

## Monda química em macieira

Estudo da eficácia do metamitrão como agente mondante em macieira (*Malus domestica* Borkh).



**Vítor Carreira Duarte**

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

**Fruticultura Integrada.**

Orientadora: Professora Doutora Maria Paula Simões.

Co-orientador: Doutor Luis Asin Jones.

Julho de 2014

## Agradecimentos

À professora Doutora Maria Paula Simões, orientadora deste trabalho, por toda a motivação que sempre me transmitiu, pela sua disponibilidade, pelas críticas, sugestões e toda a ajuda que me prestou ao longo da realização deste trabalho.

Ao Doutor Luis Asin Jones, co-orientador, pela forma como me recebeu, pela sua disponibilidade e prestimosa ajuda, bem como pela forma muito agradável que sempre me tratou e que tornou fácil a minha adaptação e realização deste trabalho.

Ao professor Doutor João Pedro Luz por ter sido a pessoa de quem partiu o esforço para que fosse possível realizar a parte prática deste trabalho no IRTA-Lérida.

Ao Doutor Simó Alegre Castellví por me ter recebido no seu departamento, me ter dado a oportunidade de realizar este trabalho possibilitando a vivência desta experiência que tanto contribuiu para a minha valorização profissional e pessoal.

A todos os bolseiros com quem tive a oportunidade e o prazer de trabalhar, por toda a ajuda que me prestaram e pela sua amizade.

A todos os trabalhadores de campo pela sua constante boa disposição.

Aos meus verdadeiros amigos por toda a motivação, pela paciência, pelo apoio e por estarem sempre presentes quando precisei.

Aos meus pais. Sem eles este trabalho não teria sido possível. Obrigado por sempre me apoiarem em todos os aspetos da minha vida. Obrigado por serem as pessoas que são, por me terem educado como o fizeram e, através dessa educação, sejam os grandes responsáveis por ser a pessoa que sou hoje. São o meu pilar, são um apoio incondicional.

## Resumo

Neste trabalho avaliou-se a eficácia do metamitrão aplicado de forma isolada ou em mistura com ácido naftaleno-acético (ANA) ou benziladenina (BA) na monda de macieiras Golden delicious enxertadas em Pajam 2 e Brookfield enxertadas em EM-EMLA 9, com 9 e 6 anos de plantação, respetivamente, de pomares localizados na estação experimental do IRTA Lérida, campo experimental de Gimenells.

O metamitrão apresentou um efeito marcado no abaixamento da taxa de fotossíntese para o conjunto das modalidades onde foi aplicado, do qual resultou a queda de frutos bem como um aumento pontual da taxa de crescimento dos frutos.

Do conjunto das modalidades ensaiadas verificou-se que aplicações isoladas de metamitrão na concentração de 110 ppm aplicados em dois momentos distintos, nomeadamente aos 8 e 12 mm de diâmetro do fruto central, se aproximam bastante da eficácia demonstrada pela aplicação que continha a mistura de metamitrão com ANA e BA no caso da cv. Brookfield.

No que diz respeito à cv. Golden delicious a modalidade 6-BA + ANA é a que apresenta frutos de maior calibre, destacando-se significativamente das restantes modalidades, apresentando um calibre médio de 69,05 mm, no dia 9 de agosto de 2013. Este resultado é apoiado pelo facto de também esta modalidade ter sido a que apresentou menor número médio de frutos, apresentando 1.88 frutos por corimbo no dia 1 de julho de 2013.

Quanto aos resultados verificados na redução da taxa de fotossíntese podemos afirmar que nem o ANA nem a 6-BA tem interferência na taxa de fotossíntese das plantas e por isso o seu efeito como agente mondante tem outro modo de ação que não é a redução da taxa fotossintética.

A baixa eficácia de aplicação de BA isolado no que diz respeito à redução da taxa de fotossíntese poderá ser explicado pelas condições meteorológicas adversas que afetam bastante a ação da substância ativa, que necessita de uma temperatura mínima de 18 °C para que seja bem sucedida.

Palavras-chave: monda de frutos, macieira, Golden delicious, Brookfield, ANA, metamitrão, BA.

## Abstract

In this paper we evaluate the effectiveness of Metamitron applied in isolation or in combination with naphthalene acetic acid (NAA) and benzyladenine (BA) in thinning fruit Golden delicious apple trees grafted on PAJAM 2 and Brookfield grafted on EM- EMLA 9, with 9 and 6 years of planting, respectively, of orchards located at the experimental station of the IRTA Lleida, experimental field Gimenells.

Metamitron had a marked effect in lowering the rate of photosynthesis for the set of requirements where it was applied, which resulted in the fall of fruits as well as one-off increase in the rate of fruit growth.

Of all the methods tested it was found that single applications of metamitron at a concentration of 110 ppm applied at two different times, namely at 8 and 12 mm diameter central fruit closely approximate the efficacy demonstrated by applying the mixture containing metamitron with NAA and BA in the case of cv. Brookfield.

With respect to cv. Golden delicious mode 6-BA + NAA is presenting the fruits of higher caliber, standing out significantly from other modalities, with an average size of 69.05 mm, on August 9, 2013. This result is supported by the fact of this method have been also presented the lowest average number of fruits, with 1.88 fruits per corymb on July 1, 2013.

As those seen in reducing the rate of photosynthesis results we can state that neither the ANA nor the 6-BA has interference in the rate of photosynthesis in plants and so its effect as weeding agent has another mode of action that is not the rate reduction photosynthetic.

The low effectiveness of the application of BA isolated with respect to the lowering of the rate of photosynthesis will be explained by adverse weather conditions that affect much the action of this active substance that needs a minimum temperature of 18 ° C to be successful.

Keywords: thinning fruit, apple, Golden delicious, Brookfield, ANA, metamitron, BA.

## Índice

Índice de tabelas .....	v
Índice de figuras .....	v
Lista de abreviaturas .....	vii
1. Introdução .....	1
2. Objetivos .....	2
3. Material e Métodos.....	3
3.1. Localização .....	3
3.2. Caracterização dos pomares .....	4
3.3. Metodologia .....	5
3.4. Caracterização das substâncias ativas utilizadas no ensaio .....	10
4. Resultados e discussão.....	14
4.1. Comportamento da cv. Golden delicious.....	14
4.4.1. Efeito na taxa fotossintética da cv. Golden delicious.....	14
4.1.2 Queda de frutos na cv. Golden delicious. ....	19
4.1.4 Considerações globais referentes à cv Golden delicious .....	27
4.1.4.1 Taxa de fotossíntese Golden delicious.....	27
4.1.4.2. Queda de frutos Golden delicious.....	27
4.1.4.3. Taxa de crescimento diária Golden delicious.....	28
4.1.4.4.Considerações finais na cv. Golden delicious.....	28
4.2. Comportamento da cv. Brookfield.....	29
4.2.1. Efeito na taxa fotossintética da cultivar Brookfield. ....	29
4.2.2 Queda de frutos na cv. Brookfield.....	31
4.2.3. Taxa de crescimento dos frutos da cv. Brookfield. ....	33
4.2.2 Comportamento da cv. Brookfield.....	34
4.2.2.1. Taxa de fotossíntese em Brookfield.....	34
4.2.2.2. Queda de frutos em Brookfield.....	34
4.2.2.3. Taxa de crescimento em Brookfield.....	35
5. Conclusão .....	36
6. Referencias Bibliográficas .....	37
Anexos .....	40

## Índice de tabelas

Tabela 1: Características do solo da parcela de macieiras da estação experimental IRTA, parcela de Gimennells.....	5
Tabela 2: Resultados analíticos das amostras da estação experimental IRTA, parcela de Gimennells. ....	5
Tabela 3: Caracterização das modalidades ensaiadas na cultivar Golden delicious - Designação, concentração (ppm) e momento de aplicação. ....	7
Tabela 4: Modalidades em estudo na cultivar Brookfield- Designação, concentração (ppm) e momento de aplicação.....	7
Tabela 5: Calibre médio dos frutos para as modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com ANA, na cv. Golden delicious. ....	25
Tabela 6: Análise estatística para o calibre dos frutos, na cv. Brookfield.....	34
Tabela A.1. Análise estatística relativa à taxa de fotossíntese das modalidades com metamitrão e metamitrão misturado com BA, na cv. Gonden delicious. ....	42
Tabela A.2. Análise estatística para taxa de fotossíntese das modalidades com metamitrão e metamitrão misturado com ANA, na cv. Gonden delicious.....	42
Tabela A.3. Análise estatística da taxa de fotossíntese das modalidades com diferentes épocas de aplicação, na cv. Golden delicious.....	43
Tabela A.4. Análise estatística para o número médio de frutos das modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com BA, na cv. Gonden delicious. ....	43
Tabela A.5. Análise estatística para o número médio de frutos das modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com ANA, na cv. Gonden delicious.....	43
Tabela A.6. Análise estatística para o número médio de frutos das modalidades com diferentes momentos de aplicação, na cv. Gonden delicious.....	44
Tabela A.7. Análise estatística para o calibre médio de frutos para as modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com BA, na cv. Golden delicious. ....	44
Tabela A.8. Análise estatística para taxa de fotossíntese, na cv. Brookfield. ....	44
Tabela A.9. Análise estatística para o número médio de frutos, na cv. Brookfield. ....	45

## Índice de figuras

Fig. 1 : Relação entre a produção total por árvore e o diâmetro médio dos frutos (adaptado de Westwood, 1978). ....	1
Fig. 2: Localização da Estação Experimental de Lérida na Península Ibérica. ....	3

---

Fig. 3: Estação Experimental de Lérida- IRTA, parcela de Gimenells. ....	3
Fig. 4: Dados meteorológicos obtidos a partir da estação de Gimenells no período de 15 de abril a 3 de agosto. ....	4
Fig. 5: Fluorímetro .....	6
Fig. 6: Marcação em corimbo para monitorização de frutos (esq.) e medição de fruto de cv. Golden delicious (dir.) .....	6
Fig. 7: Esquema do ensaio na cv. Golden delicious.....	8
Fig.8 : Esquema do ensaio na cv. Brookfield.....	9
Fig. 9: Composição química do metamitrão .....	10
Fig. 10: Composição química da benziladenina. ....	11
Fig. 11 : Composição química do ácido naftaleno acético. ....	12
Fig. 12: Taxa de fotossíntese comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e benziladenina na cultivar Golden delicious. ....	14
Fig.13: Taxa de fotossíntese comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e ANA na cultivar Golden delicious.....	16
Fig. 14: Taxa de fotossíntese comparando modalidades com diferentes épocas de aplicação. ....	17
Fig. 15: Evolução da percentagem de frutos, em comparação com o momento inicial comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e benziladenina. ....	19
Fig. 16: Evolução da percentagem de frutos existente em comparação com o momento inicial comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e ANA. ....	21
Fig. 17: Evolução da percentagem de frutos existente em comparação com o momento inicial comparando modalidades com diferentes momentos de aplicação.....	22
Fig. 18: Taxa de crescimento diária comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e benziladenina. ....	23
Fig. 19: Taxa de crescimento diária comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e ANA.....	24
Fig. 20: Taxa de crescimento diária comparando modalidades com diferentes épocas de aplicação. ....	26
Fig. 21: Percentagem da taxa de fotossíntese comparando diferentes momentos de aplicação e diferentes concentrações da substância ativa.....	29
Fig. 22: Fitotoxicidade provocada por aplicação de metamitrão na concentração de 330 ppm na cv. Brookfield.....	30
Fig. 23: Percentagem de frutos relativamente ao momento inicial, comparando diferentes momentos de aplicação e diferentes concentrações da substância ativa. ....	31

---

Fig. 24: Taxa de crescimento diária comparando a evolução das diferentes modalidades aplicadas em diferentes momentos e concentrações. ....	33
Fig. 25: Modalidade BA+ANA+ metamitrão 165 ppm. Observa-se boa coloração de frutos e carga reduzida.....	35
Fig. 26: Modalidade testemunha. Observa-se excesso de carga e falta de coloração nos frutos. ...	40
Fig.27: Modalidade metamitrão 165 + 165 ppm. Observa-se boa coloração de frutos e carga reduzida.....	41

## Lista de abreviaturas

**ANA** - Ácido naftaleno-acético

**BA** ☐ Benziladenina

**6-BA** ☐ 6- Benziladenina

**ppm** - Partes por milhão

**PSII** - Fotossistema II

**TF** - Taxa de fotossíntese

**Fv** - Fluorescência variável

**Fm** - Fluorescência máxima.

**NAD** ☐ Naftaleno acetamida

**AIA** ☐ Ácido indol-acético

## 1. Introdução

A mais-valia da atividade frutícola, como outra qualquer atividade, resulta da diferença entre rendimento e encargos. Considerando que o preço unitário dos produtos frutícolas tem diminuído e que os fatores de produção têm apresentado um custo crescente, a mais-valia desta atividade tem resultado de um aumento de produção por unidade de área associado a uma taxa mais elevada de mecanização. Simultaneamente procura-se também uma diminuição da quantidade de frutos de refugo e menor consumo de mão-de-obra nas diversas operações culturais.

A diminuição da proporção de frutos de refugo, nomeadamente por baixo calibre, está associada à diminuição da carga de frutos de uma planta sempre que se verifique uma taxa de vingamento elevada. Em primeira análise, uma das técnicas culturais que contribui para a otimização da carga é a poda, sendo complementada seguidamente com a monda dos frutos. A monda de frutos está assim intimamente associada com a taxa de vingamento, sendo que esta está muito dependente do estado fisiológico da planta e das condições climáticas ocorridas durante a floração.

Como se verifica na figura 1 existe uma relação inversamente proporcional entre o diâmetro médio de frutos e o número total de frutos, isto é, produção total por árvore.

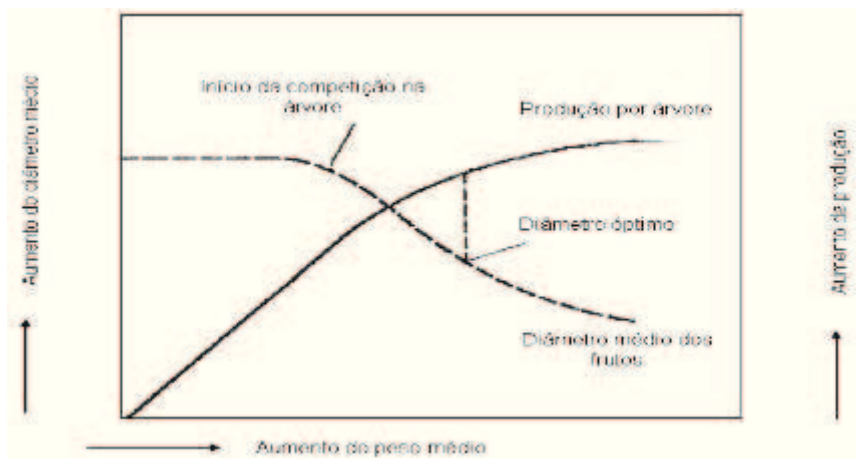


Fig. 1 : Relação entre a produção total por árvore e o diâmetro médio dos frutos (adaptado de Westwood, 1978).

Ainda relativamente à figura 1 verifica-se que o diâmetro ótimo dos frutos se atinge para uma produção inferior à produção máxima por árvore.

Desde algumas décadas que se utilizam algumas substâncias ativas que tem como função provocar uma monda de frutos. Esta prática apresenta não só um efeito na produção/colheita, mas também um efeito positivo na indução floral que decorre nesse mesmo ano, e que terá repercussões na floração do ano seguinte (Tromp, 2000). Dentro das substâncias ativas mais utilizadas destaca-se o ANA (ácido naftaleno-acético) e a

benziladenina sendo esta última a que mostra até agora melhores resultados (Ferree, 1996). Ambos têm características positivas e negativas e o mais comum é utilizar a mistura destes dois agentes mondantes com o objetivo de juntar os aspectos positivos e assim obter maior eficácia e por, conseguinte, melhores resultados.

A benziladenina tem algumas limitações impostas tanto pelo estado fisiológico da planta como pelas condições climáticas (Bound et al., 1997).

Devido às incertezas no que diz respeito à disponibilidade de mão-de-obra e ao custo associado, aliado à probabilidade de num futuro próximo poderem ser retirados do mercado alguns produtos agora disponíveis é providente concentrar esforços para identificar alternativas viáveis aos produtos agora disponíveis (McArtney et al., 2012).

O metamitrão pode representar esta alternativa, pois apresenta características e resultados que o colocam numa posição muito favorável como agente mondante. É um inibidor fotossintético com a capacidade de bloquear a fotossíntese, afetando as reações químicas na planta ao nível do fotossistema II (PSII). Ele induz à abscisão de frutos em diferentes espécies fruteiras quando aplicado após a plena floração. Na macieira, apresenta eficácia quando aplicado a partir do momento em que o fruto central do corimbo (king fruit) apresenta 6 a 8 mm de diâmetro (Bayer et al., 1984, 1985, 1986, 1990 a, 1990 b, Del Valle et al., 1985).

Segundo Lakso et al. (2001) e Lakso et al. (2006) parece haver uma forte correlação entre o balanço negativo de hidratos de carbono e uma acentuada abscisão de frutos, tendo descrito o fenómeno num modelo simplificado do balanço de carbono em macieiras. Sempre que ocorra um *deficit* na concentração dos hidratos de carbono este reflete-se depois na incapacidade de a planta suportar todos os frutos, conduzindo a uma forte queda de frutos, ou seja, uma monda natural ou fisiológica de frutos.

## 2. Objetivos

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito da redução da taxa fotossintética na monda de frutos em duas cultivares de maçã, Golden delicious e Brookfield.

Para tal foram delineadas 9 modalidades utilizadas na cv. Brookfield e 20 modalidades para a cv. Golden delicious.

### 3. Material e Métodos

#### 3.1. Localização

O presente trabalho foi efetuado no ciclo vegetativo do ano 2013 na Estação Experimental de Lérida-IRTA, na província de Gimenells, Espanha.

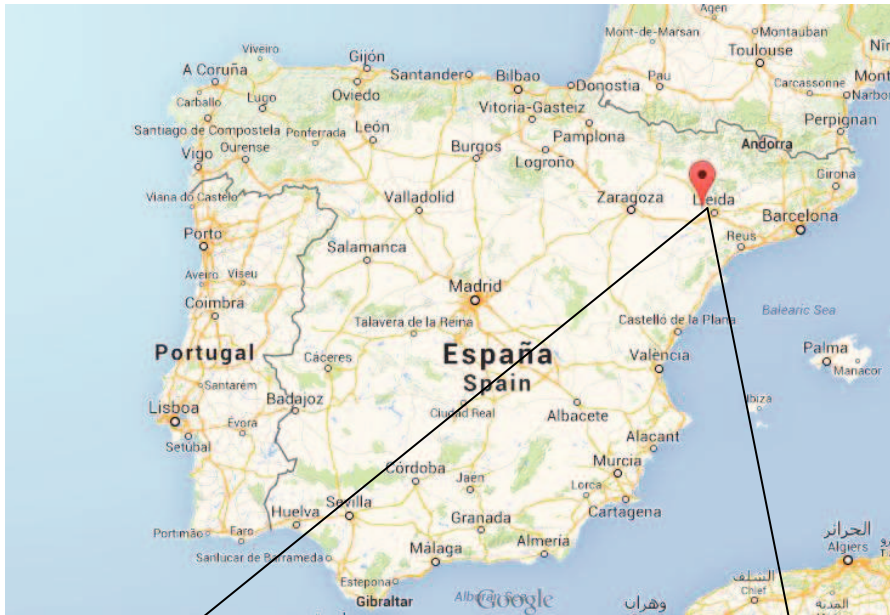


Fig. 2: Localização da Estação Experimental de Lérida na Península Ibérica.

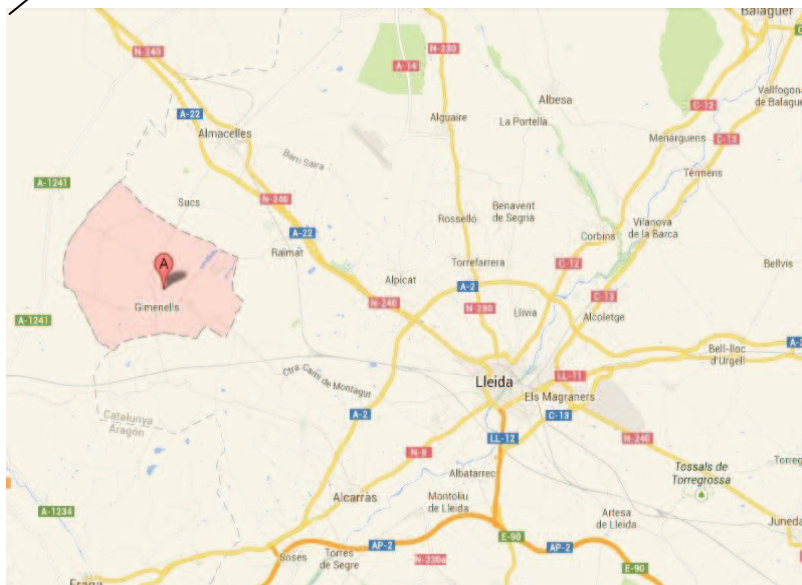


Fig. 3: Estação Experimental de Lérida- IRTA, parcela de Gimenells.

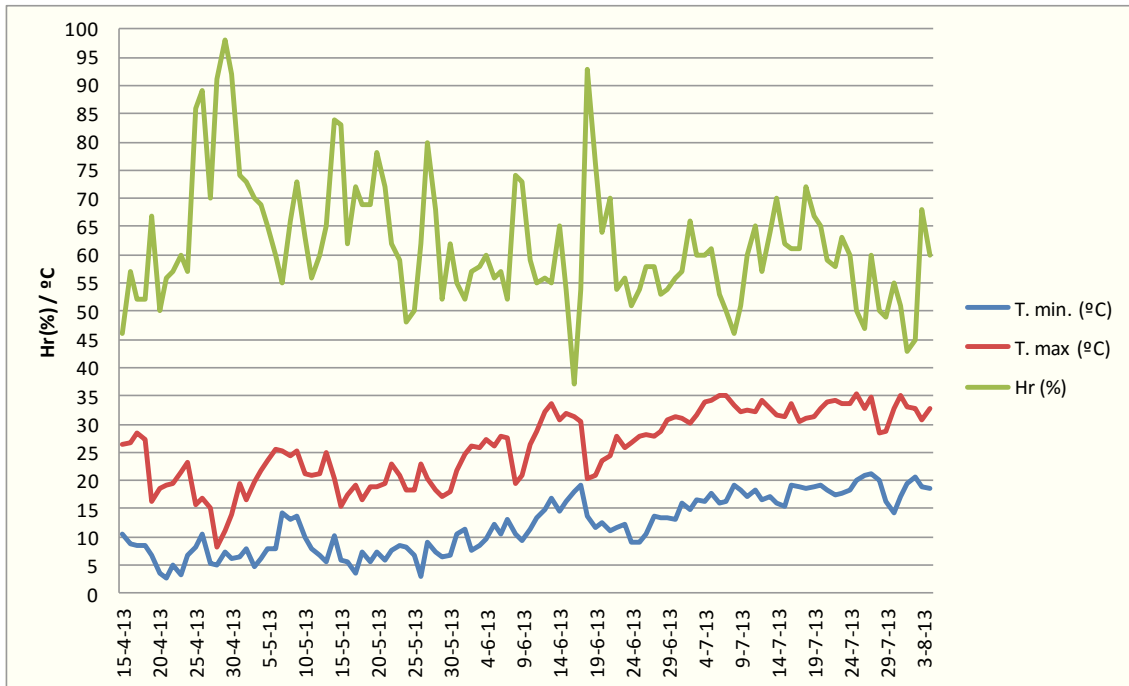


Fig. 4: Dados meteorológicos obtidos a partir da estação de Gimeneles no período de 15 de abril a 3 de agosto.

A figura 4 mostra a temperatura máxima, mínima e média diária que se registaram ao longo do tempo em que decorreu o ensaio. Como podemos verificar, nos dias correspondentes aos tratamentos 1, 6, 9, e 13 de maio de 2013 as temperaturas mínimas variaram entre os 5°C e os 15°C, valores inferiores à temperatura ideal para a aplicação de monda química utilizando a benziladenina que é de 18°C como referido segundo Clever (2007).

### 3.2. Caracterização dos pomares

O trabalho baseou-se em duas cultivares diferentes cv. Golden delicious e cv. Brookfield. No caso da cv. Golden delicious o pomar foi plantado no ano 1994, o compasso é 1 m x 4 m, o porta-enxerto é Pajam 2 e o sistema de condução é em eixo central. A orientação de plantação é Norte-Sul e as plantas polinizadoras estão dispostas em filas completas na proporção de 1:4. A cultivar polinizadora é a Granny Smith.

O pomar referente à cv. Brookfield, foi plantado no ano 2007, utilizando o compasso de 1 m x 4 m, o porta-enxerto é EM-9 EMLA® e o sistema de condução é em eixo central. A orientação de plantação é Norte-Sul. A cultivar polinizadora é a Golden Delicious.

Em ambos os casos a manutenção do solo consiste num sistema misto com enrelvamento na entrelinha e solo nu não mobilizado na linha. O enrelvamento tem por base vegetação espontânea cujo desenvolvimento é controlado com a utilização de um destroçador. Na linha o controlo das infestantes é feito com a aplicação de herbicida.

O sistema de rega utilizado é a rega localizada, gota-a-gota e a fertilização é incorporada no sistema de rega, ou seja, um sistema de fertirrega.

O solo apresenta uma textura franca, pH alcalino e teor médio de matéria orgânica (tabela 1), sendo os teores de fósforo baixo e potássio, magnésio e cálcio elevados (tabela 2).

Tabela 1: Características do solo da parcela de macieiras da estação experimental IRTA, parcela de Gimennells.

Ref A*	refmos	HUM 105°C	pH	CE dS/m	CARB. %	MO %	AT %	LG %	LF %	ARG %	CT USDA
197585	GIMENELLS S1 0-25	<0.9	8.2	0.19	25	2.09	42.4	16.6	21.2	19.8	Franca
197586	GIMENELLS S1 30-60	<0.9				0.51	51.8	13.9	20.3	14	Franca
197591	GIMENELLS S11 0-25	<0.9	7.9	0.65	29	2.4	48.2	11.8	13.8	26.2	Franco-argilo loamiosa
197592	GIMENELLS S11 30-60	<0.9				1.8	48.3	13.4	17.8	20.5	Franca

Tabela 2: Resultados analíticos das amostras da estação experimental IRTA, parcela de Gimennells.

	refmos	P ppm	K ppm	Mg ppm	Ca ppm	Na ppm	N-N03 ppm
197585	GIMENELLS S1 0-25	34	191	178	7538	41	15.9
197591	GIMENELLS S11 0-25	36	186	304	7612	157	17.6

### 3.3. Metodologia

Para a realização deste ensaio, foi tido em consideração o facto de se tratar de duas cultivares diferentes, de idades diferentes e com número de plantas disponíveis também diferente, pelo que não se pode realizar uma réplica total do mesmo ensaio com as duas cultivares.

No caso da cv. Golden delicious o ensaio foi delineado em 4 blocos (repetições), 20 modalidades diferentes, 4 plantas por modalidade sendo 2 árvores úteis e 2 de bordadura. Em cada árvore foram marcados de forma homogénea 3 corimbo em cada lado da árvore, num total de 6 corimbo por árvore, 12 corimbo por modalidade e repetição, ou seja 48 corimbo por modalidade (Tabela 3).

No que diz respeito à cv. Brookfield foram delineados igualmente 4 blocos (repetições), com 8 modalidades diferentes, sendo o procedimento para a marcação dos corimbo o mesmo que para a cv. Golden Delicious (Tabela 4).

Assim sendo no que diz respeito à cv. Golden Delicious foram utilizadas 160 árvores e na cv. Brookfield foram utilizadas 64 árvores.

A seleção de árvores foi feita tendo em conta a homogeneidade das plantas entre si, esta homogeneidade teve por base o número de corimbo florais contados durante a floração. Consideraram-se as que apresentavam um número de corimbo florais entre 380 e 400, ou seja, todas as árvores selecionadas para o ensaio estavam entre estes valores.

A forma como foi delineado o ensaio teve em atenção que, dada a sua complexidade, poderíamos sofrer com o facto de não ser possível medir todas as modalidades num curto período de tempo. Desta forma os blocos foram divididos de forma casualizada de forma a diminuir ao mínimo as eventuais variações que poderiam ocorrer desde que se começavam as observações até ao momento que se terminavam.

Na avaliação da taxa de fotossíntese utilizou-se um fluorímetro (Fig. 5). A avaliação da taxa de fotossíntese foi feita em lançamentos do ano utilizando-se para o efeito folhas da base, do meio e da zona apical do lançamento, fazendo três medições/lançamento e duas medições por planta, ou seja, uma por face. Como se observou que não havia diferenças nos valores registados entre as duas medições e para que fosse possível realizar todas as observações no mesmo dia e em períodos de dia similares entre as modalidades optou-se por realizar apenas uma medição por planta sempre do lado nascente, pois era onde o sol incidia no início do dia.



Fig. 5: Fluorímetro

A avaliação do efeito de cada modalidade baseou-se na observação sistemática dos corimbo marcados, (Fig. 6-esq.) contagem do número de frutos por corimbo seguido da monitorização do número de frutos vingados nesses corimbo da monitorização do crescimento do fruto central do corimbo. Para além da monitorização dos frutos avaliou-se diariamente a taxa de fotossíntese de cada árvore com o objetivo de relacionar os dois parâmetros avaliados – taxa fotossintética e vingamento/crescimento do fruto.

Com início em 10 de maio de 2013, realizou-se a medição do tamanho do fruto central dos corimbo marcados, utilizando uma craveira digital (Fig. 6-dir.)



Fig. 6: Marcação em corimbo para monitorização de frutos (esq.) e medição de fruto de cv. Golden delicious (dir.).

Tabela 3: Caracterização das modalidades ensaiadas na cultivar Golden delicious - Designação, concentração (ppm) e momento de aplicação.

Data	02-05-2013	06-05-2013	09-05-2013	13-05-2013
Modalidade	8-10 mm	10-12 mm	12-14 mm	14-16 mm
Testemunha				
Met. 165 ppm		X		
Met. 165 ppm+ BA		X		
Met. 165 ppm + ANA		X		
Met. 247 ppm		X		
Met. 247 ppm + BA		X		
Met. 247 ppm + ANA		X		
Met. 330 ppm		X		
Met. 330 ppm + BA		X		
Met. 330 ppm + ANA		X		
BA		X		
ANA		X		
BA + ANA		X		
Met. 330 ppm	X			
Met. 330 ppm			X	
Met. 330 ppm				X
Met. 330 ppm + BA	X			
Met. 330 ppm + BA			X	
Met. 330 ppm + BA				X
BA			X	

Tabela 4: Modalidades em estudo na cultivar Brookfield- Designação, concentração (ppm) e momento de aplicação.

Data	19-04-2013	01-05-2013	06-05-2013
Modalidade	Plena floração (F2)	8 ☐ 10 mm	10 ☐ 12 mm
Testemunha			
Met. 165 ppm		X	
Met. 220 ppm		X	
Met. 110 + 110 ppm		X	X
Met. 165 + 110 ppm		X	X
Met. 165 + 165 ppm		X	X
Met. 165 ppm + ANA+ BA			x
NAD + BA + ANA	X		x

A diversidade e elevado número de modalidades em estudo podem também ser visualizados nos esquemas do ensaio apresentados nas fig. 7 e 8.



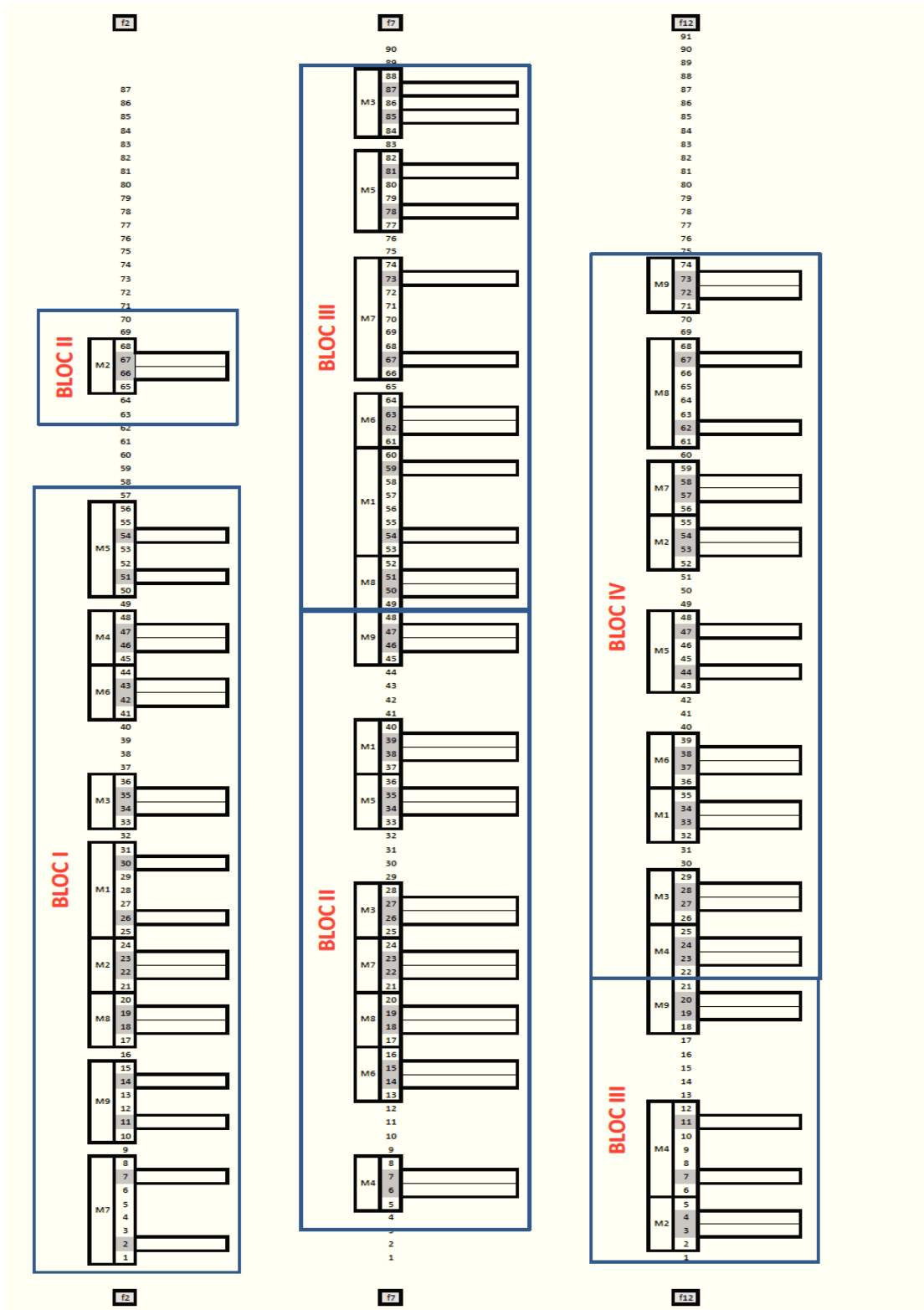


Fig.8 : Esquema do ensaio na cv. Brookfield.

### 3.4. Caracterização das substâncias ativas utilizadas no ensaio

O metamitrão é uma substância ativa utilizada como herbicida para o controlo de infestantes em beterraba sacarina. Após alguns estudos foi reconhecido o interesse que pode ter como agente mondante de frutos, principalmente em macieiras, encontrando-se atualmente em fase de registo.

O metamitrão é uma triazinona, de fórmula química  $C_{10}H_{10}N_4O$  e um peso molecular de 202,21 (Fig. 9).

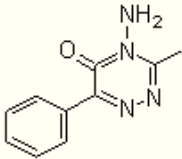
Nome	Metamitrão
Sinónimos	3-Methyl-4-amino-6-phenyl-1,2,4-triazin-5(4H)-one; 4-Amino-3-methyl-6-phenyl-1,2,4-triazin-5-one
Estrutura molecular	
Fórmula molecular	$C_{10}H_{10}N_4O$
Peso molecular	202.21

Fig. 9: Composição química do metamitrão

Retirado de: [www.chemblink.com/products/41394-05-2.htm](http://www.chemblink.com/products/41394-05-2.htm)

Tem um efeito sistémico na planta e a capacidade de inibir a fotossíntese pois afeta as reações químicas do fotossistema II (PSII) (Lafer, 2010). Esta aptidão de inibir a fotossíntese é explicada pelo bloqueio da transferência de eletrões entre as quinonas primárias e secundárias do PSII (Abbaspoor et al., 2006). Este bloqueio inibe a produção de adenosina 5'-trifosfato e a fixação do carbono.

Se este bloqueio for permanente conduz à morte da planta devido à peroxidação lipídica e proteólise, dando-se um *stress* oxidativo conduzindo à dissociação do pigmento-proteico do complexo PSII (Abbaspoor et al., 2006).

Sendo o metamitrão um herbicida foi já estudado o seu efeito em várias espécies de plantas de forma a ver como respondiam fotossinteticamente à sua aplicação. Esta resposta foi estudada por Van Oorschot e Van Leeuwen, 1979 para a beterraba sacarina (*Beta vulgaris* L.), e o azevém (*Lolium perene* L.).

Após a aplicação do metamitrão e conseqüente bloqueio fotossintético há um processo de recuperação da atividade fotossintética das plantas. O estudo desta recuperação assentou sobre as variações da eficiência do PSII através do quociente entre fluorometria

variável (Fv) pela fluorometria máxima (Fm), (Fv/Fm) (McArtney & Obermiller, 2012). As variações registadas em Fv/Fm são a base para estudar o processo de recuperação do PSII após a aplicação de um inibidor da sua actividade.

Quando aplicado como agente mondante de frutos o metamitrão apresenta como vantagens não causar danos foliares, não originar frutos que permanecem pequenos e se mantem até ao final do ciclo designados por frutos "pígemeu" segundo Black, et al. (1995) e não provocar deformações nos frutos nem russetting.

Segundo trabalhos já realizados, o metamitrão mostra um enorme potencial no controlo de carga em macieiras. Um ponto bastante importante é a flexibilidade de adaptação a diferentes cultivares, pois tem bons resultados tanto nas cultivares mais fáceis, como a Golden delicious, como nas cultivares mais difíceis, ou seja, que não apresentam uma resposta tão constante à monda, como a Fuji (Dorigoni & Lezzer, 2007).

A benziladenina (BA) é uma citocinina e, como tal, tem como efeito estimular a divisão celular, estimular a morfogénese, isto é, a formação de gomos, estimular o crescimento de gomos laterais ou adventícios contrariando a dominância apical e estimular também a expansão foliar que resulta do aumento das células. Tem a fórmula molecular  $C_{12}H_{11}N_5$  e tem um peso molecular de 225,25 (Fig. 10).

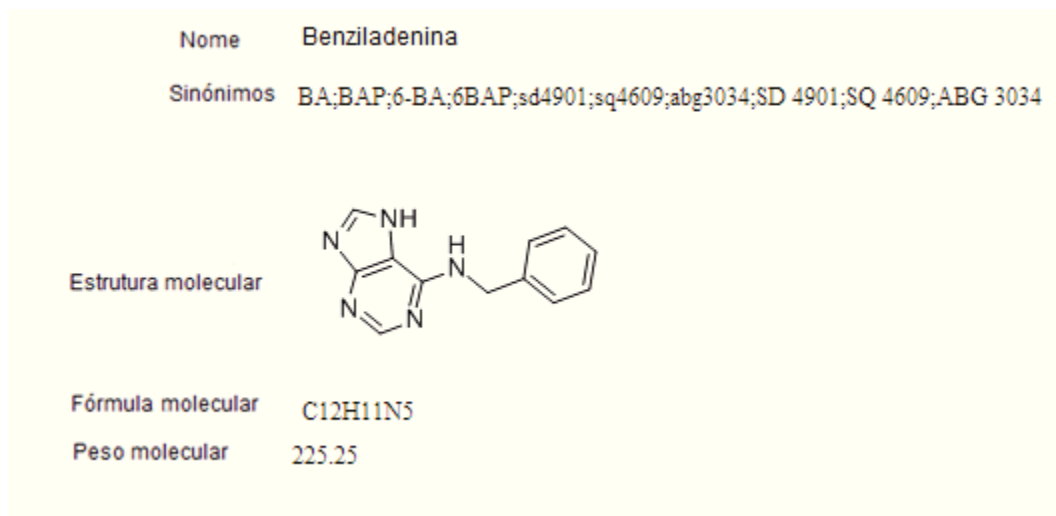


Fig. 10: Composição química da benziladenina.

Adaptado de: [http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty\\_EN\\_CB6740007.htm](http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB6740007.htm)

Segundo trabalhos já realizados foi demonstrado que a aplicação de BA em macieiras tem como efeito o abaixamento da concentração de hidratos de carbono na planta afetando de seguida o córtex dos frutos (Botton et al., 2011). Através de estudos de expressão génica foi levantada a hipótese de este défice de hidratos de carbono na planta bloquear o desenvolvimento embrionário tendo como consequência uma redução do transporte da auxina até ao pedúnculo do fruto, aumentando a sensibilidade da zona de

abscisão ao etileno, levando à ativação da mesma zona de abscisão (Botton et al., 2001). A aplicação de BA estimula assim, entre outras coisas, a produção de etileno que por sua vez induz a abscisão dos frutos (Dennis, 2000).

Foi também sugerido que a BA pode levar a uma redução do fornecimento de açúcar aos frutos (Green et al., 1992). Segundo Yuan (1998) a BA estimula a respiração noturna das plantas conduzindo desta forma à redução das reservas de hidratos de carbono que deveriam estar disponíveis para o crescimento dos frutos.

Como vantagens para além do seu efeito mondante pode dizer-se que aplicações de BA conduzem a um aumento do peso médio do fruto provocado pela capacidade de estimular a divisão celular das células corticais (Wismer, 1995).

Como limitação temos o fator temperatura sendo este de extrema importância no momento da aplicação que, segundo Clever (2007), a temperatura deve ser de pelo menos 18°C no dia, e nos dois dias seguintes à aplicação. Quando a temperatura é baixa os efeitos na monda de frutos são muito inferiores ao esperado.

O ácido naftaleno-acético (ANA) é também uma substância ativa muito utilizada como agente mondante aplicado em macieiras. Tem um peso molecular de 186,21 e fórmula molecular  $C_{12}H_{10}O_2$  (Fig.11).

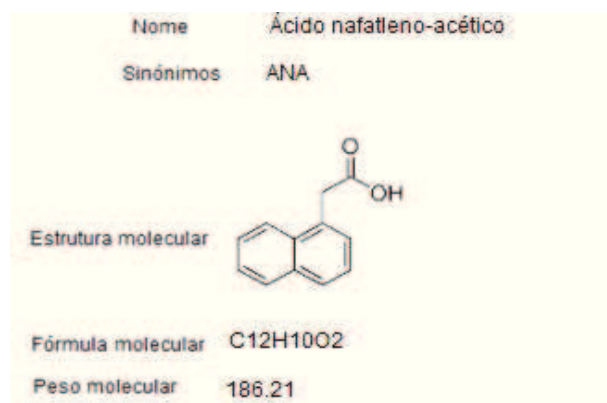


Fig. 11 : Composição química do ácido naftaleno acético.

Adaptado de: [http://www.chemicalbook.com/Search\\_EN.aspx?keyword=ANA](http://www.chemicalbook.com/Search_EN.aspx?keyword=ANA).

Até meados da década de 40 (1940) o ANA foi aplicado apenas durante a floração (Dennis, 2000). Depois desta data foi estudado o efeito do ANA após a floração com resultados positivos (Davison et al., 1945).

Outras observações sobre a época de aplicação revelaram que o ANA não tem um efeito significativo depois da "queda de junho" (Donoho, 1964, 1968; Hortman e Howlett, 1962; Southwich e Weeks, 1949).

Segundo Murneek (1954), em estudos realizados em meados do século XX, o ANA inicia a fosforilação oxidativa, tendo como consequência alguns acontecimentos como a

redução de hormonas no endosperma, redução do crescimento do fruto, redução do crescimento do embrião, aumento da produção de etileno e abscisão de frutos.

Segundo Donoho (1964, 1968) o ANA revela ter maior eficácia na cultivar Jonathan quando o fruto apresenta entre 15 e 16 mm de diâmetro. Tukey (1965) observou que para a cultivar Rome Beauty era mais eficaz quando o fruto central apresentava um diâmetro entre 10-11mm. Leuty (1973) observou o efeito da aplicação de ANA em 3 cultivares distintas concluindo que o grupo Delicious é mais sensível quando a aplicação é realizada para diâmetros de 6 a 8 mm, McIntosh para diâmetros de 8 a 10 mm, e, por último, a cv. Northern Spy é mais sensível para diâmetros de 9 a 10 mm.

Como podemos constatar existe uma grande variabilidade do efeito do ANA no que diz respeito ao momento de maior sensibilidade de cada cultivar. Esta variabilidade pode, eventualmente, ser resultado das condições climáticas no momento de aplicação do produto (Dennis, 2000).

Análises efetuadas ao desenvolvimento das sementes indicam como momento de máxima sensibilidade 2 a 3 dias antes do início da citocinese no endosperma (Dennis, 2000). Segundo observações de Murneek e Teubner (1953) frutos tratados com ANA apresentam embriões mais pequenos.

Perante determinadas condições o ANA pode induzir a formação de frutos pequenos. Existe também uma inibição do crescimento dos frutos laterais do corimbo em favorecimento do fruto central (Dennis, 2000), assim como induz a um amadurecimento precoce dos frutos quando aplicado em fases finais da floração ou queda de pétalas, sendo este facto mais visível em variedades precoces.

Schneider e Lasheen (1973), utilizando tratamentos com ANA, observaram uma redução do conteúdo em açúcares por fruto e o movimento de açúcares das folhas para o fruto. Ao mesmo tempo (Schneider, 1973) concluiu que o ANA não afeta o transporte de ácido indolacético (AIA) ou de sacarose no pedúnculo do fruto.

A utilização de agentes mondantes pode levar a que haja uma interferência com a translocação de nutrientes da folha para o fruto assim como a migração das auxinas até ao pedúnculo do fruto (Dennis, 2000).

Segundo Green et al. (1994, 1992) após a aplicação de ANA e BA existe um estímulo à produção de etileno o que deveria originar uma maior abscisão de frutos, contudo refere que a abscisão de frutos não é proporcional à concentração de etileno.

## 4. Resultados e discussão.

### 4.1. Comportamento da cv. Golden delicious.

#### 4.4.1. Efeito na taxa fotossintética da cv. Golden delicious.

Na figura 12 apresentam-se os resultados referente à taxa fotossintética na cultivar Golden delicious.

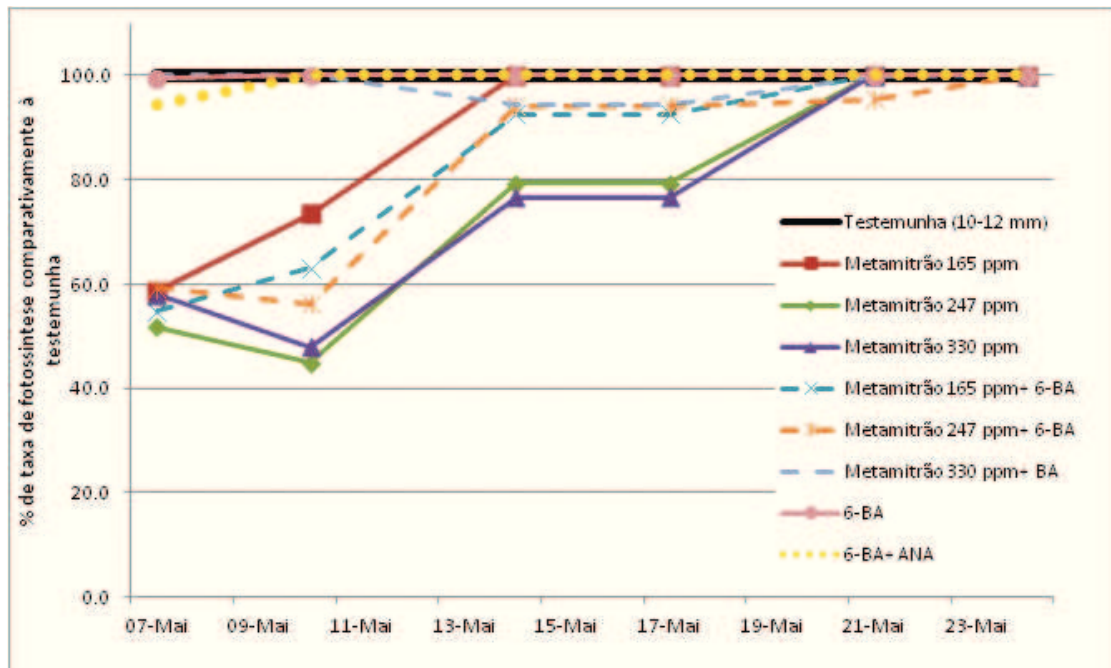


Fig. 12: Taxa de fotossíntese comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e benziladenina na cultivar Golden delicious.

Relativamente aos resultados obtidos pela aplicação das diferentes modalidades com a cultivar Golden (figura 12) podemos referir que os tratamentos com metamitrão aplicado isoladamente apresentam reduções elevadas da taxa de fotossíntese (TF). Não se observou redução da TF na modalidade com benziladenina e observou-se apenas uma ligeira redução (5%) da TF com os tratamentos benziladenina + ANA e metamitrão 330 ppm + benziladenina, que não são significativos (Anexo I, tabela A.1).

Nas modalidades com metamitrão (aplicado sem misturas) observou-se, para a modalidade de menor concentração (165 ppm) uma TF de 60%, 1 dia após o tratamento. A TF nesta modalidade apresenta depois um aumento progressivo até 15 de maio onde se observa uma TF semelhante à testemunha. Nas modalidades com maior concentração, metamitrão 247 ppm e metamitrão 330 ppm, observam-se valores de TF semelhantes entre as duas modalidades, com valores de 60% a 7 de maio e próximos de 45% a 11 de

maio, mantendo-se uma TF abaixo da testemunha até 21 de maio de 2013, apresentando diferenças significativas entre as diferentes concentrações, e diferindo significativamente da testemunha (Anexo I, tabela A.1).

A adição de benziladenina às modalidades com metamitrão apresentou um efeito adicional na modalidade metamitrão 165 e 247 ppm, verificando-se que a modalidade metamitrão 330 ppm + benziladenina apresenta um comportamento semelhante à testemunha. Este resultado não era expectável e necessita de confirmação em ensaios posteriores.

Assim, segundo os resultados, podemos afirmar que as modalidades com menor concentração de metamitrão tiveram uma recuperação da taxa de fotossíntese mais rápida, os tratamentos efetuados utilizando apenas metamitrão a 247 ppm e 330 ppm foram os que registaram maior redução da TF apresentando valores de aproximadamente 55% de redução da taxa de fotossíntese.

Após o dia 19 de maio observa-se uma clara recuperação de todas as modalidades sendo que no dia 21 de maio, ou seja, 14 dias após o tratamento, todas as modalidades apresentam valores de TF próximos da testemunha.

As maiores diferenças da TF foram registadas no dia 10 de maio, sendo a modalidade metamitrão 330 ppm a que apresentou resultados significativamente diferentes das modalidades testemunha, metamitrão 247 ppm e 165 ppm. Se não considerarmos a modalidade metamitrão 330 ppm + BA, não se observaram diferenças significativas da adição de BA relativamente à correspondente modalidade de metamitrão aplicado isoladamente, BA e BA + ANA.

Na figura 13 apresentam-se os resultados da taxa fotossintética das modalidades com metamitrão e a sua comparação com as modalidades de aplicação de metamitrão com ANA.

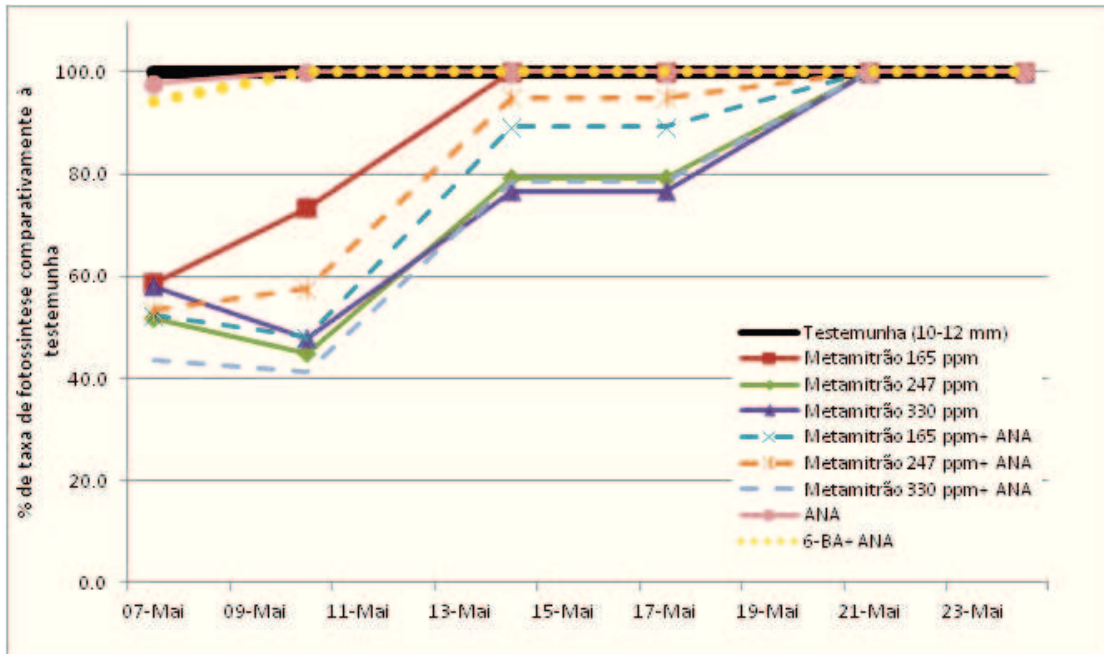


Fig.13: Taxa de fotossíntese comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e ANA na cultivar Golden delicious.

A adição de ANA à modalidade metamitrão 165 ppm e metamitrão 330 ppm levou a uma redução da TF mais acentuada relativamente a metamitrão 165 ppm e metamitrão 300 ppm. Na modalidade metamitrão 247 ppm + ANA, tal efeito não se verifica, observando-se uma redução da taxa fotossintética inferior a metamitrão 247 ppm, observando-se uma TF de 60% a 11 de maio na modalidade metamitrão 247 ppm + ANA comparativamente a uma TF de 45% na modalidade metamitrão 247 ppm. Podemos dizer que a adição de ANA parece não apresentar efeito redutor na TF.

Do conjunto dos resultados obtidos podemos sistematizar que a adição de ANA à modalidade de menor concentração de metamitrão (165ppm) pode levar a uma maior redução da TF, ou seja, parece haver um efeito sinérgico, sendo que um dia após o tratamento metamitrão 165 ppm apresentou uma TF de 60% e metamitrão 165 ppm + ANA uma TF de 52%. A recuperação da TF realiza-se linearmente para a modalidade metamitrão 165 ppm até 15 de maio onde apresenta uma TF de 100%. A mistura com ANA apresenta uma recuperação mais lenta, permanecendo de 6 a 11 de maio com uma TF inferior a 60% na modalidade metamitrão 247ppm + ANA, diferindo significativamente a TF entre estas duas modalidades (Anexo I, tabela A.2).

Todas as modalidades apresentam uma recuperação da taxa de fotossíntese considerando-se que há total recuperação no dia 21 de maio de 2013.

As maiores diferenças significativas foram registadas no dia 10 de maio, sendo a modalidade metamitrão 330 ppm + ANA a que apresentou resultados efetivamente muito diferentes das modalidades testemunha, ANA e BA + ANA.

Na figura 14 apresentam-se os resultados de TF relativos às modalidades com metamitrão referentes a diferentes épocas de aplicação. As linhas a cheio correspondem à aplicação de metamitrão a 330 ppm quando o fruto central do corimbo apresenta de 8 a 10 mm, 12 a 14 mm e a 14 a 16 mm, e a tracejado as correspondentes modalidades às quais foi adicionado BA.

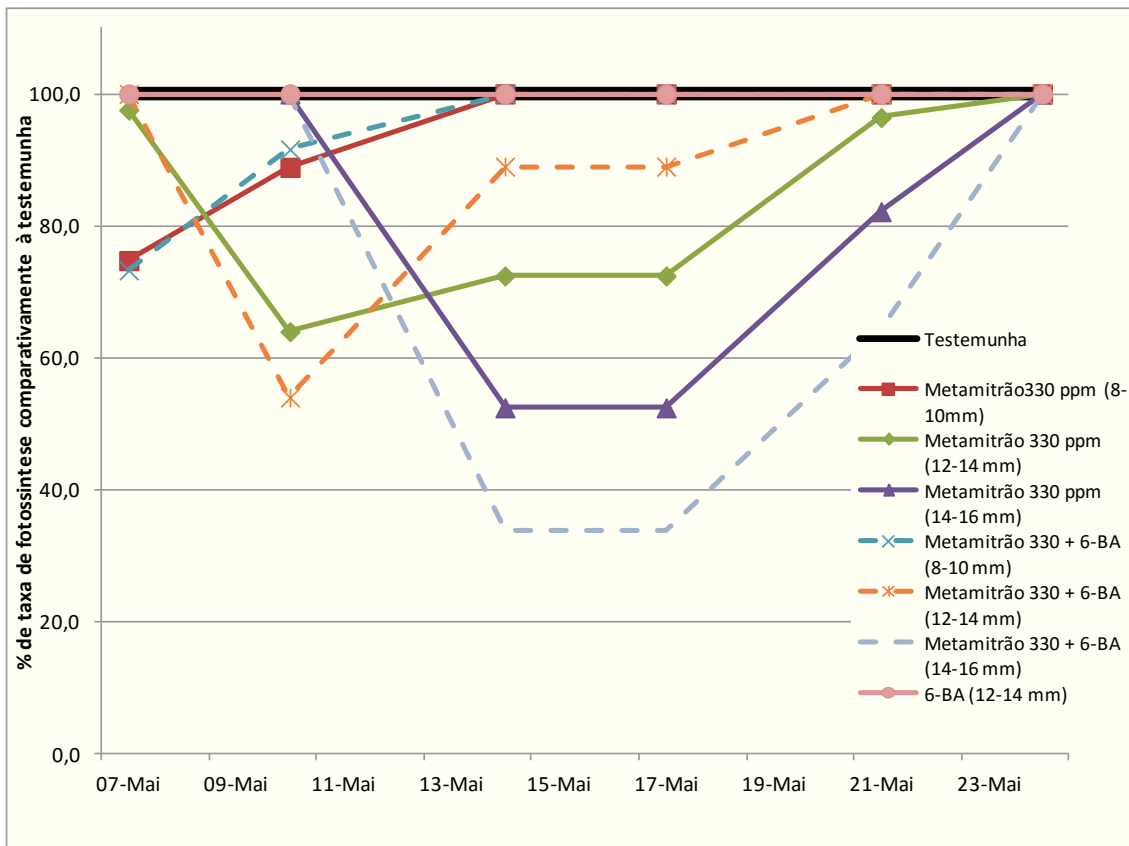


Fig. 14: Taxa de fotossíntese comparando modalidades com diferentes épocas de aplicação.

Tendo em conta que as aplicações foram feitas em diferentes momentos a redução da taxa de fotossíntese ocorreu em momentos distintos, sendo que a maior redução da TF se registou quando a aplicação foi mais tardia.

Dos resultados apresentados observa-se que a aplicação isolada de BA não teve efeito na redução da taxa de fotossíntese visto que apresentou sempre valores iguais à testemunha.

Todas as modalidades com metamitrão tiveram um efeito na redução da taxa fotossintética sendo que esse efeito foi tanto maior quanto mais tarde foi a aplicação e, por conseguinte, maior o diâmetro do fruto central do corimbo. A modalidade metamitrão 330

ppm + BA a 14-16 mm foi a que registou a maior redução da taxa de fotossíntese verificando-se no dia 13 de maio uma redução de cerca de 66%, ou seja, uma TF de 34%. Esta modalidade apresenta ainda uma TF de 60% em 21 de maio mas, à semelhança de metamitrão 330ppm, em 23 de maio a TF estava totalmente recuperada. Estatisticamente observam-se diferenças significativas entre os momentos de aplicação para os tratamentos com metamitrão (Anexo I, tabela A.3)

Assim, a aplicação realizada quando os frutos tem 8-10mm apresentou uma TF de 75% um dia após o tratamento, com uma recuperação total em 13 de maio (7 dias após o tratamento).

A modalidade relativa à aplicação realizada quando os frutos tinham 12-14 mm apresenta um mínimo de TF de 65% em 10 maio, com uma recuperação mais lenta e o restabelecimento total em 21 de maio.

A modalidade de aplicação em 13 maio, correspondente a um tamanho do fruto central de 14-16mm apresenta uma TF de 50% em 15 de maio, ou seja, o valor mais baixo, taxa que mantém até 18 de maio.

Os resultados indicam que quanto mais tarde for a aplicação maior o efeito na redução de TF.

O efeito final das modalidades ensaiadas será a redução do número de frutos, consequência do ajustamento de planta em virtude da redução da taxa de fotossíntese.

Os dados estatísticos corroboram o que é dito acima, pois existem efetivamente diferenças estatísticas entre a modalidade metamitrão 330 ppm + BA 14-16 mm e as modalidades testemunha, metamitrão 330 ppm e metamitrão 330 ppm + BA quando o fruto central apresentava entre 8 a 10 mm e a modalidade BA aplicada aos 14-16 mm de diâmetro do fruto central.

#### 4.1.2 Queda de frutos na cv. Golden delicious.

Na figura 15 apresentam-se os resultados das modalidades com metamitrão a diferentes concentrações e a sua aplicação conjuntamente com BA relativamente ao número de frutos.

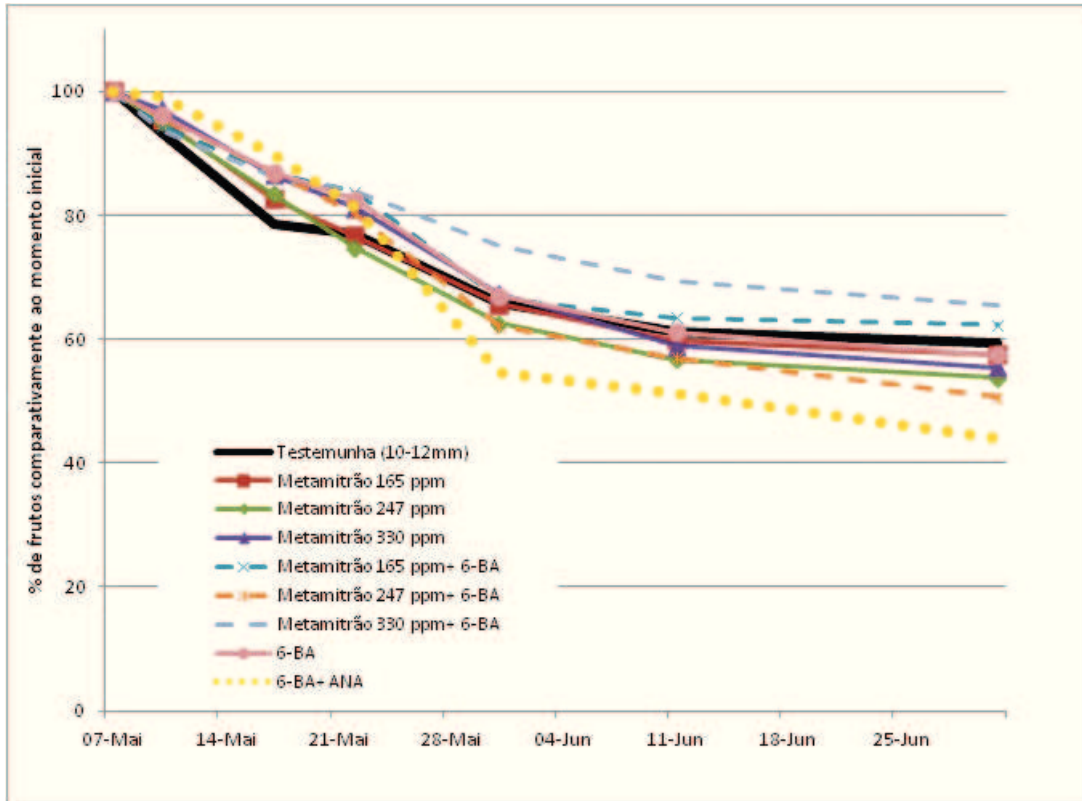


Fig. 15: Evolução da percentagem de frutos, em comparação com o momento inicial comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e benziladenina.

A análise da figura 15 permite-nos sistematizar as seguintes conclusões:

Globalmente verifica-se uma diminuição do número de frutos entre 7 de maio e 4 de junho, com uma percentagem de 65% de frutos a 4 de junho descendo apenas ligeiramente a partir dessa data.

Todas as modalidades com aplicação de metamitrão isolado apresentam valores apenas ligeiramente abaixo da testemunha (em 25 de junho respetivamente 60%). Todas as modalidades onde se aplicou apenas metamitrão apresentavam valores finais no dia 1 de julho de 2013 (entre 55 e 58% de frutos) bastante similares aos valores apresentados pela testemunha (59%).

Há uma modalidade que se destaca do conjunto global das modalidades a modalidade BA + ANA, que apresenta o número de frutos mais baixo

A modalidade metamitrão 330 ppm + BA desde o dia 11 de junho até ao final das observações apresenta os piores valores de eficácia de queda de frutos relativamente à modalidade testemunha. Este resultado está de acordo com os resultados apresentados por esta modalidade em termos de redução da TF, pois a redução de TF foi praticamente nula como observámos na figura 15.

A modalidade com maior eficácia de monda é a BA + ANA, com uma redução acentuada de frutos entre 21 de maio (80%) e 4 de junho (aproximadamente 50%), com uma redução ligeira e na mesma proporção que as restantes modalidades apartir dessa data de 4 de junho de 2013. Este resultado correspondente à modalidade BA + ANA é muito interessante pois terá que ser atribuído a outro efeito que não a redução de TF, pois, segundo a figura 12 ou 13, a TF desta modalidade é muito semelhante à da modalidade testemunha.

Podemos ainda observar que até ao dia 17 de maio a modalidade testemunha era a que apresentava valores mais elevados de queda de frutos, aproximadamente 22% de queda de frutos.

Na figura 16 apresentam-se os resultados referentes à percentagem de frutos entre 7 de maio e 25 de junho, para as modalidades metamitrão e metamitrão + ANA.

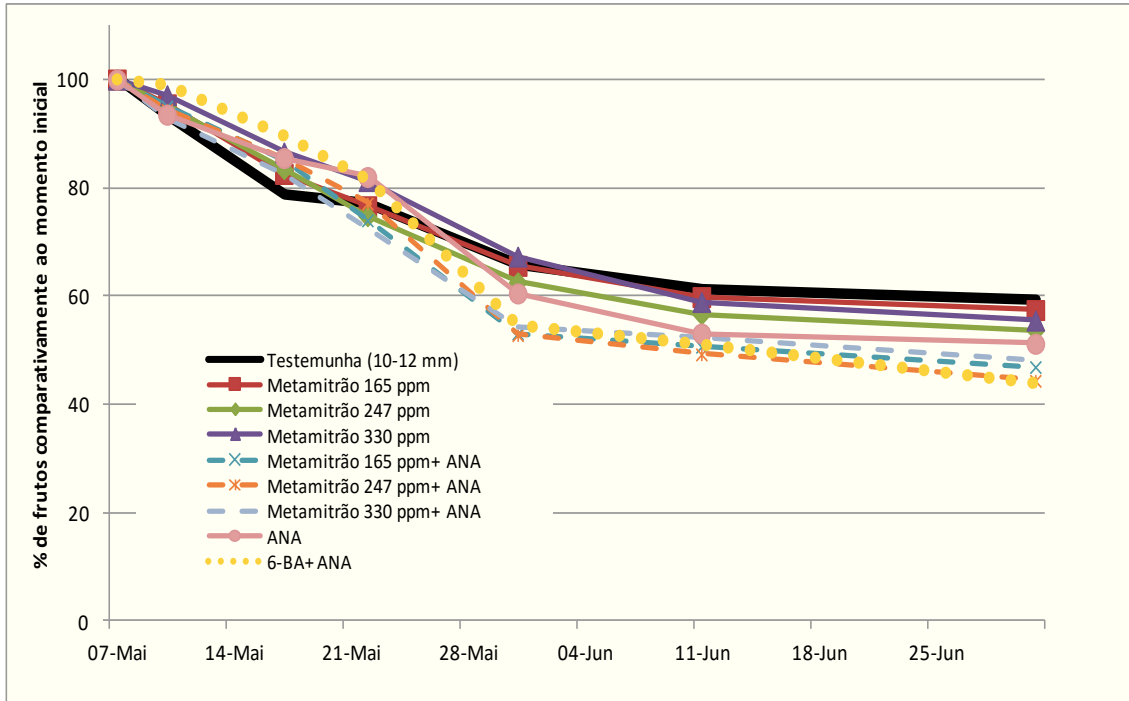


Fig. 16: Evolução da percentagem de frutos existente em comparação com o momento inicial comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e ANA.

Como ilustra a figura 16 podemos verificar que a queda de frutos ocorre de forma mais acentuada entre o dia 7 de maio e 11 de junho de 2013. A queda de frutos termina no momento em que se observa uma estabilização da queda de frutos para o conjunto das modalidades e que corresponde aproximadamente ao dia 30 de maio. Neste mesmo momento podemos constatar que os tratamentos realizados com a mistura de metamitrão mais ANA e a mistura de ANA com BA são os que apresentam uma maior percentagem de queda de frutos, observando-se frutos na ordem dos 47% relativamente ao inicial. Com o que acabamos de observar podemos dizer que quando misturado com ANA o metamitrão tem efetivamente o mesmo efeito a 165 ppm, a 247 ppm ou a 330 ppm o que nos induz a afirmar o ANA é que apresenta eficácia na monda.

Todas as modalidades onde se aplicou apenas metamitrão têm um comportamento mais similar à testemunha não sendo por isso tão eficazes como o ANA.

A modalidade onde se aplicou a mistura de BA com ANA foi a que apresentou a maior eficácia de monda.

Quanto à época de aplicação a figura 17 ilustra que a queda mais acentuada de frutos decorreu num período de aproximadamente 30 dias, observando-se a queda de frutos entre o dia da aplicação, 6 de maio, e o período de 31 de maio a 11 junho.

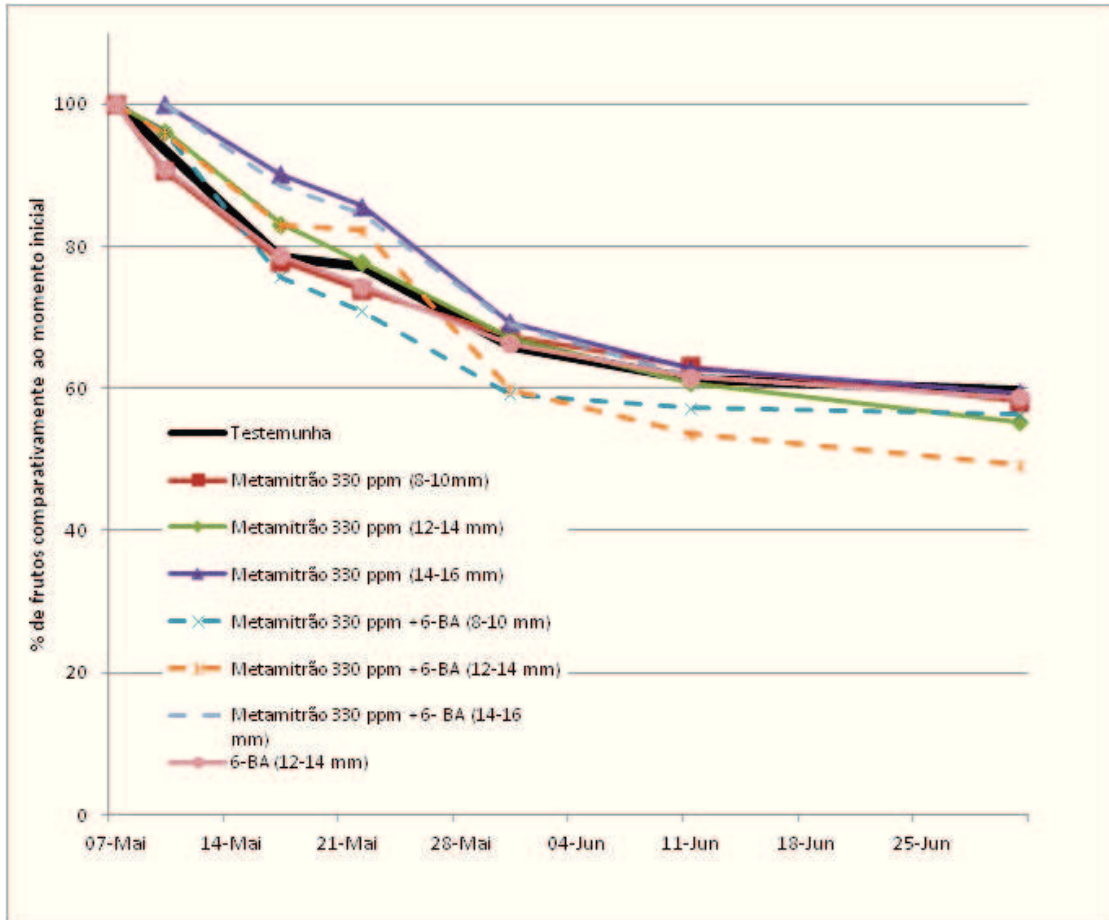


Fig. 17: Evolução da percentagem de frutos existente em comparação com o momento inicial comparando modalidades com diferentes momentos de aplicação.

A queda de frutos termina entre período de 31 de maio a 11 junho a partir do qual se verifica uma estabilização do número de frutos na planta.

Do conjunto das modalidades destacam-se as modalidades com BA nomeadamente metamitrão 330 ppm + BA aplicado aos 8-10 mm que apresentaram os valores mais baixos em 22 de maio (inferior a 60%), comparativamente à globalidade das outras modalidades, que estabilizaram num valor próximo de 60% dos frutos iniciais. Em termos estatísticos a modalidade metamitrão 330 ppm, quer isoladamente quer com BA aplicado mais tardiamente (12-14 mm e 14-16 mm) diferem significativamente da modalidade metamitrão 330 ppm+ BA aplicado aos 8-10 mm, sendo esta última modalidade a mais eficiente quando consideramos os número de frutos (Anexo I, tabela A6).

A modalidade metamitrão 330 ppm + BA quando o fruto central tem entre 12 e 14 mm de diâmetro, é a que apresenta melhores resultados finais com aproximadamente 50% do número inicial de frutos.

Observando os resultados finais pode dizer-se que as modalidades com metamitrão isolado têm resultados muito similares independentemente de terem sido feitos os

respetivos tratamentos em diferentes momentos de desenvolvimento do fruto. Já quando temos em conta a mistura metamitrão com benziladenina pode verificar-se que o melhor momento para fazer o tratamento é quando o fruto central apresenta valores entre 12 e 14 mm de diâmetro.

#### 4.1.3. Taxa de crescimento dos frutos da cv. Golden delicious.

Na figura 18 apresentam-se os resultados da taxa de crescimento diário do fruto central do corimbo para as modalidades em estudo.

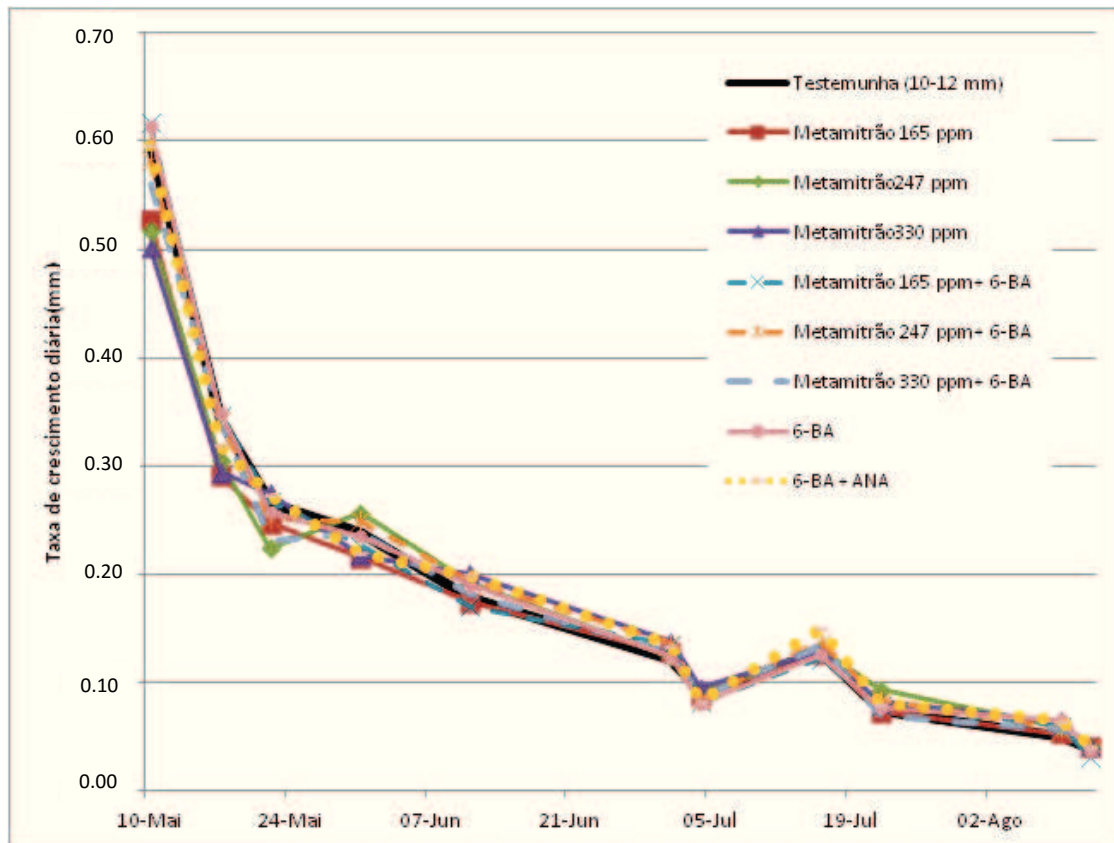


Fig. 18: Taxa de crescimento diária comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e benziladenina.

A taxa de crescimento diário do fruto é inicialmente elevada, entre 0,2 e 0,5 mm /dia em maio, e vai apresentando valores decrescentes até se aproximar de zero em agosto. Estes valores são normais pois o fruto ao longo do seu desenvolvimento vai diminuindo progressivamente o seu crescimento diário até ao ponto de parar de crescer, ponto este que normalmente é atingido quando o fruto está no ponto máximo de maturação.

No dia 10 de maio de 2013 as modalidades com metamitrão isolado, metamitrão 165 ppm, metamitrão 247ppm e metamitrão 330ppm foram as que apresentavam uma taxa de crescimento diário mais reduzida.

No dia 22 de maio podemos verificar que a modalidade que apresentava uma taxa de crescimento diário mais baixa era a modalidade metamitrão 247 ppm com um valor de crescimento diário aproximado de 0.22 mm/dia sendo esta mesma modalidade a que teve uma maior recuperação desta mesma taxa apresentando o valor mais elevado de todas as modalidades no dia 31 de maio com um valor de crescimento diário aproximado de 0.26 mm/dia.

No dia 4 de julho voltamos a ver uma quebra da taxa de crescimento do fruto, mas neste momento todas as modalidades são afetadas com a mesma intensidade, podendo assim levar-nos a pensar que este é o momento em que os assimilados fotossintéticos são canalizados para o desenvolvimento da semente em prejuízo do crescimento dos frutos. Voltamos a ter uma recuperação da taxa de crescimento diária atingindo-se um novo pico no dia 16 de julho com todas as modalidades a apresentarem comportamento semelhante.

A figura 19 apresenta os resultados da taxa de crescimento diário do fruto central do corimbo para as modalidades de metamitrão em comparação com metamitrão associado com ANA.

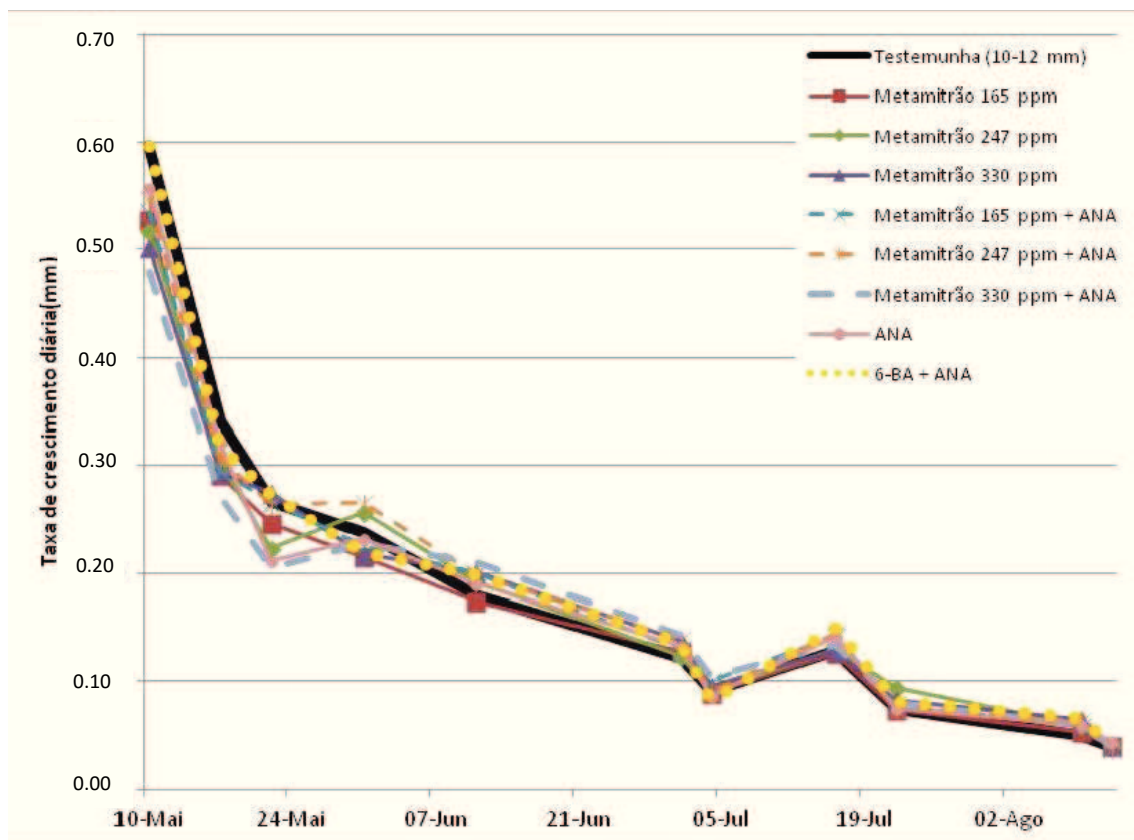


Fig. 19: Taxa de crescimento diária comparando modalidades com metamitrão e modalidades com a mistura de metamitrão e ANA.

Relativamente aos resultados obtidos e ilustrados na figura 19 podemos dizer que genericamente a taxa de crescimento dos frutos é semelhante em todas as modalidades.

No momento da primeira observação, no dia 10 de maio de 2013, a modalidade que apresentava valores de taxa crescimento mais baixo era a modalidade metamitrão 330ppm + ANA, 0.50 mm/dia, correspondendo esta data a 4 dias após o tratamento.

Pode observar-se que esta mesma modalidade metamitrão 330ppm + ANA a par da modalidade em que se aplicou apenas ANA, foram as que registaram valores mais baixos de crescimento diário dos frutos no dia 22 de maio. Entre as demais modalidades estas foram as que apresentaram um menor valor da taxa de crescimento diário indicando menor consumo de fotoassimilados e estando em consonância com os resultados relativos à queda dos frutos (Fig.16).

Após o período inicial de decréscimo da taxa de crescimento diário de 10 a 24 de maio há uma visível recuperação desta mesma taxa principalmente das modalidades que antes obtiveram valores mais baixos de crescimento ou seja metamitrão 330 ppm + ANA e ANA isolado. Pode concluir-se que esta recuperação da taxa de crescimento diário poderá ser resultado de uma menor quantidade de frutos nas árvores em causa, levando assim a que os frutos existentes possam crescer com maior intensidade. No dia 4 de julho podemos ver que todos as modalidades têm um abaixamento da taxa de crescimento diário do fruto e a recuperação é similar para todas as modalidades inclusive a modalidade testemunha podendo ser este aumento da taxa de crescimento diário o resultado da queda fisiológica de frutos.

Tendo em conta que um dos resultados que mais contribui para o aumento da rentabilidade da atividade é o calibre de frutos a tabela 5 mostra-nos como a modalidade 6-BA + ANA foi efetivamente a que melhores resultados mostrou.

Tabela 5: Calibre médio dos frutos para as modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com ANA, na cv. Golden delicious.

Modalidade	22-Mai	31-Mai	11-Jun	16-Jul	09-Ago
Testemunha (10 - 12 mm)	26,53 ab	32,13 ab	38,16 bc	55,24 d	61,39 f
Metamitrão 165 ppm	26,83 ab	31,99 ab	38,84 abc	56,07 cd	62,59 fe
Metamitrão 247 ppm	26,01 ab	32,05 ab	38,77 abc	56,81 cd	64,01 cde
Metamitrão 330 ppm	26,22 ab	31,22 ab	38,00 bc	55,93 cd	63,21 def
Metamitrão 165 ppm + ANA	26,25 ab	31,28 ab	38,42 abc	58,29 bc	65,83 bc
Metamitrão 247 ppm + ANA	26,74 ab	32,78 a	40,14 ab	59,33 ab	66,76 b
Metamitrão 330 ppm + ANA	25,02 b	30,70 b	38,96 abc	58,19 bc	65,46 bcd
ANA	30,97 a	30,84 b	36,79 c	56,34 cd	63,73 cde
6-BA + ANA	27,53 ab	32,97 a	40,55 a	61,01 a	69,05 a

Como podemos verificar a modalidade 6-BA + ANA é a que apresenta frutos de maior calibre, destacando-se significativamente das restantes modalidades, apresentando um calibre médio de 69,05 mm, no dia 9 de agosto de 2013. As modalidades de metamitrão com ANA pertencem ao segundo grupo estatístico e o metamitrão 247 ppm e ANA isolado pertencem ao terceiro grupo homogêneo apresentando frutos de calibre entre 63 e 64. A modalidade metamitrão 165 ppm e metamitrão 330 ppm não diferem significativamente da testemunha.

Na figura 20 apresentam-se os resultados da taxa de crescimento diário do fruto central do corimbo para as modalidades em estudo.

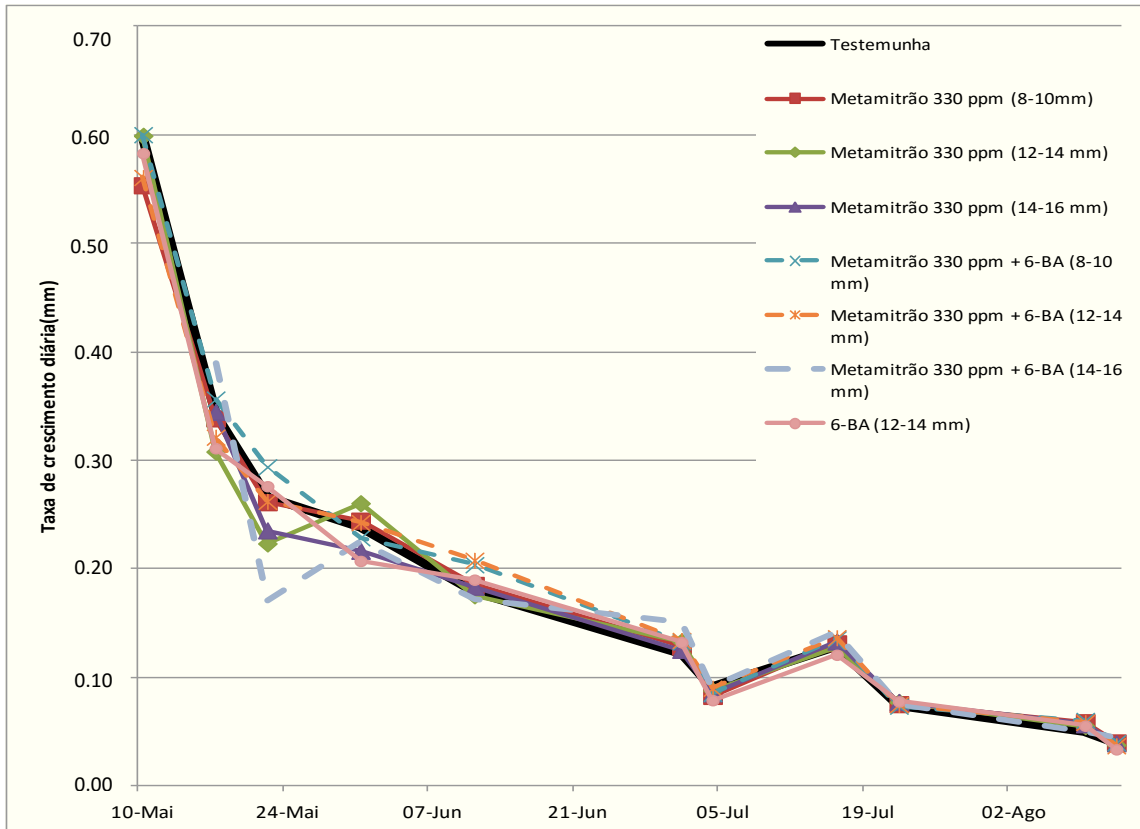


Fig. 20: Taxa de crescimento diária comparando modalidades com diferentes épocas de aplicação.

A análise à figura 20 permite-nos constatar que todos os tratamentos tiveram um comportamento globalmente semelhante à testemunha, com exceção da taxa observada entre 17 e 24 de maio.

No dia 17 de maio existe maior diferença entre as várias modalidades, com a modalidade metamitrão 330 ppm + BA, aplicada quando o fruto central apresentava entre 14 a 16 mm de diâmetro, com a taxa de crescimento diária mais baixa de todas as modalidades com um valor de 0.17 mm de taxa de crescimento diária.

No dia 31 de maio de 2013 a modalidade que apresentou uma maior taxa de crescimento diária foi a modalidade metamitrão 330 ppm aplicada quando o fruto central apresentava entre 12 a 14 mm de diâmetro.

Pode ainda verificar-se que entre todas as modalidades apenas duas tiveram um decréscimo de taxa de crescimento diária seguido de uma recuperação dessa mesma taxa, sendo essas modalidades a modalidade metamitrão 330 ppm aplicada quando o fruto central apresentava um diâmetro entre 12 a 14 mm, 0,22 mm/dia a 17 de maio e 0,27 mm/dia a 30 de maio, e a modalidade metamitrão 330 ppm + BA aplicado quando o fruto

central apresentava um diâmetro entre 14 e 16 mm, respectivamente 0,17 mm/dia a 17 de maio e 0,22 mm/dia a 30 de maio.

Depois deste período em que se observa uma maior distinção no comportamento entre modalidades, todas seguem um comportamento semelhante entre si e à modalidade testemunha, voltando assim a decrescer todas com a mesma intensidade no dia 5 de julho de 2013. Observa-se ainda uma ligeira recuperação da taxa de crescimento diária no dia 16 de julho, para 0,15 mm/dia a que se segue novo decréscimo, terminando entre 19 de julho e 10 de agosto em 0,10 mm/dia.

#### **4.1.4 Considerações globais referentes à cv Golden delicious**

##### **4.1.4.1 Taxa de fotossíntese Golden delicious.**

Considerando a taxa de fotossíntese e a época de aplicação pode constatar-se que o tratamento que apresentou melhor eficácia foi o metamitrão 330 ppm na redução da TF. A planta é mais sensível quando apresenta um diâmetro de 14 a 16 mm, ou seja, existe um comportamento semelhante ao descrito por Donoho (1964) para a cv. Jonathan que refere maior sensibilidade quando o fruto central apresentava 16 mm de diâmetro.

A benziladenina e o ANA não apresentam efeito na redução da TF, observando-se quase sempre o mesmo efeito na redução da TF das diferentes modalidades de metamitrão e a correspondente mistura com BA ou ANA.

Observou-se que dentro dos tratamentos de metamitrão aplicado de modo isolado, aplicações de 247 ppm ou 330 ppm tiveram um comportamento muito semelhante entre si. A mistura de metamitrão com benziladenina onde foram aplicadas concentrações de metamitrão de 165 e 247 ppm tiveram resultados muito similares. A BA, o ANA e BA + ANA não apresentam efeito na TF, tendo um comportamento semelhante à modalidade testemunha.

##### **4.1.4.2. Queda de frutos Golden delicious.**

No que diz respeito à queda de frutos, a modalidade que apresentou uma maior percentagem de queda de frutos foi a BA + ANA. A modalidade metamitrão 330ppm + BA aplicada aos 12-14mm obteve uma taxa próxima de 50%. Tendo em conta a intenção de verificar a eficácia da monda provocada por cada um dos distintos tratamentos este resultado sugere que a melhor época de aplicação é quando o fruto central apresenta 12 a 14 mm de diâmetro, sendo também este o momento de maior sensibilidade para o tratamento isolado de metamitrão.

Tendo em conta a concentração de substância ativa aplicada podemos verificar que para os resultados apresentados a concentração mais adequada é a de 247 ppm de metamitrão pois é a que regista melhores resultados tanto em aplicações isoladas de metamitrão como em mistura com benziladenina ou ANA. Isto indica que um aumento na concentração de metamitrão não trás um benefício associado.

Dos tratamentos a que correspondem misturas de substâncias ativas os que se mostram mais interessantes são BA + ANA e metamitrão 247 ppm + ANA. Este é um ponto importante tendo em conta as limitações apresentadas pela benziladenina, pois perante determinadas condições que são desfavoráveis à benziladenina podemos optar pelo metamitrão como alternativa.

#### **4.1.4.3. Taxa de crescimento diária Golden delicious.**

No que respeita à taxa de crescimento diária todas as modalidades se apresentam muito semelhantes ao longo do desenvolvimento com exceção do período próximo de 24 de maio. Ao terceiro dia de observações registaram-se diferenças que indicam a modalidade metamitrão 330 ppm + BA aplicado quando o fruto central apresentava 14  $\square$  16 mm como a que provocou maior queda da taxa de crescimento dos frutos..

No que respeita a concentrações aplicadas verificou-se que para aplicações isoladas de metamitrão a concentração de 247 ppm é a que apresenta maior redução da taxa de crescimento no momento seguinte ao tratamento. Este valor é apenas ultrapassado quando misturamos ANA ao metamitrão estando este na concentração de 330 ppm. Pode assim dizer-se que a mistura de ANA ao metamitrão aumenta a sua eficácia.

Volta assim a ser perceptível que a concentração de 247 ppm será a mais aconselhada, pois a diferença entre a aplicação de duas substâncias ativas ou de apenas uma não é suficientemente diferente para se optar pela aplicação da mistura.

Ainda assim o ANA é a substância ativa que apresenta melhores resultados quando misturada com o metamitrão, isto pode dever-se ao facto de o ANA favorecer o crescimento do fruto central em prejuízo dos frutos laterais (Dennis, 2000).

#### **4.1.4.4. Considerações finais na cv. Golden delicious.**

É plausível fazer uma distinção entre sensibilidade da planta ao metamitrão e sensibilidade dos frutos a esta mesma substância ativa.

De facto parece haver uma maior resposta e conseqüente bloqueio da fotossíntese na planta, mostrado por um abaixamento do valor obtido pelo resultado da expressão  $F_v/F_m$ , ou seja, fluorescência variável sobre fluorescência máxima, para um diâmetro do fruto central entre 8 e 10mm que nos remete para um estado fenológico mais prematuro da planta onde os lançamentos são mais viçosos e assim mais sensíveis ao metamitrão. Quando aplicamos alguns dias mais tarde esta sensibilidade por parte da planta é atenuada e passa a haver maior sensibilidade por parte dos frutos.

Se por um lado queremos provocar um abaixamento da fotossíntese e conseqüente diminuição de hidratos de carbono na planta devemos aplicar o metamitrão numa fase mais precoce porque é nesse momento que se regista um maior bloqueio fotossintético, por outro lado para provocar uma maior queda de frutos devemos aplicar o metamitrão quando o fruto central do corimbo apresenta aproximadamente 12mm. Da mesma forma para tratamentos com a mistura de ANA com BA observou-se que a época de maior sensibilidade do fruto é quando este apresenta aproximadamente 12 mm.

Neste caso, para a cultivar Golden delicious, não é evidente uma relação direta entre o abaixamento da TF e a queda de frutos, visto que a modalidade que apresentou uma maior percentagem de bloqueio de fotossíntese não foi a mesma que apresentou uma maior percentagem de queda de frutos, nem frutos de maior calibre, objetivo final da monda de frutos.

## 4.2. Comportamento da cv. Brookfield.

### 4.2.1. Efeito na taxa fotossintética da cultivar Brookfield.

Na figura 21 apresentam-se os resultados relativamente à taxa de fotossíntese para as diferentes modalidades em estudo para a cultivar Brookfield.

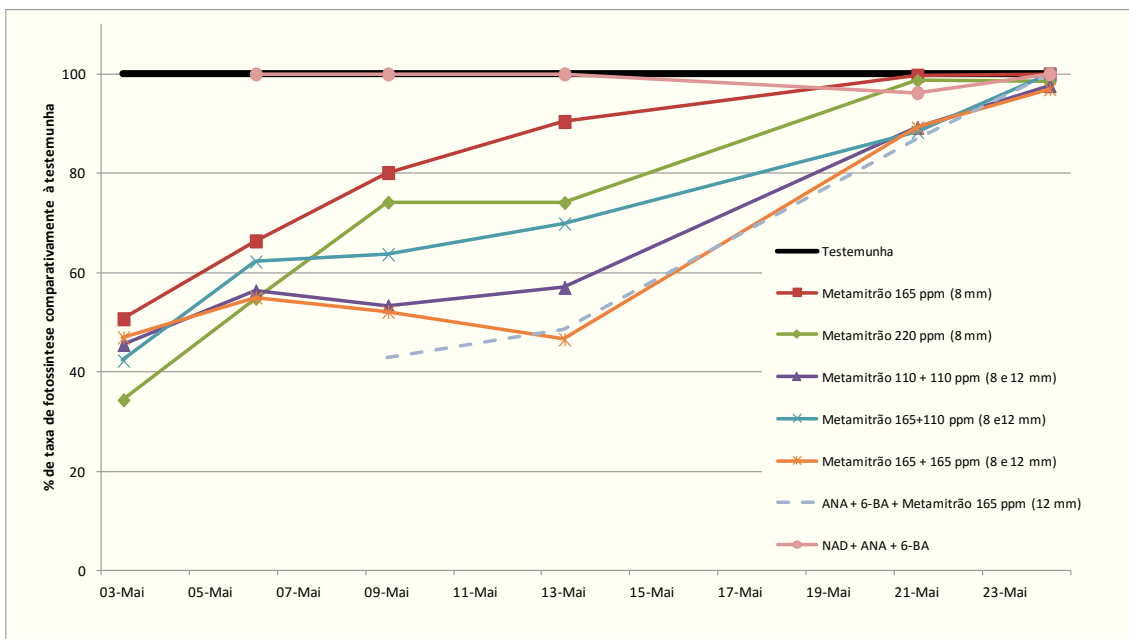


Fig. 21: Percentagem da taxa de fotossíntese comparando diferentes momentos de aplicação e diferentes concentrações da substância ativa.

No que diz respeito às observações realizadas na cultivar Brookfield a figura 21 mostra-nos a forma como a taxa de fotossíntese variou em cada modalidade em função da testemunha.

A análise da figura permite-nos sistematizar as seguintes conclusões:

A modalidade *standard*, NAD + ANA + BA, não teve qualquer efeito na TF, observando-se um comportamento muito similar à testemunha.

As modalidades de metamitrão aplicadas isoladamente (165 ppm e 220 ppm) são as modalidades que mais rapidamente se aproximam da testemunha. Podemos visualizar este facto com as linhas da figura referentes à modalidade metamitrão 165 ppm aplicado aos 8 mm do fruto central e na modalidade metamitrão 220 ppm 8 mm que no dia 9 de

maio de 2013 apresentavam respetivamente uma redução de 20 % e 26% relativamente à testemunha.

As modalidades em que houve dois momentos de aplicação do tratamento nomeadamente nas modalidades metamitrão 110 + 110 ppm aplicado aos 8 e 12 mm e na modalidade metamitrão 165 + 165 ppm aplicado aos 8 e 12 mm é visível que no segundo momento de aplicação do tratamento, ou seja, quando o fruto central apresentava um diâmetro de 12 mm para o tratamento em que há maior concentração de metamitrão na modalidade metamitrão 165 + 110 ppm (8 e 12 mm) a recuperação acontece bastante mais tarde do que o que se observa para a modalidade metamitrão 110 + 110 ppm (8 e 12 mm) prolongando-se assim o efeito da modalidade mais concentrada por um período de 4 dias. A modalidade com menor concentração iniciou a sua recuperação dia 9 de maio e a modalidade com maior concentração iniciou a sua recuperação apenas no dia 13 de maio.

Após o dia 13 de maio podemos verificar que todas as modalidades apresentam linhas com uma tendência crescente na taxa de fotossíntese o que significa uma recuperação para valores normais de taxa fotossintética indicando assim uma redução gradual da ação dos vários tratamentos até chegarmos ao dia 24 de maio em que todas as modalidades que foram sujeitas a tratamento apresentavam percentagens de fotossíntese similares à testemunha.

A modalidade ANA + BA + metamitrão 165 ppm (12 mm) é a que apresenta a TF mais baixa a 9 de maio com um comportamento semelhante à modalidade metamitrão 165 + 165 ppm (8 e 12 mm), ou seja a adição de ANA + BA ao metamitrão não parece acrescentar efeito ao metamitrão.



Estatisticamente podemos verificar que as maiores diferenças se observam no dia 9 de maio de 2013, onde a modalidade ANA + BA+ metamitrão 165 ppm aplicado aos 8 mm do fruto central é efetivamente a mais diferente da modalidade testemunha e da modalidade NAD + BA + ANA.

Na aplicação de metamitrão na concentração de 330 ppm observou-se alguma fitotoxicidade nas plantas, não se tendo observado sintomas semelhantes para outras concentrações (Fig. 22).

Fig. 22: Fitotoxicidade provocada por aplicação de metamitrão na concentração de 330 ppm na cv. Brookfield.

#### 4.2.2 Queda de frutos na cv. Brookfield.

Na figura 23 apresentam-se os resultados referentes à queda de frutos na cv. Brookfield com os tratamentos com metamitrão

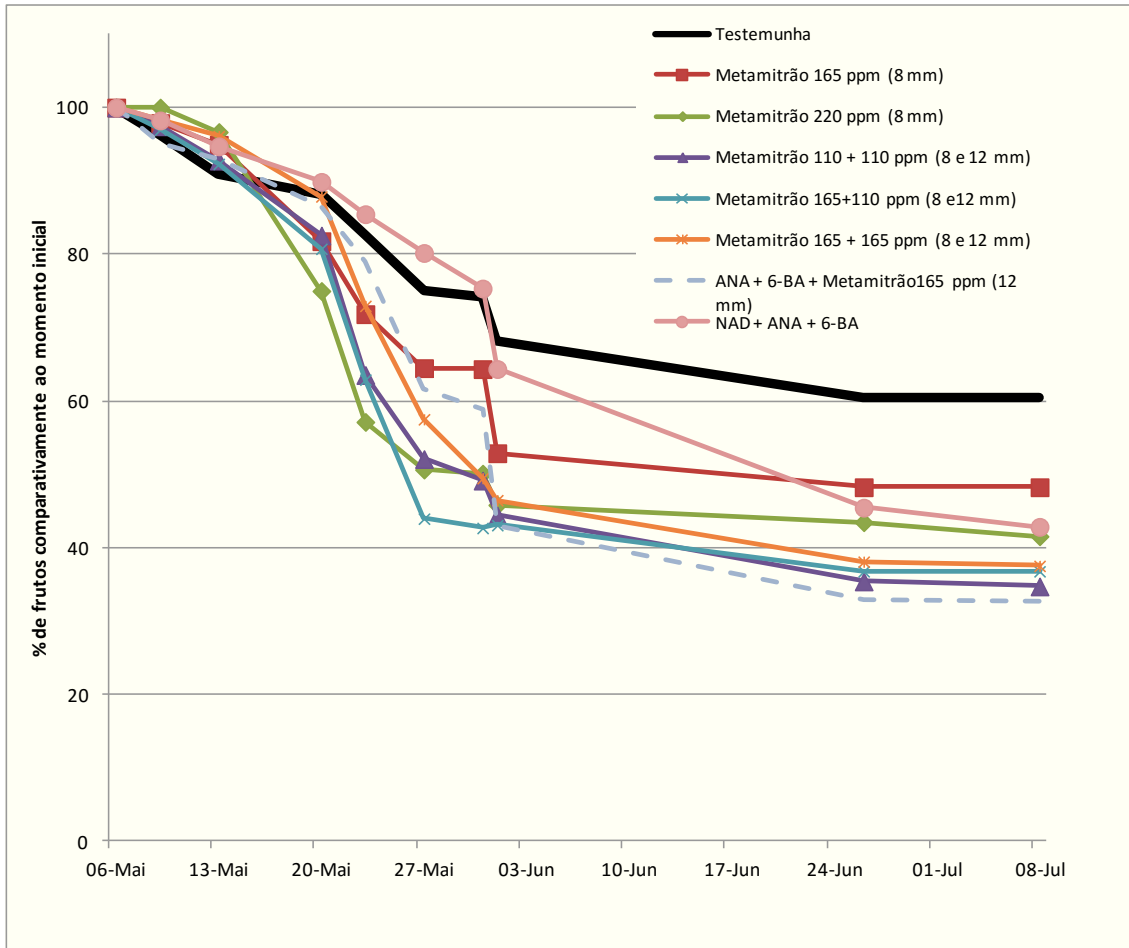


Fig. 23: Percentagem de frutos relativamente ao momento inicial, comparando diferentes momentos de aplicação e diferentes concentrações da substância ativa.

A percentagem de frutos registada ao longo do ensaio tendo como base o número de frutos inicial indica que todas as modalidades apresentam percentagem de frutos mais baixa que a testemunha. A modalidade metamitrão 220 ppm (8 mm) foi a que apresentou maior percentagem de queda de frutos num menor espaço de tempo, ou seja no dia 23 de maio de 2013 apresentava apenas 57% dos frutos iniciais, o que significa que 43% dos frutos já tinham caído.

Neste ensaio, observa-se uma queda acentuada de frutos em 31 de maio a 3 de junho, semelhante em todas as modalidades o que indica o momento em que ocorre a queda fisiológica de frutos. Este momento corresponde ao dia 31 de maio pois nos registos deste dia pode verificar-se que todas as modalidades tiveram uma queda acentuada de frutos sendo este acontecimento independente do efeito de cada tratamento. A modalidade

standard NAD + ANA + BA é a modalidade que menos se destaca da testemunha tendo um comportamento muito similar, até dia 31 de maio mas depois continua a verificar-se a queda de frutos apresentando no final um resultado semelhante à modalidade metamitrão 165 + 165 ppm em 8 de julho.

É ainda de notar que as modalidades em que foi aplicado metamitrão apenas a 8 mm, apresentam no final uma menor percentagem de queda de frutos. As modalidades em que foi aplicado metamitrão, ou metamitrão misturado com benziladenina a 8 e 12 mm, ou apenas a 12 mm como é o caso da modalidade ANA + BA + metamitrão 165 ppm (12 mm) apresentam valores de percentagem de frutos mais reduzidos em relação á percentagem de frutos inicial.

Em conclusão pode dizer-se que as modalidades onde se realizaram dois tratamentos com metamitrão foram mais eficazes do que as modalidades onde se realizou apenas um tratamento quando o fruto central apresentava 8 mm de diâmetro.

O dia 27 de maio é quando se observam maiores diferenças significativas, isto é, existe efetivamente uma grande diferença de valores entre as modalidades metamitrão 220 ppm aplicado a 8 mm metamitrão 165 + 110 ppm aplicado a 8 e 12 mm comparativamente à modalidade NAD + BA + ANA.

#### 4.2.3. Taxa de crescimento dos frutos da cv. Brookfield.

Os resultados da taxa diária de crescimento dos frutos do ensaio da cultivar Brookfield, podem observar-se na figura 24.

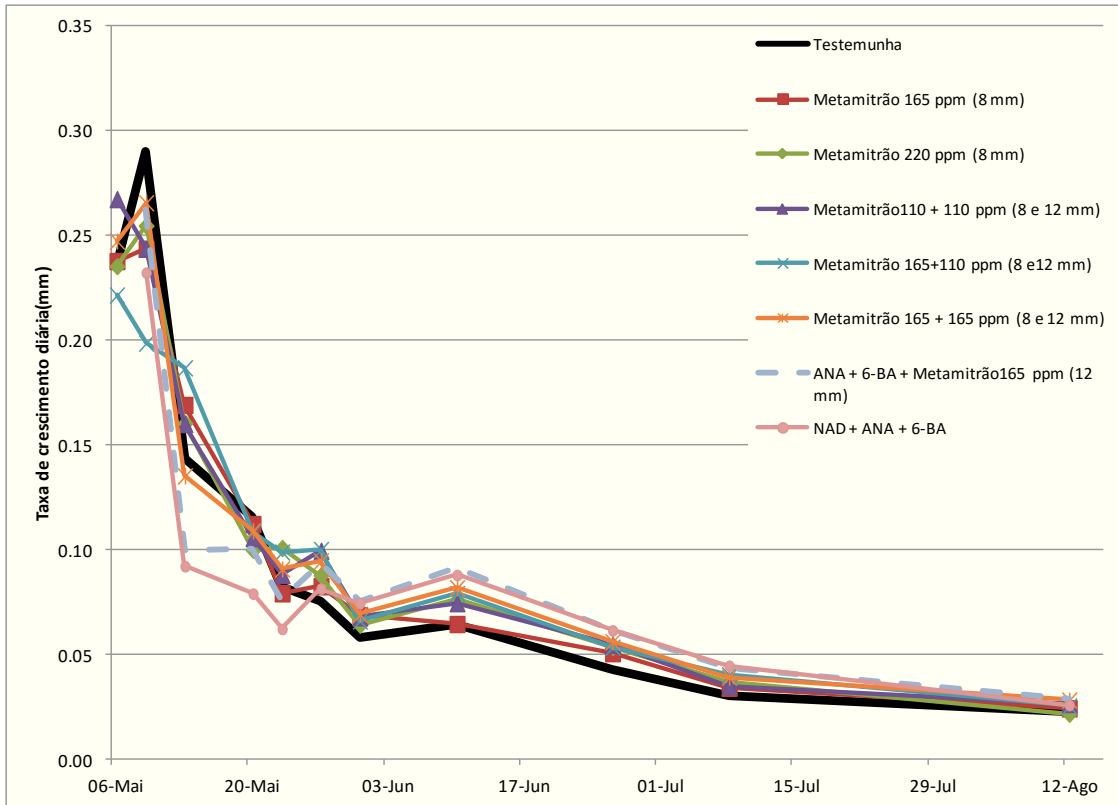


Fig. 24: Taxa de crescimento diária comparando a evolução das diferentes modalidades aplicadas em diferentes momentos e concentrações.

De um modo global, à semelhança do ensaio com a cv Golden delicious a taxa de crescimento diário dos frutos vai diminuindo de início mais abruptamente (0.025 a 0.010 mm/dia até 20 de maio) e depois mais suavemente aproximadamente 0.05 a 0.01 mm/dia de 3 de junho. Depois do dia 10 de junho de 2013 todas as modalidades tem um comportamento semelhante de descida da taxa de crescimento diária, acabando por terem todas valores reduzidos e muito aproximados entre si da taxa de crescimento diária dos frutos.

No segundo dia de registos a modalidade que teve uma taxa mais alta foi a modalidade testemunha.

No dia 13 de maio de 2013, 7 dias após o tratamento pode verificar-se que as modalidades que apresentam menor taxa de crescimento diária são a modalidade NAD + ANA + BA e a modalidade ANA + BA + metamitrão 165 ppm apresentando respetivamente 0.09 mm e 0.10 mm de crescimento diário, o que traduz um efeito destes compostos no desenvolvimento dos frutos.

Depois do dia 3 de junho de 2013 é notório que a modalidade testemunha apresenta valores de taxa de crescimento diária abaixo dos valores das outras modalidades podendo este facto dever-se à diminuta queda de frutos, o que poderá ter conduzido a uma maior carga e por isso menor crescimento individual dos frutos presentes na árvore.

No dia 13 de maio as modalidades que apresentavam uma menor taxa de crescimento diária são as mesmas que passado quase um mês, no dia 10 de Junho, apresentavam uma taxa de crescimento diária mais elevada.

**Tabela 6: Análise estatística para o calibre dos frutos, na cv. Brookfield.**

Modalidades	13-Mai	20-Mai	23-Mai	27-Mai	31-Mai	26-Jun	08-Jul	12-Ago
Testemunha	20,91 a	25,14 a	26,96 a	29,58 a	32,23 a	45,59 cd	50,58 c	62,01 d
Met. 165 ppm (8 mm)	20,83 a	24,89 ab	26,89 a	29,38 a	31,51 a	46,75 bc	52,37 bc	64,28 cd
Met. 220 ppm (8 mm)	19,41 b	22,85 bc	24,37 bc	27,30 ab	31,04 a	48,71 a	55,08 a	66,50 bc
Met. 110+110 ppm (8 e 12 mm)	18,58 b	21,05 c	22,50 bc	25,49 bc	30,69 a	46,59 bc	52,34 bc	65,24 bcd
Met. 165 + 110 ppm (8 e 12 mm)	18,71 b	21,19 c	22,97 bc	26,66 bc	29,80 ab	47,21 ab	53,46 ab	66,02 bc
Met. 165 + 165 ppm (8 e 12 mm)	19,77 ab	22,88 bc	24,82 ab	28,02 ab	30,26 a	48,01 ab	54,37 ab	68,26 ab
ANA + BA + Met 165 ppm (12 mm)	18,94 b	21,23 c	22,05 c	23,37 c	24,43 c	48,62 a	55,50 a	70,08 a
NAD + BA + ANA	19,58 ab	22,20 c	23,30 bc	25,29 bc	27,10 bc	44,51 d	50,94 c	63,50 cd

Como podemos verificar a modalidade ANA + BA + metamitrão 165 ppm é a que apresenta frutos de maior calibre, apresentando um calibre médio de 70,08 mm, no dia 12 de agosto de 2013. As modalidades de metamitrão isolado com concentração de 220 ppm ou superior aplicadas em um ou dois momentos pertencem ao mesmo grupo homogêneo apresentando diâmetros médios entre 65,24 mm e 68,26 mm no dia 12 de agosto de 2013. As modalidades de metamitrão 165 ppm aplicado aos 8 mm e metamitrão 110 + 110 ppm aplicado aos 8 e 12 mm e a modalidade NAD + BA + ANA não diferem significativamente da testemunha.

#### 4.2.2 Comportamento da cv. Brookfield.

##### 4.2.2.1. Taxa de fotossíntese em Brookfield.

Considerando as modalidades estudadas na cultivar Brookfield pôde verificar-se que o efeito de redução da T.F é tanto maior quanto maior for a concentração de metamitrão utilizada.

A modalidade standard, ou seja a modalidade NAD + ANA + BA que corresponde à prática mais usual para os fruticultores, não teve um efeito de provocar um bloqueio da fotossíntese e assim teve sempre valores bastante semelhantes à testemunha.

A mistura de metamitrão 165 ppm com ANA e BA, quando aplicada no momento em que o fruto central apresenta 12 mm de diâmetro, tem um efeito semelhante ao metamitrão 165 + 165 ppm, ou seja, podemos inferir que não há interferência de ANA + BA na TF.

##### 4.2.2.2. Queda de frutos em Brookfield.

No que respeita à queda de frutos podemos concluir que a mistura metamitrão com ANA e BA foi de facto a mais eficaz pois no final é a que apresenta maior percentagem de

queda de frutos, ou seja um maior decréscimo percentual no número de frutos. Este resultado pode advir de um efeito do metamitrão na redução de TF numa fase de desenvolvimento mais suscetível e do efeito do ANA + BA no desenvolvimento dos frutos.

A modalidade *standard* mostrou algum efeito não podendo ser colocada de parte a sua ação mas, ainda assim ficou aquém da eficácia demonstrada pela modalidade ANA + BA + metamitrão 165 ppm (12mm).

Relativamente a este aspeto podemos retirar a seguinte conclusão: Tendo em conta que o desequilíbrio de hidratos de carbono na planta, provocado pelo bloqueio da taxa de fotossíntese, provoca a queda de frutos pode dizer-se que com os resultados registados não é necessário uma concentração muito elevada de metamitrão, pois verificou-se que este tem melhores resultados com duas aplicações em momentos distintos.

É ainda visível que para a mesma concentração de metamitrão, ou seja 220 ppm há maior eficácia quando o tratamento é feito em 2 momentos, a 8 e a 12 mm. Isto significa que aos 8 mm a sensibilidade dos frutos é reduzida mas quando se aplica para diâmetros de aproximadamente 12 mm há maior sensibilidade. Pode também justificar-se a maior eficácia de dois tratamentos em detrimento de apenas um por um possível prolongamento da ação do metamitrão de uma primeira aplicação até ao momento em que é feito um segundo tratamento.

#### 4.2.2.3. Taxa de crescimento em Brookfield.



No que diz respeito à taxa de crescimento diária dos frutos na cv. Brookfield as modalidades que se destacaram foram a modalidade ANA + BA + metamitrão 165 ppm (12 mm) e a modalidade NAD + ANA + BA destacando-se por provocarem um maior abaixamento na taxa de crescimento dos frutos no período inicial de desenvolvimento [6 a 21 de maio.

Depois deste momento ambas as modalidades recuperaram a taxa de crescimento diário dos frutos e tornaram-se nas modalidades que registaram a mais elevada taxa de crescimento, o que é um fator favorável a maiores calibres (Fig.25).

Fig. 25: Modalidade BA+ANA+ metamitrão 165 ppm. Observa-se boa coloração de frutos e carga reduzida.

## 5. Conclusão

Do conjunto dos resultados obtidos podemos retirar as seguintes conclusões.

Na cultivar Brookfield existe uma relação direta entre a inibição da fotossíntese e a queda de frutos, porque para as modalidades em que a inibição fotossintética foi superior houve também uma maior percentagem de queda de frutos.

A modalidade mais eficiente na monda de frutos e aumento do calibre médio dos frutos foi a modalidade ANA + BA no caso da cv. Golden Delicious e ANA + BA + metamitrão 165 ppm (10-12mm), na cv. Brookfield uma vez que se verifica uma menor carga de frutos, o que se traduziu em melhores calibres e por isso com valor comercial acrescido.

Não parece que o metamitrão seja influenciado climaticamente como acontece com a benziladenina que necessita de temperaturas iguais ou superiores a 18°C quando aplicada. Este é um ponto de extrema importância pelo facto de que desta forma não se está tão dependente das condições em termos de temperatura no dia da aplicação. Este aspeto reveste-se de particular interesse, pois a monda é uma operação que tem um espaço temporal bastante limitado para ser efetuada.

Para a cultivar Golden delicious a modalidade que mostrou melhores resultados foi a BA + ANA quando o fruto central apresenta 10-12 mm de diâmetro, e .é mais sensível ao metamitrão quando o fruto central apresenta 12-14 mm de diâmetro. Um aumento na concentração de metamitrão depois dos 247 ppm não significa melhor eficácia do tratamento uma vez que os resultados foram muito semelhantes.

Na cultivar Brookfield houve uma maior eficácia do metamitrão quando comparamos os resultados obtidos na cultivar Golden delicious, mostrando assim que a sua ação é distinta. As modalidades que mostraram melhores resultados foi a modalidade BA + ANA +165 ppm, mas que não difere significativamente do metamitrão aplicado por duas vezes na concentração de 165 ppm (165 + 165). Observou-se também que aplicações isoladas de metamitrão são bastante eficientes comparando-se à modalidade *standard* em termos de eficácia como agente mondante.

## 6. Referências bibliográficas

- Abbaspoor, M., H.B. Teicher, e J.C. Streibig. 2006. The effect of root-absorbed PSII inhibitors on Kautsky curve parameters in sugar beet. *Weed Res.*, 46: 226-235.
- 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*, 19(1): 51-62.
- Black, L.B., Bukovac, J.M e 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., Moscatello S., Battistelli, A., Velasco, R., Ruperti, B., e Ramina, A. 2011. Signaling pathways mediating the induction of apple fruitlet abscission. *Plant Physiology.*, 155: 185-208.
- Bound, S.A., Jones, K.M. e Oakford, M.J. 1997. Post-bloom thinning with 6-benzyladenine. *Acta Horticulturae*, 463: 493-499.
- Byers, R.E. , Barden, J.A., e Carbaugh, D.H. 1990a. Thinning of spur 'Delicious' apples by shade, terbacil, carbaryl and Ethephon. *J. Amer. Soc. Hort. Science*, 115: 9-13.
- Byers, R.E., Barden, J.A., Polomski, R.F. e Carbaugh, D.H. 1990b. Apple thinning by photosynthetic inhibition. *J. Amer. Soc. Hort. Science*, 115: 14-19.
- Byers, R.E., Lyons, C.G., Barden, J.A., e Young, R.W. 1986. Desiccating chemicals for bloom thinning of peach and photosynthetic inhibition for post-bloom thinning of apple and peach. *Acta Hort.*, 179: 673-680.
- Byers, R.E., Lyons, C.G., Del Valle, T.B., Barden, J.A., e Young, R.W. 1984. Peach fruit abscission by shading and photosynthetic inhibition. *Hort. Science* 19: 649-651.
- Byers, R.E. , Lyons, C.G., Yoder, K.S., Barden, J.A., e Young, R.W. 1985. Peach and apple thinning by shading and photosynthetic inhibition. *J. Hort. Science* 60: 465-472.
- Clever, M. 2007. A comparison of different thinning products applied to the apple variety 'Elstar Elshof' in the Lower Elbe region. *Erwerbs-Obstbau*. 49:107-109.
- Davidson, J.H., Hammer, O.H., Reimer C.A. and Dutton, W.C. 1945. Thinning apples with the sodium salt of naphthyl acetic acid. *Michigan Agr Expt Sta Quart Bul* 27: 352-356.
- Del Valle, T.B. Barden, J.A. e Byers, R.E. 1985. Thinning of peaches by temporary inhibition of photosynthesis by terbacil. *J. Amer. Soc. Hort. Science* 110: 804-807.

- Dennis, F.G. Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation* 31: 1-16.
- Donoho, C.W. Jr. 1964. Concentration and timing of apple thinning sprays. *Ohio Farm and Home Res* 49(2): 24-25.
- Dorigoni, A. e Lezze, P. 2007. Chemical thinning of apple with new compounds. *Erwerbs-Obstbau* 49:93-96.
- Ferree, D. 1996. Performance of benzyladenine as a chemical thinner on eight apple cultivars. *J Tree Fruit Prod* 1: 33-50.
- Greene, D.W. e Autio, W.R. 1994. Combination sprays with benzyladenine to chemically thin spur-type 'Delicious' apples. *HortScience* 29: 887-890.
- Greene, D.W., Autio, W.R., Erf, J.A. e Mao, Z.Y. 1992. Mode of action of benzyladenine when used as a chemical thinner on apples. *J. Amer Soc. Hort. Sci.* 117: 775-779.
- Hartman, F.O. e Howlett, F.S. 1962. Effects of naphthaleneacetic acid on fruit setting and development in the apple. *Ohio Agr. Expt. Sta. Res. Bul* 920.
- Lafer, G. 2010. Effects of chemical thinning with metamitron on fruit set, yield and fruit quality of 'Elstar'. *Acta Horticulturae* 884: 531-536.
- Lakso, A.N., Greene, D.W. e J.W. Palmer. 2006. Improvements on an apple carbon balance model. *Acta Hort.* 707:57-61.
- Lakso, A.N., White, M.D. e Tustin, D.S. 2001. Simulation modelling of effects of short and long-term climatic variations on carbon balance of apple trees. *Acta Horticulturae* 557: 473-480.
- Leuty, S.J. 1973 Identification of maximum sensitivity of developing apple fruits to naphthaleneacetic acid. *J. Amer Soc. Hort. Sci.* 98: 247-252.
- McArtney, S.J. e Obermiller, J.D. 2012. Comparasion of the effects of metamitron on chlorophyll fluorescence and fruit set in apple and peach. *HortScience* 47(4): 509-514.
- Milic, B., Keserovic, Z., Magazin, N. e Doric. M. 2013. Effects of BA and NAA on thinning and fruit quality of apple cultivars 'Golden Delicious' and 'Red Delicious'. *Acta Hort.* 981: 301-306.
- Murneek, A.E. 1954. The embryo and endosperm in relation to fruit development, with special reference to the apple, *Malus Sylvestris*. *Proc. Amer Soc. Hort. Sci.* 64: 573-582.
- Murneek, A.E. e Teubner, F.G. 1953. The dual action of naphthaleneacetic acid in thinning of apples. *Proc. Amer Soc. Hort. Sci.* 61: 149-154.

- Schneider, G.W. e Lasheen, A.M. 1973. NAA and Sevin on composition, development and abscission of apple fruit. HortScience 8: 103-104.
- Southwick, F.W. e Weeks, W.D. 1949. Chemical thinning of apples at blossom time and up to four weeks from petal fall. Proc. Amer Soc. Hort. Sci. 53: 143-147.
- Tromp, J. 2000. Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. Plant Growth Regulation 31: 27-34.
- Tukey, L.D. 1965. Fruit-size timing in chemical thinning of apple trees. Trans. Illinois Hort. Soc. 99: 67-79.
- Van Oorschot, J.L.P. e P.H. Van Leeuwen. 1979. Recovery from inhibition of photosynthesis by metamitron in various plant species. Weed Res. 19: 63-67.
- Westwood, M.N. 1978. *Temperate Zone Pomology*. San Francisco: W.H. Freeman. 428 pp.
- Wismer, P.T., Proctor, J.T.A. e Elfving, D.C. 1995. Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. J.Amer Soc. Hort. Sci. 120: 802-807.
- Yuan, R. 1998. Effect of benzyladenine on fruit thinning and its mode of action on McIntosh apples. PhD Diss., Univ. Massachusetts.

## Anexos



Fig. 26: Modalidade testemunha. Observa-se excesso de carga e falta de coloração nos frutos.



Fig.27: Modalidade metamitrão 165 + 165 ppm. Observa-se boa coloração de frutos e carga reduzida.

## Anexo

### A. 1. Golden delicious.

#### A. 1.1 Taxa de fotossíntese.

Tabela A.1. Análise estatística relativa à taxa de fotossíntese das modalidades com metamitrão e metamitrão misturado com BA, na cv. Gonden delicious.

Modalidade	07-Mai	10-Mai	14-Mai	17-Mai
Testemunha (10 - 12 mm)	0,72 a	0,61 a	0,53 ab	0,53 ab
Metamitrão 165 ppm	0,42 b	0,45 b	0,53 ab	0,53 ab
Metamitrão 247 ppm	0,37 b	0,28 d	0,42 cd	0,42 cd
Metamitrão 330 ppm	0,42 b	0,29 d	0,40 d	0,40 d
Metamitrão 165 ppm + 6-BA	0,40 b	0,39 bc	0,49 bc	0,49 bc
Metamitrão 247 ppm + 6-BA	0,43 b	0,35 cd	0,50 ab	0,50 ab
Metamitrão 330 ppm + 6-BA	0,74 a	0,66 a	0,50 ab	0,50 ab
6-BA	0,72 a	0,66 a	0,53 ab	0,53 ab
6-BA + ANA	0,68 a	0,67 a	0,57 a	0,57 a

Tabela A.2. Análise estatística para taxa de fotossíntese das modalidades com metamitrão e metamitrão misturado com ANA, na cv. Gonden delicious.

Modalidade	07-Mai	10-Mai	14-Mai	17-Mai
Testemunha (10 - 12 mm)	0,72 a	0,61 a	0,53 ab	0,53 ab
Metamitrão 165 ppm	0,42 b	0,45 b	0,53 ab	0,53 ab
Metamitrão 247 ppm	0,37 bc	0,28 cd	0,42 cd	0,42 cd
Metamitrão 330 ppm	0,42 b	0,29 cd	0,40 d	0,40 d
Metamitrão 165 ppm + ANA	0,38 bc	0,30 cd	0,47 bcd	0,47 bcd
Metamitrão 247 ppm + ANA	0,39 b	0,35 c	0,50 abc	0,50 abc
Metamitrão 330 ppm + ANA	0,32 c	0,25 d	0,41 d	0,41 d
ANA	0,71 a	0,62 a	0,56 a	0,56 a
6-BA + ANA	0,68 a	0,67 a	0,57 a	0,57 a

Tabela A.3. Análise estatística da taxa de fotossíntese das modalidades com diferentes épocas de aplicação, na cv. Golden delicious.

Tratamento	10-Mai	14-Mai	17-Mai	21-Mai	23-Mai
Testemunha	0,61 ab	0,53 a	0,53 a	0,55 ab	0,54 b
Metamitrão 330 ppm (8-10mm)	0,55 b	0,55 a	0,55 a	0,61 a	0,61 ab
Metamitrão 330 ppm (12-14 mm)	0,39 c	0,38 bc	0,38 bc	0,53 ab	0,62 ab
Metamitrão 330 ppm (14-16 mm)	0,66 a	0,28 cd	0,28 cd	0,45 bc	0,59 ab
Metamitrão 330 ppm + 6-BA (8-10 mm)	0,56 b	0,56 a	0,56 a	0,62 a	0,62 ab
Metamitrão 330 ppm + 6-BA (12-14 mm)	0,33 c	0,47 ab	0,47 ab	0,57 a	0,61 ab
Metamitrão 330 ppm + 6-BA (14-16 mm)	0,69 a	0,18 d	0,18 d	0,35 c	0,54 b
6-BA (12-14 mm)	0,67 a	0,56 a	0,56 a	0,55 ab	0,63 a

## 1.2. Número médio de frutos.

Tabela A.4. Análise estatística para o número médio de frutos das modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com BA, na cv. Gonden delicious.

Modalidade	07-Mai	10-Mai	17-Mai	22-Mai	31-Mai	11-Jun	01-Jul
Testemunha (10 - 12 mm)	4,08 b	3,81 b	3,21 b	3,15 b	2,69 ab	2,50 ab	2,42 abc
Metamitrão 165 ppm	4,54 a	4,33 a	3,75 a	3,48 ab	2,98 a	2,72 ab	2,61 ab
Metamitrão 247 ppm	4,31 ab	4,10 ab	3,60 ab	3,23 b	2,70 ab	2,44 ab	2,32 abc
Metamitrão 330 ppm	4,34 ab	4,21 ab	3,75 a	3,52 ab	2,92 a	2,55 ab	2,37 abc
Metamitrão 165 ppm + 6-BA	4,10 b	3,88 b	3,56 ab	3,44 ab	2,73 ab	2,59 ab	2,54 ab
Metamitrão 247 ppm + 6-BA	4,33 ab	4,15 ab	3,77 a	3,48 ab	2,76 ab	2,49 ab	2,21 bc
Metamitrão 330 ppm + 6-BA	4,35 ab	4,08 ab	3,75 a	3,65 a	3,27 a	3,02 a	2,84 a
6-BA	4,29 ab	4,09 ab	3,73 a	3,54 ab	2,88 ab	2,63 ab	2,47 abc
6-BA + ANA	4,25 ab	4,21 ab	3,81 a	3,46 ab	2,32 b	2,17 b	1,88 c

Tabela A.5. Análise estatística para o número médio de frutos das modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com ANA, na cv. Gonden delicious.

Modalidade	07-Mai	10-Mai	17-Mai	22-Mai	31-Mai	11-Jun	01-Jul
Testemunha (10 - 12 mm)	4,08 b	3,81 b	3,21 b	3,15 ab	2,69 a	2,50 ab	2,42 ab
Metamitrão 165 ppm	4,54 a	4,33 a	3,75 a	3,48 a	2,98 a	2,72 a	2,61 a
Metamitrão 247 ppm	4,31 ab	4,10 ab	3,60 ab	3,23 ab	2,70 ab	2,44 ab	2,32 ab
Metamitrão 330 ppm	4,34 ab	4,21 ab	3,75 a	3,52 a	2,92 a	2,55 ab	2,37 ab
Metamitrão 165 ppm + ANA	4,17 ab	3,96 ab	3,54 ab	3,08 b	2,21 ab	2,11 b	1,96 b
Metamitrão 247 ppm + ANA	4,46 ab	4,21 ab	3,81 a	3,44 ab	2,35 b	2,19 ab	1,98 b
Metamitrão 330 ppm + ANA	4,38 ab	4,06 ab	3,60 ab	3,18 ab	2,40 b	2,30 ab	2,10 ab
ANA	4,17 ab	3,90 ab	3,56 ab	3,42 ab	2,52 ab	2,22 ab	2,13 ab
6-BA + ANA	4,25 ab	4,21 ab	3,81 a	3,46 ab	2,32 b	2,17 ab	1,88 b

Tabela A.6. Análise estatística para o número médio de frutos das modalidades com diferentes momentos de aplicação, na cv. Gonden delicious.

Tratamento	10-Mai	17-Mai	22-Mai
Testemunha	3.81 b	3.21 b	3.15 ab
Metamitrão 330 ppm (8-10mm)	3.83 ab	3.29 ab	3.13 ab
Metamitrão 330 ppm (12-14 mm)	4.03 ab	3.48 ab	3.25 ab
Metamitrão 330 ppm (14-16 mm)	4.21 ab	3.79 a	3.60 a
Metamitrão 330 ppm + 6-BA (8-10 mm)	4.13 ab	3.25 b	3.04 b
Metamitrão 330 ppm + 6-BA (12-14 mm)	4.31 a	3.73 ab	3.60 a
Metamitrão 330 ppm + 6-BA (14-16 mm)	3.90 ab	3.44 ab	3.29 ab
6-BA (12-14 mm)	4.00 ab	3.46 ab	3.27 ab

### 1.3 Calibre de frutos

Tabela A.7. Análise estatística para o calibre médio de frutos para as modalidades com metamitrão isolado e a mistura metamitrão com BA, na cv. Golden delicious.

Modalidade	11-Jun	01-Jul	16-Jul	09-Ago
Testemunha (10 - 12 mm)	38,16 b	48,66 d	55,24 c	61,39 c
Metamitrão 165 ppm	38,84 ab	49,38 bcd	56,07 bc	62,59 bc
Metamitrão 247 ppm	38,77 ab	49,37 bcd	56,81 bc	64,01 bc
Metamitrão 330 ppm	38,00 b	48,89 cd	55,93 bc	63,21 bc
Metamitrão 165 ppm + 6-BA	37,98 b	49,49 bcd	55,97 bc	62,21 bc
Metamitrão 247 ppm + 6-BA	39,52 ab	51,09 b	57,96 bc	64,91 b
Metamitrão 330 ppm + 6-BA	39,17 ab	50,11 bcd	56,47 bc	63,33 bc
6-BA	39,16 ab	50,69 bc	57,24 bc	64,39 b
6-BA + ANA	40,55 a	53,82 a	61,01 a	69,05 a

## 2. Análise estatística Brookfield.

Tabela A.8. Análise estatística para taxa de fotossíntese, na cv. Brookfield.

Modalidade	09-Mai	13-Mai	21-Mai
Testemunha	0,69 a	0,62 a	0,64 a
Met. 165 ppm (8 mm)	0,56 b	0,56 a	0,64 a
Met. 220 ppm (8 mm)	0,51 bc	0,46 b	0,64 a
Met. 110+110 ppm (8 e 12 mm)	0,37 de	0,36 cb	0,57 cb
Met. 165 + 110 ppm (8 e 12 mm)	0,44 cd	0,44 b	0,57 bc
Met. 165 + 165 ppm (8 e 12 mm)	0,36 de	0,29 c	0,57 bc
ANA + BA + Met 165 ppm (12 mm)	0,30 e	0,30 c	0,56 c
NAD + BA + ANA	0,70 a	0,63 a	0,62 ab

Tabela A.9. Análise estatística para o número médio de frutos, na cv. Brookfield.

Modalidade	06-Mai	09-Mai	13-Mai	20-Mai	23-Mai	27-Mai	31-Mai	10-Jun	26-Jun	08-Jul
Testemunha	4,54 b	4,38 b	4,13 b	4,00 ab	3,75 ab	3,41 ab	3,37 a	3,09 a	2,74 a	2,74 a
Met. 165 ppm (8 mm)	4,92 ab	4,81 ab	4,67 a	4,02 ab	3,52 ab	3,15 abc	2,98 ab	2,55 ab	2,34 ab	2,33 ab
Met. 220 ppm (8 mm)	4,67 b	4,71 ab	4,49 ab	3,50 b	2,67 c	2,36 d	2,38 bc	2,15 b	2,04 bc	1,94 bc
Met. 110+110 ppm (8 e 12 mm)	4,90 ab	4,77 ab	4,54 ab	4,04 ab	3,09 bc	2,55 cd	2,36 bc	2,11 b	1,69 c	1,64 c
Met. 165 + 110 ppm (8 e 12 mm)	4,88 ab	4,73 ab	4,50 ab	3,93 ab	3,16 bc	2,14 d	2,10 c	2,12 b	1,80 c	1,80 bc
Met. 165 + 165 ppm (8 e 12 mm)	4,81 ab	4,73 ab	4,63 ab	4,23 ab	3,52 ab	2,78 ccd	2,39 bc	2,24 b	1,83 bc	1,81 bc
ANA + BA + Met 165 ppm (12 mm)	5,17 a	4,92 a	4,81 a	4,47 a	4,08 a	3,19 abc	3,05 ab	2,25 b	1,77 c	1,77 c
NAD + BA + ANA	4,73 ab	4,65 ab	4,48 ab	4,25 a	4,04 a	3,79 a	3,56 a	3,03 a	2,13 bc	2,03 bc