação: ANA + BA + MM
4	80,130,150 e 180	6 e 10	Melhora a floração do ano seguinte	Stern, 2014	Uma aplicação de MM foi suficiente (150 ppm)
5	165 + 165	8 + 12	Não houve melhoria na qualidade	Rosa, 2016	Duas aplicações de MM são o ideal

### 1.9.1 Ensaio 1

O ensaio de Basak (2011), realizado em 2006 no Research Institute of Horticulture na Polónia, foi o pioneiro em 'Gala'. A experiência foi realizada em 'Gala Must' com 10 anos e 3,5 x 1,5 m de espaçamento. De entre as várias substâncias estudadas, foram efetuados 2 ensaios com metamitrão em comparação com a monda manual. Numa parcela foi efetuada apenas uma aplicação de 245 ppm entre os 8 e 10 mm de diâmetro de fruto central. Na outra parcela foram efetuadas duas aplicações, a primeira com 245 ppm entre os 8 e 10 mm e a segunda com a mesma concentração, mas com frutos de diâmetro entre 10 e 16 mm. As árvores com monda manual tiveram em média 36,2 kg, dos quais 28,3 kg eram maçãs com calibre comercial, ou seja acima de 70 mm. Nas árvores com um tratamento obtiveram 38,6 kg de frutos, dos quais apenas 24,3 kg foram de calibre acima de 70 mm. Já nas parcelas com dupla aplicação, as árvores produziram 35,5 kg de maçãs sendo 27,2 kg com calibre comercial.

Com efeito, a dupla aplicação foi melhor sucedida, ao reduzir a produção e aumentar a quantidade de frutos comercializáveis. O retorno à floração no ano seguinte foi igual ao da parcela não tratada. Em relação ao surfactante *tween* 20, não há conhecimento se se tornou a aplicação mais eficiente, pois a ausência de uma aplicação sem esse surfactante culminou no facto de não existir um termo de comparação. Não houve diferenças na qualidade interna dos frutos, ou seja, na firmeza ou no °brix.

### 1.9.2 Ensaio 2

O segundo ensaio foi realizada por McArtney e Obermiller entre 2010 e 2012 em 'Gala' no *Mountain Horticultural Crops Research and Extension Center* (MHCREC) em *Mills River*, NC, Estados Unidos. Ensaíram Metamitrão e ACC (Ácido Carboxílico Aminociclopropano). O ACC é um precursor de Etileno que promove a sua emissão nos esporões. A emissão de etileno vai decrescendo até cessar aos 30 dias, após a aplicação de ACC. Durante esta redução, pensa-se que o etileno irá promover a abscisão das zonas celulares que são sensíveis a esta hormona. Esta perda irá reduzir a atividade da ACC oxidase (ACO). Deste modo, a produção de etileno será responsável pela queda dos frutos.

Em 2010, o MM teve um efeito superior à monda com ACC, ambos aplicados em separado. A dose elevada de MM (350 ppm) reduziu a carga de frutos para níveis inferiores ao comercialmente aceite. Passou dos 45% de frutos vingados na parcela testemunha para cerca de 12 % na parcela tratada. Já na parcela tratada com a mistura

(350 ppm MM e 400 ppm de ACC) a percentagem de frutos foi reduzida para cerca de 5%.

Em 2011, uma mistura de MM (175 ppm) e ACC (200 ppm) exibem monda, quando aplicados aos 20 e 25 mm, contudo tal efeito não ocorre aos 31 mm. Nesse sentido, foi realizada uma monda que originou uma redução de 55% dos frutos da parcela testemunha enquanto a redução das aplicações de MM e ACC aos 20 e 25 mm foram cerca de 40 % de frutos.

Em 2012, uma mistura de MM (350 ppm) e ACC (400 ppm) aos 20 mm resultaram numa monda excessiva, conclusão já bastante expectável. Somente nestas concentrações mais altas é que se verificou fitotoxicidade: clorose nalgumas folhas. Adicionalmente, não foram observados frutos pigmeus ou com alguma deformação.

### **1.9.3 Ensaio 3**

O terceiro ensaio foi realizada em 2013 por Vítor Duarte. O ensaio foi montado no campo experimental do IRTA em *Gimenells*, Lérida. A cultivar sobre o qual recaiu este ensaio foi a Gala Brookfield com o porta enxerto M 9 EMLA. Este pomar foi plantado em 2007, com o compasso de 4 x 1 m. O método de condução é o eixo central revestido. O sistema de rega é feito através de gota-a-gota por onde também é aplicada fertilização. A cultivar polinizadora é a Golden Delicious. O pomar tem coberto vegetal espontâneo na entrelinha e solo nu não mobilizado na linha.

Este ensaio contou com oito estratégias diferentes das quais apenas quatro vão ser referidas. As estratégias são: a testemunha (sem qualquer tipo de tratamento); uma aplicação de metamitrão (220 ppm) aos 8 mm de média do fruto central do corimbo; duas aplicações de Metamitrão (165 + 165 ppm) aos 8 + 12 mm e uma aplicação de ANA + BA + MM (165 ppm) aos 12 mm.

A média de calibre (em milímetros) entre as quatro estratégias foi comparada. A testemunha teve uma média de 62,01 mm não sendo estatisticamente diferente da aplicação de metamitrão (220 ppm) com uma média de 66,5 mm. Por sua vez, a estratégia duas aplicações de Metamitrão (165 + 165 ppm) obteve uma média de 68,26 mm não se diferenciando estatisticamente da aplicação de ANA + BA + MM (165 ppm) aos 12 mm que obteve 70,08 mm.

#### 1.9.4 Ensaio 4

O quarto ensaio foi realizada por Stern nos anos de 2011 a 2013 nos Montes Golã em Israel. Foi realizada num pomar em plena produção com 4,5 x 2 m de compasso (1111 árvores/ha).

Em 2011, foi aplicado Brevis (15 % p/p Metamitrão) e 1200 L/ha. Assim, foram aplicadas aos 6 e 10 mm de diâmetro de fruto 3 aplicações diferentes: 80, 130 e 180 ppm. As aplicações a 80 ppm mondaram 15 % ou seja, as árvores passaram de 470 para 400 frutos. A dose mais elevada, 180 ppm, reduziu a carga de frutos em 62 %, isto é, passou para cerca de 180 frutos/árvore, o que revelou ser demasiado agressivo. No entanto, com a concentração intermédia (130 ppm), as 2 aplicações revelaram-se satisfatórias, na medida em que, as árvores ficaram com cerca de 325 frutos/árvore. Extrapolando para um hectare: estes 325 frutos a multiplicar por 150 g equivale a 49 kg/árvore ou seja 55 ton/ha.

Em 2012 apenas foram realizadas 2 aplicações de Brevis aos 6 e 10 mm, com concentração intermédia de 150 g MM/ha. Esta experiência resultou num decréscimo de 500 frutos/árvore (parcela não tratada) para 310 frutos/árvore, ou seja, houve uma redução de 38 %. Foi calculado o retorno à floração nas árvores onde tinha sido aplicado Brevis em 2011. O resultado revela uma ausência de efeitos negativos em comparação com a parcela tratada, também em 2011. Na realidade, até melhorou o retorno à floração, mas de uma forma não significativa.

Em 2013 foram aplicadas 2 vezes Brevis aos 6 e 10 mm na concentração de 180 g MM/ha. Outra estratégia adotada foi a aplicação aos 6 mm de alta concentração de Brevis (225 g MM/ha). Neste ano, a carga de frutos nas parcelas não tratadas foi de cerca de 300 frutos/árvore. Posto esta reduzida carga, quase nem seria preciso mondar. Ainda assim, os ensaios prosseguiram: nas aplicações de menor dose, a primeira teve mais efeito que a segunda, terminando com 150 frutos/árvore. Na estratégia de maior concentração, apenas foi feita uma aplicação pois esta revelou a redução de carga de frutos superior à pretendida (cerca de 50 frutos/árvore).

### 1.9.5 Ensaio 5

O quinto ensaio foi realizada por Nídia Rosa na *PC fruit* em *Sint-Truiden*, Bélgica, no ano de 2015. A cultivar Gala estava enxertada sobre o porta-enxerto M 9 e a polinizadora era 'Granny Smith'. O compasso é 3,5 x 1,5 m (1905 árvores). Duas das quatro estratégias utilizadas foram a de dupla aplicação de Metamitrão (165 ppm + 165 ppm) aos 8 e 12 mm de diâmetro dos frutos. A outra estratégia foi a de uma única aplicação de Benziladenina (150 ppm) entre os 8 e 12 mm de fruto. Foram gastos 1000 L de água por hectare.

A primeira aplicação de Metamitrão foi feita a 13 de maio e a segunda a 21 de maio. A aplicação única de BA foi realizada a 17 de maio.

No caso da estratégia com BA, houve uma redução do número de frutos por corimbo. Desceu de 5,5 para cerca de 3 frutos aquando da última medição a 15 de julho. Já na estratégia com Metamitrão, houve uma redução de 5,5 para 2 frutos por corimbo.

Tomando a parcela não tratada como referência, a percentagem de monda foi de 3,5, 45,8 e 46,9 para a Benziladenina, Metamitrão e monda manual, respetivamente.

Adicionalmente, em relação aos calibres, mencionando só a classe de 70-75 mm, a estratégia com Benziladenina teve apenas uma média de 25 frutos e a monda manual obteve 49,4 frutos. No entanto, a estratégia com Metamitrão obteve uma média de 58,3 frutos nesta classe de calibre.

A análise comparativa de todas as experiências *supra* referidas é de todo o interesse, sendo que com as mesmas percecionamos o funcionamento do produto, em diversas situações, nomeadamente onde o clima, solo ou tipo de rega facilmente alteram o efeito e a eficiência da S.A. metamitrão. Assim, esta síntese indica-nos um padrão bastante útil para obtenção das nossas conclusões. Existem muitos fatores que não são tidos em conta, tais como, a intensidade luminosa, a altitude, a temperatura, o tipo de solo, o sistema de condução da árvore, entre outros. Ainda assim, pela tabela poderemos perceber que 2 aplicações de MM serão mais eficazes em monda do que apenas uma aplicação, independentemente do momento de aplicação.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Localização do campo de ensaio

A experiência foi localizada a Nordeste de Espanha, na província de Lérida.

**Quadro 2** - Localização pormenorizada da experiência

Município	Mollerussa
Província	Lérida
País	Espanha
Nome do pomar	Finca de Mollerussa
Produtor	IRTA -Estación Experimental Lérida
Morada da Central	Parque Científico e tecnológico de Gardeny, Edifício Fruitcentre E-25003 Lérida (Espanha)
Coordenadas geográficas	41° 61' 96,37" N / 0° 87' 06,66" E



**Figura 2** – localização do ensaio

### 2.2 Condições do ensaio

O ensaio foi efetuado sobre árvores do clone Brookfield, da cultivar 'Gala', enxertadas em M9. A plantação foi efetuada em 2003. O compasso utilizado foi 4 x 1,4m. O sistema de condução utilizado foi o eixo central revestido. A cultivar polinizadora foi a 'Fuji'. As árvores foram regadas e fertilizadas através do sistema gota-a-gota. Adicionalmente, a fertilização, poda, herbicida e tratamentos fitossanitários foram

aplicados seguindo os padrões normais utilizados num pomar para fins comerciais, naquela região.

As árvores da experiência eram homogêneas tanto em relação ao vigor (cerca de 3,5 m de altura) como ao número de corimbos.

### **2.3 Delineamento experimental**

O desenho do ensaio foi distribuído de acordo com o número inicial homogêneo de corimbos por árvore, em que cada modalidade elementar possui 4 blocos (4 repetições) com 3, 4 ou 5 árvores cada. Apenas 2 árvores de cada bloco foram avaliadas tendo em conta o número de corimbos (anexo I). Assim, cada modalidade tem 2 árvores por bloco, ou seja, 8 árvores no total.

### **2.4 Tratamentos**

O estudo analisou 13 estratégias de monda (quadro 3). Em 10 estratégias, o produto de monda foi o MM com uma ou duas aplicações (247 ppm) aplicado em diferentes estádios de desenvolvimento do fruto. As outras estratégias foram monda manual, outro considerado como testemunha (sem monda) e outro com tratamento standard (NAD + (BA + ANA)). O número de frutos por árvore foi calculado de acordo com a equação  $número\ de\ frutos/árvore = f\pi r^2$ , em que  $f$  é uma constante que varia entre 3 e 6 consoante a idade do pomar e o vigor das árvores (e. g. uma árvore com 10 anos sem problemas fitossanitários pode ter um  $f=6$ ). A letra  $r$  representa o raio do tronco em cm (diâmetro medido 20 cm acima da zona de enxertia) (IRTA, 2016).

A aplicação standard consiste em 3 S. A. numa única aplicação NAD + (BA + ANA). O nome comercial Amid Thin tem a S. A. NAD enquanto a marca Diramax tem as S. A. BA e ANA. As concentrações estão de acordo com o quadro 3, sendo este tratamento comumente usado na região de Lérida.

**Quadro 3** - Tratamentos, quantidades de substância ativa e formulação do produto.

Número da parcela	Designação	Quantidade de SA (ppm)
1	Parcela não tratada	-----
2	Metamitrão 10 mm	247
3	Metamitrão 8 mm	247
4	Metamitrão 12 mm	247
5	Metamitrão 14 mm	247
6	Metamitrão 8 + 10 mm	247 + 247
7	Metamitrão 8 + 12 mm	247 + 247
8	Metamitrão 8 + 14 mm	247 + 247
9	Metamitrão 10 + 12 mm	247 + 247
10	Metamitrão 10 + 14 mm	247 + 247
11	Metamitrão 12 + 14 mm	247 + 247
12	Standard NAD + (BA + ANA)	60 + (750+100)
13	Monda manual (testemunha)	-----

## 2.5 Modo de aplicação

Todos os tratamentos foram aplicados com uma pistola de pulverização a motor de combustão da marca Gaysa, de forma a simular uma aplicação comercial. O volume de calda aplicado foi equivalente a 1000 L/ha.

O primeiro tratamento com MM foi aplicado quando o fruto central do corimbo estava nos 8 mm (BBCH 71). O segundo foi aplicado aos 10 mm (BBCH72). O terceiro foi aplicado aos 12 mm (BBCH73). Por fim, o quarto foi aplicado aos 14 mm (BBCH73). Os tratamentos aos 8 mm foram aplicados no dia 26 de abril de 2016. O tratamento standard foi aplicado a 30 de abril no mesmo dia em que foram aplicados os tratamentos de MM aos 10 mm (BBCH 72). Os tratamentos aos 12 mm e 14 mm foram efetuados nos dias 2 e 4 de maio, respetivamente. Por sua vez, a monda manual foi efetuada a 8 junho. Foi cronometrada a monda em cada estratégia do ensaio e foi feita a extrapolação para 1 ha.

## 2.6 Condições meteorológicas

A informação sobre as condições meteorológicas foi fornecida por uma das estações oficiais da Catalunha, instalada no pomar de Mollerussa do IRTA (figura 2). A estação estava situada a 50 m de distância da parcela experimental.

Com efeito, o ano de 2016 foi caracterizado por temperaturas amenas e poucos períodos de intensa precipitação. A radiação foi alta em quase todo o período de aplicações, exceto depois da aplicação aos 8 e aos 14 mm de diâmetro de fruto. Estes períodos de baixa radiação coincidem com dias de chuva. A temperatura noturna foi calculada a partir da temperatura média nas horas onde não se verificou radiação.

Os tratamentos foram aplicados sob condições climatéricas adequadas, de forma a assegurar a apropriada absorção do produto.

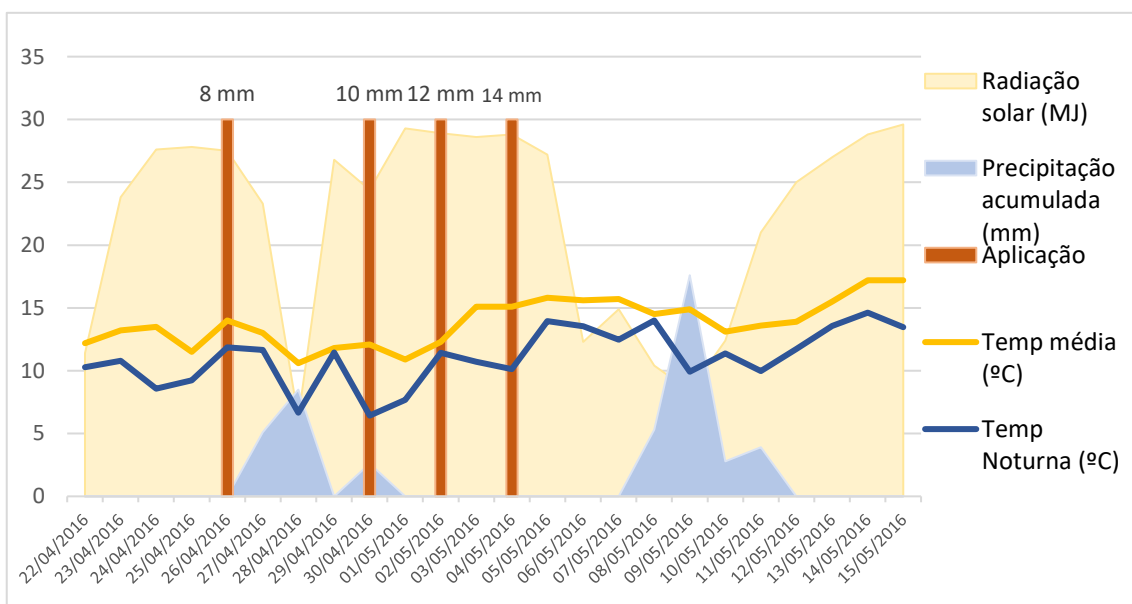


Figura 3 - Dados de radiação, temperatura média diária e temperatura noturna em Mollerussa.

## 2.7 Medições

As medições foram efetuadas a partir das 2 árvores de cada modalidade elementar tendo em conta o número de corimbos. Foram medidos os seguintes parâmetros:

1. Intensidade de floração: número de corimbos por árvore contados na fase de botão floral (BBCH 61-65);
2. FS II (medição da fluorescência): as medições de fluorescência foram efetuadas com o *fluorpen* de mão portátil (*Fluorpen* PF100) e foi medido o Qy (*Quantum yield*). O Qy é a medida da eficiência do fotossistema II usando como medição a fluorescência clorofílica (Fv/Fm). As medições foram efetuadas 2 a 3 dias depois da aplicação do Brevis e foram repetidas a cada 3 dias até os valores de Qy estabilizarem a valores iguais aos de referência (bloco sem tratamento). As medições foram efetuadas em folhas jovens desenvolvidas, em ramos expostos ao sol, das 10 às 16 h, em 24 folhas por tratamento (3 folhas/árvore), numa altura entre 1 e 1,5 m;
3. Efeitos diretos na cultura: a presença ou ausência de efeitos de fitotoxicidade foi anotada em cada bloco cerca de um mês depois da aplicação. Os níveis de fitotoxicidade foram avaliadas de acordo com a escala do quadro 4;
4. Produção: todos os frutos foram colhidos e separados por árvore de cada bloco. A colheita das maçãs foi realizada nos dias 15 e 16 de agosto de 2016. A calibração dos frutos efetuou-se entre os dias 17 e 19 de agosto do mesmo ano. Foi determinado o peso de cada fruto, o calibre, o número de frutos por árvore e o peso dos frutos por árvore. Para estas medições foi utilizado um calibrador comercial. Determinou-se ainda o número final de frutos por árvore e por 100 corimbos
5. Cor: foi quantificada a cor de todos os frutos no calibrador automático. Foram apresentados resultados em percentagem de cor vermelha;

No quadro 4 podemos encontrar a escala de fitotoxicidade para a S.A. metamitrão. No nível 1 não são encontrados sintomas nas folhas. No nível 2 podemos encontrar leves colorações amarelas entre as nervuras das folhas. No

nível 3 podemos encontrar colorações amarelas entre as nervuras, começando a necrosar na ponta e nas laterais das folhas. No nível 4 podemos encontrar colorações severas amarelas entre as nervuras podendo começar a necrosar 1 a 2 mm na ponta das folhas. No nível 5 podemos encontrar cloroses severas amarelas entre as veias e necroses 4 a 5 mm desde a ponta das folhas. No nível 6 podemos encontrar uma redução da área foliar devido a necroses. No nível 7 há redução da área foliar devido a necroses. As folhas começam a ondular. No nível 8 apenas 1 cm<sup>2</sup> em redor da nervura central permanece verde. Algumas folhas caem. No nível 9, as folhas ficam completamente necrosadas e curvas. Por vezes, pequenas regiões verdes se mantêm na folha sobretudo junto da nervura central.

**Quadro 4** - Escala de fitotoxicidade. Fonte: Escala do IRTA (2005).

Nível de toxicidade	Descrição
1	Sem danos
2	Danos muito leves
3	Danos leves
5	Danos moderados
7	Danos severos
9	Danos muito severos

## 2.8 Tratamento de dados

A análise de dados foi feita através de análise de variância a um fator, com nível de significância igual a 0,05. Sempre que se revelou efeito significativo do tratamento na variável em estudo, foi realizado o teste Duncan para a comparação de médias para igual nível de significância. O software utilizado foi o S. A. S..

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Potencial produtivo

Os parâmetros inicialmente avaliados tiveram como objetivo o apuramento da homogeneidade das árvores selecionadas para o ensaio. A seleção dos blocos foi feita de acordo com o número de gomos florais (corimbos) por árvore.

No quadro 5, verificamos que o número de corimbos por árvore e por estratégia foi de 272,9 e o erro padrão da média é 16,94. Após a ANOVA, verificou-se que não havia diferenças significativas entre o número de corimbos das árvores nas várias modalidades pelo que partimos de um potencial produtivo semelhante.

**Quadro 5** - Número de corimbos por árvore contados antes de qualquer aplicação.

Tratamento	N	Média	DP
10 mm	8	276,6	52,45
8 + 14 mm	8	275,6	76,01
8 + 12 mm	8	275,1	66,62
10 + 14 mm	8	274,1	31,73
12 mm	8	273,6	39,53
10 + 12 mm	8	272,4	40,86
Sem tratamento	8	272,3	52,75
12 + 14 mm	8	272,3	45,03
8 mm	8	271,9	44,08
8 + 10 mm	8	271,5	40,20
STD	8	271,5	43,00
Monda manual	8	271,1	53,03
14 mm	8	269,1	52,07
Média		272,9	
EPM		16,94	
P		1	

A Anova revelou não existirem diferenças estaticamente significativas entre os tratamentos (P=1). DP – Desvio padrão, STD – *Standard*, EPM – Erro padrão da média, P – valor de probabilidade.

### 3.2 Quilogramas por árvore

Os seguintes resultados foram obtidos depois da colheita pela passagem dos frutos no calibrador.

No quadro 6 podemos observar o número médio de quilogramas de maçã das 8 árvores em cada estratégia.

**Quadro 6** - Número médio de quilogramas por estratégia

Momento	N	Média	Agrupamento Duncan			
Não tratado	4	53,853	A			
12 mm	4	52,98	B	A		
14 mm	4	52,851	B	A		
8 mm	4	50,801	B	A	C	
10 mm	4	50,145	B	A	C	
STD 10 mm	3	48,042	B	A	C	
8 + 12 mm	4	44,553	B	D	A	C
8 + 10 mm	4	43,568	B	D	A	C
10 + 14 mm	4	42,731	B	D	C	
10 + 12 mm	4	42,471	B	D	C	
8 + 14 mm	4	42,09	D		C	
12 + 14 mm	3	41,611	D		C	
Monda manual	4	34,309	D			

Teste de comparação entre calibre médio de Duncan para  $P < 0,05$ . N representa o número de blocos por modalidade elementar. Letras diferentes de agrupamento de Duncan indicam valores estatisticamente diferentes.

Segundo o quadro 6, a estratégia sem tratamento obteve média de 53,9 kg de maçã. A melhor estratégia com uma aplicação foi a standard com 48 kg de maçã sem diferenças estatísticas significativas com a estratégia de uma aplicação de MM aos 10 mm com uma média de 50,1 kg de maçã. A estratégia que apresentou menos kg de maçã foi a monda manual com 34,3 kg. Este valor (34,3 kg) não revelou diferenças estatísticas significativas com todas as estratégias de dupla aplicação de MM. Neste caso, a aplicação aos momentos 12 + 14 mm foi a que menos kg de fruta apresentou com uma média de 41,6 kg de fruta por árvore.

### 3.3 Número de frutos por árvore

A redução do número de frutos é uma tarefa obrigatória e essencial para o produtor que ambiciona alcançar médias elevadas de calibres superiores a 70 mm.

No Quadro 7, verificamos que a modalidade não tratada obteve uma média de 472,1 frutos, significativamente igual às estratégias com apenas uma aplicação. A aplicação standard teve uma média de 347,8 frutos e sem diferenças estatísticas significativas com os momentos 10 mm e 8 + 12 mm.

A modalidade monda manual foi idealizada como sendo o ótimo produtivo, ou seja, com o número exato de frutos por árvore de acordo com o princípio do nº de frutos por área seccional. A monda manual, sendo uma referência para o estudo, obteve uma média de 227 frutos, isto é, uma diferença de apenas 18 % para a que foi considerada a melhor modalidade aos 12 + 14 mm que obteve 275,8 frutos, não havendo diferenças a nível estatístico entre as modalidades de dupla aplicação de metamitrão. É de ter em conta que, relacionando o calibre com o número médio de frutos, a monda manual teve 227 frutos com 72 mm de diâmetro enquanto que a estratégia 12 + 14 mm obteve 275,8 frutos com calibre de 72,8.

**Quadro 7** - Número médio de frutos por estratégia

Momento	N	Número de frutos	Agrupamento Duncan		
Não tratado	4	472,1		A	
12 mm	4	428,5	B	A	
14 mm	4	423,0	B	A	
8 mm	4	420,0	B	A	
10 mm	4	410,5	B	A	C
STD 10 mm	3	347,8	B	D	C
8 + 12 mm	4	329,0		D	C
8 + 10 mm	4	319,2		D	
8 + 14 mm	4	301,6	E	D	
10 + 14 mm	4	300,8	E	D	
10 + 12 mm	4	290,7	E	D	
12 + 14 mm	3	275,8	E	D	
Monda manual	4	227,0	E		

Teste de comparação de médias do número de frutos de Duncan para  $P < 0,05$ . N representa o número de blocos por modalidade elementar. Letras diferentes de agrupamento de Duncan indicam valores estatisticamente diferentes.

A S.A. MM não é tão exigente em temperatura à data de aplicação como a BA. Ainda assim, é importante que a temperatura noturna esteja acima de 10 oC e a radiação solar seja baixa, ou seja, que se verifiquem 3 dias nublados antes e após a aplicação do tratamento. Assim sendo, podemos verificar que nos 3 dias posteriores à aplicação de MM aos 14 mm, se observou uma redução da radiação solar e a temperatura noturna aumentou. O sucesso desta aplicação deve-se principalmente ao aumento da dark respiration, em que a árvore consome os assimilados através da respiração durante a noite, em vez de os converter em novas células nos frutos. Assim, este déficit de hidratos de carbono aumenta a sensibilidade dos frutos aos produtos de monda (Yoon et al., 2011).

### **3.4 Número de frutos em 100 corimbos<sup>1</sup>**

O quadro 8 representa o número de frutos em 100 corimbos, contabilizados no fim da colheita. A estratégia não tratada foi a que obteve o maior valor com 172,9 frutos comparativamente com a estratégia de Monda manual que obteve somente 90,6 frutos por 100 corimbos. A estratégia sem tratamento é estatisticamente igual a todas as parcelas tratadas com uma aplicação de MM o que nos indica que apenas uma aplicação com aquela SA é insuficiente. Já as parcelas com duas aplicações têm valores estatisticamente iguais ao da estratégia com monda manual.

A melhor estratégia com uma aplicação de 247ppm obteve 151,9 frutos enquanto que a melhor estratégia com duas aplicações (247 + 247 ppm) obteve 104,7 frutos. Este elemento confirma a ideia de que só com duas aplicações de MM é que conseguimos chegar ao objetivo que são os valores da monda manual. Estes valores deixam uma ideia de que o momento da primeira aplicação não é relevante. A separação de tempo entre a primeira e a segunda aplicação são um fator relevante devido à eficácia similar. Então, os melhores resultados foram observados nos momentos conjuntos aos 10, 12 e 14 mm, ou seja, aos 10 + 12 mm e 12 + 14 mm.

**Quadro 8** - Número médio de frutos em 100 corimbos

Momento	N	Número de frutos	Agrupamento Duncan			
Não tratado	4	172,9	A			
14 mm	4	167,8	B	A		
12 mm	4	158,8	B	A	C	
8 mm	4	156,5	B	D	A	C
10 mm	4	151,9	B	D	A	C
STD 10 mm	3	130,3	B	D	E	C
8 + 12 mm	4	125,6	F	D	E	C
8 + 10 mm	4	121,1	F	D	E	C
8 + 14 mm	4	119,2	F	D	E	
10 + 14 mm	4	110,4	F			E
10 + 12 mm	4	105,6	F			E
12 + 14 mm	3	104,7	F			E
Monda manual	4	90,6	F			

Teste de comparação entre número médio de frutos de Duncan para  $P < 0,05$ . N representa o número de blocos por modalidade elementar. Letras diferentes de agrupamento de Duncan indicam valores estatisticamente diferentes.

$$^1\text{Número de frutos em 100 corimbos} = \frac{\text{n}^\circ \text{ frutos final} \times 100}{\text{n}^\circ \text{ corimbos}}$$

### 3.5 Calibre dos frutos

Nos tempos que correm, a oferta é cada vez maior devido à economia de escala. Cabe ao agricultor e/ou à estrutura comercial que o apoia definir uma estratégia para enquadrar o produto no mercado que é cada vez mais concorrencial e agressivo. Assim sendo, o agricultor tem dois caminhos: ou aposta na quantidade (o maior número de quilos por unidade de área) ou qualidade (maior °brix, cor, calibre, etc...). No quadro 9 podemos observar o calibre médio de cada estratégia. A parcela não tratada obteve uma média de 65,2 mm por fruto sem diferenças estatísticas significativas com as estratégias de uma aplicação de MM. A aplicação aos 12 + 14 mm foi a que obteve a melhor média com 72,7 mm. Esta dupla aplicação teve semelhanças estatísticas com as restantes duplas aplicações. Ainda assim, a estratégia aos momentos 12 + 14mm superou o objetivo estipulado pela monda manual que obteve 72 mm de diâmetro médio por fruto significando que foi mais eficaz para o aumento de calibre que a monda manual, aqui usada como referência. A S.A. metamitrão provoca um efeito de monda cerca de 2

semanas após as aplicações pelo que os frutos que se mantêm na árvore têm um crescimento superior em relação aos frutos da estratégia de monda manual.

**Quadro 9** - Calibre médio de cada estratégia (dados medidos por calibrador automático).

Momento	N	Calibre (mm)	Agrupamento Duncan		
12 + 14 mm	3	72,7	A		
Monda manual	4	72,0	B	A	
10 + 12 mm	4	71,5	B	A	C
10 + 14 mm	4	70,9	B	A	C
8 + 14 mm	4	70,2	B	A	C
8 + 10 mm	4	69,7	B	D	C
STD 10 mm	3	69,6	B	D	C
8 + 12 mm	4	68,9	E	D	C
14 mm	4	67,3	E	D	F
12 mm	4	66,8	E	F	
10 mm	4	66,7	E	F	
8 mm	4	66,5	E	F	
Não tratado	4	65,2	F		

Teste de comparação entre calibre médio de Duncan para  $P < 0,05$ . N representa o número de blocos por modalidade elementar. Letras diferentes de agrupamento de Duncan indicam valores estatisticamente diferentes.

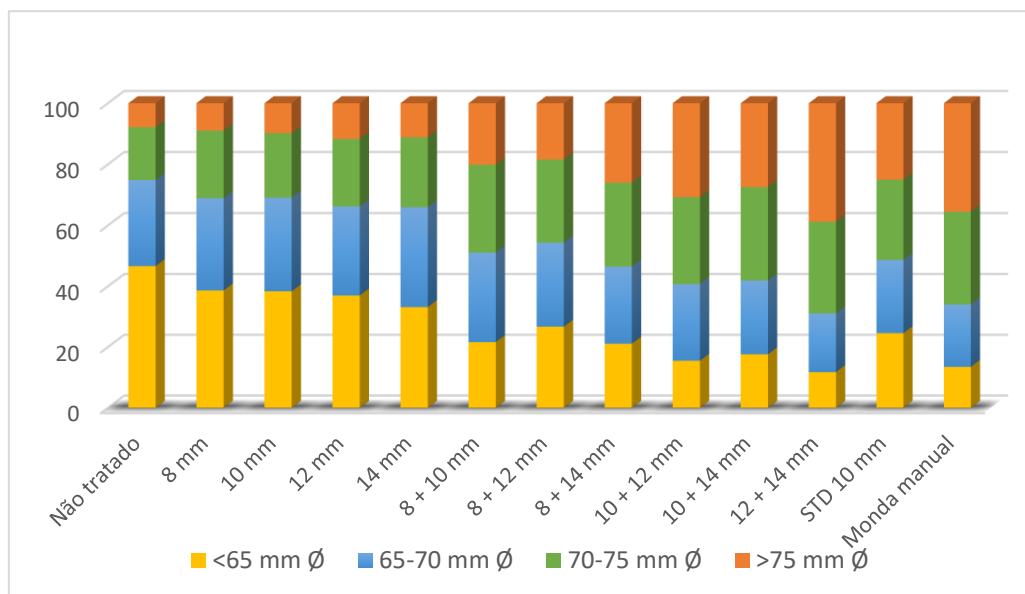
### 3.6 Classe de calibre dos frutos

A Figura 4 demonstra a distribuição da produção por classe de calibre.

A cor amarela indica o calibre com menor interesse para o agricultor. É a classe menos bem paga. Com efeito, a classe abaixo de 65 mm é a classe que o produtor terá uma dificuldade acrescida em ter lucro. Por outras palavras, mesmo quando o agricultor consegue alcançar a venda do produto, o preço não compensa os gastos envolvidos na sua produção. Esta classe de calibre obteve valores mais altos na estratégia sem qualquer tratamento com cerca de 40 % dos frutos abaixo do calibre 65 mm.

Na barra a cor laranja encontra-se a classe de calibre mais valorizada, ou seja, o calibre superior a 75 mm. Este é o calibre de fácil venda e com melhores rendimentos para o produtor, situação oposta ao calibre 65 mm supra mencionado. A estratégia que mais se destacou na classe de calibre maior do que 75 mm foi a dupla aplicação, aos

momentos 12 + 14 mm, com relativamente 40 % da produção, sem diferenças estatisticamente significativas para a estratégia de monda manual.



**Figura 4 - Distribuição das estratégias por classe de calibre.**

### 3.7 Peso dos frutos

No quadro 10 podemos verificar o peso médio de todos os frutos para cada estratégia. Ao analisar o quadro, facilmente se observa que a estratégia não tratada teve uma média de 115,5 g por fruto, significativamente igual a todas as estratégias com apenas uma aplicação. É de evidenciar que a monda manual, estratégia à qual seria de esperar encontrar-se no topo deste quadro com o peso médio por fruto mais elevado, obteve uma média de 151,1 g por fruto, sem diferenças significativas às estratégias de duas aplicações 10 + 12 mm; 10 + 14 mm; 8 + 14 mm e standard (STD 10 mm). Mais uma vez, estes dados remetem-nos para obrigatoriedade de fazer duas aplicações de MM sem que seja necessária uma posterior monda manual. Já a estratégia aplicada aos 12 + 14 mm teve uma média de 153,3 g por fruto, sendo a melhor média do ensaio. Podemos observar que a aplicação ao momento 8 mm foi a menos eficaz por ter um valor médio próximo da testemunha. Essa falta de eficácia é verificada tanto numa aplicação simples como com as estratégias: 8 + 10 mm; 8 + 12 mm e 8 + 14 mm. O MM provoca um efeito de monda de frutos em 2 semanas. A partir daí, a taxa de crescimento dos frutos é superior à da parcela testemunha devido ao facto de haver menos

competição dos frutos o que lhes vai possibilitar de atingir os calibres desejados comercialmente.

**Quadro 10** - Média de peso dos frutos em cada estratégia.

Momento	N	Peso do fruto (g)	Agrupamento Duncan		
12 + 14 mm	3	153,2	A		
Monda Manual	4	151,2	B	A	
10 + 12 mm	4	146,2	B	A	C
10 + 14 mm	4	144,6	B	A	C
8 + 14 mm	4	140,0	B	A	C
STD 10 mm	3	138,3	B	D	C
8 + 10 mm	4	136,6	E	D	C
8 + 12 mm	4	135,7	E	D	C
14 mm	4	124,9	E	D	F
12 mm	4	123,7	E	F	
10 mm	4	122,6	E	F	
8 mm	4	121,1	F		
Não Tratado	4	115,6	F		

Teste de comparação de médias de peso de frutos de Duncan para  $P < 0,05$ . N representa o número de blocos por modalidade elementar. Letras diferentes de agrupamento de Duncan indicam valores estatisticamente diferentes.

### 3.8 Cor

Um aspeto importante na componente física da maçã é a sua coloração. Para o caso da cultivar Gala, a cor ainda é mais importante devido à sua valorização comercial. O quadro 11 mostra-nos a percentagem de cor nas diferentes estratégias. Os resultados foram extraídos do calibrador automático. Todos os momentos tiveram um nível de coloração inferior ao esperado e tido como comum nos anos anteriores. Foi realizado o teste estatístico ANOVA para avaliar diferenças significativas entre estas médias, tendo-se verificado que não houve diferenças significativas entre os diferentes tratamentos. Ainda assim, parece haver duas tendências. Uma delas agrupa as estratégias sem tratamento e com uma aplicação de MM que alcançaram valores entre 5,5 e 8,8 % de cor. Na outra tendência temos presente as estratégias standard, monda manual e duplas aplicações de MM. Esta tendência alcançou valores de cor entre os 9,6 e os 14,9 %. Para estas tendências passarem a ter significado estatístico, serão necessários ensaios futuros com amostras maiores. A estratégia que verificou a maior percentagem de coloração foi aos momentos 12 + 14 mm. Desta vez a estratégia 12 + 14 mm está distanciada da monda manual, ou seja, existe 1,4 % de cor a menos nesta estratégia. A

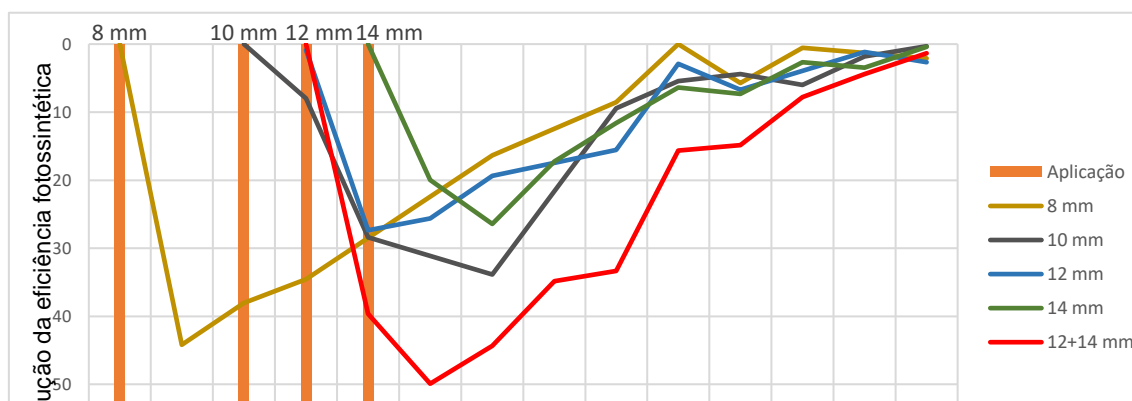
monda manual foi feita a 8 de junho e por isso a concentração das antocianinas produzidas entre o vingamento e a data de monda, ficaram distribuídas por um maior número frutos provocando uma diluição da cor.

**Quadro 11** - % de cor vermelha nos frutos

Momento	% cor
10 + 12 mm	14,9
10 + 14 mm	14,2
8 + 14 mm	13,7
12 + 14 mm	13,6
Monda manual	13,5
STD 10 mm	11,6
8 + 12 mm	10,3
8 + 10 mm	9,6
10 mm	8,8
12 mm	8,2
8 mm	7,7
14 mm	6,1
Não tratado	5,5

### 3.9 Eficiência quântica máxima potencial do Fotossistema II

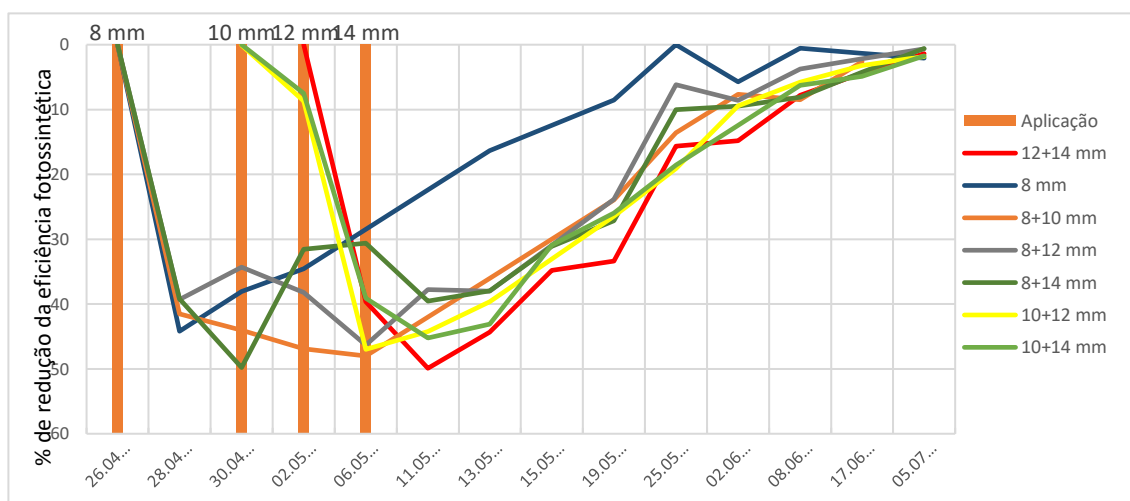
É conhecido que a aplicação de Metamitrão reduz a eficiência do fotossistema II. Na Figura 5, relacionamos a redução da eficiência fotossintética com a escala cronológica. Estão, ainda, representadas todas as estratégias com uma aplicação e, para comparar, uma estratégia de dupla aplicação de metamitrão a vermelho.



**Figura 5** - Percentagem de redução da eficiência fotossintética em função do tempo para estratégias com uma aplicação (247 ppm de MM) em comparação outra estratégia com dupla aplicação (247 + 247 ppm de MM) visível através da curva vermelha.

O resultado sobre a fotossíntese entre aplicar uma ou duas vezes o Metamitrão é bastante visível na figura 5. As estratégias com aplicação de metamitrão provocam uma redução da fotossíntese, sendo esta produzida 2 a 4 dias depois da aplicação em que a árvore experimenta o *stress* de hidratos de carbono. Esta inibição mantém-se durante 6 a 8 dias aproximadamente, momento em que a árvore começa a recuperar. É visível que o valor máximo de redução da fotossíntese é menor quando se realizam aplicações mais tarde. Por exemplo, na aplicação aos 8 mm a redução é de 43 % (curva castanha), seguida de 34 % aos 10 mm e de cerca de 27 % aos 12 e 14 mm. Do mesmo modo, é observável que a queda da redução da fotossíntese é maior nas aplicações mais cedo do que nas tardias. Com esta análise, verificamos que a redução de fluorescência está mais relacionada com a cultura do que com as condições meteorológicas.

Por outro lado, as estratégias com dupla aplicação experimentaram uma redução da eficiência fotossintética de cerca de 50 % (figura 6). Esta situação irá aumentar o tempo em que a árvore está em défice de hidratos de carbono, promovendo consequentemente uma maior competição dos frutos, sendo que os frutos mais pequenos do corimbo acabarão por cair.



**Figura 6** - Representa a percentagem de redução da eficiência fotossintética em função do tempo para as estratégias com dupla aplicação (247 + 247 ppm) e outra estratégia de uma aplicação (curva azul).

Quando realizamos 2 aplicações, temos duas situações distintas: as aplicações próximas no tempo, como a de 8 + 10 mm que prolongam a inibição da fotossíntese; nas aplicações mais distanciadas, caso de 8 + 14 mm, as árvores começam a recuperar a fotossíntese referente à primeira aplicação provocando uma descida na redução de fluorescência. Logo após a segunda aplicação, a inibição volta a aumentar. Esta

estratégia de tratamentos mais distanciados não é tão eficiente em termos de redução da fotossíntese com duas aplicações nos momentos com 2 mm de diferença, ou seja, aos 8 + 10 mm ou aos 12 + 14 mm. Neste tipo de estratégias com 2 mm de intervalo não existe uma recuperação da fotossíntese, pelo que esta se mantém vários dias com valores baixos.

### 3.10 Fitotoxicidade

Sendo o MM uma S.A. uma inibidora da fotossíntese, esta pode provocar fitotoxicidade nas folhas das árvores. De facto, foi visualizado que somente provocará fitotoxicidade em ultra doses de 495 ppm (dados ausentes nesta tese) (figura 7). No quadro 12 vamos verificar que ao aplicarmos a dose recomendada (247+247 ppm), não irão surgir árvores com necroses irreversíveis. Esta observação está descrita com base no quadro 4. Podemos verificar que a aplicação standard originou ausência completa de fitotoxicidade. O seu modo de ação apenas limita a passagem de auxinas para o fruto e não está diretamente relacionado com a fotossíntese. A estratégia standard teve uma fitotoxicidade 1, igual à testemunha e à monda manual. Já as estratégias com MM tiveram fitotoxicidade com danos muito leves, segundo a tabela do IRTA (quadro 4). Todas elas tiveram valores estatisticamente iguais, ou seja, com danos quase imperceptíveis.

**Quadro 12** - Fitotoxicidade nas árvores

Momento	Fitotoxicidade	Duncan
8 + 14 mm	2,125	ab
8 + 10 mm	2	ab
12 + 14 mm	2	ab
8 + 12 mm	1,925	ab
10 + 12 mm	1,875	ab
10 + 14 mm	1,75	ab
14 mm	1,75	ab
8 mm	1,75	ab
12 mm	1,625	ab
10 mm	1,5	bc
Sem tratamento	1	c
Monda manual	1	c
STD 10 mm	1	c

A figura 7 representa uma estratégia de dupla aplicação de 247 + 247 ppm como é recomendado pela empresa detentora da patente. A figura à direita representa uma aplicação de ultra dose de 495 ppm que facilmente se previa que iria originar danos irreversíveis nas folhas.



**Figura 7** - Tratamento de 247+247 ppm e 495 ppm de metamitrão.

### **3.11 Encargos monda manual versus monda química**

A monda manual foi efetuada com recurso a quatro trabalhadores indiferenciados. Foram cronometrados os 4 blocos de monda manual sendo apenas mondadas 2 árvores. Foi cronometrado o tempo necessário para realizar esta operação (Quadro 13). Foram contabilizados o número médio de frutos retirados por bloco.

**Quadro 13** - Duração da monda manual em cada bloco e número de frutos retirados.

Bloco	Tempo de monda (s)	n.º frutos retirados
I	274	423
II	220	348
III	225	325
IV	286	424
Média	249,5	385,5
DPM	33,6	51,1
EPM	16,8	25,5

DPM – Desvio padrão médio, EPM – Erro padrão médio

O Quadro 14 representa o número de horas estimado de monda manual por hectare. Foi calculado o tempo médio de monda cada bloco e posteriormente foi calculada a média nos 4 blocos. Para este pomar em concreto, o tempo de monda manual estimado por hectare é 247,56 horas.

**Quadro 14** - Número de horas de monda manual por hectare.

4 colaboradores mondaram:	
2 árvores	249,5 segundos
1786 árvores	222803,5 segundos
1786 árvores	61,89 h/ha
Total	4 x 61,89= <b>247,56 h/ha</b>

No quadro 15, fazemos referência a todos os possíveis encargos da monda química para a estratégia de dupla aplicação de MM. Apenas foram quantificados os custos para 2 aplicações pois foi visto em todas as tabelas supra que uma só aplicação não faz sentido. Para tal, necessitamos de 3,3 kg de produto Brevis (15% MM), trator + atomizador, gasóleo e operador. Segundo Crisóstomo, 2017 (comunicação oral) cada tratamento demora cerca de uma hora e trinta minutos por hectare incluindo a preparação da calda e a sua aplicação. O trator pomareiro consome cerca de 5 litros por hora. Assim sendo, a estratégia de dupla aplicação demora 3 horas e consome 15 litros de gasóleo no seu todo.

### Quadro 15 - Encargos da monda química

Encargos monda química (2 aplicações)	
1,1 kg Brevis (1 embalagem)	164,6(6) ppm Metamitrão
(1,65 + 1,65) kg Brevis	247 + 247 ppm
Total a aplicar:	<b>3,3 kg Brevis</b>
2 aplicações (trator + tratorista)	3 horas de trabalho
Gasóleo 3 h x 5 L	15 L

### 3.12 Preço monda manual

O quadro 16 representa o cálculo estimado do custo de monda para esta parcela, em Lérída, acrescido dos custos referentes à mão de obra de colaboradores em Portugal.

### Quadro 16 - Preço estimado por hectare de monda manual.

4 colaboradores mondaram:	
2 árvores	249,5 segundos
1786 árvores	222803,5 segundos
1786 árvores	61,89 h/ha
Preço 4 colaboradores/hora	$4 \times (45 / 8) = 32 \text{ €/h}$
Preço monda por hectare	$61,89 \times 32 = 1980,48 \text{ €}$
<b>Total</b>	<b>1 980,48 €</b>

Segundo os cálculos apresentados na tabela, o custo da monda manual por hectare ascende a 1980,48 €. Em suma, cada colaborador de monda recebe 8 € brutos por hora trabalhada. O valor de monda por hectare poderá, sem considerar outros parâmetros, ser dispendioso para a realidade portuguesa. No entanto, tendo em conta que são árvores com cerca de 4 metros de altura e um potencial produtivo médio de 1347,5 frutos (269,5 corimbos x 5 frutos), justifica-se. O custo médio de monda manual situa-se em 1000 euros por hectare.

### 3.13 Preço monda química

O quadro 17, mostra o exercício da monda química com o produto Brevis, ou seja, o custo por hectare da estratégia com duas aplicações (247 + 247ppm).

**Quadro 17** - Custo por hectare de 2 aplicações Brevis.

Custo de monda química (2 aplicações)	
1,1 kg Brevis (embalagem)	218 €
3,3 kg Brevis	654 €
2 aplicações (3h trabalho) 60€/dia, 7,5 €/h	22,50 €
Gasóleo 3h x 5 L x 0,847 €/L	12,70 €
Trator + atomizador (10 €/h)	30 €
<b>Total</b>	<b>719,20 €</b>

Esta estratégia apenas tem em conta: o custo do produto Brevis (654 €); o custo de 3 horas de trabalho feitas por um tratorista com carta de aplicador de fitofármacos (22,50 €) e o gasóleo verde gasto na tarefa (12,70 €), estimando para o efeito o preço através do consumo horário igual a 5 litros. Adicionalmente, foi igualmente estimado o custo horário do trator + atomizador, isto é, 10 €/h. Em suma, o custo estimado de uma estratégia com duas aplicações a 1,65 kg de Brevis cada, custa ao produtor 719,20 €.

## 4 Conclusão

Os frutos de pequenas dimensões são um fator limitante na comercialização de maçã. Se não for realizada uma monda correta (que deixe o número de frutos por árvore próximo do ideal de acordo com a regra de frutos por área seccional de tronco), os calibres irão ficar aquém do que são as exigências do mercado. Adicionalmente, como são muitos os frutos e de baixo calibre, irão originar um acréscimo de mão-de-obra na colheita, o que por sua vez irá reduzir a margem de lucro do agricultor (Looney, 1998). Assim, a monda de frutos é igualmente relevante quer a nível do calibre dos frutos, quer na capacidade de melhorar a qualidade destes quer a nível económico para o agricultor (Stern, 2014), quer ainda para manter regulares as produções interanuais e evitar fenómenos de alternância.

A cultivar Gala tem uma boa resposta aos agentes de monda. A estratégia *standard* (NAD + (BA + ANA)), sendo a mais utilizada pelos produtores, obteve carga por árvore de 347 frutos, ou seja, mais 34,6 % do que a monda manual. Obteve, ainda, cerca de 55% dos frutos com diâmetro acima de 70 mm, significativamente diferente da que se registou com a melhor estratégia (12 + 14 mm). Esta conclusão também é proposta por Duarte (2014) em que a estratégia NAD + BA + ANA não difere significativamente da modalidade testemunha.

As aplicações com MM obtiveram melhores resultados sobre esta cultivar. Todas as estratégias com uma aplicação de MM mostraram valores iguais ou inferiores à testemunha pelo que não são eficazes e não representam uma estratégia válida para o agricultor. Por outro lado, as estratégias com dupla aplicação de MM foram todas eficazes com valores iguais e até superiores à monda manual considerada com o número de frutos ideal. Aplicações aos 8, 10 ou 12 mm e segundas aplicações efetuadas 2, 4 ou 6 mm depois, não têm diferenças estatísticas significativas. Este trabalho carece de uma continuação de mais anos de ensaio para validar se de facto é irrelevante o momento (mm do fruto central do corimbo entre os 8 e 14 mm) de aplicação ou apenas influencia a climatologia. Ainda assim houve uma estratégia aos 12 + 14 mm que mais se aproximou da carga ótima que estava definida pela estratégia de monda manual. Este momento (12 + 14 mm) teve mais 18 % de frutos do que a monda manual. Ainda assim, conseguiu melhores resultados em termos de calibre. Em suma, cerca de 70 % dos frutos tiveram um calibre acima de 70 mm não sendo um resultado significativamente diferente da estratégia de monda manual (figura 5). Na estratégia 12 + 14 mm, a 'Gala' mondou 48 % em relação à parcela não tratada, ou seja, apenas 52

% dos frutos ficaram na árvore. Esta distribuição também aconteceu com Basak (2011), à qual a estratégia com MM a 245 ppm mondou 50 % dos frutos.

Outro fator a ter em conta é a redução da capacidade fotossintética. Pôde-se comprovar que quanto maior é a redução da fotossíntese, maiores podem ficar os frutos. Da mesma maneira, verificou-se o início de uma recuperação da fotossíntese quando a segunda aplicação foi efetuada aos 4 ou 6 mm (8 + 14 mm). Por outro lado, segundas aplicações aos 2 ou 4 mm não mostraram sinais de recuperação entre aplicações (12 + 14 mm). Este comportamento dos valores de variação fotossintética são interessantes e representam uma certa lógica, mas pelo contrário, não mostra uma relação direta com o metamitrão na monda química.

Foram feitos testes de cor a todos os frutos durante a calibração. Durante este ciclo produtivo, as condições para a ocorrência de cor não foram as melhores. A ausência de amplitudes térmicas e humidade atmosférica na fase final do ciclo originou percentagens de cor na Gala de apenas 5 a 15 %. A melhor estratégia neste parâmetro foi a aplicação ao momento 12 + 14 mm com 14,9 % de cor.

Análises laboratoriais feitas aos frutos, não detetaram vestígios de resíduos da S.A. Metamitrão. Este é um tema muito delicado do ponto de vista da segurança alimentar do consumidor, assim como da estratégia comercial, sendo que já existem diversas cadeiras de retalho que impedem os produtores a terem mais de 5 S.A. nas análises realizadas aos frutos.

Por fim, relativamente aos custos de operação, a monda manual ascendeu, para este caso específico, a 1 980,48 €, enquanto a monda química com duas aplicações de MM custou 719,20 €. Tendo conhecimento de que foi esta a estratégia que melhores resultados obteve em monda e adicionalmente a com o menor custo, concluímos que esta S.A. é uma ferramenta válida para mondar.

## 5 Bibliografía

- ABBASPOOR, M., TEICHER, H.B. and STREIBIG, J.C., 2006. The effect of root-absorbed PSII inhibitors on Kautsky curve parameters in sugar beet. *Weed Research*, Vol.46. 226–235 pp.;
- ABELES, F.B., MORGAN, P.W., SALTVEIDT Jr., M.E., 1992. *Ethylene in Plant Biology*. AcademicPress, New York, NY.
- AYALA, M.. Uso de la fluorescencia clorofílica como indicador de estrés por altas temperaturas en plantas frutales;
- BASAK, A., 2011. Efficiency of fruitlet thinning in apple ‘Gala Must’ by use of metamitron and artificial shading. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, Vol.19, nº1, 51–62 pp.;
- BERTELSEN, M. G., 2002. Benzyladenine and other thinning agents for pear cv. ‘Clara Frijs’. *J. Am. Pomol. Soc.* 56:149-155.
- BLACK, L.B., BUKOVAC, J.M and HULL, J. 1995. Effect of spray volume and time of NAA application on fruit size and cropping of “Redchief Delicious” apple. *Sci. Hort.*, 64: 253-264;
- BOTTON, A., ECCHER, G., FORCATO, C., FERRARINI, A., BEGHELDO, M., ZERMIANI, M., MOSCATELO,S., BATTISTELLI, A., VELASCO, R., RUPERTI, B., RAMINA, A., 2011. Signaling pathways mediating the induction of apple fruitlet abscission. *Plant Physiol.* 155, 185–208;
- BRUNNER, P. 2015. The thinning opportunities offered by Brevis®. EFM 2015-04;
- BYERS, R. E., BARDEN, J.A., POLOMSKI, R.F., YOUNG, R.W. and CARBAUGH, D.H., 1990. Apple thinning by photosynthetic inhibition. *Journal of American Society for Horticultural Science*, Vol. 155, nº1, 14-19 pp.;
- DENNIS, F. G. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regul.* 31: 1-16

- DORIGONI, A. e LEZZAR, P., 2007 Chemical thinning of apple with new compounds *Erwerbs Obstbau* (2007) 49:93–96;
- DUARTE, V. C., Monda química em macieira – Estudo da eficácia do metamitrão como agente mondanante em macieira (*Malus domestica Borkh*). Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Fruticultura Integrada. Instituto Politécnico de Castelo Branco;
- FERNANDEZ, V., SOTOIROPOULOS, T., BROWN, P., 2013. Foliar Fertilization: Scientific principles and field practices Vol. 1, 15-19 pp;
- GRENNE, D. W. 2014. Use of Metamitron Alone and in Combination with 6-Benzyladenine for Thinning Apples. XII<sup>th</sup> IS on Plant Bioregulators in Fruit Production;
- IRTA, 2016 *Jornada frutícola XXI Edición*, pp 49-57;
- ISHIKITA, H., LOLL, B., BIESIADKA, J., SAENGER, W. and KNAPP, E., 2005; Redox Potentials of Chlorophylls in the Photosystem II Reaction Center. *Biochemistry* 2005, 44, 4118-4124;
- LAKER, G., 2010. Effects of Chemical Thinning with Metamitron on Fruit Set, Yield and Fruit Quality of 'Elstar'. *Acta Hort.* 884, ISHS
- LAKSO, A.N., WÜNSCHE, J.N., PALMER, J.W. and CORELLI GRAPADELLI, L., 1999; Measurement and Modeling of Carbon Balance of the Apple Tree. *HortScience*, Vol. 34, nº6, 1040-1047 pp;
- LAKSO, A.N., WHITE, M.D. and TUSTIN, D.S., 2001. Simulation modeling of the effects of short and long-term climatic variations on carbon balance of apple trees. *Acta Hort.* 557:473-480
- LEAL, L. M. T., 2012. Monda de frutos em macieira 'Fuji' com metamitrão, ácido 1-naftilacético e 6-benziladenina. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia;

- LOONEY N.E., M. Beulah e K. Yokota. 1998. Chemical thinning of Fuji apples. *Compact FruitTree* 31 (2): 55-7;
- MAAS, F. M. and VAN DER STEEG, P. A. H., 2011. Crop Load Regulation in 'Conference' Pears. 11<sup>th</sup> International Pear Symposium
- MAXWELL K., JOHNSON G.M., Chlorophyll fluorescence – a particular guide, *J. Exp. Bot.* 51 (2000) 659–668 Measurement and Modeling of Carbon Balance of the Apple Tree. *HortScience*, Vol. 34, n°6, 1040-1047 pp;
- MCARTNEY, S.J., OBERMILLER, J.D. and ARELLANO, C., 2012. Comparison of the effects of met amitron on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. *HortScience*, Vol.47, n°4, 409-514 pp;
- SHEFFIELD, C.S., 2014. Pollination, Seed Set and Fruit Quality in Apple: Studies with *Osmia Lignaria* (Hymenoptera: Megachilidae) in the Annapolis Valley, Nova Scotia, Canada. *Journal of Pollination Ecology*, Vol.12, n°13, 120-128 pp;
- STERN, R., 2014. The photosynthesis inhibitor met amitron is an effective fruitlet thinner for 'Gala' apple in the warm climate of Israel. *Scientia Horticulturae* 178 (2014) 163–167;
- ROBINSON, T., LAKSO, A., GREENE, D. and HOYING, S., 2013. Precision Crop Load Management. *New York Fruit Quarterly*, Vol. 21, n°2, 3-9 pp;
- ROSA, N. 2016. Comparison between benzyladenine and met amitron as chemical thinning agents in 'Gala', 'Kanzi®', 'Pink Lady®' and 'Red Delicious' apple cultivars. *Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica*. Instituto Superior de Agronomia;
- TROMP, J., 2005. Metabolic processes. In: Tromp, J., Webster, A.D., Wertheim, S.J.(Eds.), *Fundamental of Temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, pp. 39–54;

- UNTIEDT, R., BLANKE, M., 2001. Effects of fruit thinning agents on apple tree canopy photosynthesis and dark respiration. *Plant Growth Regul.* 35, 1–9;
- VITTONI, G., Nari, L., Berra, L., Nari, D., Agrion - Frutticoltura Sostenibile in Piemonte. Pp. 178-184
- WOUTERS, N., 2014. Mechatronics for efficient thinning of pear. Ph.D. Thesis, Department of Biosystems, Faculty of Bioscience Engineering, KU Leuven, Leuven, 164 pp.
- YOON, T.M., ROBINSON, T.L., Reginato, G.H., 2011. Effects of temperature and light level on efficiency of chemical thinner on ‘Empire’ apple trees. *Acta Hortic.* 903,1085–1093.

### **Websites**

- ADAMA. Acedido a 31 de março de 2017. [www.adama.com](http://www.adama.com);
- Produção de Maçã em Portugal, 2012. Acedido a 31 de março de 2017. [http://www.observatorioagricola.pt/pormenor.asp?id\\_rubrica=297&id\\_seccao=4](http://www.observatorioagricola.pt/pormenor.asp?id_rubrica=297&id_seccao=4)  
2 Observatório Agrícola, 2015;
- Orangepipintrees, Acedido a 24 de março de 2017 [www.orangepipintrees.com](http://www.orangepipintrees.com).

# 6 Anexo I

## Distribuição do ensaio

1 - Parcela não tratada	19 Momento 8 + 10 mm	23 Momento 10 + 14 mm			
3 - Momento 10 mm	20 Momento 8 + 12 mm	25 STD			
16 Momento 12 mm	21 Momento 8 + 14 mm	28 Monda manual			
17 Momento 14 mm	22 Momento 10 + 12 mm	32 Momento 12 + 14 mm			
Coleção					
130 Ultimo	130 Ultimo	III	130 ultimo	19 II	129 ultimo
129	129		129	19 II	129 ultimo
128	128		128	19 II	127
127	127		127		127 fallo
126	126		126		32 II
125	125		125		32 II
124	124		124		
123	123		123		
122	122		122		
121	121		121		
120	120		120		
119	119		119		
118	118		118		
117	117		117		20 I
116	116		116		20 I
115	115	21 III	115		
114	114	21 III	114		25 I
113	113		113		25 I
112	112		112		
111	111		111		
110	110		110		
109	109		109		
108	108		108		
107	107	20 III	107		
106	106	20 III	106		16 I
105	105		105		16 I
104	104		104		
103	103	18 III	103		
102	102	16 III	102		
101	101		101	1 II	22 I
100	100		100	1 II	22 I
99	99	25 III	99	28 II	
98	98	25 III	98	28 II	
97	97		97		
96	96		96		
95	95		95		
94	94	23 III	94		
93	93	23 III	93		
92	92		92		
91	91		91		
90	90		90	25 II	
89	89		89	25 II	
88	88		88	25 II	
87	87		87		
86	86		86		
85	85		85		
84	84		84		17 I
83	83	22 III	83		17 I
82	82	22 III	82		
81	81		81	23 II	
80	80		80		
79	79		79	23 II	32 I
78	78		78		32 I
77	77		77		
76	76		76	22 II	19 I
75	75		75	22 II	19 I
74	74		74		
73	73		73		21 I
72	72		72		21 I
71	71	19 III	71		
70	70	19 III	70	3 II	
69	69		69	3 II	
68	68		68		
67	67		67		
66	66		66		3 I
65	65		65		3 I
64	64		64		
PASSAGEM					
63	63		63		
62	62		62		
61	61		61		
60	60		60		
59	59		59		
58	58	17 III	58		
57	57	17 III	57		
56	56		56		
55	55		55		
54	54		54		
53	53		53	20 II	
52	52		52	20 II	
51	51		51		
50	50		50		23 I
49	49		49		23 I
48	48		48		
47	47		47		28 I
46	46		46	21 II	1 I
45	45		45	21 II	1 I
44	44		44		28 I
43	43		43		
42	42		42	17 II	
41	41		41	17 II	
40	40		40		
39	39		39		
38	38		38		
37	37		37		
36	36		36		
35	35		35		
34	34		34		
33	33		33		
32	32		32		
31	31		31		
30	30		30		
29	29		29		
28	28		28		
27	27		27		
26	26		26		
25	25		25		
24	24		24		
23	23		23		
22	22		22		
21	21		21		
20	20		20		
19	19		19		
18	18		18		
17	17		17		
16	16		16		
15	15	3 III	15		
14	14	3 III	14		
13	13		13		
12	12		12		
11	11		11		15 I
10	10		10		15 I
9	9		9		
8	8		8		
7	7	28 III	7		
6	6	28 III	6		
5	5	1 III	5		
4	4	1 III	4		
3	3	3 foto	3	16 II	31 I
2	2		2	16 II	31 I
1	1		1		
Fila 8		Fila 7		Fila 6	