



Monda macieira ‘Gala’ (*Malus domestica* Borkh.)

Estudo de novas substâncias ativas

Ana Catarina Silva de Matos Rosário

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

Orientador: Professora Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira

Co-orientador: Doutora Mariana da Silva Gomes Mota

Júri:

Presidente:

Doutor José Luís Monteiro Teixeira, Professor Associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais:

Doutora Cristina Maria Moniz Simões de Oliveira, Professora Associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa
Mestre Rui Manuel Maia de Sousa, na qualidade de especialista

Lisboa, 2013

Agradecimentos

À Professora Cristina Moniz Oliveira, por todo o seu apoio, ajuda, compreensão e paciência (factor fundamental) ao longo deste trabalho.

À Eng^a. Mariana Mota, minha co-orientadora, por estar sempre disponível.

À Eng^a. Carla Fernandes e à ECOFRUTAS pela disponibilidade e ajuda na eleição do pomar.

Ao Sr. João Duarte por tão gentilmente ter cedido parte do seu pomar para este ensaio.

A todos os meus amigos pela ajuda, motivação e pelas “BISA Study Sessions”.

À minha amiga Eng^a Cristina Serrão, pelo seu fantástico apoio, sábios conselhos e estímulo pela nossa área.

Aos meus colegas da Associação dos Produtores Agrícolas da Sobrena e à Associação, pela ajuda e compreensão.

À minha família, em especial aos meus pais, Isabel e Rui, por todo o apoio e orientação que me têm dado ao longo de todos estes anos. Obrigada por serem uma grande fonte de energia e motivação em todas as minhas conquistas. A vocês devo tudo.

Título da Dissertação: Monda macieira ‘Gala’ (*Malus domestica* Borkh.)

Estudo de novas substâncias ativas

Resumo

No ano de 2013, estudou-se o efeito de monda de aplicações simples ou combinadas de 6-Benziladenina (BA) (100 ppm), Prohexadiona-cálcio (ProCa) (50, 75 e 100 ppm) e giberelinas (GA_{4+7}) (5 e 10 ppm), em ‘Gala’, clone ‘Schniga’, sobre M9 e plantadas em 2011. A percentagem de abscisão mostrou diferenças significativas entre a monda manual (MM) (84%), BA (76%) e ProCa_BA (63%), resultando em diferenças significativas no peso por fruto, MM (164,1 g), BA (142,56 g) e ProCa_BA (127,27 g) e no número final de frutos em 10 corimbos por árvore, MM (0,867), BA (1,31) e ProCa_BA (2,04). Comparando a MM e ProCa_BA, foram obtidas diferenças significativas no calibre (mm) dos frutos, MM ($71,69 \pm 0,647$) e ProCa_BA ($60,94 \pm 0,621$), no teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), MM (11,2) e ProCa_BA (10,0) e nas cores, tanto de fundo como na cor vermelha. A MM e a BA revelaram diferenças significativas na forma do fruto, e maiores diâmetros dos frutos, maior % de frutos com calibre >70 mm, (72%, 49% respectivamente), e melhores características de qualidade relativamente ao tratamento com ProCa_BA. Os tratamentos ProCa + GA_{4+7} não foram eficazes como agentes de monda. O modelo de previsão de abscisão de frutos pequenos revelou-se preciso entre 13 e 20 DAPF.

Palavras-chave: abscisão, benziladenina, crescimento do fruto, monda química, prohexadiona-cálcio, GA_{4+7}

Title: Thinning in apple 'Gala' (*Malus domestica* Borkh.)

New active substances for fruit thinning

Abstract

In 2013, it was studied the thinning effect of single or combined applications of 6 - benzyladenine (BA) (100 ppm), prohexadion-calcium (ProCa) (50, 75 and 100 ppm) and gibberellins (GA_{4+7}) (5 and 10 ppm) in 'Gala' clone 'Schniga' grafted onto M9 and planted in 2011. The percentage of abscission showed significant differences between the hand thinning (MM) (84%), BA (76%) and ProCa_BA (63 %), there were also differences in fruit weight, MM (164.1 g), BA (142.56 g) and ProCa_BA (127.27 g) and in the final number of fruits in 10 clusters per tree, MM (0.867), BA (1.31) and ProCa_BA (2.04). Comparing MM and ProCa_BA treatments significant differences in the fruit size (mm), MM (71.69 ± 0.647) and ProCa_BA (60.94 ± 0.621), in the soluble solid content ($^{\circ}$ Brix), MM (11.2) and ProCa_BA (10.0) and in colour were registered. The MM and BA revealed significant differences in fruit shape, and higher percentages of abscission, larger fruits, higher percentage of fruits >70 mm, (72% and 49%, respectively), and better quality characteristics comparing with ProCa_BA treatment. Pro_Ca + GA_{4+7} applications had no significant effect as thinning agents The prediction model of young fruitlets abscission proved accurate between 13 and 20 days after full bloom.

Keywords: abscission, benzyladenine, chemical thinning, fruit grow, prohexadione-calcium, GA_{4+7}

Title: Thinning in apple 'Gala' (*Malus domestica* Borkh.)

New active substances for fruit thinning

Extended Abstract

Agricultural production is getting more focused on delivering high quality products to meet the needs and demand of consumers. The quantity is no longer the main focus of attention of producers. In order to be possible to produce fruit with a certain quality, it has been necessary to adopt techniques which cause an improvement in key quality parameters such as soluble solids content, firmness and fruit weight.

In 2013, it was studied the thinning effect of single or combined applications of 6-benzyladenine (BA) (100 ppm), prohexadion-calcium (ProCa) (50, 75 and 100 ppm) and gibberellins (GA₄₊₇) (5 and 10 ppm) in 'Gala' clone 'Schniga' grafted onto M9 and planted in 2011. This work had as principal objectives, to study the efficiency of chemical thinning with a mixture of ProCa and GA₄₊₇, the efficiency of chemical thinning after application of BA, the ability of the combination of Pro-Ca and BA to decrease abscission and the relationship between the percentage of abscission and the changes in the fruit growth rate.

At the time of the practical part installation, nine trees per treatment were selected, and the blossoms were counted to know if there were significant differences between them. During the growing cycle it was measured the evolution of the fruitlets diameter (previously labelled) in 10 clusters of the selected trees. The abscission rate between measurements was calculated. At harvest, the number of fruit and the production weight per tree were counted. For qualitative analysis a sample of 10 fruit per tree was collected and it was measured the soluble solid content (°Brix), firmness (kg/cm²), weight per fruit (g), colour (red and background yellow coloration) and fruit form. It was also studied a model that allow to correlate the percentage of young fruitlets abscission with the fruit growth rate.

The percentage of abscission in the end of the growing season showed significant differences between the hand thinning (MM) (84%), BA (76%) and ProCa_BA (63%), there were also differences in fruit weight, MM (164.1 g), BA (142.56 g) and ProCa_BA (127.27 g) and in the final number of fruits per tree in 10 clusters, MM (0.867), BA (1.31) and ProCa_BA (2.04). Comparing the MM and ProCa_BA significant differences in the fruit diameter evolution (mm), MM (71.69 ± 0.647) and ProCa_BA (60.94 ± 0.621), in the soluble solid content (°Brix), MM (11.2) and ProCa_BA (10.0) and in fruit colour, were obtained. The MM and BA revealed significant differences in fruit shape, and higher percentages of abscission, larger fruits diameters, higher frequency of fruits larger than 70 mm, (72% and 49%, respectively), and better quality characteristics comparing to ProCa_BA treatment.. The prediction model of young fruitlets abscission proved accurate between 13 and 20 days after full bloom and revealed a correlation ($R^2 = 0.86$) between the percentage of abscission and the logarithm of the rate of volume increase for each fruit within the selected clusters.

BA thinning is quite effective for this crop and the results at production level and quality were closer to the commercial requirements, consequently it can be a viable alternative to hand thinning. Hand thinning leaving one fruit per cluster is excessive and makes the technique even more expensive, although it can lead to a significant improvement of fruit quality. Prohexadione - calcium (100 and 50 ppm) with GA₄₊₇ (5 and 10 ppm, respectively) applications had no significant effect as thinning agents. Prohexadione-calcium together with BA reduced the percentage of fruit abscission as Schröder et al., 2013 predicted. According to these authors the mode of action of BA is due to the decrease in the polar auxin transport of fruit and bourse shoot to make particular abscission genes accessible and able to be induced by ethylene and growth inhibitors like prohexadione calcium should be able to reduce BA's thinning effect and increase natural fruit set., this combination can prove to be quite useful in alternating cultivars whose fruit set is difficult, as theoretically such combination treatments should not affect BA's positive side effects to substantially improve fruit size or flower induction. Considering the treatments where abscission rate was highest it was possible to obtain best qualitative results as soluble solid content, average fruit weight (g) and colour; the separation of the fruits in size classes suggest that it might be a relationship between this distribution and the percentage of abscission. The model used in this study to predict the abscission rate, proved to be quite beneficial because it can result in a reduction of chemicals use, to reduced costs and lower risks of excessive thinning.

Keywords: abscission, benzyladenine, chemical thinning, fruit grow, prohexadione-calcium, GA₄₊₇

Índice

Índice de Figuras.....	viii
Índice de Quadros.....	ix
Lista de abreviaturas.....	x
1. Introdução.....	1
2. Revisão Bibliográfica.....	3
2.1. Produção.....	3
2.1.1. Produção Mundial.....	3
2.1.2. Produção Nacional.....	3
2.2. Espécie.....	5
2.2.1. Cultivar ‘Gala’.....	5
2.2.2. Clone ‘Schniga®Gala’.....	6
2.2.3. Fase de Dormência.....	7
2.2.4. Crescimento Vegetativo e Reprodutivo.....	7
2.3. Fatores de afetam o vingamento.....	8
2.3.1. Vingamento.....	8
2.3.2. Fatores exógenos.....	8
2.3.2.1. Temperatura.....	8
2.3.2.2. Precipitação.....	9
2.3.2.3. Radiação.....	9
2.3.3. Fatores endógenos.....	10
2.3.3.1. Estado nutricional.....	10
2.3.3.2. Fatores hormonais.....	10
2.4. Abcisão de órgãos.....	10
2.5. Monda.....	13
2.5.1. Monda manual.....	13
2.5.2. Monda química.....	13
2.5.2.1. Substâncias ativas utilizadas na monda química.....	14
2.5.2.1.1. Benziladenina (BA) – grupo das citoquininas.....	14
2.5.2.1.2. GA ₄₊₇ – grupo das giberelinas.....	15
2.5.2.1.3. Prohexadiona-cálcio.....	16
2.6. Modelo de previsão da abcisão de frutos pequenos.....	18
3. Materiais e Métodos.....	19
3.1. Caracterização do campo de ensaio.....	19
3.2. Instalação e distribuição do ensaio.....	20

3.3. Medições efetuadas.....	22
3.4. Produtividade e análise qualitativa.....	22
3.5. Dados meteorológicos.....	23
3.6. Delineamento experimental.....	24
4. Resultados.....	27
4.1. Número de gomos florais por AST e número de frutos vingados.....	27
4.2. Percentagem de abscisão.....	28
4.3. Evolução dos diâmetros ao longo do ciclo.....	29
4.4. Análises qualitativas.....	31
4.5. Produtividade, Eficiência Produtiva e Rendimento.....	32
4.6. Percentagem de frutos por classe de calibre.....	34
4.7. Modelo de previsão da abscisão de frutos pequenos.....	35
5. Discussão.....	36
5.1. Modelo de previsão da abscisão de pequenos frutos.....	38
6. Conclusão.....	41
7. Bibliografia.....	43
ANEXOS.....	II

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução da produção de maçã a nível mundial (2007-2011)	3
Figura 2 - Produção, Importação, Exportação e Consumo Aparente de Maçã em Portugal ..	4
Figura 3 - Calendário de Produção e Comercialização das principais cultivares de maçã em Portugal.....	4
Figura 4 - Cotações mais praticadas na região Oeste, ao longo do ano.....	5
Figura 5 - Esquema de um corimbo de macieira. Adaptado de Bangerth (2000).....	5
Figura 6 - Representação esquemática do modelo atualmente aceite da abscisão	11
Figura 7 - Esquema simplificado da biossíntese de GA e fase inibida pela aplicação de prohexadiona-cálcio	16
Figura 8 - Modelo de previsão da abscisão de frutos pequenos – Evolução do diâmetro (mm) dos frutos marcados medidos vários dias após a aplicação do agente de monda química... ..	18
Figura 9 – Localização do ensaio	19
Figura 10 – Distribuição do ensaio	20
Figura 11,12,13,14,15 e 16 - Evolução dos diâmetros ao longo do ciclo.....	22
Figura 17, 18 e 19 - Refratómetro digital, Penetrómetro de bancada digital e carta de cores maçã ‘Gala’.....	23
Figura 20 - Termopluviograma do período de 1 Outubro 2012 a 13 Junho 2013.....	25
Figura 21 - Horas-Frio acumuladas durante o período de 1 Outubro 2012 a 15 Fevereiro 2013.....	26
Figura 22 - Percentagem de queda ao longo dos vários dias após a plena floração.....	29
Figura 23 - Evolução do diâmetro equatorial dos frutos ao longo dos vários dias após a plena floração.....	30
Figura 24 - Distribuição dos 10 frutos por árvore (n = 90 frutos por modalidade) em classes de calibre.....	35
Figura 25 - Relação entre o Log da taxa de crescimento (mm ³ /dia) entre o período de 13 e 20 DAPF e a percentagem de abscisão dos frutos.....	35
Figura 26 e 27 – Parcela e contagem do n.º de gomos florais.....	39
Figura 28 e 29 – Marcação do corimbo e dos frutos e evolução dos frutos marcados.....	39
Figura 30, 31 e 32 – Medição do diâmetro com craveira digital, colocação de fitas de suporte devido à elevada carga em MM, maçãs ‘Gala’.....	40
Figura 33, 34, 35 e 36 – Amostra de 10 frutos de cada árvore.....	40
Figura 37 e 38 – Avaliação da cor vermelha.....	40

Índice de Quadros

Quadro 1 - Modalidades, substâncias activas, produtos comerciais e concentrações utilizadas para a monda e correspondentes datas de aplicação e estados fenológico21

Quadro 2 – Média do número total de gomos florais por árvore e média do número de gomos florais por árvore e por área seccional de tronco (AST) à data de 16/04/2013 e média do número de folhas com mais de 2 cm apenas no esporão e no esporão juntamente com o ramo à data de 20/05/2013.27

Quadro 3 - Análises qualitativas: média da firmeza (kg/cm^2), média do teor em sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), média do peso médio por fruto (g), média da cor de fundo e cor vermelha e média da forma (razão entre o diâmetro longitudinal/diâmetro equatorial). Dados obtidos a 04/09/2013.32

Quadro 4 – Média do número de frutos por árvores, média do número de frutos por área seccional de tronco (AST), média do peso em kg dos frutos por árvore, média do número de frutos por AST e média do peso em t por hectare. Dados obtidos a 04/09/2013.33

Quadro 5 – Média do número de frutos por 10 esporões previamente marcados antes e após aplicações. A primeira contagem data de 04/05/2013 e a segunda de 29/08/2013.....34

Lista de abreviaturas

ANA ou ANAm	Ácido naftaleno-acético e a sua amida
ANOVA	Análise de Variância
AST	Área seccional do tronco, cm ²
BA ou 6-BA	6-Benziladenina
DAPF	Dias após plena floração
EUFRIN	European Fruit Research Institutes Network
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FG	Franco-argiloso
GA	Giberelinas
GPP	Gabinete de Planeamento e Políticas
HF	Horas-frio
INE	Instituto Nacional de Estatística
MM	Monda manual
NM	Não monda
PEP	Período efectivo de polinização
Pro-Ca	Prohexadiona-cálcio
SAPF	Semanas após plena floração
TSS	Teor de sólidos solúveis total, °Brix
WAPA	World Apple and Pear Association
ZA	Zona de abscisão

1. Introdução

A maçã é um fruto de grande importância a nível mundial, tendo a sua produção vindo a aumentar ao longo dos anos (FAO, 2012), enquanto a produção nacional tende a diminuir desde 2011 (GPP, 2013). A exigência por parte dos consumidores tem sido um facto determinante para a mudança de perspectivas, no que diz respeito à produção. Hoje em dia a qualidade começa a sobrepor-se à quantidade e para que seja possível oferecer produtos de elevada qualidade é necessário apostar na informação, formação e em técnicas que permitam obter produtos com as características desejadas pelos consumidores.

A monda é uma importante técnica para a produção agrícola pois permite, reduzindo o número de frutos por árvore, melhorar significativamente a qualidade da produção. Esta tem vindo a sofrer várias alterações e evoluções. Inicialmente era feita manualmente, removendo flores ou frutos. Embora com a vantagem de ser altamente seletiva (Scröder *et al.*, 2013), é uma operação morosa e atendendo à subida do custo da mão-de-obra, tem um impacto significativo na economia das explorações frutícolas. Para ultrapassar estas desvantagens, desenvolveram-se técnicas de monda mecânicas e químicas, ambas não seletivas. A monda química é feita com base em reguladores de crescimento e substâncias que reduzem a capacidade fotossintética da planta, como por exemplo produtos cáusticos, que revelaram ter efeitos negativos a nível das folhas (Dennis, 2000 e Byers, 2003). Apesar de existirem ensaios de monda mecânica em pomóideas esta prática ainda não está divulgada por exigir condições de condução específicas dos pomares e também pelos danos que provoca nos ramos e que poderão servir de entrada a agentes patogénicos como a *Erwinia amylovora* (Fogo bacteriano). Tendo a monda química um efeito pouco seletivo e bastante variável, cada vez mais é necessário prever a eficiência de cada aplicação de forma a prevenir cargas ou mondas excessivas. Assim sendo, modelos de previsão estão a ser estudados e no presente ensaio foi seguido um modelo que permite correlacionar a taxa de crescimento diária do volume dos frutos ($\log \text{mm}^3/\text{dia}$) com a percentagem de abscisão dos mesmos.

Apesar da prática comum ser diminuir a carga de uma árvore, principalmente quando estamos perante cultivares muito produtivas, pode por vezes ser necessário tentar manter o máximo de frutos possível. Em cultivares cujo vingamento seja difícil, alternantes ou quando as condições meteorológicas são desfavoráveis pode ser necessário recorrer a substâncias ativas que tenham a capacidade de proteger a produção dos fatores anteriormente mencionados.

De acordo com Schröder *et al.*, (2013) o conhecimento sobre o modo de ação da benziladenina ainda é muito limitado. Segundo estes autores a abscisão de frutos em três cultivares de macieira 'Golden Delicious', 'Elstar' e 'Jonagold' coincidiu com uma diminuição, estatisticamente significativa, do transporte polar da auxina nos frutos e nos esporões após

a aplicação de BA. Desta forma, o modelo estudado por estes autores, correlaciona a abscisão com o decréscimo no transporte polar da auxina que permite que os genes responsáveis pela produção de etileno sejam activados conduzindo à abscisão. De acordo com este modelo, a aplicação de substâncias retardadoras do crescimento como a prohexadiona-cálcio (Pro-Ca) em combinação com a benziladenina (BA) teriam um efeito inibitório da abscisão.

Por outro lado, Lafer (2013) comunicação oral do Grupo de Monda de Frutos da EUFRIN apresentou novas combinações com eficácia de monda em macieiras, como a mistura de prohexadiona-cálcio com giberelinas 4 + 7 (GA_{4+7}). De acordo com este autor, a Pro-Ca bloqueia a biossíntese das giberelinas e as que ficam nos frutos atingem uma concentração supraótima que induz a queda dos frutos.

Este trabalho, realizado em macieira 'Gala', clone 'Schniga' tem como objetivo estudar os seguintes efeitos:

- eficiência da monda química após a aplicação de BA
- capacidade de diminuir a abscisão com a mistura de Prohexadiona-cálcio e BA; de forma a verificar se o modo de acção da BA está de acordo com o modelo proposto
- eficiência da monda química com a mistura de Prohexadiona-cálcio e GA_{4+7} ;
- verificar qual a relação entre a abscisão de frutos pequenos e a evolução da taxa de crescimento dos frutos

2. Revisão Bibliográfica

2.1. Produção

2.1.1. Produção Mundial

A maçã é um fruto de grande importância a nível mundial, tendo a sua produção vindo a aumentar ao longo dos anos (Figura 1). No ano de 2011, a China destacou-se como maior produtor deste fruto, representando cerca de 48% da produção mundial (FAO, 2012). Na Europa, em 2012, os três principais produtores foram a Polónia, Itália e França (WAPA, 2012).

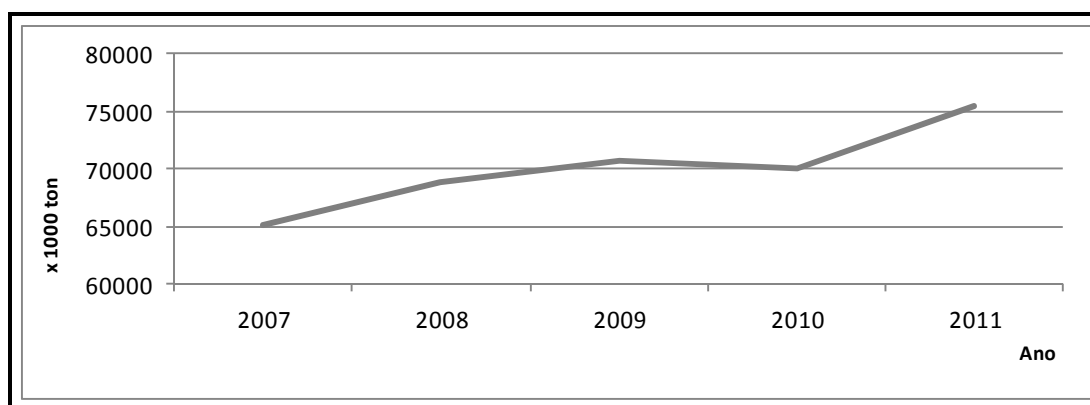


Figura 1 - Evolução da produção de maçã a nível mundial (2007-2011) (FAO,2012)

Ao nível da transação deste fruto entre os vários países, a Rússia (15%) encontra-se atualmente como o maior importador de maçã, seguido da Alemanha (8%) e do Reino Unido (6%). A exportação é dominada pela Itália (12%), seguida do Chile (11%) e dos Estados Unidos da América (11%).

No que diz respeito às cultivares de maçã mais produzidas a nível mundial, podem listar-se por ordem decrescente de importância (relativamente ao ano de 2012), as seguintes: 'Golden Delicious', 'Royal Gala', 'Idared', 'Red Delicious' e 'Jonagold' (WAPA,2012).

2.1.2. Produção Nacional

A produção nacional de maçã em Portugal tem vindo a diminuir desde o ano de 2011. Esta não é ainda suficiente para compensar o consumo deste fruto, apesar do mesmo também apresentar igual tendência (Figura 2). Assim sendo, o saldo entre a produção e o consumo de maçã mantém-se negativo, sendo necessário recorrer à sua importação (GPP, 2013).

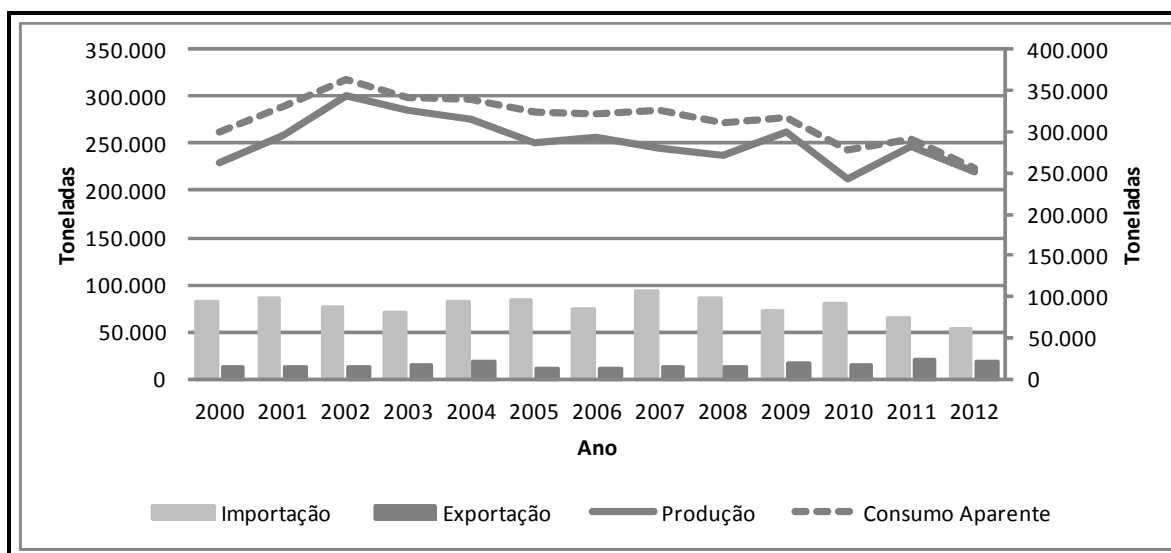


Figura 2 - Produção, Importação, Exportação e Consumo Aparente de Maçã em Portugal (GPP, 2013)

Em Portugal, a produção de maçã concentra-se na Região Oeste, tendo principal importância nos concelhos de Alcobaça, Caldas da Rainha, Óbidos, Bombarral e Cadaval (INE, 2012).

Fazem parte das cultivares de maçã com maior expressão no nosso país a ‘Golden Delicious’, ‘Royal Gala’, ‘Red Delicious’, ‘Jonagold’, ‘Reineta’ e ‘Bravo’. Já com menor importância produtiva e comercial temos a ‘Riscadinha de Palmela’, ‘Granny Smith’ e a ‘Pink Lady’.

A disponibilidade de maçã no mercado pode chegar a um ano, tendo em conta a qualidade da campanha e o poder de conservação do fruto em estruturas de frio convencionais ou em atmosfera controlada.

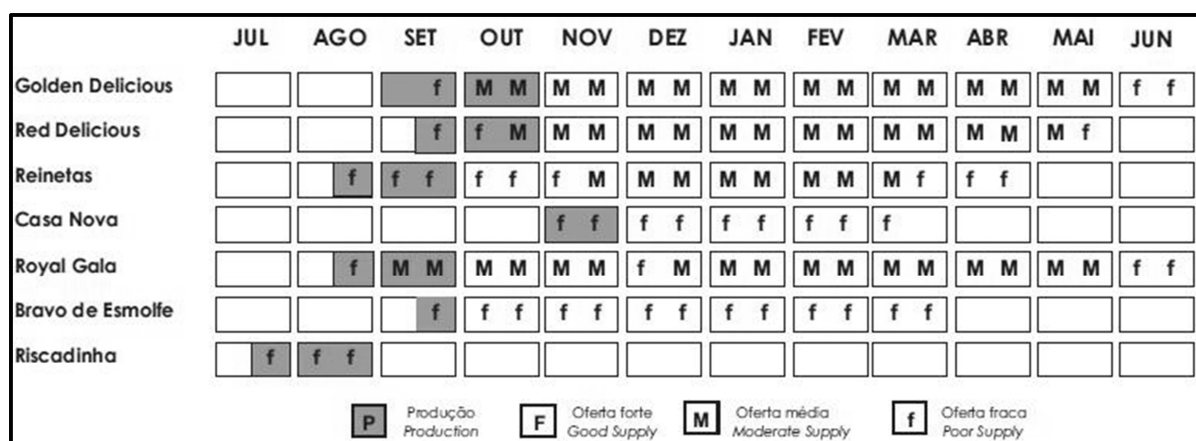


Figura 3 - Calendário de Produção e Comercialização das principais cultivares de maçã em Portugal (GPP, 2012)

Avaliando, segundo a Figura 4 as cotações mais frequentes em 2011 e 2012 nos mercados de produção, para as maçãs com calibres entre os 70 e os 75 mm, observa-se que a cultivar 'Golden Delicious' teve um aumento médio de 16,7% no seu preço, ao contrário da 'Royal Gala', cuja variação foi negativa (-6%).

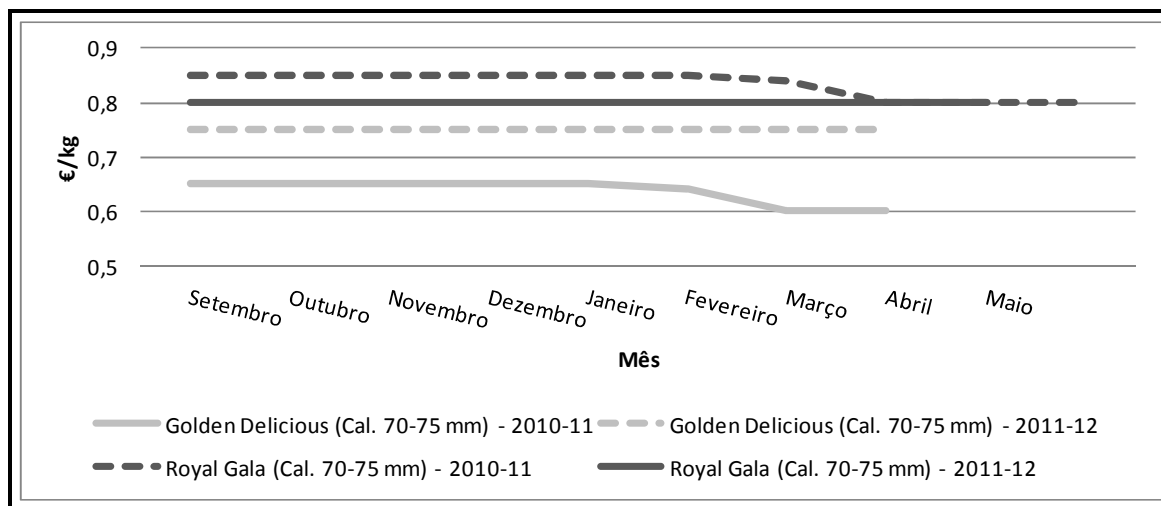


Figura 4 - Cotações mais praticadas na região Oeste, ao longo do ano (GPP, 2012)

2.2. Espécie

A macieira (*Malus domestica* Borkh.) pertence à família das *Rosaceae*, sub-família *Pomoideae*. É uma espécie de clima temperado, folha caduca, ciclo bienal e elevado nível de incompatibilidade gametofítica. É por este facto necessária, à instalação do pomar, a plantação de uma ou mais espécies compatíveis, que permitam a polinização cruzada (Erig e Schuch, 2005). Desta forma, tanto a polinização como o vingamento da cultivar de interesse são assegurados pelo intercalar de cultivares polinizadoras que tenham uma floração coincidente com a primeira (Denardi e Camilo, 1996). Os botões florais desta espécie são essencialmente mistos, contendo flores e folhas. As primeiras são tipicamente actinomórficas com 5 sépalas e 5 pétalas, vários estames e um pistilo composto ou vários simples. As inflorescências são conhecidas como corimbos que podem conter entre 5 a 10 flores (Figura 5).

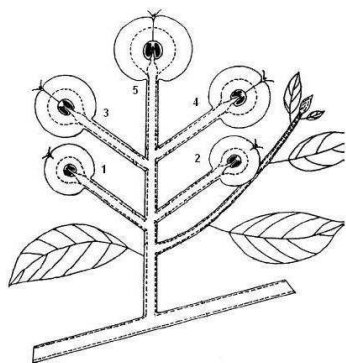


Figura 5 - Esquema de um corimbo de macieira. Adaptado de Bangerth (2000)

2.2.1. Cultivar ‘Gala’

A cultivar ‘Gala’ teve origem na Nova Zelândia, a partir de uma seleção obtida por J. H. Kidd, através do cruzamento entre ‘Kidd Orange Red’ e ‘Golden Delicious’ (Ferreira, 1994).

A ‘Royal Gala’ insere-se no grupo das cultivares temporãs ou de Verão. Sendo descendente da ‘Golden Delicious’, apresenta uma maturação menos escalonada, maior poder de conservação, embora com alguma perda de qualidade. A árvore apresenta um porte semi-erecto com numerosos ramos bem distribuídos e abertos (Trillot *et al.*, 1993). O seu vigor é considerado médio, permitindo um bom desenvolvimento vegetativo nos primeiros anos após plantação. O mesmo pode diminuir ligeiramente com a entrada em produção. No que respeita à produtividade, é uma cultivar pouco alternante, sendo possível uma melhoria nos calibres dos frutos recorrendo a técnicas culturais como a monda (Ferreira, 1994).

A nível de apreciação visual o fruto apresenta, normalmente, uma forma alongada, pedúnculo médio a longo e epiderme com cor vermelha viva e estrias suaves em fundo amarelo, podendo variar conforme os clones e também a localização do fruto na própria árvore. A polpa é descrita como fina, doce acidulada e perfumada (Ferreira, 1994).

A época de colheita na zona Oeste, onde decorreu o presente ensaio, ocorre normalmente na segunda metade do mês de Agosto. A determinação da data ideal de colheita pode ser feita através da avaliação qualitativa de alguns parâmetros dos frutos referindo-se, a título de exemplo, ao teor em sólidos solúveis (TSS) entre 12 e 13 °Brix, dureza média da polpa entre 6,8 e 7,5 em Kg/cm² e classificação de 4 a 6 no teste da regressão do amido, cuja escala se compreende entre 1 e 9¹.

A conservação desta cultivar em câmara frigorífica é normalmente boa, mantendo a sua qualidade até finais de Março, embora possa haver perda de aromas devido à falta de acidez característica da cultivar (Ferreira, 1998 e Castellarnau *et al.*, 2000).

2.2.2. Clone ‘Schniga®Gala’

O clone utilizado no ensaio em questão foi o Schniga®Gala Schnitzer(s). Este tornou-se, num reduzido período, num dos mais populares clones de Gala (Schniga GmbH, 2013). Foi obtido através de uma mutação de gomo do clone Tenroy Royal Gala®, por Schnitzer Franz em Tirol, Itália. A licença deste clone é detida pela empresa Schniga GmbH, sediada em Bolzano, Itália.

Frequentemente enxertada em M9, a árvore apresenta um crescimento médio a elevado, com boa ramificação, floração posterior à ‘Golden Delicious’, e boa capacidade

¹ Maçãs cujos valores, para o teste do amido, estão compreendidos entre 1 e 3 são consideradas imaturas. Maçãs com valores entre 4 e 6 são consideradas maduras. Índices entre 7 e 9 representam maçãs sobremaduras. Normalmente maçãs com índice do teste do amido de 3 ou 4 são óptimas para longa conservação em atmosfera controlada (AT).

produtiva. Os frutos apresentam um tamanho que varia entre pequeno a médio, coloração vermelha-escura e vívida em quase toda a superfície da epiderme, polpa dourada e succulenta (Gruber-Genetti, 2013).

2.2.3. Fase de Dormência

Uma das principais características das culturas perenes de clima temperado é a capacidade de permanecerem vivas durante o inverno, embora sem crescimento visível. Sendo caducifólias, requerem um período de tempo após perderem as suas folhas para que entrem num estado de quiescência de crescimento mínimo.

Estas espécies permitem que os seus órgãos vegetativos se mantenham num estado de latência, sem qualquer tipo de desenvolvimento, mesmo que as condições ambientais sejam favoráveis. Este estado denominado de dormência invernal serve de mecanismo de defesa da planta, protegendo os seus órgãos, por aumento da capacidade de suportar as baixas temperaturas.

O período de dormência é provocado pelas alterações climáticas ao passar do Verão para o Outono, tendo principal importância a diminuição progressiva das temperaturas e do comprimento dos dias. Segundo Heide e Prestrud (2004), tanto o final do período de crescimento, como o início do período de dormência em maçã são apenas condicionados pela temperatura. Conclui desta forma que o fotoperíodo não tem qualquer influência no processo e que ambos os processos são induzidos apenas tendo em conta a temperatura cardinal de 12°C.

Para que a dormência seja quebrada e a planta dê início ao seu desenvolvimento e crescimento é necessário que ocorra o processo de vernalização, ou seja, que esta seja sujeita a um determinado número de horas com temperaturas abaixo de 7,2°C (horas-frio). O número de horas-frio varia conforme a espécie e cultivar. Em Portugal, entre as cultivares de macieira com baixas exigências e as com elevadas exigências em frio, podem ser necessárias 400 a 1000 horas-frio.

2.2.4. Crescimento Vegetativo e Reprodutivo

O crescimento das árvores fruteiras de folha caduca pode ser dividido em dois tipos: ramos de madeira e ramos de fruta, sendo que nos primeiros só ocorre crescimento vegetativo e nos de fruta ocorre tanto crescimento vegetativo como produtivo.

A floração pode ser dividida em dois processos de desenvolvimento que ocorrem em dois anos sucessivos de crescimento. Estes processos são a iniciação e o desenvolvimento dos botões florais durante o outono e a primavera do primeiro ano e a floração que ocorre no verão do ano seguinte (Faust, 1989).

Segundo Luckvill (1974) a iniciação floral é uma alteração regulamentada por balanços hormonais, enquanto para Sachs e Williams (1977; 1981) esta modificação dá-se de acordo com a alteração da distribuição dos nutrientes dentro do meristema apical.

O crescimento do fruto é caracterizado por duas fases que se representam por uma curva sigmoideal. Na primeira fase domina a divisão celular, onde se formam as células que vão constituir o fruto e na segunda fase do crescimento ocorre o alongamento das mesmas (Faust, 1989).

2.3. Fatores de afetam o vingamento

2.3.1. Vingamento

O vingamento ocorre, em macieira, 5 a 10 dias após o final da floração ou quando é possível observar quais as flores que se transformaram em fruto, pelo menos temporariamente. Alguns destes frutos inicialmente vingados podem acabar por cair uma ou duas semanas depois. Outros caem ainda posteriormente, no período conhecido como queda de Junho (Chandler *et al*, 1925).

Normalmente, apenas 5 a 10% das flores originam frutos que vão fazer parte efetiva da produção final, apesar de a proporção poder variar entre menos de 5% até mais de 30%. Os restantes frutos acabam por não vingar e cair (Jackson, 2003)

A floração, o vingamento e a retenção dos frutos são fortemente influenciados tanto por fatores relacionados com o meio envolvente, por exemplo os fatores climáticos, como por relações internas entre os vários órgãos (Treharne *et al*, 1985). Desta forma, temos como fatores exógenos determinantes no processo de vingamento: temperatura, precipitação e radiação, sendo que a nível endógeno os fatores que mais influenciam este processo são o estado nutricional e hormonal da planta.

Pode por vezes ser vantajoso diminuir o vingamento, para reduzir a competição por fotoassimilados, melhorando a qualidade da produção. No entanto, com condições meteorológicas prejudiciais à produção, como geada, granizo ou precipitação forte pode causar efeitos de lavagem nas flores ou reduzir a atividade de insetos polinizadores, sendo necessário recorrer a técnicas que aumentem a taxa de vingamento. Conseguir-lo pode ser mais difícil do que reduzir a produção quando esta é excessiva (Treharne *et al*, 1985 e Ferree *et al*, 2003).

2.3.2. Fatores exógenos

2.3.2.1. Temperatura

A ocorrência de temperaturas elevadas durante a floração reduz a longevidade do óvulo, podendo ter efeitos negativos sobre o vingamento inicial (Jackson, 2003). A qualidade do pólen é também afetada por este fator, visto que as baixas temperaturas promovem uma

clara diminuição na produção e viabilidade dos grãos de pólen. Com temperaturas altas há ainda maior probabilidade do pólen produzido ser estéril, embora a gravidade destes efeitos varie conforme a cultivar em questão (Faust, 1989).

Tromp e Borsboom (1994) descobriram que o período efetivo de polinização (PEP) aumentava, assim como o vingamento, quando as macieiras da cultivar 'Golden Delicious' se localizavam em zonas com a temperatura após a polinização de cerca de 13 °C, por oposição a zonas em que a mesma rondasse os 19 °C.

Foram feitos vários estudos sobre o vingamento em macieiras, tanto nos Estados Unidos como na Europa, procurando conhecer a relação entre a temperatura em diferentes períodos após floração. Foi provado que, para várias cultivares, a temperatura acima dos 20 °C entre o período de plena floração e a queda de Junho reduz o vingamento (Lu *et al*, 1952; Grauslund *et al*, 1975).

Aos efeitos da temperatura no vingamento, acresce ainda o facto de temperaturas inferiores a 10°C diminuírem drasticamente a atividade dos insetos polinizadores (Williams *et al*, 1985).

2.3.2.2. Precipitação

As macieiras são árvores com polinização maioritariamente entomófila, isto é, através de insetos polinizadores que transportam o pólen, predominantemente abelhas domésticas (*Apis melífera* L.), abelhões (*Bombus terrestris* L.) e sirfídeos (*Syrphus* sp.) (Smith, 1970; Free, 1993). A ocorrência de precipitação durante o período de floração afeta severamente a atividade dos insetos polinizadores, reduzindo-a e lavando o pólen durante o processo de transporte. Os abelhões são de todos os menos afetados pela ocorrência de precipitação (Jackson, 2003).

2.3.2.3. Radiação

A incidência de luz na copa das árvores é fundamental para a produção de hidratos de carbono através do processo de fotossíntese e para que ocorra a translocação dos mesmos para os frutos.

O ensombramento artificial pode causar uma redução significativa no vingamento, tanto no ano em que se procede à diminuição da luz incidente como no ano seguinte, uma vez que este processo afeta diretamente a indução floral (Jackson *et al*, 1977).

Um forte ensombramento durante o período de 14 a 38 DAPF afeta fortemente o número de frutos vingados, sendo que os frutos de menor tamanho deixam de crescer após 1 a 6 dias de ensombramento, acabando por cair entre 7 a 12 dias depois (Byers *et al*, 1991). Aparentemente, o crescimento dos lançamentos assume prioridade em relação ao crescimento dos frutos (Bepete e Lakso, 1998).

Segundo Lakso e Wünshe (2000), as folhas do esporão são as principais fontes de hidratos de carbono para o crescimento inicial dos frutos e o sucesso do seu vingamento

(primeiras 3 a 5 SAPF), desta forma este fator vai ter elevada influência no tamanho do fruto pois a primeira fase de crescimento (divisão celular) vai ser afetada.

2.3.3. Fatores endógenos

2.3.3.1. Estado nutricional

Várias práticas culturais podem ajudar a promover o vingamento. Uma delas é a fertilização, como forma de manutenção das árvores num estado nutricional equilibrado.

A regulação interna da árvore para o desenvolvimento dos frutos é feita com base na competição entre os vários meristemas por recursos nutritivos originários tanto das folhas como do sistema radicular (Treharne *et al*, 1985).

O fornecimento de macronutrientes, em particular de azoto, é fundamental para uma melhoria no vingamento. Este deve ser aplicado, pelo menos, um mês antes da floração para que possa estar disponível no momento crítico do vingamento. Pulverizações de ureia também podem ser uma fonte de azoto, com efeitos positivos no vingamento (Ferree *et al*, 2003).

2.3.3.2. Fatores hormonais

As hormonas relacionadas com o vingamento têm normalmente origem no ovário ou em tecidos associados aos processos ligados à polinização e à fecundação (Tromp, 2005).

O poder *sink* associado às necessidades de elementos nutritivos tem vindo a ser relacionado com a atividade das hormonas nas plantas (Wareing, 1977).

Estudos sobre a distribuição das hormonas em plantas que se encontram em fase de frutificação revelam que o crescimento ativo dos meristemas, como dos novos lançamentos e das sementes, contém elevadas concentrações de auxinas, citoquininas e giberelinas. As concentrações relativas destas hormonas podem variar conforme o estado de desenvolvimento em que a árvore se encontra, mais especificamente, se determinado órgão se encontra a desempenhar funções de *sink* ou de *source* (Hedden *et al*, 1978; Nitch, 1971).

2.4. Abcisão de órgãos

Durante as várias fases do ciclo de vida das plantas, estas passam por diferentes processos que envolvem a separação de células em zonas específicas da planta (Roberts *et al*, 2007). O processo anteriormente descrito é denominado de abcisão e nas plantas perenes este pode ocorrer em todo o tipo de órgãos, tanto vegetativos (p. ex. folhas) como reprodutivos (p. ex. flores, ovários, sementes). Este processo manifesta-se em resposta a determinados estímulos do desenvolvimento, quer hormonais, quer ambientais. Normalmente, em plantas anuais, só os órgãos florais e as sementes são afetados por este fenómeno (Estornell *et al*, 2013).

Como processo fisiológico que é, a separação dos órgãos dá-se numa zona composta por células específicas e de número variável, conhecida como zona de abcisão

(ZA). As células que fazem parte desta zona são morfologicamente e anatomicamente distintas das células vizinhas, pois são mais pequenas, têm citoplasma mais denso e plasmodesmos que fazem a ligação entre as várias células (Addicott, 1982; Osborne *et al*, 1989; Sexton *et al*, 1982).

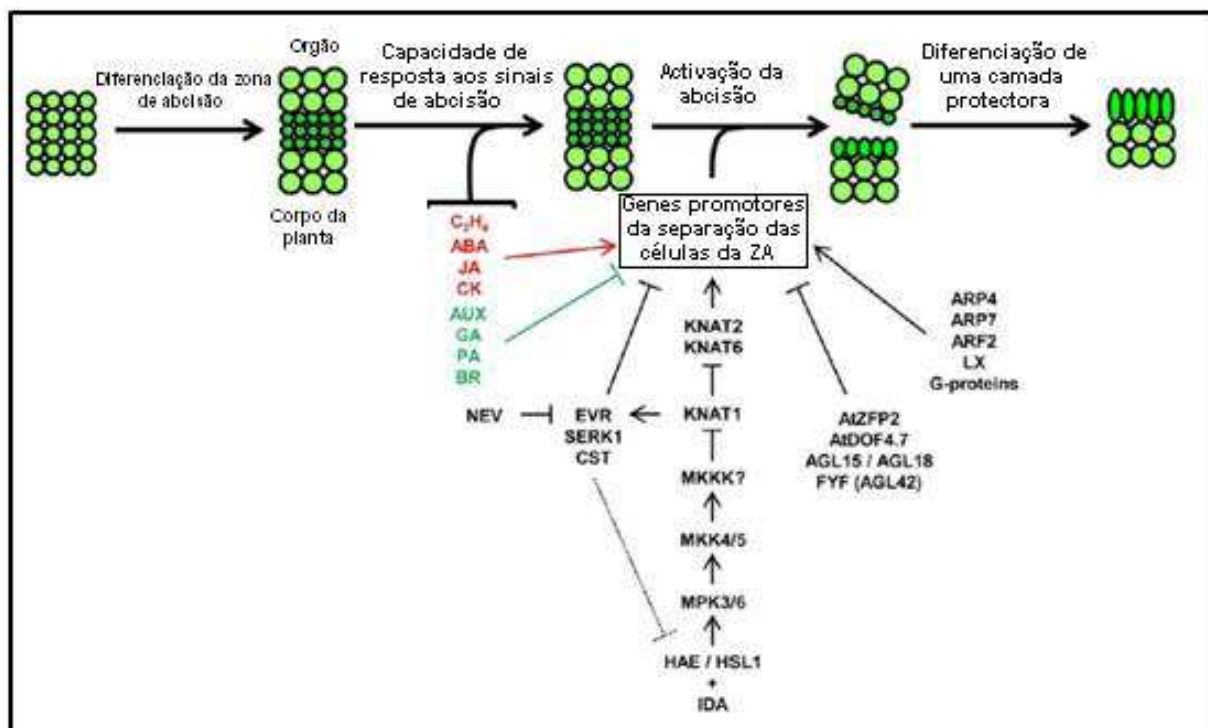


Figura 6 - Representação esquemática do modelo atualmente aceite da abscisão (Petterson, 2001), com os fatores moleculares que intervêm no desenvolvimento e ativação da ZA. ABA = Ácido abscísico, AUX = Auxina, BR = Brassinosteróides, C₂H₄ = Etileno, CK = Citoquinina, GA = Giberlina, JA = Ácido Jasmónico, PA = Poliaminas

Petterson (2001) definiu um modelo, ainda hoje aceite com as quatro principais fases do processo de abscisão (Figura 6):

- diferenciação da ZA, local onde vai ocorrer a separação;
- aquisição, pelas células da ZA, de competências para reagir aos estímulos de abscisão;
- ativação dos processos de abscisão dentro da ZA e separação do órgão;
- diferenciação, por parte da planta, de uma camada de proteção na superfície da zona de separação.

Todo o processo de abscisão é regulado por vários fatores, mas o que mais peso tem, é o efeito das várias hormonas vegetais como aceleradores de abscisão, que podem ser o etileno, ácido abscísico, ácido jasmónico, e em circunstâncias mais específicas as citoquininas. Como inibidores de abscisão, para esse caso, temos as auxinas, giberelinas, poliaminas e brassinosteróides (Taylor *et al*, 2001 e Estornell *et al*, 2013).

Condições climáticas desfavoráveis como, pouca radiação (ensombramento), seca, temperaturas extremas e infecção por patógenos interferem na assimilação de carbono e/ou respiração, causando a privação da planta ao oxigênio e desta forma ativando a abscisão do órgão em questão (Baena-Gonzalez, 2008). A nível interno a competição entre os vários órgãos ativos por fotoassimilados cria também carências nutricionais e condições de *deficit* energético, terminando na cessação do crescimento do órgão e a sua queda. Desta forma, é provável que os sinais relacionados com a privação de energia interajam juntamente com as hormonas responsáveis pela ativação do processo de abscisão acima descrito (Estornell *et al*, 2013).

A resposta por parte dos vários órgãos ao stress e à senescência é mediada pelas hormonas anteriormente referidas que também participam na ativação da ZA, sendo que o sistema de sinalização hormonal dentro das plantas tem por base a ativação e inibição de determinadas vias hormonais e o transporte destas entre as células (as células da ZA têm plasmodesmos que facilitam a comunicação entre elas) e também entre os vários órgãos (Estornell *et al*, 2013).

Até à data, apenas o etileno demonstrou inequivocamente a capacidade de induzir o processo de abscisão, mas o papel de outras hormonas relacionadas com este fenómeno como as auxinas continua incerto (Estornell *et al*, 2013).

Muitas árvores de fruto, como a macieira, apresentam uma floração abundante. Muitas dessas flores e pequenos frutos acabam por cair durante o período de vingamento (efeito conhecido como queda fisiológica), permanecendo apenas os órgãos reprodutivos que conseguem ser nutridos pela planta até à maturação (Sexton, 2001).

A abscisão de órgãos, principalmente de frutos, pode ter vários objetivos, como por exemplo, a continuidade da espécie o que é muito importante para a evolução da mesma. Num contexto agrícola, a abscisão é o fator mais limitante da produção. Perante uma excessiva abscisão de frutos, o resultado económico da produção será reduzido, devido à elevada quebra no número de frutos. No caso contrário, ou seja, não ocorrendo abscisão, permanecerão demasiados frutos, ficando comprometida a sua qualidade, frequentemente devido a um reduzido calibre, que também não tem qualquer valor comercial (Estornell *et al*, 2013).

A alternância, segundo Westwood (1978) é uma reação da planta às cargas excessivas num determinado ano e que se repercute no ano seguinte pois há inibição da diferenciação floral por parte das giberelinas produzidas nas sementes de maçã e também esgotamento das reservas da árvore. Posto isto, a alternância é um fenómeno afetado pelo número de frutos do ano anterior, pela carga actual da árvore e o número de sementes em cada fruto, pois se num ano esta é reduzida, significa que no ano seguinte o número de gomos florais também o será. Por conseguinte, a melhor forma de ultrapassar este problema e conseguir obter uma produção de elevada qualidade, sem a ocorrência de alternância,

será através da remoção de flores ou pequenos frutos (técnica frequentemente apelidada como monda). Esta pode ser feita manual, mecânica ou quimicamente, com recurso a reguladores de crescimento (Bangert, 2001 e Estornell *et al*, 2013).

2.5. Monda

A monda é uma prática cultural que tem vindo a ser utilizada ancestralmente, com várias finalidades. Esta técnica consiste na remoção de órgãos reprodutivos (flores ou frutos), uma vez que com cargas excessivas, a produção resultante terá, tendencialmente, frutos de calibre reduzido e de baixa qualidade. Esta pode levar ao esgotamento das reservas da planta, interferindo muito significativamente no estado nutricional da mesma. Normalmente, a monda é feita após a queda de Junho, quando a maioria dos frutos da árvore irá fazer parte da produção final.

A monda, como importante técnica que é, tem vindo a sofrer várias alterações e evoluções. Inicialmente esta era feita manualmente, removendo flores ou frutos. Embora com a vantagem de ser altamente seletiva (Scröder, 2013), é uma operação morosa e atendendo à subida do custo da mão-de-obra, tem um impacto significativo na economia das explorações frutícolas. Com isto, foram posteriormente desenvolvidas formas de mondar mecânica e quimicamente, que não são seletivas e ainda hoje se encontram continuamente em melhoria, principalmente a segunda. A monda química é feita com base em reguladores de crescimento e substâncias que reduzem a capacidade fotossintética da planta, como por exemplo produtos cáusticos, que revelaram ter efeitos negativos a nível da desfolha e de estragos nos frutos (Dennis, 2000 e Byers, 2003). A monda mecânica pode ser utilizada tanto em pomóideas como em prunóideas para a remoção de flores.

2.5.1. Monda manual

A monda manual não é normalmente realizada em macieira antes do período da queda fisiológica dos frutos, visto que a intensidade de queda pode ser bastante variável e imprevisível (McArtney *et al*, 1996). A monda precoce de frutos leva à produção de maiores e melhores calibres, pois reduz-se o poder das *sinks* e provoca-se o aumento da área foliar por cada fruto. Desta forma há uma maior disponibilidade de fotoassimilados que têm a capacidade de se movimentar longas distâncias dentro da árvore até aos frutos (Jones *et al*, 1992, Johnson, 1994 e Palmer *et al*, 1991).

2.5.2. Monda química

A monda química é hoje em dia a mais praticada em pomóideas. As substâncias ativas utilizadas para esse efeito podem ser divididas em dois grupos.

O primeiro grupo é composto por produtos inseticidas, cuja função é proteger as plantas, mas como efeito secundário provocam a queda de frutos (p. ex. Carbaril). São

substâncias cuja idoneidade ecológica pode ser posta em causa e muitas vezes não são utilizados pois têm efeitos tóxicos sob os insectos polinizadores.

No segundo grupo, podemos encontrar as substâncias que interferem directamente com o sistema hormonal da planta (Wertheim, 2000), conhecidas como bioreguladores (aceleradores ou inibidores da abscisão). Destes enumeram-se o ácido naftaleno acético (ANA) e a sua amida (ANAm) (auxinas), o etefão (etileno), a benziladenina (BA) (citoquinina), giberelinas (GA), entre outros (Bangerth, 2000 e Estornell *et al*, 2013). Ao longo do trabalho será dado maior ênfase ao segundo grupo.

O principal inconveniente da monda química é a falta de consistência nos efeitos, pois em alguns anos estes podem ser muito reduzidos, enquanto noutros podem ser excessivos, mesmo que as concentrações utilizadas sejam as mesmas (Kolarič, 2010). No entanto, para além da concentração aplicada, há ainda outros fatores como a temperatura, humidade, cultivar, localização, estado fitossanitário, época de aplicação e forma de aplicação, que têm grande influência para o sucesso da monda (Wertheim, 2000, Byers 2003 e Unrath, 2002).

Dennis (2002), após várias pesquisas ao longo dos anos concluiu que existem pelo menos oito mecanismos de ação da monda química:

1. inibição do desenvolvimento das sementes;
2. atraso da abscisão para aumentar a competição entre frutos;
3. bloqueio do transporte de nutrientes para os frutos;
4. redução do poder *sink* dos frutos;
5. redução da síntese de auxinas nas sementes;
6. redução do transporte de auxinas dos frutos;
7. estímulo da síntese de etileno;
8. inibição da fotossíntese.

2.5.2.1. Substâncias ativas utilizadas na monda química

2.5.2.1.1. Benziladenina (BA) – grupo das citoquininas

A benziladenina (BA) é uma citoquinina naturalmente produzida pelas plantas e é uma das mais recentes substâncias ativas que tem vindo a apresentar eficácia na monda de frutos em macieira, para além de regular muitos outros processos fisiológicos e de desenvolvimento das plantas como o aumento do tamanho dos frutos, aumento da firmeza, estimula a floração independentemente da abscisão. (Basak, 2006, Costa *et al*, 2004, Davis, 1995 e Bangerth, 2009).

Esta citoquinina tem a capacidade de provocar a abscisão dos frutos dentro de um largo espectro de concentrações, que depende fundamentalmente da cultivar em questão. Esta pode variar entre 25 a 200 mg L⁻¹ e o período de aplicação pode ir desde a floração até três SAPF com uma resposta máxima de monda quando aplicado aos 8 a 12 mm de

diâmetro do fruto-rei, correspondendo a 10 – 25 DAPF (Basak, 1996, McArtney *et al*, 1995 e Bound *et al*, 1993). A eficácia pode ser afetada por temperaturas máximas diárias inferiores a 15 – 18°C (Bound *et al*, 1993).

Hoje em dia o modo de ação do BA como acelerador de abscisão ainda não está totalmente conhecido, mas alguns estudos já permitiram concluir que esta substância é mais eficiente quando aplicada nas folhas e nos lançamentos do que apenas nos frutos. No entanto, quando aplicado só nos frutos é possível observar um crescimento no tamanho dos mesmos e um aumento do seu poder *sink* (Dennis, 2000, Green *et al*, 1992, Stopar *et al*, 2000, Wang *et al*, 1987 e Mauk, 1986). A produção de etileno por parte das folhas e dos frutos é também estimulada pela aplicação da BA, embora o etileno não explique o modo de ação da BA (Dennis, 2000, Green *et al*, 1992 e Stopar *et al*, 2000). Recentemente, Yuan e Green (2000a,b) concluíram que a BA pode ter um efeito acelerador de abscisão devido à sua capacidade de aumentar a fase escura da respiração e desta forma reduzir a fotossíntese líquida. No entanto num estudo recente Schröder *et al.*, (2013) provou não haver correlações diretas entre eficácia da monda com BA e o número de sementes, crescimento da parte aérea e fotossíntese, e por conclusão indireta a alocação de assimilados, no entanto estes autores verificaram uma diminuição notável no transporte polar da auxina após a aplicação de BA nos frutos e nos esporões e postulam que esta redução permite que genes sejam induzidos pelo etileno e conseqüente ativação da zona de abscisão.

2.5.2.1.2. GA₄₊₇ – grupo das giberelinas

As giberelinas (GA's) não são substâncias com capacidade de induzir a abscisão, mas sim regular o crescimento dos tecidos, promovendo o alongamento das células e não a multiplicação das mesmas (Edgerton, 1981). Desta forma, as giberelinas são normalmente utilizadas para promover o alongamento dos lançamentos e dos frutos, aumentando assim o seu calibre.

É também possível que a presença de giberelinas regule a mobilização das reservas nutricionais dentro da planta, alterando o percurso de alguns processos fisiológicos como a passagem de crescimento vegetativo a crescimento reprodutivo. A presença de giberelinas nas sementes determina a germinação das mesmas visto que as GA's têm a capacidade de induzir a atividade de enzimas responsáveis pela degradação de proteínas e amido que vão ser as principais fontes nutritivas para o desenvolvimento e crescimento inicial das plantas (Groot *et al.*, 1988 e Ogas *et al.*, 1997). Em maçã, a maior parte das giberelinas endógenas tem origem nas sementes, podendo chegar a conter entre 15 a 500 vezes mais quantidade de GA's que nas folhas e ramos (Luckwill, 1974).

As giberelinas têm também a capacidade de suprimir a floração em macieira, principalmente se forem feitos tratamentos durante o processo de indução floral, quando

quase todo o crescimento dos lançamentos já terminou. Os efeitos podem variar conforme o tipo de giberelina utilizada (Tromp, 1982). Tromp (1982), após várias aplicações de GA₃, GA₄ e GA₇ em macieira 'Cox's Orange Pippin', concluiu que a inibição floral é mais severa após a aplicação de GA₇ e mais fraca com GA₄. Quando a aplicação é feita com uma mistura de GA₄₊₇, os resultados são idênticos à aplicação de GA₇ sozinho.

2.5.2.1.3. Prohexadiona-cálcio

A prohexadiona-cálcio (cálcio 3-oxido-4-propionil-5-oxo-3-ciclohexano-carboxilato) é um regulador de crescimento das plantas, que permite o controlo vegetativo quando este é excessivo, através de aplicações foliares (Byers *et al*, 2004 e Rademacher e Kober, 2003). Normalmente, quando o vigor aumenta, aumenta também a quantidade de Pro-Ca necessária para ser possível o seu controlo (Evans, 1999 e Rademacher, *et al.*, 1999). O momento da aplicação deve ser, normalmente, à queda da pétala tendo esta substância uma baixa persistência dentro da planta (Rademacher e Kober, 2003, Rademacher *et al*, 2004)

A aplicação de Pro-Ca em novos lançamentos, quando estes se encontram com 5 a 10 cm de comprimento permite um controlo mais eficiente do que quando a aplicação é feita em lançamentos com mais de 10 cm de comprimento. Devido à sua baixa durabilidade, persistência, e toxicidade, esta pode vir a ser uma substância muito utilizada em estratégias de controlo do crescimento (Evans, 1999 e Rademacher *et al.*, 1999).

Este regulador de crescimento tem a capacidade de inibir a biossíntese de giberelinas na sua forma ativa (GA₁) aumentando a concentração do seu precursor GA₂₀ (Figura 7). Como a estrutura molecular da Pro-Ca é muito semelhante ao ácido-2-oxoglutárico que está envolvido na reação 3β-hidroxilação de GA₂₀ em GA₁, nas últimas etapas da biossíntese das giberelinas a Pro-Ca bloqueia as enzimas que necessitam de ácido-2-oxoglutárico, provocando desta forma uma redução no crescimento longitudinal dos lançamentos (Evans, 1999 e Rademacher *et al.*, 1999).

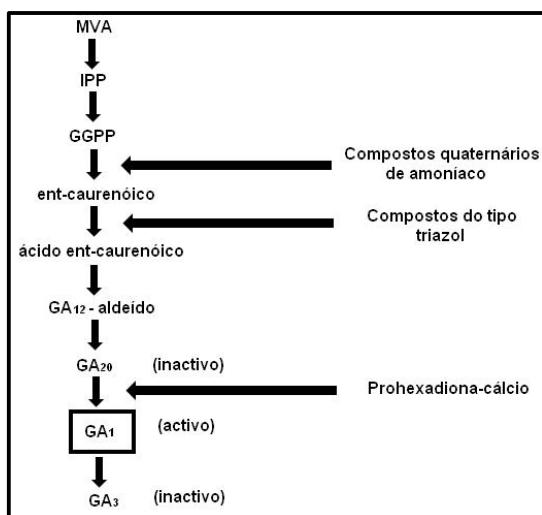


Figura 7 - Esquema simplificado da biossíntese de GA e fase inibida pela aplicação de prohexadiona-cálcio (MVA = Ácido mavelónico, IPP = isopentenil-difosfato, GGPP = difosfato de trans-geranilgeranil) (Adaptado de Evans, 1999)

2.6. Modelo de previsão da abscisão de frutos pequenos

A monda química, tal como foi referido acima, é uma técnica cuja eficácia não é exata e os seus efeitos podem ser variáveis de ano para ano. Aplicações repetidas de agentes de monda química sem avaliação do efeito da primeira aplicação podem ter consequências graves como a perda de toda a produção. Por isso se recorre muitas vezes à monda manual, técnica muito dispendiosa, para compensar as lacunas da monda química.

Em Março de 2010, no estado de Michigan, EUA, foi apresentado um modelo que prevê a quantidade de frutos que irão cair após monda química, tendo por base o acompanhamento da evolução do diâmetro dos mesmos (Figura 8). Este modelo assume que os frutos que vão continuar na árvore são os que apresentam maiores crescimentos até à queda de Junho. Por oposição, os frutos cuja evolução dos diâmetros diminua ou se mantenha contante após a monda, estão altamente correlacionados com uma elevada taxa de abscisão. Segundo Greene (cit. em Lehnert, 2010), pode ser feita uma previsão exata dentro de 7 dias após a primeira aplicação, o que possibilita ao produtor ter uma janela de oportunidade para uma segunda aplicação, caso seja necessário.

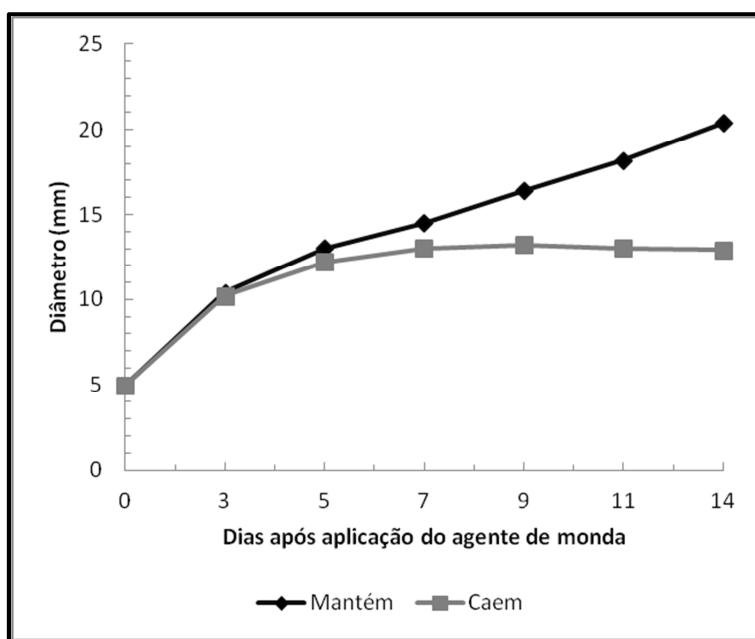


Figura 8 - Modelo de previsão da abscisão de frutos pequenos – Evolução do diâmetro (mm) dos frutos marcados medidos vários dias após a aplicação do agente de monda química. (Adaptado de Greene, Universidade de Massachussetts)

3. Materiais e Métodos

3.1. Caracterização do campo de ensaio

O ensaio, realizado no ano de 2013, teve lugar num pomar de macieira 'Royal Gala', clone Schniga (*Malus domestica* Borkh.), com cerca de 1,46 ha, plantado no ano de 2011 na exploração Fazenda Nova, localizada na freguesia de Pero Moniz, Cadaval (Figura 9). As 2704 árvores (aprox.) encontram-se enxertadas em M9, distribuídas num compasso de 4,5 x1,2 m em linhas com orientação Norte-Sul.



Figura 9 – Localização do ensaio

O sistema de condução é o eixo central revestido e o pomar possui como polinizadora a macieira 'Fuji'.

O solo do pomar apresenta enrelvamento permanente e espontâneo, sendo o controlo das infestantes na zona da linha feito através da aplicação de herbicida, enquanto na entrelinha se efetuam cortes frequentes com meios mecânicos, com o objetivo de manter a vegetação rasteira.

O sistema de rega utilizado é o gota-a-gota, com duas linhas de rega por cada linha de plantação, instaladas a 30 cm de distância de cada um dos lados da linha de plantação e a 40 cm do solo. A distância entre dois gotejadores consecutivos é de 0,5 m e o caudal nominal dos mesmos é de 1,6 L/h.

A água utilizada para a rega é retirada de uma charca. Segundo as análises, esta água tem salinidade média, apta para a rega, baixas concentrações de sódio, sendo rica em potássio. Tem ainda uma baixa razão Ca/Mg, o que pode levar a um possível efeito negativo do magnésio sobre a absorção do cálcio pelas plantas. Apresenta uma pressão osmótica moderada, o que pode acentuar a dificuldade da absorção de água pelas plantas anteriormente referida. O Anexo A apresenta as características específicas da água de rega.

As análises realizadas ao solo da parcela, após uma colheita de várias amostras a profundidades de 0 – 20 cm e 20 – 50 cm nas 4 linhas e ao longo das mesmas, revelam que este se caracteriza granulometricamente como franco-argiloso (FG), com níveis altos a muito altos dos macro e micronutrientes extraíveis, baixa concentração em carbonatos, pH ácido (4,6) e baixa capacidade de troca catiónica. O nível de cálcio no solo encontra-se baixo, o que ocorre também nas folhas, tal como é confirmado através das análises foliares, e estes fatores, em conjunto podem levar à redução da capacidade de conservação da fruta. Nos anexos B1,2 e C encontram-se as análises detalhadas do solo e foliares.

Os dados meteorológicos foram registados numa estação meteorológica (Spectrum Technologies, Inc., EUA) localizada na parcela onde se encontra o pomar. Foi registada

diariamente a temperatura máxima, mínima e média diária (°C), número de horas-frio² (h) e número de horas de folha molhada² (h). O registo da precipitação (mm) foi efetuado na meteorológica da Sobrena (39° 15' 36"N, 9° 03' 48,5"O).

3.2. Instalação e distribuição do ensaio

O ensaio foi distribuído em 3 blocos, com 6 modalidades. Cada uma das modalidades foi constituída por 5 árvores, sendo as observações feitas exclusivamente nas 3 árvores centrais (Figura 10). A distribuição das modalidades em cada bloco foi aleatória.

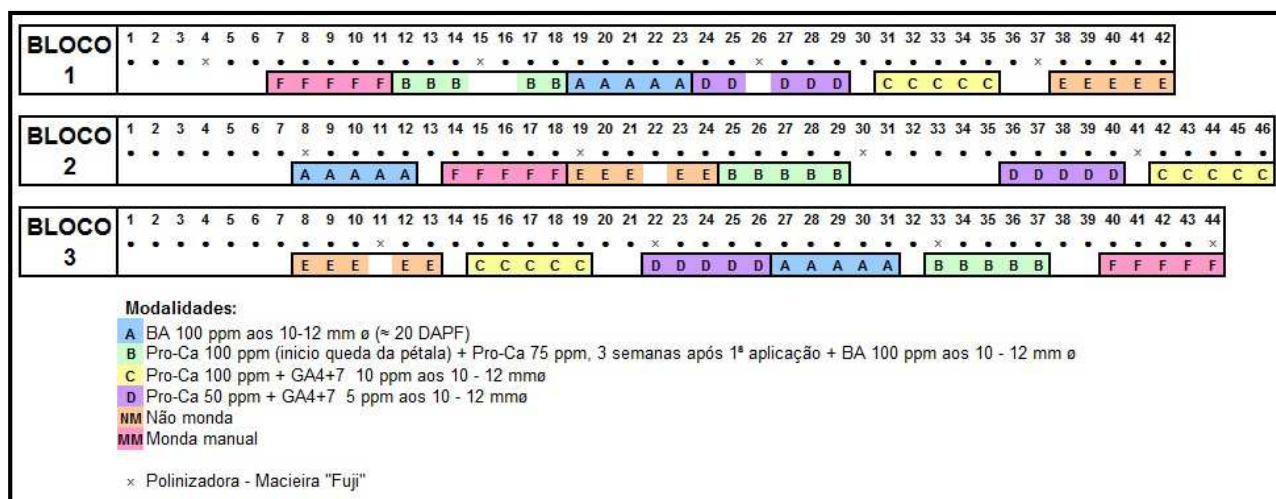


Figura 10 – Distribuição do ensaio

Após a marcação, foi feita a medição e cálculo da média entre o maior e menor diâmetros (d_1) do tronco, 20 cm acima da zona de enxertia de forma calcular a área seccional do tronco segundo a seguinte fórmula:

$$AST (cm^2) = \pi \cdot \left(\frac{d_1}{2}\right)^2$$

Em cada uma das árvores do estudo foi contabilizado o número de gomos florais existentes. Foram ainda marcados 10 corimbos em cada árvore, sendo os seus frutos numerados de forma a permitir realizar medições periódicas do seu diâmetro (d_2) e posteriormente determinar o volume de cada fruto e cada corimbo através da fórmula apresentada:

$$Volume Fruto (mm^3) = \frac{\pi}{6} d_2^3$$

¹ somatório diário do intervalo de tempo em que a temperatura instantânea do ar é inferior a 7,2 °C.

² intervalo de tempo em que o sensor de humectação indica que as folhas do pomar estão molhadas.

O acompanhamento do desenvolvimento do diâmetro dos vários frutos marcados tem como objetivo seguir um modelo de previsão da abscisão de frutos pequenos. A marcação dos frutos acima referida, foi feita em primeiro lugar no fruto de maior diâmetro, correspondendo este ao número 5, o segundo fruto de maior diâmetro com o número 1 e assim sucessivamente.

As aplicações foram feitas em função do estado fenológico do pomar e as substâncias ativas utilizadas foram:

- Prohexadiona de Cálcio (Pro-Ca) – Regalis (10% Pro-Ca)
- 6-benziladenina (BA) – Maxcel (19,9 g BA/L)
- Giberelinas 4+7 (GA₄₊₇) – Novagib (0,95% GA₄₊₇)

A plena floração ocorreu no dia 22 de Abril e o início da queda da pétala dia 24 do mesmo mês.

Para a aplicação dos produtos utilizou-se um pulverizador de dorso com motor F320 (Rocha, Portugal). O volume de calda a aplicar por árvore foi apurado através de um ensaio em branco, sendo gastos por modalidade (5 árvores), 3 L de água, o que corresponde a um débito de 1100 L/ha.

No Quadro 1 encontram-se as modalidades realizadas, as substâncias ativas e respetivas concentrações, os produtos comerciais utilizados, as datas de aplicação e o estado fenológico das árvores à data do tratamento:

Modalidade	Substância Ativa	Produto Comercial	Concentração	Data de Aplicação/Operação				Estado Fenológico
				24/04	13/05	20/05	12/06	
BA	BA	Maxcel	100 ppm		X			Crescimento do fruto (10-12 mm de ø)
ProCa_BA	Pro-Ca	Regalis	100 ppm	X				Queda da pétala
	Pro-Ca	Regalis	75 ppm			X		Vingamento
	BA	Maxcel	100 ppm		X			Crescimento do fruto (10-12 mm de ø)
ProCa100_GA10	Pro-Ca	Regalis	100 ppm		X			Crescimento do fruto (10-12 mm de ø)
	GA ₄₊₇	Novagib	10 ppm		X			Crescimento do fruto (10-12 mm de ø)
ProCa50_GA5	Pro-Ca	Regalis	50 ppm		X			Crescimento do fruto (10-12 mm de ø)
	GA ₄₊₇	Novagib	5 ppm		X			Crescimento do fruto (10-12 mm de ø)
NM	Não monda							
MM	Monda manual						X	Crescimento do fruto (antes da queda de Junho)

Quadro 1 - Modalidades, substâncias ativas, produtos comerciais e concentrações utilizadas para a monda e correspondentes datas de aplicação e estados fenológico

Na monda

manual eliminaram-se todos os frutos do corimbo exceto o de maior tamanho, mantendo-se apenas um fruto por corimbo.

3.3. Medições efetuadas

A taxa de crescimento dos frutos marcados foi determinada através da variação do volume destes ao longo do tempo, com base na medição do maior diâmetro equatorial (d_1) de cada um (mm) (Figuras 11, 12, 13, 14, 15 e 16). As medições foram feitas com uma craveira digital (Mitutoyo, Japão).

O registo dos diâmetros foi feito nas seguintes datas:

- 4 e 5 de Maio
- 11 e 12 de Maio
- 25 e 26 de Maio
- 2 e 3 de Junho
- 12 e 13 de Junho
- 26 e 27 de Junho
- 15 e 16 de Julho
- 29 e 30 de Agosto



Figura 11,12,13,14,15 e 16 - Evolução dos diâmetros ao longo do ciclo

Foi feita ainda a medição do comprimento (cm) dos lançamentos dos corimbos previamente marcados e a contagem do número de folhas com mais de 2 centímetros na base do corimbo e nos lançamentos do mesmo. Esta medição e contagem foi realizada uma vez, nos dias 20 e 21 de Maio.

3.4. Produtividade e análise qualitativa

A colheita do ensaio teve lugar no dia 3 de Setembro, tendo sido estabelecida pelo proprietário em função da data de início de colheita do pomar envolvente.

Os frutos de cada árvore foram colhidos separadamente para caixas devidamente identificadas. Seguidamente foi feita a contagem do número total de frutos por árvore e a determinação da produção unitária (kg/árvore). Tal teve como objetivo determinar a produtividade e a eficiência de colheita (kg por árvore/AST).

Para a análise qualitativa dos frutos retirou-se uma amostra aleatória de 10 frutos por árvore, isto é, 30 frutos cada modalidade e por bloco (total 540 frutos). Cada um foi posteriormente pesado, medido os seus diâmetros equatorial e longitudinal (mm), tendo sido ainda determinados dos dois principais índices de qualidade desta cultura: Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) com um refratómetro digital (ATAGO PR-32, Japão) (Figura 17) e Dureza com um penetrómetro de bancada digital (TR, Itália) (Kg/cm^2) (Figura 18). Foram também avaliadas as cores de fundo e a intensidade de vermelho dos frutos através de uma carta de cores para maçã Gala (Ctifl, França) (Figura 19), sendo que a cor de fundo pode variar desde o verde (F1) ao amarelo (F5), e a intensidade de vermelho, conforme o nível de maturação, vai ser menor (R1) ou maior (R5). De forma a apurar matematicamente a forma do fruto, foi estabelecida uma razão entre o diâmetro longitudinal e o equatorial dos frutos da amostra. Frutos mais alongados correspondem a valores de forma superiores a 1 e frutos mais achatados a valores inferiores a 1.

A avaliação qualitativa foi feita no dia seguinte à colheita, 4 de Setembro de 2013.



Figura 17, 18 e 19 - Refratómetro digital, Penetrómetro de bancada digital e carta de cores maçã 'Gala'

3.5. Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos obtidos pela estação da parcela, permitiram contabilizar 380,7 h para o número total de horas abaixo de $7,2^{\circ}\text{C}$ entre 1 de Outubro e 15 de Fevereiro (horas-frio). Para a obtenção dos dados da precipitação, foi necessário utilizar o pluviómetro de balancete Rain-o-Matic (Pronamics, Silkeborg, Dinamarca) da estação meteorológica da Sobrena, localizada a 8 Km em linha reta do campo de ensaio, devido a um entupimento do pluviómetro na estação inicial, sendo os dados registados por um Datalogger Usens V2 (UAVision, Torres Vedras, Portugal).

A Figura 20 apresenta a evolução da precipitação, temperatura máxima, mínima e média entre dia 1 de Outubro de 2012 e 13 de Junho do ano corrente e a Figura 21 representa a acumulação de horas-frio entre o mesmo período de tempo.

3.6. Delineamento experimental

O tratamento dos dados recolhidos foi feito através do programa Statistix 9.0 utilizando uma análise de variâncias (ANOVA) a um fator (tratamentos aplicados), com três blocos e 3 árvores por bloco.

De forma a identificar diferenças significativas entre os valores médios das variáveis, foi utilizado o teste de Tukey para $\alpha < 0,05$.

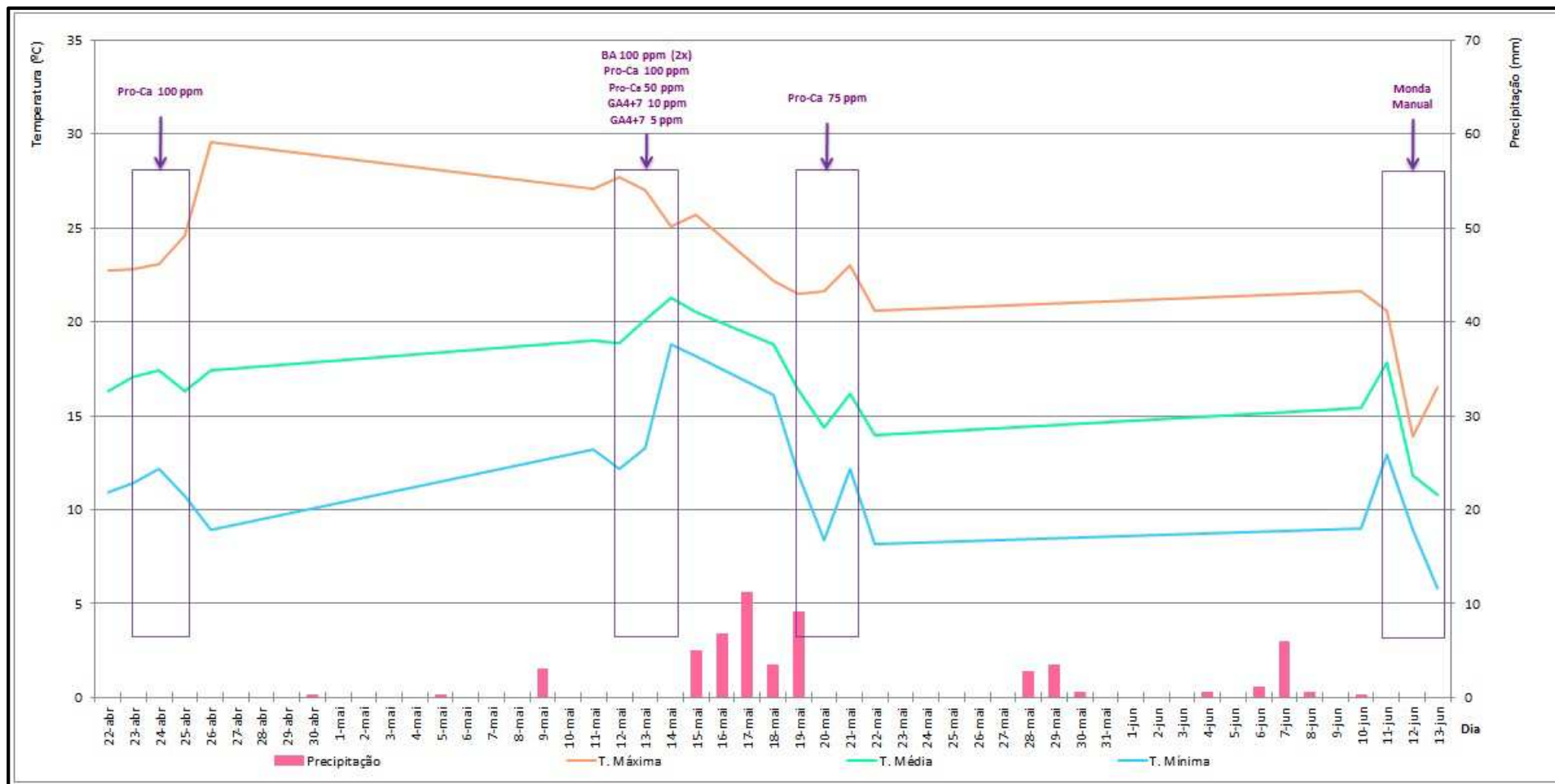


Figura 20 - Termopluviograma do período de 1 Outubro 2012 a 13 Junho 2013

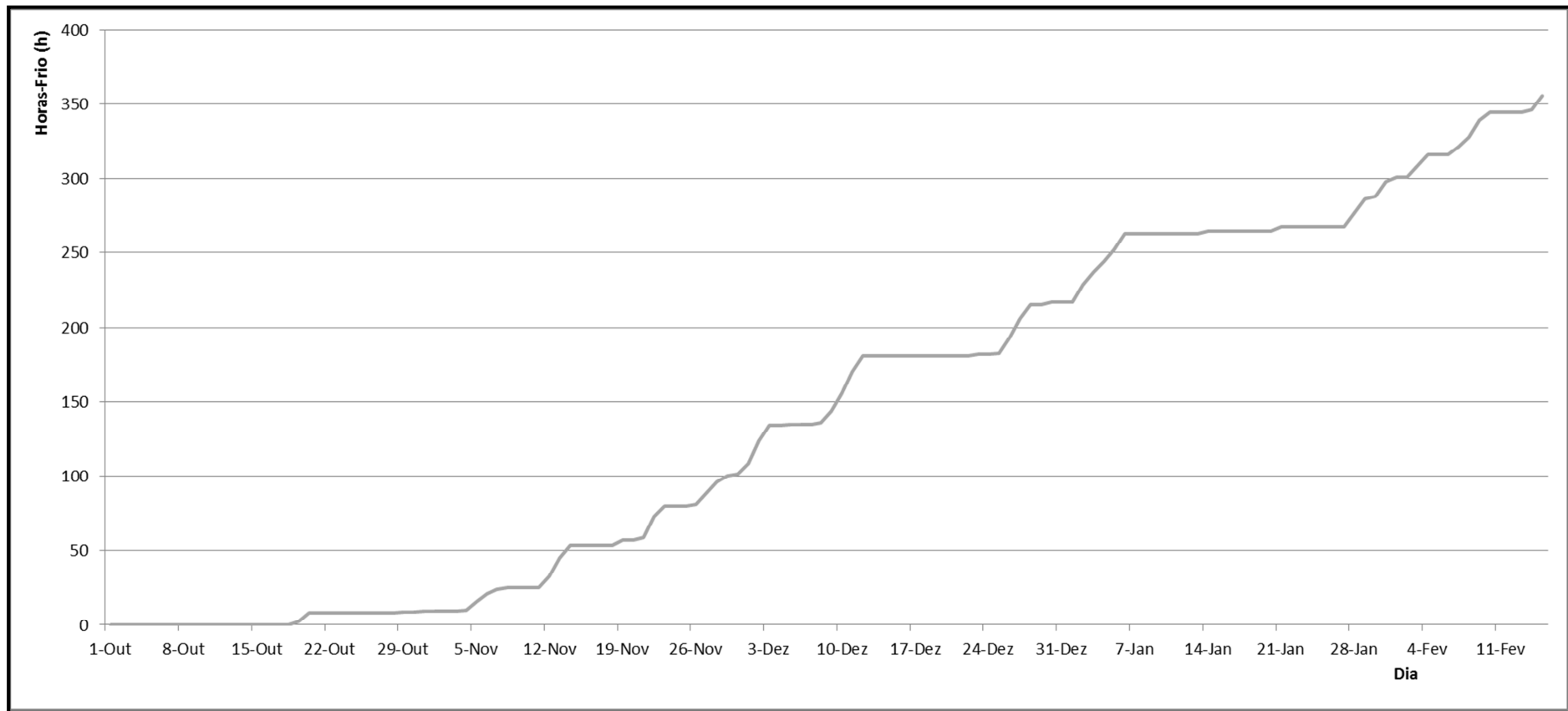


Figura 21 - Horas-Frio acumuladas durante o período de 1 Outubro 2012 a 15 Fevereiro 2013

4. Resultados

4.1. Número de gomos florais por AST e número de frutos vingados

Os parâmetros inicialmente avaliados tiveram como objetivo o apuramento da homogeneidade das árvores selecionadas para o ensaio (Quadro 2). No estado de botão rosa (16/04/2013) verificou-se a inexistência de diferenças significativas entre a média do número de gomos florais das árvores das várias modalidades, bem como na média do número de gomos florais por área seccional de tronco (AST). Esta contagem foi feita antes de qualquer aplicação. Não se observaram diferenças significativas entre as médias do número de folhas com mais de 2 cm de comprimento no esporão nem no esporão juntamente com o ramo.

Quadro 2 – Média do número total de gomos florais por árvore e média do número de gomos florais por AST a 16/04/2013 e média do número de folhas com mais de 2 cm no esporão e no esporão juntamente com o ramo a 20/05/2013.

	NºGomos florais	NºGomos florais/AST	Nº Folhas >2cm no esporão	NºFolhas >2 cm no esporão e no ramo
Modalidade				
BA	251	22,8	8,2	14,0
ProCa_BA	209	21,4	8,3	14,3
ProCa100_GA10	208	19,4	8,3	14,7
ProCa50_GA5	208	20,3	8,6	14,6
NM	202	20,4	8,4	15,0
MM	243	22,1	8,6	15,1
Média	220	21,1	8,4	14,6
EPM	20,476	1,876	0,245	0,378
P-value	ns	ns	ns	ns

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

4.2. Percentagem de abscisão de frutos

Para melhor se analisar a abscisão verificada ao longo do ciclo e após as várias aplicações, foi acompanhada a evolução da percentagem de frutos caídos em cada corimbo ao longo das várias medições efetuadas (Figura 22).

Na medição realizada a 20 DAPF, 18 dias após a primeira aplicação de Pro-Ca na modalidade ProCa_BA, foi possível observar diferenças significativas entre este tratamento e o BA, tendo o primeiro um valor médio da percentagem de queda inferior ao segundo. À mesma data, não se verificaram diferenças entre estas duas modalidades e as restantes.

Após as aplicações efetuadas 21 DAPF de Pro-Ca na modalidade ProCa_BA, de 6-Benziladenina na modalidade BA e da mistura de Pro-Ca com GA₄₊₇ nas duas modalidades com ambas as substâncias ativas, observou-se a existência de diferenças significativas no valor médio da percentagem de abscisão entre ProCa_BA e BA, ProCa100_GA10 e ProCa50_GA5. Apresentando a primeira, um valor significativamente inferior relativamente às outras três modalidades referidas. A MM e a NM não apresentaram diferenças significativas face a qualquer um dos restantes tratamentos.

A 42 DAPF, a modalidade BA revelou o maior valor para a percentagem de queda, sendo significativamente diferente de todas as demais, com exceção de ProCa50_GA5. A ProCa_BA continuou a ser a que apresentava uma menor percentagem de queda, sendo que a sua última aplicação (de Pro-Ca) foi realizada a 28 DAPF. Excetuando o BA, as modalidades não apresentavam diferenças significativas entre si.

A monda manual foi realizada 44 DAPF, o que levou a um aumento da percentagem de abscisão para esta modalidade, verificado na medição seguinte. A monda manual não foi feita como é prática habitual na região Oeste, sendo bastante seletiva, uma vez que se eliminaram todos os frutos do corimbo, com exceção daquele que apresentava o maior diâmetro. Aos 52, 66 e 85 DAPF, observou-se que MM apresentava o maior valor, sendo significativamente diferente de todas as restantes. Registaram-se também diferenças significativas entre BA, com o valor mais alto, e ProCa_BA e ProCa100_GA10, não sendo as duas últimas diferentes entre si. Durante este período, a modalidade ProCa_BA continuou a apresentar a percentagem de queda mais baixa.

Na última medição, registaram-se diferenças significativas entre a MM, com o valor mais alto, o BA e o ProCa_BA, com o valor mais baixo.

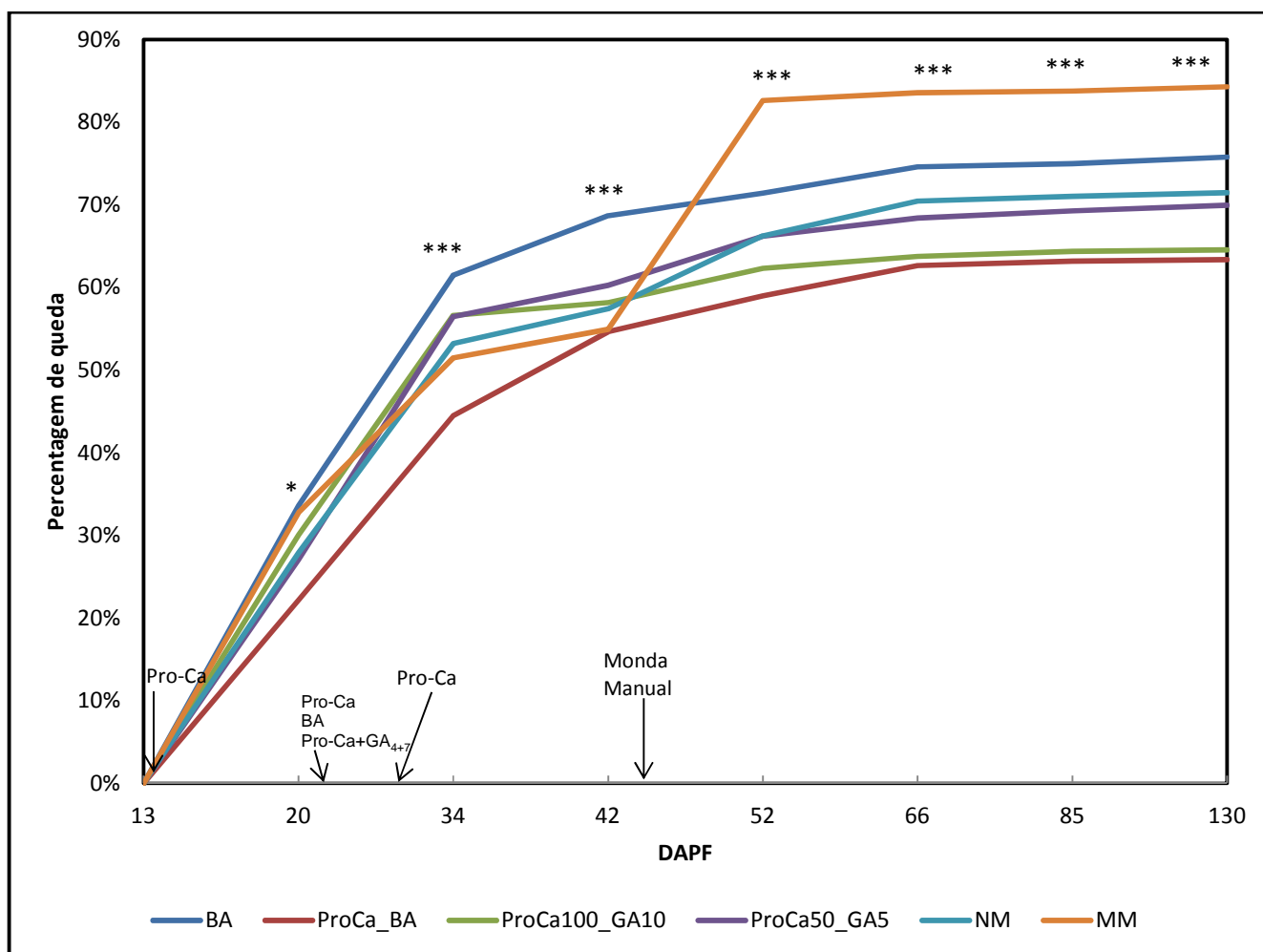


Figura 22 - Percentagem de queda ao longo dos vários dias após a plena floração (DA PF). * e *** indicam diferenças significativas a p-value $\leq 0,05$ e significativas a p-value $\leq 0,001$, respetivamente. n = 90

4.3. Evolução dos diâmetros ao longo do ciclo

A Figura 23 ilustra a evolução dos diâmetros equatoriais dos frutos marcados ao longo do ciclo, antes e após as aplicações, representando cada curva uma modalidade e o crescimento dos seus frutos.

Aos 13 DAPF observaram-se diferenças significativas entre a modalidade BA e todas as outras. Na segunda medição, aos 20 DAPF constatou-se que ProCa_BA apresenta os menores diâmetros, sendo desta forma significativamente diferente de todas as outras modalidades, com exceção da ProCa50_GA5. Entre a MM e NM não houve diferenças significativas.

Durante o período entre 34 e 42 DAPF, apenas a modalidade ProCa_BA mostrou um valor mais baixo e significativamente diferente de todas as outras modalidades.

A MM, com os valores mais altos, apresenta diferenças significativas em relação à média dos seus diâmetros, quando comparada com as restantes, menos com a ProCa100_GA10. A ProCa_BA continua significativamente diferente de todas as outras, por apresentar o menor valor das médias dos seus diâmetros.

A monda manual e o ProCa_BA continuam a revelar diferenças significativas comparando com as demais, com o maior e o menor valor médio, respetivamente.

Na última medição, apenas existem diferenças significativas entre o ProCa_BA e o ProCa50_GA5 e MM, sendo que as duas últimas apresentam os maiores valores e não são significativamente diferentes entre si.

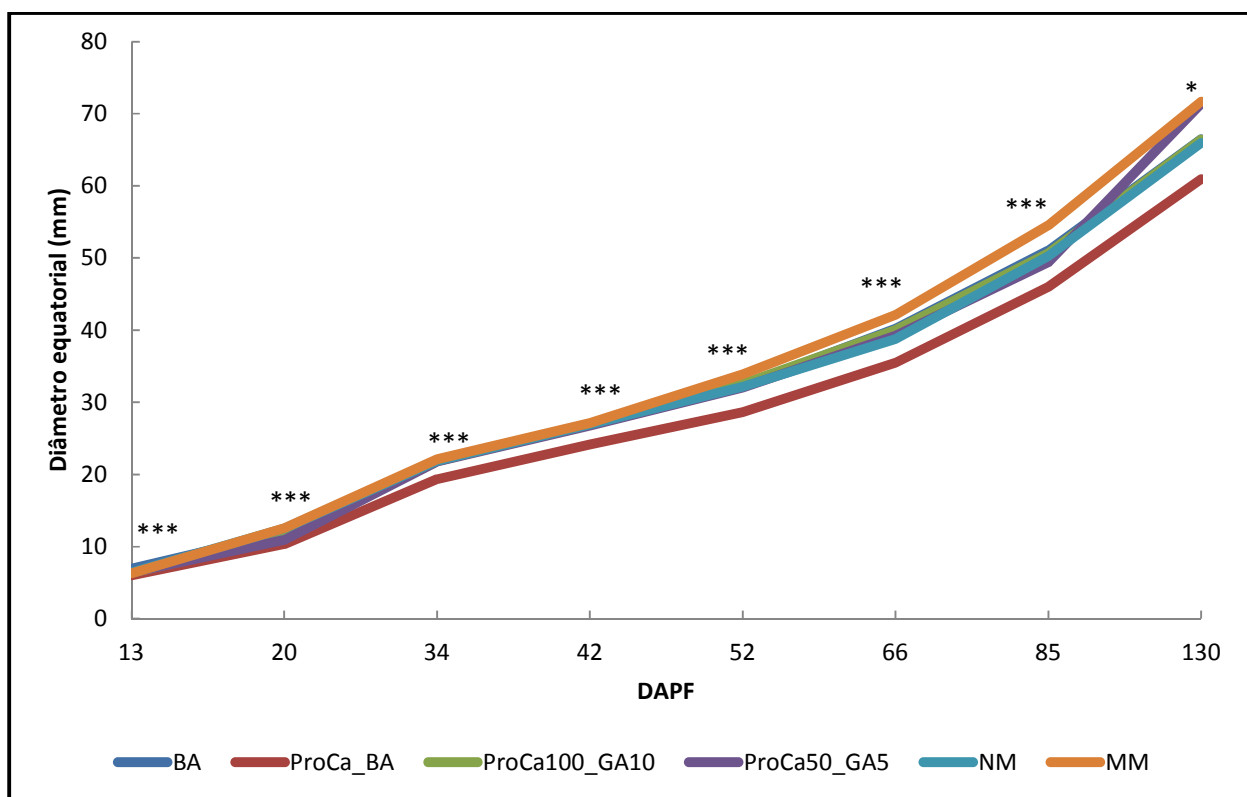


Figura 23 - Evolução do diâmetro equatorial dos frutos ao longo dos vários dias após a plena floração (DAPF). * e *** indicam diferenças significativas a p-value $\leq 0,05$ e significativas a p-value $\leq 0,001$, respetivamente. $n_{13DAPF} = 3039$ frutos, $n_{20DAPF} = 2155$ frutos, $n_{34DAPF} = 1386$ frutos, $n_{42DAPF} = 1231$ frutos, $n_{52DAPF} = 958$ frutos, $n_{66DAPF} = 881$ frutos, $n_{85DAPF} = 861$ frutos, $n_{130DAPF} = 853$ frutos

4.4. Análises qualitativas

De forma a analisar qualitativamente a produção de cada uma das modalidades, foram feitas análises à firmeza da polpa (kg/cm^2), teor em sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), cores (fundo e vermelho) e a forma do fruto (Quadro 3).

No que diz respeito à média da firmeza para as várias modalidades, não foi possível observar diferenças significativas. Ao nível do teor em sólidos solúveis existiram diferenças significativas entre as modalidades ProCa_Ba, MM e todas as outras, sendo que a primeira apresenta o menor valor de $^{\circ}\text{Brix}$ e a segunda o valor mais alto. O peso médio do fruto teve a mesma tendência, no que diz respeito à diferença entre as médias, que o parâmetro anteriormente referido. A modalidade ProCa_BA apresentou o menor valor e a MM o maior, sendo desta forma significativamente diferentes entre si e de todas as outras modalidades.

A cor de fundo, segundo a carta de cores utilizada, pode variar entre valores de F1 a F5. No que diz respeito a este parâmetro de qualidade, existiram diferenças significativas entre as modalidades MM, ProCa_BA e todas as outras. Este fator pode ser um indicador visual do grau de maturação das maçãs, sendo que valores mais próximos de 5 representam frutos mais maduros.

Para ser possível analisar a forma do fruto foi calculada uma razão entre os diâmetros longitudinal e equatorial que nos indica se o fruto é mais alongado (> 1) ou achatado (< 1). Analisando o Quadro 3, observam-se diferenças significativas entre a média desta entre os frutos das modalidades BA, MM e ProCa100_GA10. Entre as duas últimas não existiram diferenças significativas.

Quadro 3 - Análises qualitativas: média da firmeza (kg/cm^2), média do teor em sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), média do peso médio por fruto (g), média da cor de fundo e cor vermelha e média da forma (razão entre o diâmetro longitudinal/diâmetro equatorial). Dados obtidos a 04/09/2013.

Modalidade	Firmeza	TSS ($^{\circ}\text{Brix}$)	Peso por fruto (g)	Cor de Fundo	Cor Película	Forma					
BA	8,21	10,5	b	142,56	b	2,0	bc	2,3	ab	0,85	b
ProCa_BA	8,40	10,0	c	127,23	c	1,6	c	2,0	b	0,88	ab
ProCa100_GA10	8,04	10,2	bc	131,21	bc	1,9	bc	2,0	b	0,90	a
ProCa50_GA5	11,86	10,4	b	142,01	b	1,9	bc	2,4	ab	0,88	ab
NM	8,05	10,4	b	129,93	bc	2,0	ab	2,5	a	0,87	ab
MM	8,05	11,2	a	164,10	a	2,4	a	2,7	a	0,89	a
Média	8,77	10,5		139,51		2,0		2,3		0,88	
EPM	1,479	0,083		3,389		0,104		0,107		0,009	
P-value	ns	0,000		0,000		0,000		0,000		0,003	

Teste de comparação múltipla de médias de Tukey para $\alpha=0,05$, Letras diferentes em coluna indicam valores estatisticamente diferentes, EPM - Erro padrão da média, n = 90 frutos por tratamento

4.5. Produtividade, Eficiência Produtiva e Rendimento

No Quadro 4 são apresentados os vários parâmetros para análise da produtividade, eficiência produtiva e do rendimento.

O primeiro fator estudado foi o número de frutos por árvore, que revelou não ter diferenças significativas entre as várias modalidades. O número de frutos por AST foi significativamente diferente entre as modalidades MM, que apresenta a menor média de frutos por AST e a ProCa_BA, NM e ProCa100_GA10, sendo que esta última apresenta o maior valor médio deste parâmetro. A produção unitária ($\text{kg}/\text{árvore}$), a produção (kg) por AST e a produtividade (t/ha) não apresentaram diferenças significativas entre as várias modalidades.

Quadro 4 – Média do número de frutos por árvore, média do número de frutos por área seccional de tronco (AST), média da produção unitária (kg/árvore), média da produção por AST e média da produtividade (t/ha). Dados obtidos a 04/09/2013.

Modalidade	Nº Frutos/Árvore	Nº Frutos/AST		Kg/Árvore	Kg/AST	t/ha
BA	209,0	0,90	ab	27,6	0,12	51,09
ProCa_BA	206,4	0,99	a	22,7	0,11	42,12
ProCa100_GA10	231,6	1,11	a	27,0	0,13	50,08
ProCa50_GA5	193,7	0,94	ab	24,3	0,12	45,09
NM	215,1	1,09	a	27,9	0,14	51,67
MM	166,7	0,69	b	25,9	0,11	48,03
Média	203,7	0,95		25,9	0,12	48,0
EPM	15,449	0,061		1,859	0,009	5,027
P-value	ns	0,000		ns	ns	ns

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

No início do ensaio, após o vingamento, foi contabilizado o número de frutos em cada um dos 10 corimbos previamente marcados em cada árvore. Tal teve como objetivo apurar quantos frutos completaram o ciclo. Esta contagem foi repetida 5 dias antes da colheita. Como é demonstrado no Quadro 5, é possível observar que após o vingamento, não houve diferenças significativas entre a média do número de frutos por 10 esporões em nenhuma das modalidades, o que indica que o vingamento inicial não foi um fator condicionador do resto do ensaio. No final do ciclo, antes da colheita, já foi possível observar diferenças significativas entre a modalidade MM, que apresenta o valor mais baixo da média do número de frutos por 10 esporões e as restantes modalidades. A maior média pertence às modalidades ProCa_BA e ProCa100_GA10, ambas com o mesmo valor.

Quadro 5 – Média do número de frutos por 10 esporões previamente marcados antes e após aplicações. A primeira contagem data de 04/05/2013 e a segunda de 29/08/2013.

Modalidade	Nº Frutos / 10Esporões	
	(Início)	(Final)
BA	54,6	1,3 b
ProCa_BA	57,0	2,0 a
ProCa100_GA10	56,7	2,0 a
ProCa50_GA5	56,7	1,6 ab
NM	55,0	1,5 b
MM	56,2	0,8 c
Média	56,0	1,6
EPM	0,922	0,110
P-value	ns	0,000

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

4.6. Percentagem de frutos por classe de calibre

Na Figura 24 podemos observar a distribuição da produção de cada modalidade por classes de calibre. Considerando que a classe de calibre mais valorizada, para a cultivar 'Gala' é de 70 – 75 mm, pode observar-se que quer a MM, quer BA são as que apresentam uma maior percentagem de frutos dentro deste intervalo. No entanto, a MM possui ainda uma elevada frequência de frutos de calibre superior: 75 – 80 mm e 80 – 85 mm.

A modalidade com menores calibres e com maior frequência de calibres pequenos foi ProCa_BA, sendo de todas as modalidades aquela que tem maior percentagem de frutos com calibre entre os 50 – 55 mm de diâmetro.

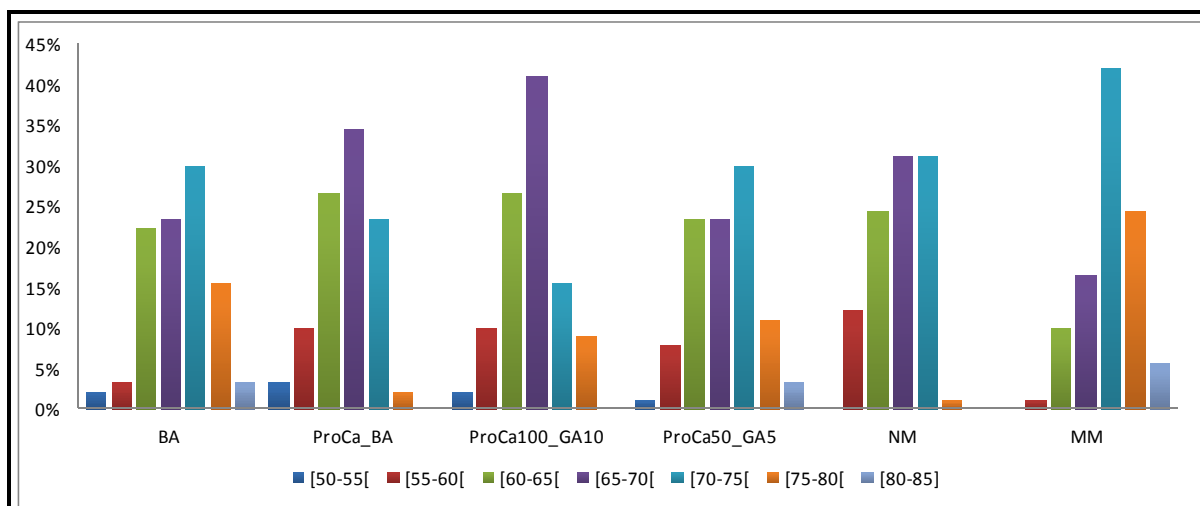


Figura 24 - Distribuição dos 10 frutos por árvore (n = 90 frutos por modalidade) em classes de calibre

4.7. Modelo de previsão da abscisão de frutos pequenos

Ao analisar a Figura 25, observa-se que o fruto 5, sendo o de maior diâmetro, é também o fruto mais competitivo, daí a sua taxa de abscisão ser a mais baixa quando comparado com todos os outros frutos. Os frutos 1, 2 e 3 têm aproximadamente a mesma taxa de crescimento entre os 13 e os 20 DAPF, mas a taxa de abscisão é mais elevada no último fruto do que nos dois anteriores. O fruto número 7, segundo o critério utilizado, corresponde sempre ao fruto mais pequeno do corimbo, daí a taxa de crescimento ser a mais baixa e a taxa de abscisão ser a mais alta.

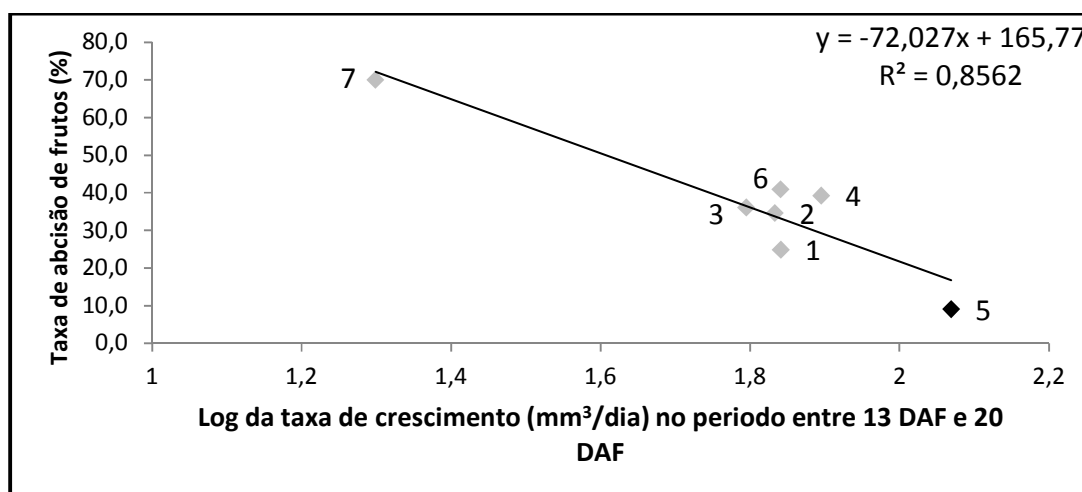


Figura 25 - Relação entre o Log da taxa de crescimento (mm³/dia) entre o período de 13 e 20 DAPF e a percentagem de abscisão dos frutos. n = 540 frutos para 1 a 5, n = 362 para o fruto 6 e n = 50 para o fruto 7. P=0,003

5. Discussão

Segundo Corelli Grappadelli (2003), as folhas do esporão são a principal fonte de carbono no início do crescimento dos frutos, sendo vitais para o sucesso do vingamento. Não tendo sido observadas diferenças significativas entre a média do número de folhas com mais de 2 cm de comprimento no esporão e do esporão juntamente com o ramo, este fator não foi considerado condicionador dos restantes resultados obtidos (Quadro 2).

A percentagem de abscisão foi determinada com base no número de frutos existentes, ao longo do tempo, em cada corimbo marcado. Desta forma, ao longo do ensaio, com a influência da queda natural e da monda, a média do número de frutos em cada corimbo decresceu, até estabilizar no número de frutos que vão, de facto fazer parte da produção final.

Ao observar a Figura 22, é possível concluir que de todas as modalidades sujeitas a aplicação de substâncias ativas, a BA é a que provoca maior abscisão, chegando a um valor médio da percentagem de abscisão de 76%, mais 8% da obtida por Bregoli, *et al* (2006) após a aplicação de BA em 'Gala'.

Segundo Schröder (2013), a mistura de Pro-Ca com BA, deve reduzir o efeito de monda da BA e aumentar o vingamento natural, dado o efeito da Pro-Ca como retardador de crescimento. Este facto foi confirmado no âmbito do presente ensaio, pois os dados obtidos relativamente à percentagem de abscisão mostram que a modalidade ProCa_BA foi a que provocou menor abscisão. A explicação do modo de ação da BA, quando usado como agente de monda através do modelo da inibição do transporte polar da auxina, pode ser de acordo com os resultados deste ensaio indiretamente validado. As giberelinas influenciam o transporte polar das auxinas, trabalhos em várias espécies de plantas sugerem que as giberelinas promovem o transporte de auxina, a aplicação GA leva a um aumento do transporte de auxina, que se correlaciona com o aumento na dominância apical em ervilha (*Pisum sativum*) (Jacobs e Processo, 1965). Mais recentemente, relatou-se que os mutantes de *Arabidopsis* com reduzidas respostas a giberelinas reduziram a dominância apical (Silverstone *et al.*, 1997), o que pode ser explicado fisiologicamente pela diminuição do transporte de auxina na inflorescência primária. Willige *et al.*, (2011) também demonstraram que o transporte da auxina é reduzido em mutantes deficientes na biossíntese e sinalização de giberelinas em inflorescências de *Arabidopsis thaliana*. Assim a aplicação de Pro-Ca ao diminuir as giberelinas endógenas poderá diminuir o transporte das auxinas reduzindo o efeito da BA, conforme Schoder *et al.*, 2013 sugeriu.

Em termos técnicos a utilização desta mistura de substâncias ativas pode revelar-se vantajosa em cultivares pouco produtivas e cujo vingamento é baixo ou quando se registam condições meteorológicas adversas. A evolução do diâmetro equatorial dos frutos (Figura 23) foi registada ao longo do tempo de forma a estabelecer as curvas de crescimento de cada

modalidade. Os maiores diâmetros são observados na modalidade MM, o que vai de encontro aos resultados obtidos anteriormente, pois quanto menor a carga, isto é, maior taxa de abscisão, menos intensa vai ser a competição entre os vários frutos por fotoassimilados, tal como é defendido por Addicott (1982), que afirma que cada fruto compete com os restantes da árvore pelos hidratos de carbono que esta consegue produzir. Posto isto, frutos que se encontrem mais debilitados ou que tenham vingado mais tarde estão em desvantagem, por terem de competir com frutos mais saudáveis e mais desenvolvidos. Assim sendo, como a técnica de monda manual teve como objetivo manter um fruto em cada corimbo, a carga foi muito reduzida, o que pode ter motivado o maior desenvolvimento do diâmetro equatorial dos frutos desta modalidade. Para a ProCa_BA, verificou-se o efeito contrário, pois se a média da percentagem de queda para esta modalidade foi a menor, a carga de cada árvore nesta modalidade é maior, o que leva a uma maior competição entre os frutos. Esta competição vai-se refletir em frutos de menor calibre e sem interesse comercial.

As aplicações de prohexadiona-cálcio (100 ppm e 50 ppm), juntamente com GA₄₊₇ (10 ppm e 5ppm, respetivamente), não tiveram um efeito significativo na taxa de abscisão, não se verificando o mesmo resultado descrito por Lafer (2013) provavelmente devido a condições climáticas diferentes aquando da aplicação dos produtos (Graz, Áustria), data de aplicação, ratio Pro-Ca/GA, formulação dos produtos entre outros fatores.

Os parâmetros de qualidade normalmente considerados dependem em grande parte da quantidade de frutos por árvore. Ao reduzir a carga, a relação entre o número de frutos e folhas vai aumentar e desta forma há uma redução do poder *sink* inicial para o mesmo poder *source*. Segundo Cavaco *et al* (2006) e Trillot *et al* (1995), para a cultivar 'Gala', a colheita comercial deve ser iniciada quando a firmeza está compreendida entre 7 e 9 kg/cm² e o TSS entre 12 a 14 °Brix. Após o tratamento dos dados obtidos, constata-se que apenas a firmeza se encontra dentro dos parâmetros de qualidade supramencionados.

No Quadro 3 observa-se que a modalidade com os melhores resultados foi a MM com um teor em sólidos solúveis de 11,2 °Brix, maior peso do fruto (164,10 g), cor de fundo mais avançada (mais próxima de 5) e cor mais vermelha. Estes aspetos aparentam mostrar a existência de um maior avanço a nível da maturação em relação às outras modalidades, principalmente quando comparada com a ProCa_BA, modalidade com a menor percentagem de abscisão, revelando parâmetros qualitativos mais desfavoráveis, nomeadamente menor TSS, menor peso individual do fruto, e cores menos desenvolvidas (Quadro 3).

Segundo Greene *et al* (1992) e Wertheim (2000), a aplicação de BA em macieira já mostrou, por várias vezes, aumentar o tamanho dos frutos, para além de melhorar a nível qualitativo, como a firmeza e o TSS. Apesar de esta modalidade não ter apresentado os valores

mais próximos dos padrões comerciais, foi a que mais se aproximou da monda manual. Assumindo que a monda manual não é considerada uma técnica viável para a monda de frutos em pomóideas, devido ao seu elevado custo, a BA é a substância ativa que apresentou, neste ensaio, os resultados a nível de qualidade mais próximos da MM, apesar de significativamente diferentes entre si em todos os parâmetros.

A produtividade é o fator determinante do sucesso económico desta cultura. No entanto, não é este indicador que vai mostrar se as técnicas realizadas tiveram ou não efeito e se esses são ou não vantajosos, pois a monda não tem como objetivo aumentar a produtividade mas sim melhorar a qualidade dos frutos, a valorização destes e consequentemente a rentabilidade da cultura.

A carga afeta o tamanho final dos frutos (Assaf *et al*, 1982), logo a redução desta deverá causar o aumento do tamanho dos mesmos. O primeiro e principal efeito da monda no calibre final dos frutos expressa-se normalmente na redução do número de frutos de baixo calibre, e não no aumentar drasticamente o número de frutos de calibre elevado (Forshey e Elfving, 1977). Como pode ser comprovado na Figura 24, a MM foi a modalidade cujas árvores foram sujeitas a menores cargas. Provavelmente, como consequência, foi nesta modalidade que se encontrou a maior percentagem de frutos na classe de calibre comercialmente mais valorizada (70 – 75 mm). Esta modalidade não apresenta ainda nenhum fruto com calibres inferiores a 55 mm. A maior frequência de calibres pequenos e sem qualquer valorização foi obtida na modalidade ProCa_BA, possivelmente como consequência da baixa percentagem de abscisão registada.

5.1. Modelo de previsão da abscisão de pequenos frutos

Segundo o modelo em estudo, poderá ser possível prever com uma relativa exatidão quais os frutos que tendem a sofrer abscisão e os que vão persistir na árvore. De forma a distinguir os vários frutos dentro de cada corimbo selecionado, estes foram numerados seguindo um critério em que o fruto correspondente ao número 5 apresenta o maior diâmetro, o fruto com número 1 ao segundo maior diâmetro e assim sucessivamente.

Apesar de este modelo ter como objetivo avaliar a eficácia da primeira aplicação das substâncias ativas de monda química, no presente trabalho foi feita uma correlação entre o logaritmo da taxa de crescimento em volume ($\log \text{mm}^3/\text{dia}$), entre a primeira e a segunda medição (antes da aplicação dos produtos de monda), e a percentagem de queda para cada tipo de fruto Figura 25. Esta correlação teve como objetivo fundamental perceber se os frutos com maior diâmetro (5, 1, 2) apresentam menor percentagem de abscisão, tal como seria de prever segundo o modelo.

Os resultados obtidos mostram que, tal como já tinha sido referido anteriormente em relação à evolução do diâmetro equatorial, os frutos cujo desenvolvimento foi mais precoce, terão possivelmente um forte poder *sink*, quando comprado com frutos de menor tamanho ou debilitados, acabando por resistir mais à abscisão. Esta correlação pode ser útil quando realizada antes da tomada de decisão para a intervenção com agentes de monda, pois permitirá possivelmente avaliar a quantidade de frutos vingados e determinar a necessidade de monda. Numa situação em que existam muitos frutos com as características do fruto 7 (menor diâmetro), poderá não ser necessário proceder à monda pois a taxa de abscisão deverá ser muito elevada nesse tipo de frutos. Para o modelo ser um previsor da necessidade de um segundo tratamento de monda terá que se efetuar uma medição do diâmetro dos frutos de 3 em 3 dias após a aplicação dos produtos durante cerca de 15 dias.



Figura 26 e 27 – Parcela e contagem do n.º de gomos florais



Figura 28 e 29 – Marcação do corimbo e dos frutos e evolução dos frutos marcados



Figura 30, Figura 31 e Figura 32 – Medição do diâmetro com craveira digital, colocação de fitas de suporte devido à elevada carga em MM, maçãs ‘Gala’



Figura 33, 34, 35 e 36 – Amostra de 10 frutos de cada árvore



Figura 37 e 38 – Avaliação da cor vermelha

6. Conclusão

A monda é uma técnica muito utilizada para a cultura da macieira, principalmente quando caminhamos para um comércio de qualidade para além da quantidade. Do presente trabalho foram retirados resultados referentes à utilização de várias substâncias ativas para a monda de macieiras da cultivar 'Gala', clone 'Schniga'. Das seis modalidades em estudo, três delas são inovadoras e todavia ainda estão em fase de estudo.

Foi possível, com base nos dados obtidos, proceder às seguintes conclusões:

- As condições iniciais do ensaio foram consideradas homogêneas pois não houve diferenças significativas entre a média do número de gomos florais por árvore e por AST nem no número médio de folhas com mais de 2 cm de comprimento no esporão e no esporão juntamente com o ramo;
- A monda com BA é bastante eficaz para esta cultura e apresenta os resultados a nível produtivo e qualitativos mais próximos das exigências comerciais, sendo desta forma uma alternativa viável à monda manual;
- A monda manual, feita deixando um fruto por corimbo, é excessiva e torna a técnica ainda mais dispendiosa, apesar de poder levar a uma melhoria significativa da qualidade dos frutos não é suportável a nível financeiro;
- As aplicações de prohexadiona-cálcio (100 ppm e 50 ppm), juntamente com GA₄₊₇ (10 ppm e 5 ppm, respetivamente), não revelaram ser combinações com efeito significativo de agentes de monda;
- A prohexadiona-cálcio em conjunto com a BA permitiu diminuir a percentagem de abscisão de frutos, o que foi de encontro com o objetivo inicial. Esta aplicação pode vir a ser bastante útil em cultivares alternantes ou cujo vingamento seja difícil;
- Perante modalidades cuja percentagem de abscisão é maior, observaram-se melhores resultados qualitativos como o TSS, o peso médio dos frutos (g) e cores.
- A separação dos vários frutos por classes de calibre também levam a crer que possa existir uma relação entre esta distribuição e a percentagem de abscisão, isto é, com a carga final;
- A utilização de modelos que permitam a previsão ou uma aproximação do número de frutos que vai efetivamente sofrer abscisão podem vir a ser bastante vantajosos pois levam à redução da aplicação de substâncias químicas, à redução de gastos e menores riscos de monda excessiva.

A monda, como importante técnica para a melhoria da qualidade da produção, deve continuar a ser alvo de estudos, principalmente de forma a encontrar e testar novas substâncias de baixo risco de utilização, cujo efeito estimule a abscisão de frutos e conduza a frutos de elevada qualidade.

7. Bibliografia

- ABBOTT D.L., 1984. The Apple Tree: Physiology and Management. Grower Books, London UK. 90pp.
- ADDICOTT, F.T., 1982. Abscission. University of California Press, Berkeley. 13 – 16 pp.
- ASSAF, R., LEVIN, I. e BRAVDO, B., 1982. Apple fruit growth as a measure of irrigation control. Horticultural Science, 17. 59 – 61 pp.
- BAENA-GONZALEZ, E. e SHEEN, J., 2008. Convergent energy and stress signaling. Trends Plant Science, 13. 474 – 482 pp.
- BANGERTH, F., 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. Plant Growth Regulation, 31. 43-59 pp.
- BANGERTH, F., 2009. Floral induction in mature, perennial angiosperm fruit trees: similarities and discrepancies with annual/biennial plants and the involvement of plant hormones. Scientia Horticulturae, 122. 153 – 163 pp.
- BASAK, A., 1996. Benzyladenine (BA) as an apple fruitlet thinning agent – preliminary results. Horticultural Science, Kertészeti Tudomány, Hungary, 33. 54 – 57 pp.
- BASAK, A., 2006. The effect of ethephon, NAA and BA, used separately or jointly on the efficiency of thinning in apple trees cultivars 'Jonasgold', 'Golden Delicious' and 'Elstar'. Plant Growth Regulation Society USA, 33. 144 – 150 pp.
- BEPETE, M. e LAKSO, A.N., 1998. Differential effects of shade on early season fruit and shoot growth rates in 'Empire' apple branches. HortScience, 33. 823 - 825 pp.
- BOUND, S.A., JONES, K.M., GRAHAM, B. e OAKFORD, M.J., 1993. Modeling the effects of timing and rates of application of benzyladenine as a secondary thinner of 'Fuji' apple after ethephon. Journal of Horticultural Science, 68. 967 – 973 pp.
- BREGOLI, A.M., FABBRONI, C., VANCINI, R., GALLIANO, A. e COSTA, G., 2006. Results obtained on the efficacy of 6-BA alone, and in combination with other thinning agents from different apple producing areas of northern Italy. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 14. 23 – 38 pp.
- BYERS, R.E., 2003. Flower and fruit thinning and Vegetative: Fruiting Balance. Em: Apples: Botany, Production and Uses. Feree, D.C., em Warrington, I.J. Apples. Cabi publishing. 409-436 pp.
- BYERS, R.E., CARBAUGH, D.H. e COMBS, L.D., 2004. The influence of prohexadione-calcium sprays on apple tree growth, chemical thinning, and return bloom. Journal of American Pomological Society, 58. 111–117 pp.
- BYERS, R.E., D.H. CARBAUGH, C.N. PRESLEY e WOLF, T.K., 1991. The influence of low light on apple fruit abscission. Journal of Horticultural Science, 66. 7-17 pp.

- CASTELLARNAU, I. I., PERICAY, J. C., ROCAS, J. B., BARBAROJA, R. D., FEIXAS, G. G., SANGRÁ, R. M., TORRES, A. M. e GRAU, J. M. P., 2000. Manzano – Las cultivars de más interés. IRTA- Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Barcelona. 240 pp.
- CAVACO, M., JORDÃO, O. e SOUSA, R., 2006. Produção Integrada da Cultura de Pomóideas. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Direcção- Geral de Protecção das Culturas, Oeiras
- CHANDLER, W.H., 1925. Fruit setting. Fruit Growing. Houghton Mifflin Co., Cambridge, 170-188 pp.
- CORELLI GRAPPADELLI, L., 2003. Light relations. In: Apples: Botany, Production and Uses. D.C. Feree, I. Warrington (eds.). USA. CAB International. 195-216 pp.
- COSTA, G., STOPAR, M., DORIGONI, A., BONANY, J., CARBO, J., CASALS, M., LAFER, G., VIZZOTTO, G. E BOMBEN, C., 2004. Multilocation analysis of ATS and BA thinning efficacy on 'Golden Delicious'. Acta Horticulturae, 636. 303 – 310 pp.
- DAVIS, P.J., 1995. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. Em: Davis, P.J. (Ed.), Plant Hormones. Kluwer Academic Publishers.
- DENNIS, F.G., 2002. Mechanisms of action of apple thinning chemicals. Horticultural Science, 37. 471 – 474 pp.
- DENNIS, F.G.Jr., 2000. The history of fruit thinning. Plant Growth Regulation, 31. 1 – 16 pp.
- DOMINGOS, S.N.G., 2009. O ensombramento como técnica de monda na macieira 'Gala' (*Malus domestica* Borkh.). Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- EDGERTON, L.J., 1981. Some effects of aminoethoxyvinylglycine, 6-benzylaminopurine and gibberellins on fruit set and vegetative growth of apple. Acta Horticulturae, 120. 125–130 pp.
- ERIG, A.C., SCHUCH, M. W., 2005. Morfogênese in vitro de brotos de macieira (*Malus domestica* Borkh.) a partir de fragmentos delgados de folhas. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, 3, 575 – 581 pp.
- ESTORNELL, L.H., AGUSTÍ, J., MERELO, P., TALÓN, M. e TADEO, F.R., 2013. Elucidating mechanisms underlying organ abscission. Review in Plant Science 199-200. 48-60 pp.
- EVANS, J.R., EVANS, R.R. e REGUSCI, C.L., 1999. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS 125W, Prohexadione-calcium. HortScience, 34. 1200 – 1201 pp.

- FAUST, M., 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. New York. J. Wiley. 338 pp.
- FERREE, D.C. e WARRINGTON, I.J., 2003. Apples: Botany, Production and Uses. CABI Publishing. 161 pp.
- FERREIRA, J.T., 1994. Variedades de macieira. Instituto Nacional de Investigação Agrária. Alcobaça. 115 pp.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Acedido a 27 de Agosto de 2013. www.faostat.fao.org
- FORSHEY, C.G. e ELFVING, D.C., 1977. Fruit numbers, fruit size, and yield relationships in 'McIntosh' apples. Journal of the American Society for Horticultural Science, 102. 399 – 402 pp.
- FREE, J.B., 1993. Insect Pollination of Crops. Academic Press, London, UK.
- GABINETE DE PLANEAMENTO E POLÍTICAS, 2012. Anuário Agrícola: Informação de Mercados. 65 – 68 pp.
- GABINETE DE PLANEAMENTO E POLÍTICAS, 2013. Acedido a 27 de Agosto de 2013. www.gpp.pt
- GRAUSLUND, J. e HANSEN, P., 1975. Fruit trees and climate. III. The effect of temperature on fruit set in apple trees. Tidsskrift for Planteavl 79, 481-8 pp.
- GREEN, 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. Journal of the American Society for Horticultural Science, 117. 775 – 779.
- GREENE, D., 2010. Effective fruit thinning. How to know when you've thinned enough. Good Fruit Grower (cit. in Richard Lehnert, 2010)
- GREENE, D.W., 1993. A review of the use of benzyladenine (BA) as a chemical thinner for apples. Acta Horticulturae, 329. 231 – 236 pp.
- GROOT, S.P.C., KIELISZEWSKA-ROKICKA, B., VERMEER, E. e KARSSSEN, C.M., 1988. Gibberellin-induced hydrolysis of endosperm cell walls in gibberellin-deficient tomato seeds prior to radicle protrusion. Planta, 174. 500-504 pp.
- GRUBER GENETTI, acedido a 29 de Agosto de 2013. www.gruber-genetti.it,
- HEDDEN, P., MacMILLAN, J. e PHINNEY, B.O., 1978. Annual Review of Plant Physiology, 29. 149 – 192 pp.
- HEIDE, O. M. e PRESTRUD, A. K., 2004. Low temperature, but not photoperiod, controls growth cessation and dormancy induction and release in apple and pear. Tree Physiology, 25. 109–114 pp.

- HEIDE, O. M. e PRESTRUD, A. K., 2005. Low temperature, but not photoperiod, controls growth cessation and dormancy induction and release in apple and pear. *Tree Physiology*, 25. 109 – 114 pp.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTATISTICA, 2011. Estatísticas Agrícolas. Acedido a 27 de Agosto de 2013. www.ine.pt
- JACKSON, J.E. e PALMER, J.W., 1997. Effects of shade on the growth and cropping of apple trees. II. Effects on components of yield. *Journal of Horticultural Science* 52, 253-266 pp.
- JACKSON, J.E., 2003. *Biology of Horticultural Crops: Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press. 294 p.
- JACKSON, J.E., PALMER, J.W., PERRING, M.A. e SHARPLES, R.O., 1977. Effects of shade on the growth, chemical composition and quality at harvest and after storage. *Journal of Horticultural Science*, 52. 267–282 pp.
- JACOBS, W.P., e CASE, D.B., 1965. Auxin transport, gibberellin, and apical dominance. *Science*, 148. 1729–1731 pp.
- JOHNSON, D.S., 1994. Influence of time of flower and fruit thinning on the firmness of ‘Cox’s Orange Pippin’ apples at harvest and after storage. *Journal of horticultural science*, 69. 197 – 203 pp.
- JONES, K.M., BOUND, S.A., KOEM, T.B. e OAKFORD, M.J., 1992. Effect of timing of hand thinning on the cropping potential of ‘Red Fuji’ apple trees. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 32. 417 – 420 pp.
- KOLARIČ, J., 2010. Abscission of young apple fruits (*Malus domestica* Borkh): a review. *University of Maribor. Agricultura*, 7. 31 – 36 pp.
- LAKSO, A.N. e WÜNSCHE, J.N., 2000. The relationship between leaf area and light interception by spur and extension shoot leaves and apple orchard productivity. *HortScience*, 35. 1202 – 1206 pp.
- LU, C.S. e ROBERTS, R.H., 1952. Effect of temperature upon the setting of ‘Delicious’ apples. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 59, 177-83 pp.
- LUCKWILL, L.C., 1974. A new look at the process of fruit bud formation in apple. *19th International Horticultural Congress*, 3. 237-245 pp.
- MAUK, C.S., BAUSHER, M.G. e YELENOSKY, G., 1986. Influence of growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission, and ¹⁴C-assimilate partitioning. *Journal of Plant Growth Regulation*, 5. 111 – 120 pp.

- MCARTNEY, S., PALMER, J.W. e ADAMS, H.M., 1996. Crop loading studies with 'Royal Gala' and 'Braeburn' apples effect of time and level of hand thinning. *Journal of Crop and Horticultural Science*, 24. 401 – 407 pp.
- MCARTNEY, S.J., TUSTIN, D.S., SEYMOUR, S., CASHMORE, W. e LOONEY, N.E., 1995. Benzyladenine and carbaryl effects on fruit thinning and the enhancement of return flowering of three apple cultivars. *Journal of Horticultural Science*, 70. 287 – 296 pp.
- NITCH, J.P., 1971. *Plant Physiology Steward*, Vol. VI. 413 – 501 pp.
- OGAS, J., CHENG, J.C., SUNG, Z.R. e SOMERVELLE, C., 1997. Cellular differentiation regulated by gibberellin in the *Arabidopsis thaliana* pickle mutant. *Science* 277. 91-94 pp.
- OSBORNE, D.J. e MORGAN, P.W., 1989. Abscission. *Critical Reviews in Plant Science*, 8. 103-129 pp.
- PALMER, J.W., CAI, Y.L. e EDJAMO, Y., 1991. Effect of part-tree flower thinning on fruiting, vegetative growth and leaf photosynthesis in 'Cox's Orange Pippin' apple. *Journal of Horticultural Science*, 66. 319 – 325 pp.
- PETERSON, S.E., 2001. Cutting loose. Abscission and dehiscence in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*, 126. 494 – 500 pp.
- RADEMACHER, W. e KOBER, R., 2003. Efficient use of prohexadione-Ca in pome fruits. *European Journal of Horticultural Science*, 68. 101–107 pp.
- RADEMACHER, W., 2004. Prohexadione-Ca induces resistance against fire blight and other diseases. *EOPP Bul*, 34. 383–388 pp.
- RADEMACHER, W., EVANS, J.R., EVANS, R.R. e REGUSCI, C.L., 1999. Mode of Action, Metabolism, and Uptake of BAS 125W, Prohexadione-calcium. *HortScience*, 34(7).
- ROBERTS, J.A. e GONZALEZ-CARRANZA, Z., 2007. Cell separation and adhesion processes in plants. Blackwell Publishing Ltd., Oxford. 1-7 pp.
- SACHS, R.M., 1977. Nutrient diversion: an hypothesis to explain the chemical control of flowering. *HortScience*, 12. 220 – 222 pp.
- SCHNIGA, acedido a 29 de Agosto de 2013. www.schniga.com,
- SCHRÖDER, M., LINK, H. e BANGERTH, K.F., 2013. Correlative polar auxin transport to explain the thinning mode of action of benzyladenine on apple. *Scientia Horticulturae*, 153. 84 – 92 pp.
- SEXTON, R. e ROBERTS, J.A., 1982. Cell biology of abscission. *Annual Review of Plant Physiology*, 33. 133 – 162 pp.
- SEXTON, R., 2001. Abscission. *Handbook of Plant and Crop Physiology*. Dekker, New York. 497-525 pp.

- SILVERSTONE, A.L., MAK, P.Y., MARTINEZ, E.C., e SUN, T.P., 1997. The new RGA locus encodes a negative regulator of gibberellin response in *Arabidopsis thaliana*. *Genetics*, 146. 1087–1099 pp.
- SMITH, B.D., 1970. Natural pollen transfer. In *Towards Regulated Cropping*. Grower Book, London UK. 20 – 40 pp.
- STOPAR, M., GREGOR, A. e BATI, F., 2000. Apple fruitlet abscission is influenced by assimilate supply. *Acta Horticulturae*, 527. 169 – 176 pp.
- TAYLOR, J.E. e WHITELAW, C.A., 2001. Signals in abscission. *New Phytologist*, 151. 323 – 340 pp.
- THE WORLD APPLE AND PEAR ASSOCIATION. Acedido a 27 de Agosto de 2013. www.wapa-association.org
- TREHARNE, K.J., QUINLAN, J.D., KNIGHT, J.N. e WARD, D.A., 1985. Hormonal regulation of fruit development in apple: 'A mini-review'. *Plant Growth Regulation*, 3. 125 – 132 pp.
- TRILLOT, M., MASSERON, A., TRONEL, C. e MATHIEU, V., 1995. Gala. Centre technique interprofessionnel des fruits et legumes, Paris.
- TRILLOT, M.; MASSERON, A. e TRONEL, C., 1993. Pomme – les varieties. Les editions du Centre technique interprofessionnel des fruits et legumes – Ctifl. France. 203pp.
- TROMP, J. e BORSBOOM, O., 1994. The effect of autumn and spring temperature on fruit set and on the effective pollination period in apple and pear. *Scientia Horticulturae* 60, 23-30 pp.
- TROMP, J., 1982. Flower-bud formation in apple as affected by various gibberellins. *Journal of Horticultural Science*, 57. 277-282 pp.
- TROMP, J., WEBSTER, A. D. e WERTHEIM, S. J., 2005. *Fundamentals of temperate Zone Tree Fruit Production*. Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands. 240 pp.
- UNRATH, C.R., 2002. Spray volume, canopy density, and other factors involved in thinner efficiency. *Horticultural Science*, 37. 481- 483 pp.
- WANG, G.R. e ROM, C.R., 1987, Effects of 6-benzyladenine on gas exchange and spur development of 'Delicious' apple. *HotScience*, 22. 1036 (Abstract).
- WAREING, P.F., 1977. *Integration of Activity in the Higher plant*. Cambridge University Press. 337-366 pp.
- WERTHEIM, S.J., 2000. Developements in the chemical thinning of apple and pear. *Plant Growth Regulation*, 31. 85 – 100 pp.
- WESTWOOD, M.N., 1978. *Temperate–zone pomology*. W.H. Freeman & Company, San Francisco. 427 pp.

- WILLIAMS M., 1985. Chemical thinning, hand thinning and growth regulator impact on size of apple fruit. Washington State Horticultural Association, 81st Annual Meeting. 96 – 106 pp.
- WILLIAMS, M.W. e EDGERTON, L.J., 1981. Fruit thinning of apples and pears with chemicals. U.S. Department of Agriculture. Informative bulletin 289 p.
- WILLIGE, B.C., ISONO, E., RICHTER, R., ZOURELIDOU, M. e SCHWECHHEIMER, C., 2011. Gibberellin Regulates PIN-FORMED Abundance and Is Required for Auxin Transport–Dependent Growth and Development in *Arabidopsis thaliana*. *The Plant Cell*, 6. 2184-2195 pp.
- YUAN, R. e GREEN, D.W., 2000a. Benzyladenine as a chemical thinner for ‘McIntosh’ apples.1. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and non-structural carbohydrates. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125. 169 – 176 pp.
- YUAN, R. e GREEN, D.W., 2000b. Benzyladenine as a chemical thinner for ‘McIntosh’ apples I. Fruit thinning effects and associated relationships with photosynthesis, assimilate translocation, and non-structural carbohydrates. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125. 169 – 176 pp.

ANEXOS

ANEXO A1

Características específicas da água de rega

Nº de Muestra:	A-10/10583	Fecha Muestreo:	2-jul-10
Tipo Muestra:	AGUA RIEGO	Fecha Recepción:	5-jul-10
Unidad de Gestión:	SIN FINCA	Fecha Inicio:	7-jul-10
Descripción:	V.PALHA	Fecha Fin:	12-jul-10
Análisis:	A-0001 (NS)	Muestreador:	Cliente

PROPIEDADES QUIMICAS				
pH (PEC-001)	8,23	Residuo Calculado (g/l) (PEC-037)	475,62	
C.E. (µS/cm a 25°C) (PEC-002)	743,16	* Presión Osmótica (atm) (PEC-038)	0,27	
		Dureza total (°F) (PEC-039)	18,42	
		S.A.R. (PEC-040)	1,99	

COMPOSICION QUIMICA				
CATIONES		ANIONES		
	<i>meq/l</i>	<i>mg/l</i>	<i>meq/l</i>	<i>mg/l</i>
<i>Espect. Emisión Plasma</i>			<i>Potenciometría. (titración)</i>	
Calcio (PEC-009)	2,37	47,56	Alcalinidad (PEC-011) (Bicarbonatos)	3,24 197,47
Magnesio (PEC-009)	1,31	15,94	<i>Espect. UV-VIS</i>	
Sodio (PEC-009)	2,7	62,01	Cloruros (PE-336)	2,19 77,56
Potasio (PEC-009)	0,48	18,63	Nitratos (PE-336)	0,61 37,69
			<i>Espect. Emisión Plasma</i>	
Oligoelementos:			Sulfatos (PEC-009) (Azufre)	0,54 25,98
<i>Espect. Emisión Plasma</i>				
Boro (mg/l) (PEC-009)	<0,05			
Hierro (mg/l) (PEC-009)	<0,05			
Manganeso (mg/l) (PEC-009)	<0,005			
Cobre (mg/l) (PEC-009)	<0,05		Suma de Aniones (meq/l):	6,57
Zinc (mg/l) (PEC-009)	<0,05		Suma de Cationes (meq/l):	6,86

ANEXO A2

Propiedades Químicas

Propiedad	Niveles de referencia	Nivel analítico	Interpretación	Observaciones
pH	Niveles de referencia: Nivel analítico: 8,23			pH básico. En estas condiciones se reduce sensiblemente la disponibilidad de fósforo y microelementos.
C.E. 25°C	Niveles de referencia: Nivel analítico: 743 µS/cm			Agua de salinidad baja, apta para el riego pero con precauciones en cultivos muy sensibles.
Residuo calculado	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,48 g/l			Aporte de sales reducido, bajo riesgo de salinización del perfil radicular.
Presión Osmótica	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,27 atm			Presión osmótica moderada. Lo que puede dificultar la absorción de agua por parte de la planta.
Dureza total	Niveles de referencia: Nivel analítico: 18,4 °dH			Agua semiblanda. Presenta riesgo moderado de formación de precipitados en la instalación de riego.
S.A.R.	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,00			Nivel de SAR óptimo. Bajo riesgo de sodificación del suelo.

Composición Química

Cationes	Niveles de referencia	Nivel analítico	Interpretación	Observaciones
Calcio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,37 mg/l			El agua presenta un contenido en calcio moderado.
Magnesio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 1,31 mg/l			Contenido en magnesio moderado.
Sodio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,70 mg/l			Contenido en sodio bajo, óptima calidad para el riego.
Potasio	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,48 mg/l			Agua rica en potasio.
Aniones				
Alcalinidad (Bicarbonatos)	Niveles de referencia: Nivel analítico: 3,24 mg/l			Contenido en bicarbonatos moderado.

Interpretación

Elemento	Niveles de referencia	Nivel analítico	Interpretación	Observaciones
Cloruros	Niveles de referencia: Nivel analítico: 2,19 mg/l			Contenido en cloruros bajo, óptima calidad para el riego.
Nitratos	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,61 mg/l			Contenido en nitratos moderado.
Sulfatos	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,54 mg/l			Contenido en sulfatos muy bajo.
Oligoelementos				
Boro	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l			Exceso contenido en boro, no existe riesgo de fitotoxicidad.
Hierro	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l			Escaso contenido en hierro.
Manganeso	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,01 mg/l			Escaso contenido en manganeso.
Cobre	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l			Bajo contenido en cobre.
Zinc	Niveles de referencia: Nivel analítico: 0,05 mg/l			Escaso contenido en zinc.

Relaciones e índices de interés


Índice	Niveles de referencia	Nivel analítico	Interpretación	Observaciones
Ca/Mg	Niveles de referencia: Nivel analítico: 1,8			Contenido de magnesio excesivo respecto al de calcio. Posible efecto negativo del magnesio sobre la absorción del calcio.
Carbonato sódico residual	Niveles de referencia: Nivel analítico: -0,4 mg/l			Agua recomendable. Bajo riesgo de alcalinización.
Índice de Scott	Niveles de referencia: Nivel analítico: 25,1			Agua buena. No es necesario tomar precauciones.
Clasificación U.S. Soil Salinity Laboratory	Niveles de referencia: Nivel analítico: C2 S1			Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso. Agua con bajo contenido en sodio. Apta para el riego en la mayoría de los casos.

ANEXO B1

Análises de solo



RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA

Exmo. Sr. Instituto Superior de Agronomia		 Nº Lab. 1211 Início Análise 17-07-2013 Fim Análise 27-08-2013
Tapada da Ajuda 1349-017 LISBOA		
Concelho	Profundidade	0-20 cm
Freguesia	Cultura	'
s/ Ref. 1211 - F. NOVA		

PARÂMETROS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO*					
		MUITO BAIXO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO	
Fósforo extraiável	P2O5 mg/kg	>200	*****				
Potássio extraiável	K2O mg/kg	162	*****				
Magnésio extraiável*	Mg mg/kg	>125	*****				
Matéria Orgânica*	%	1,02	*****				
pH(H2O)a		4,8	Ácido				
Nec. Cal*	CaCO3 t/ha	4					
Carbonatos*	CaCO3 %	0	Não calcário				
Ferro extraiável*	Fe mg/kg	75	*****				
Manganés extraiável*	Mn mg/kg	87	*****				
Zinco extraiável*	Zn mg/kg	2,17	*****				
Cobre extraiável*	Cu mg/kg	7,44	*****				
Boro extraiável*	B mg/kg	0,72	*****				
Azoto total	N %	0,058	*****				

RECOMENDAÇÕES *

.Não indicou a cultura a realizar pelo que não é feita recomendação de fertilização

RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA (continuação)

Nº Lab. 1211

PARÂMETROS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO*				
		MUITO BAIXO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Bases de Troca*:						
Ca*	me/100 g	2,96	X			
Mg*	me/100 g	1,63		X		
K*	me/100 g	0,36		X		
Na*	me/100 g	0,26		X		
Acidez de troca*	me/100 g	3,10			X	
SBT*	me/100 g	5,23				
CTC*	me/100 g	8,33	X			
GSB*	%	63				X
Grau de Saturação do complexo de troca com*:						
Ca ²⁺	%	35,7	X			
Mg ²⁺	%	19,6		X		
K ⁺	%	4,3		X		
Análise Granulométrica*:						
Areia*	%	53,2				
Limo*	%	16,6				
Argila*	%	29,9				
Classificação textural*		FG				
Calcário activo*:	% CaCO ₃	Não acusa				

Bases de Troca:

SBT- Soma das Bases Troca; CTC - Capacidade de Troca Catiónica; GSB - Grau de Saturação em Bases;

Análise Granulométrica:


A -Arenoso; AF -Areno-Franco; FA -Franco-Arenoso; F -Franco; L -Limoso; FL -Franco-Limoso; FGL -Franco-Argilo-Limoso; FGA -Franco-Argilo-Arenoso; FG -Franco-Argiloso; G - Argiloso; GA -Argilo-Arenoso; GL -Argilo-Limoso

NOTA: Nas recomendações de fertilização não se considerou os resultados das bases de troca e do calcário activo.

ANEXO B2



RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA

Exmo. Sr. Instituto Superior de Agronomia Tapada da Ajuda 1349-017 LISBOA		 Nº Lab. 1212 Início Análise 17-07-2013 Fim Análise 27-08-2013	
Concelho	Profundidade 20-50 cm		
Freguesia	Cultura		
s/ Ref. 1212 - CATARINA			

PARÂMETROS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO*					
		MUITO BAIXO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO	
Fósforo extraível	P2O5 mg/kg	67	*****				
Potássio extraível	K2O mg/kg	108	*****				
Magnésio extraível*	Mg mg/kg	>125	*****				
Matéria Orgânica*	%	0,83	*****				
pH(H2O)a)		4,6	Ácido				
Nec. Cal*	CaCO3 t/ha	4	Não calcário				
Carbonatos*	CaCO3 %	0	*****				
Ferro extraível*	Fe mg/kg	80	*****				
Manganés extraível*	Mn mg/kg	>100	*****				
Zinco extraível*	Zn mg/kg	1,15	*****				
Cobre extraível*	Cu mg/kg	6,1	*****				
Boro extraível*	B mg/kg	0,48	*****				
Azoto total	N %	0,049	*****				

RECOMENDAÇÕES*

*.Não indicou a cultura a realizar pelo que não é feita recomendação de fertilização

RELATÓRIO DE ANÁLISE DE TERRA (continuação)

Nº Lab. 1212

PARÂMETROS	RESULTADOS	INTERPRETAÇÃO*				
		MUITO BAIXO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	MUITO ALTO
Bases de Troca*:						
Ca*	me/100 g	2,29	X			
Mg*	me/100 g	1,46		X		
K*	me/100 g	0,22	X			
Na*	me/100 g	0,21	X			
Acidez de troca*	me/100 g	3,20				
SBT*	me/100 g	4,19				
CTC*	me/100 g	7,39	X			
GSB*	%	57		X		
Grau de Saturação do complexo de troca com*:						
Ca ²⁺	%	31,0	X			
Mg ²⁺	%	19,8		X		
K ⁺	%	3,0			X	
Análise Granulométrica*:						
Areia*	%	51,2				
Limo*	%	17,9				
Argila*	%	30,9				
Classificação textural*		FG				
Calcário activo*:	% CaCO ₃	Não acusa				

Bases de Troca:

SBT – Soma das Bases Troca; CTC – Capacidade de Troca Catiónica; GSB – Grau de Saturação em Bases;

Análise Granulométrica:

A - Arenoso; AF -Areno-Franco; FA -Franco-Arenoso; F -Franco; L -Limoso; FL -Franco-Limoso; FGL -Franco-Argilo-Limoso; FGA -Franco-Argilo-Arenoso; FG -Franco-Argiloso; G - Argiloso; GA -Argilo-Arenoso; GL -Argilo-Limoso

NOTA: Nas recomendações de fertilização não se considerou os resultados das bases de troca e do calcário activo.

ANEXO B

Análises foliares

Boletim Analítico Final

Boletim N.º: 3038/13

Data da emissão: 2013/07/19

Página N.º 1 de 1

Análise Foliar

1) Identificação da Entidade Requiritante

Nome: ECOPRUTAS-Estação Fruteira da Estremadura, Lda
 Morada: Rua dos Arelhais, nº 29 Sobral do Parralhão
 Cód. Postal: 2540-467 Carvalhal Bombarda Telefone: NIF: 503675717
 Requiritante: Sócio n.º 20 Período de ensaios: 12/07/2013 a 19/07/2014

2) Identificação da Amostra

Propriedade: Cultura: Maceira
 Parcela: V. Palha Freguesia: Concelho:
 Amostra: 20 - VP Data colheita:
 Data de Recepção: 12/07/2013 Requisição n.º: 13Fo 569 Mat. Vegetal: Folha

3) Resultados das análises efectuadas

Parâmetro ⁽¹⁾	Resultado	Unidades	Classificação ⁽²⁾	Valores de Referência ⁽²⁾	
				Lim. Inferior	Lim Superior
MACRONUTRIENTES					
Azoto Total, N	2,26	%	S	1,90	2,60
Fósforo Total, P	0,18	%	S	0,14	0,40
Potássio Total, K	2,37	%	E	1,50	2,00
Cálcio Total, Ca	0,86	%	I	1,20	1,60
Magnésio Total, Mg	0,42	%	E	0,25	0,40
MICRONUTRIENTES					
Cobre, Cu	7	ppm	I	10	50
Ferro, Fe	15	ppm	I	50	300
Manganes, Mn	117	ppm	S	25	200
Zinco, Zn	15	ppm	S	10	100
OUTRAS					
Boro, B	26	ppm	S	25	50
Enxofre, S	0,14	%	I	0,20	0,40
Sódio, Na	--	%		--	--
Molibdénio, Mo	--	ppm		--	--

LEGENDA: ⁽¹⁾ - Os teores referem-se aos elementos totais na substância seca a 100°C.

⁽²⁾ - De acordo com o Manual De Fertilização Dos Cultivos - IQAARS/INIA e o Plant Analysis Handbook II

I - Insuficiente; S - Suficiente; E - Excessivo

Porto, 19 de Julho de 2013