

4.º FASCÍCULO | A MACIEIRA

MANUAL DE BOAS PRÁTICAS DE FRUTICULTURA

Frutas Legumes e Flores em parceria com INIAV, I.P. (Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade) e COTR



CONTEXTO GERAL

Miguel Leão de Sousa

*Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade
(INIAV, I.P.)*

Enquadramento

A maçã é o segundo fruto fresco com maior área de cultivo em Portugal (11306ha) e o maior na Europa (473550ha), onde representa mais de um terço do total da área neste segmento (Eurostat, 2017). O seu crescimento deve-se naturalmente à sua qualidade e quota de mercado, mas também ao rendimento proporcionado por esta cultura quando associada a modelos de produção modernos, altamente profissionalizados e tecnologicamente evoluídos. Atendendo à sua dimensão, este documento deve ser considerado apenas como um conjunto muito resumido de orientações técnicas para o cultivo da maçã, não sendo dispensada a consulta de manuais mais exaustivos. Procura alertar para alguns fatores decisivos para a produção deste fruto de forma competitiva e alinhada com o mercado, fortemente globalizado e marcado por uma agricultura profissional e de precisão onde não há lugar a ineficiências, sugerindo técnicas e instrumentos de controlo e monitorização essenciais para a sua rentabilidade.

Aspetos gerais da cultura

• Exigências Edafoclimáticas

As macieiras desenvolvem-se numa ampla variedade de solos. Contudo, solos com conteúdo médio em argila, franco-arenosos, férteis, profundos e com pH neutro a ligeiramente ácido são geralmente mais favoráveis. A drenagem é essencial para promover a oxigenação das raízes e a redução da incidência de problemas radiculares, impulsionando o desenvolvimento das raízes, que assim permitem melhor ancoragem e exploração do solo (Figura 1), refletidas no maior crescimento da parte aérea.



Figura 1 – Sistema radicular de uma macieira 'Gala' com 2 anos, enxertada em M9 NAKBT337

A colocação de drenos, descompactação e destruição de camadas impermeáveis deve por isso ser assegurada durante as operações de preparação do solo que antecedem a plantação.

A macieira (*Malus domestica* Borkh.) pertence à família *Rosaceae*, sub-família *Pomoideae*, sendo uma espécie de climas temperados. Necessita de frio invernal para a quebra de dormência, variando as exigências em frio entre

as 400 a 1000 horas abaixo de 7,2°C, contabilizadas entre o período de 1 de outubro a 15 de fevereiro, consoante as cultivares são de baixa ou elevada exigência em frio. Temperaturas moderadas favorecem o crescimento dos frutos, sendo de evitar regiões com temperaturas máximas elevadas pelo agravamento dos danos provocados por stress térmico. A coloração das maçãs é favorecida por temperaturas diurnas inferiores a 25°C e noturnas inferiores a 15°C, nas 2 a 3 semanas que antecedem a colheita. Por esta razão, regiões com temperaturas médias mais elevadas e menores amplitudes térmicas dificultam a coloração dos frutos e exigem a implementação de tecnologias acessórias com o intuito de compensar as limitações naturais.

• Porta-enxertos

Existem atualmente muitos porta-enxertos para a macieira, provenientes de programas de melhoramento que visam adicionar características desejáveis, como por exemplo a resistência à podridão do colo (*Phytophthora spp.*), ao fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), a doenças de replantação ou ao pulgão-lanígero, bem como a adição de características agronómicas de interesse como sejam o aumento da produtividade, a precocidade, o controlo de vigor ou a alteração dos padrões de ramificação das plantas. Os mais comuns nos pomares nacionais são o M9, o MM106 e o M7. O M9 é o porta-enxerto ananicante mais plantado no mundo, disponibilizando vários clones, os mais comuns, o Pajam 2 (Cepiland), o Pajam 1 (Lancep), o M9 EMLA (isento dos vírus mais conhecidos) ou o M9 NAKBT337 (o mais plantado atualmente). Proporciona bastante precocidade e tem uma elevada eficiência produtiva mas necessita de solos férteis e de um bom sistema de tutoragem. O M7 é um porta-enxerto semi-vigoroso, moderadamente precoce, menos exigente no tutoramento e com tendência para produção de rebentos de raiz. O MM106 é também um porta-enxerto semi-vigoroso, bastante precoce e produtivo, mas bastante suscetível à podridão do colo, razão pela qual exige solos muito bem drenados e pouco húmidos, sendo ainda sensível ao fogo bacteriano. De vigor intermédio entre os dois grupos apresentados (M9 e M7/MM106), encontra-se o M26, bastante precoce e muito produtivo, mas também suscetível à podridão do colo e ao fogo bacteriano. Alguns programas têm permitido obter estes porta-enxertos isentos de vírus, geralmente com mais vigor que os convencionais.

As tendências atuais devem, no entanto, centrar-se em outras linhas de desenvolvimento, destacando-se os porta-enxertos denominados por Geneva (Cornell), genericamente resistentes ao fogo bacteriano, podridão do colo, doenças de replantação, pulgão lanígero, entre outras. A título de exemplo, destacam-se o G41 e o G213, de vigor e eficiência produtiva equivalentes ao M9 T337 e resistentes ao pulgão-lanígero, fogo bacteriano, doenças de replanta-

ção, podridão do colo e baixa propensão para produção de rebentos de raiz. De vigor semelhante ao M26, Cornell mostra o G202 e o G969 como porta-enxertos globalmente bem adaptados mas suscetíveis a vírus latentes.

• Cultivares

A seleção das cultivares a plantar num pomar comercial não deve basear-se em preferências pessoais mas sim em estudos de mercado ou devidamente enquadradas nas estratégias comerciais das organizações de produtores, cooperativas ou outras estruturas organizadas que venham a ser responsáveis pela sua comercialização. Devem também ser considerados aspetos relacionados com as características edafoclimáticas locais, orientação e exposição à luz (ex. cultivares com maiores necessidades em luz para intensificação da coloração vermelha localizadas em encostas voltadas a sul e cultivares mais sensíveis aos efeitos do stress por radiação e temperatura em encostas voltadas a norte), hábitos de crescimento da cultivar, produtividade, época de colheita, exigência em mão-de-obra, sensibilidade a pragas e doenças, complementaridade com outras culturas e/ou cultivares existentes na exploração (permitindo otimizar recursos, estruturas e equipamentos), etc. Far-se-ão apenas algumas considerações relativas aos principais grupos plantados em Portugal, sendo que informação mais detalhada ou referente a outros grupos poderá ser consultada na bibliografia referida no final desta publicação.

• Gala

A principal cultivar de maçã plantada atualmente é a

'Gala'. Originária da Nova Zelândia, com seleção resultante do cruzamento entre 'Kidds orange' x 'Golden delicious', tem vindo a ser alvo de diversos programas de melhoramento com vista ao incremento da intensidade e uniformidade da coloração. A seleção do clone mais apropriado a cada região é um fator determinante, na medida em que o nível de coloração é um critério de valorização e/ou exclusão nos principais mercados internacionais. A título de exemplo, apresentam-se resultados obtidos em 2019 num pomar com 2 anos de idade, onde é possível verificar diferenças nas produtividades, peso médio, coloração e índice refratométrico (Figura 2). Clones como a Schniga@ SchniCo Red(s) ou a Star@ Galafab apresentaram colorações vermelhas mais intensas pelo que, a confirmarem-se estes dados e não existindo diferenças significativas nos outros parâmetros em análise, serão recomendáveis para regiões mais quentes e/ou com maior dificuldade de coloração. Este exemplo pretende apenas alertar para a responsabilidade da escolha do clone da cultivar a plantar, pois pode influenciar a escolha do consumidor e, conseqüentemente, o resultado económico do pomar.

As maçãs desta cultivar têm forma arredondada oblonga, a epiderme é vermelha ou com tonalidade alaranjada e a polpa é quase branca, doce, pouco ácida, sumarenta e consistente.

A árvore apresenta vigor médio a forte, frutificação do tipo III (Lespinasse, 1977), porte semiereto, ramificações abundantes e rápida entrada em produção. O mercado disponibiliza árvores com 2 anos e número de ramificações variável, permitindo alcançar produções significativas nos primeiros anos e rápida estabilização das produtividades

em níveis que proporcionam a maximização do rendimento. Adequase bem a modelos de pomar em alta densidade, recomendando-se, no entanto, a manutenção de estruturas de produção estreitas e bem iluminadas, com regulação da carga, de forma a incrementar o calibre, a coloração e o grau brix. A colheita ocorre entre o final de julho e o final de agosto, consoante o clima das regiões de produção.

• Golden

Cultivar de origem americana, de produtividade elevada e regular. A árvore apresenta vigor médio, de fácil ramificação e com ângulos de inserção dos ramos bastante abertos. Apresenta rápida entrada em produção e frutificação do tipo III (Lespinasse, 1977). O fruto é de

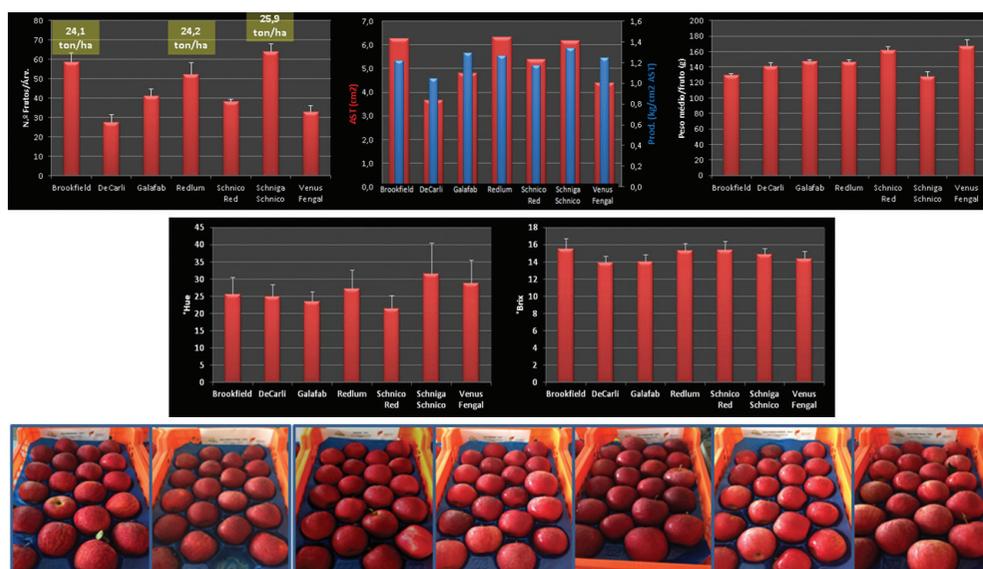


Figura 2 – Produção por árvore, produção normalizada, peso médio por fruto, coloração, índice refratométrico e aspeto de 7 clones da cultivar 'Gala' – Brookfield, Decarli Fendeca(s), Star@ Galafab, Redlum@ Perathoner, Schniga@ SchniCo Red(s), Schniga@ SchniCo(s), Venus Fengal(s) – obtidos num pomar com 2 anos de idade em 2019 (ENFVN). Clones na figura em baixo apresentados pela mesma ordem que nos gráficos

BOAS PRÁTICAS

coloração verde amarelada a amarela, por vezes com um lado rosado, com bom calibre, qualidade gustativa e conservação. Existem vários clones disponíveis no mercado, diferenciados, entre outras características, pelo nível de carepa (Figura 3), pelo que a sua escolha deverá ser efetuada de forma criteriosa de forma a maximizar a sua valorização e adaptação aos mercados de destino. Quando o objetivo é a produção de frutos com baixa incidência ou sem carepa, devem ser escolhidos clones de baixa incidência (ex. Belgolden, Criellard, Lysgolden, Reinders ou Smothee), bem como ter cuidado com o uso de algumas formulações e produtos fitofarmacêuticos, reforçando a estratégia de proteção com misturas anti-carepa nos 40 dias seguintes à floração (ex. GA₄₊₇, captana, enxofre, silicoaluminatos, boro). A colheita ocorre durante o mês de setembro.



Figura 3 – Golden Reinders (esq.) e Golden Klon B (dir.), evidenciando as diferenças no nível de carepa

• Fuji

Obtida no Japão, é atualmente uma das cultivares com maior expansão a nível mundial. Árvore de elevado vigor, acrótona, boa capacidade de ramificação, ramos com ân-

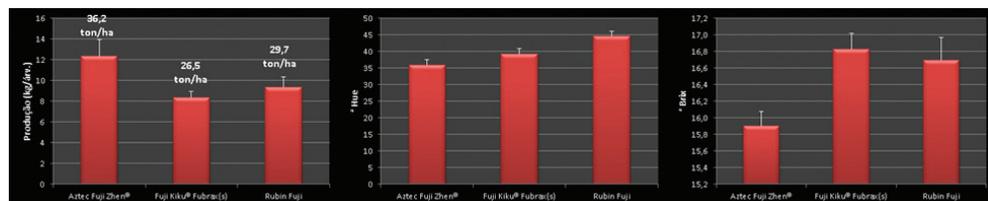


Figura 4 – Produção, produtividade, coloração e índice refratométrico de 3 clones da cultivar 'Fuji' (Fuji Kiku® Fubrax(s), Rubin Fuji, Aztec Fuji Zhen®)



Figura 5 – Exemplos de clones de Fuji: Aztec Fuji Zhen® (esq.), Fuji Kiku® Fubrax(s) (centro), Rubin Fuji (dir.)

gulos abertos, frutificação do tipo III (Lespinasse, 1977), rápida entrada em produção mas sensível à alternância das produções. Por esta razão, o ajustamento da carga é fundamental e deve ser realizado cedo. A monda química não é tão eficaz quanto nos grupos anteriores, exigindo com frequência monda manual intensa para ajustamento do número de frutos e produção de calibres elevados. O fruto tem uma forma achatada, arredondado, de coloração vermelha viva a verde amarelada, e a polpa é branca, sumarenta, doce e bastante crocante. Tem vindo a ser alvo de intensos programas de melhoramento procurando maior intensidade da cor, com ou sem estrias, e redução da ocorrência da carepa lenticelular e/ou localizada na cavidade peduncular. Os clones mais antigos têm vindo a manifestar perda de coloração, principalmente nos frutos localizados no interior, justificando a implementação de podas mais severas e/ou a adoção de tecnologias complementares (ex. nutrição, filmes refletivos no solo, rega por aspersão) com vista à melhoria do microclima luminoso no interior do coberto vegetal, otimização do estado nutricional da planta e favorecimento das condições que incrementam a formação dos pigmentos envolvidos na coloração dos frutos. Abaixo apresentam-se resultados de 3 clones em estudo na EN-FVN (Fuji Kiku® Fubrax(s), Rubin Fuji, Aztec Fuji Zhen®), provenientes de uma plantação com 2 anos de idade (Figura 4), bem como fotografias destes clones produzidos na região de Alcobaça em 2020 (Figura 5).

Outras cultivares merecem também destaque no contexto nacional e internacional. O grupo 'Red delicious', com grande relevo à escala mundial, é composto por clones 'Standard', maioritariamente de árvores de vigor médio alto, frutificação tipo III (Lespinasse, 1977), porte ereto, tendência basíttona, produtividade média e tendência para alternância após anos de grandes produções e, ainda, por clones 'Spur', com árvores de baixo vigor, frutificação tipo I (Lespinasse, 1977), porte ereto, tendência basíttona mais acentuada e entrada em produção mais rápida. São ainda comuns pomares de 'Starking delicious' e 'Topred delicious', encontrando-se as novas plantações a ser instaladas maioritariamente com o clone Jeromine (Figura 6). Existem vários clones em avaliação, entre os quais a Superchief® Sandidge cov e a RedVelox® Stark Gegger. A colheita ocorre habitualmente durante a 2ª quinzena de setembro.

As Reinetas são um grupo aprecia-



Figura 6 – Maças do grupo 'Red delicious', clone Jeromine

do por determinado segmento de consumidores, de menor exigência no manuseio à produção e com um perfil comercial mais estável. São árvores de vigor forte ou muito forte, com algumas dificuldades de ramificação, ramos compridos e que rapidamente ficam desprovidos de vegetação, basítonas, frutificação tipo II (Lespinasse, 1977) e mais difíceis de conduzir em eixo vertical. O fruto apresenta uma forma arredondada e achatada, epiderme rugosa de coloração acastanhada clara, presença de carepa abundante, pedúnculo curto, polpa creme clara, pouco sumarenta e muito ácida. Apresenta frutos de grande calibre e com tendência para formação de danos na epiderme, bem como sensibilidade ao escaldão solar. O itinerário técnico desta cultivar deve por isso ser seguido com profissionalismo, usando as tecnologias disponíveis para minimizar a quantidade de frutos com menor ou sem valorização comercial, incluindo dimensionamento da carga através da monda química, controlo do crescimento dos frutos, suplementação nutricional para redução de danos na epiderme e proteção contra o escaldão solar. A colheita ocorre normalmente no início do mês de setembro.

Existem muitas outras cultivares em produção, como sejam o grupo 'Jonagold', 'Granny Smith' ou as vulgarmente denominadas por "variedades de clube", em ascensão e em destaque a nível mundial, sendo também previsível o crescimento de cultivares resistentes ao pedrado, a doença mais importante das pomóideas, pela sua possibilidade de se adaptarem à produção biológica ou orgânica (entre elas, 'Modi', 'Bio Topaz', 'Crimson Crisp', 'Story', 'Fujion', 'Smeralda' ou 'Gemini').

Instalação e Condução do Pomar

• Densidade de plantação

A definição da densidade de plantação é das decisões mais importantes e que mais condicionam a rentabilidade futura do pomar. Num mercado globalizado e altamente competitivo, não há lugar para saudosismos ou devaneios ideológicos, quando em causa está a viabilidade de empresas agrícolas e de famílias cujo rendimento depende exclusivamente do resultado económico da sua exploração, sabendo que terão de competir diariamente com maçãs produzidas em países onde o nível tecnológico, profissional e/ou os custos de produção são mais favoráveis.

Em Portugal tem-se assistido a transformações importantes, nomeadamente ao nível da intensificação cultural, permitindo ganhos significativos de produtividade. O aumento da densidade dos pomares, com a redução do espaçamento na entrelinha e melhor ocupação do espaço entre as plantas, torna possível o maior aproveitamento da radiação solar. Recorde-se que Portugal é o país com mais radiação, quando considerados os maiores produtores de pomóideas e prunóideas europeus, sendo que modelos de produção mais capazes de intercetar e distribuir a radiação são potencialmente mais competitivos.

Com base nestas considerações e, assumindo o eixo central revestido como forma de condução a implementar, recomendam-se densidades de plantação superiores a 2850 plantas/ha, com distâncias na entrelinha compreendidas entre os 3,0 e os 3,5 metros e na linha entre 0,60 e 1,0 metro, sendo que deverá ser privilegiada a redução na entrelinha face à redução da distância entre as plantas, pelos condicionamentos fisiológicos proporcionados pelo ensombramento excessivo, com implicações no crescimento, coloração e qualidade intrínseca dos frutos. Estas densidades devem estar associadas ao uso de porta-enxertos de baixo vigor (ex. M9), tecnologia de produção moderna e adequada (ex. rega e nutrição), proporcionando produtividades elevadas e regulares, mecanização facilitada e maior eficiência das operações. A altura das árvores deve ser ajustada à distância na entrelinha e a orientação do pomar preferencialmente N-S.

• Condução e Poda

Atualmente, as macieiras são na sua generalidade conduzidas em eixo central revestido (Figura 7). Esta forma de condução tem por base a existência de um eixo central forte e dominante, com ramificações naturais e abundantes, ramos da base superiores e mais largos que os da extremidade superior e ramos de produção simples, flexíveis, com ângulos de inserção abertos e com órgãos florais bem distribuídos. Trata-se de um sistema simples de implementar e bastante versátil, adaptando-se bem à generalidade das cultivares em produção, permitindo obter pomares com uma forma aproximadamente tronco-cónica. Nos pomares modernos de alta densidade, plantados com



Figura 7 – Pomar de macieiras conduzido em eixo central revestido (esq.) e em Bibaum® (dir.)

BOAS PRÁTICAS

recurso a árvores ramificadas, a poda é normalmente reduzida nos primeiros anos, exceção feita à remoção de ramos longos ou dominantes e definição do eixo, com corte em bisel curto ou junto ao eixo, consoante se pretenda uma ou mais respostas de menor vigor (importantes em pomares com distâncias na linha mais reduzidas). Nestas plantações não existem pernadas permanentes, contrariamente aos pomares mais antigos em que a baixa densidade e a elevada distância entre as árvores implicavam a existência de uma estrutura permanente que garantisse a ocupação do espaço, sendo indispensável que se proceda à renovação de alguns ramos anualmente, de forma a manter o pomar equilibrado e o rejuvenescimento permanente dos órgãos de produção.

Existem outras formas de condução com possível interesse para a cultura da macieira, as quais na sua generalidade foram ainda pouco testadas em Portugal. O sistema Bibaum® consiste no uso de árvores pré-formadas com 2 eixos (Figura 7), sendo que, tal como outros sistemas com eixos múltiplos planares, podem vir a assumir-se como ferramentas importantes para controlar o vigor, dividindo-o por vários eixos, e aumentar a área foliar exposta, fundamental para a melhoria e uniformização da qualidade, aumento de coloração das maçãs e redução da quantidade de produto com reduzido ou sem valor comercial.

Nos próximos anos é expectável o incremento da transição de pomares 3D para 2D, acompanhados da redução da distância na entrelinha, facilitando a mecanização e a introdução de novas ferramentas tecnológicas de apoio à produção.

As formas de condução em V ou Y têm-se revelado eficazes no aumento da interceção de luz e no aumento da produtividade, podendo ser alternativas com elevado interesse e potencial em Portugal (Leão de Sousa, 2013). Os sistemas com 2 planos inclinados para a linha encontram-se implementados com sucesso em diversas partes do mundo, sendo exemplos o Tatura trellis na Austrália, Nova Zelândia e África do Sul, o Y-trellis em Itália, França e Espanha e a forma em V existente na Bélgica, Itália, Holanda e outras áreas Europeias (Palmer, 1997; Sansavini & Musacchi, 2002). Esta forma (V) adapta-se particularmente bem à alta densidade e é fácil de manusear, pois as árvores próximas estão inclinadas para lados opostos ao longo da linha, formando um V com o ângulo desejado. A maior interceção de luz destas formas de condução resulta da arquitetura da copa que permite que ela cresça e se abra para a zona da entrelinha, deixando apenas o espaço suficiente para a passagem de máquinas e, desta forma, reduzindo as perdas de radiação para o solo (Robinson & Lakso, 1991; Robinson *et al.*, 1993; Wunsche *et al.*, 1996; Sansavini & Musacchi, 2002). Robinson *et al.* (1993), mostraram que este sistema interceitou uma média de 70% da radiação PAR incidente, enquanto os sistemas verticais

não ultrapassaram os 45 a 50%, apresentando produções superiores às previstas, tendo em conta a densidade usada. Os dados obtidos em Portugal com pera 'Rocha' confirmam estas tendências (Leão de Sousa, 2013).

A poda deve pois adaptar-se à forma de condução, ajustando a forma e a altura da árvore ao compasso utilizado, regular a permeabilidade à luz e garantir a sua distribuição na copa. As intervenções devem ainda permitir o rejuvenescimento dos órgãos produtivos, selecionando os mais aptos e melhor localizados e, ainda, servir para o ajustamento da produção e para a resolução de problemas de coloração, calibre ou capacidade de conservação. A diversidade de técnicas e metodologias de poda, bem como a necessidade de proceder ao seu ajustamento anual em função das necessidades evidenciadas por cada pomar, extravasa o âmbito deste folheto pelo que se remete para manuais ou cursos da especialidade que abordem o tema com a profundidade necessária.

• Polinização

A polinização deve ser devidamente considerada no projeto de plantação, uma vez que, se devidamente implementada será suficiente para garantir a produção na maioria das cultivares. A necessidade da polinização cruzada deve-se à autoincompatibilidade existente em muitas cultivares de macieira, limitando a autofertilização das flores de uma mesma cultivar e com isso a frutificação.

Os novos modelos de pomar em alta densidade têm a vantagem de exigir um número de frutos por árvore médio a baixo para garantir a produção adequada à concretização do objetivo comercial, implicando baixa pressão ao vingamento, árvores mais equilibradas, menos exploradas e menos propensas a fenómenos de alternância. Significa isto, que se considerarmos que a generalidade destes pomares são plantados em porta-enxertos ananizantes, eficientes na conversão da radiação solar em assimilados e na precocidade da sua partição para os frutos e, ainda, que os esquemas de polinização na macieira proporcionam elevado número de árvores polinizadoras, com flores mais atrativas aos insetos polinizadores que outras pomóideas, a produção de maçã neste modelo pode ser equa-



Figura 8 – Flor de macieira em plena floração (F2)

cionada sem a aplicação de reguladores de crescimento para o incremento do vingamento na generalidade das cultivares e anos. Este facto deve ser considerado pelos produtores de pereira ‘Rocha’ que recentemente se iniciaram na produção de maçã, pois a pereira, com maior vigor e maior competição pelos assimilados no momento da floração e vingamento, menor presença de polinizadoras, menor atratividade das flores aos agentes polinizadores e maior dificuldade geral de vingamento, torna imprescindível, em maior ou menor intensidade, o recurso a essas ferramentas e a um itinerário técnico mais complexo para estabilizar produtividades e rendimento na generalidade dos anos. A aplicação de tais práticas à cultura da macieira pode resultar no sobredimensionamento da carga das árvores com custos de monda elevados e consequências no calibre, qualidade e equilíbrio do pomar, refletidos de forma muito significativa no seu resultado económico. Diferente estratégia poderá, eventualmente, ter de ser seguida em pomares de macieiras mais antigos, em baixa densidade, com porta-enxertos de maior vigor e mal polinizados, especialmente em anos em que as condições meteorológicas no momento da floração não favoreçam a atividade dos insetos polinizadores ou interfiram negativamente nos processos fisiológicos ligados à biologia floral. Propõem-se três esquemas possíveis para garantir a polinização dos pomares a instalar, consoante se pretende ou não concentrar a produção numa única cultivar. A primeira proposta contempla a colocação das polinizadoras na linha, distanciadas a não mais de 20 metros e desfasadas entre linhas (Figura 9a). A segunda e terceira propostas (Figura 9b e 9c) propõem a coexistência de 2 cultivares em blocos de 4x4 ou 4x2, consoante a proporção com que se pretenda produzi-las. A eficácia da polinização depende da coincidência de florações entre cultivares, qualidade do pólen da cultivar polinizadora e presença de agentes polinizadores. As cultivares polinizadoras devem possuir floração abundante e ser pouco sensíveis à alternância. A colocação das colmeias (4 por hectare) deve ser efetuada ao início da floração.

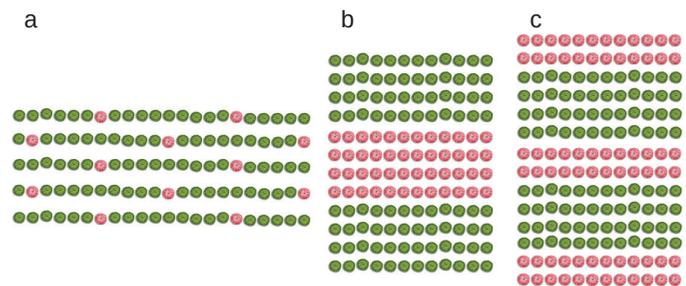


Figura 9 – Propostas de distribuição das cultivares polinizadoras em pomares de macieira

A compatibilidade entre cultivares comerciais é apresentada na tabela 1. Dadas as diferentes exigências em frio, é recomendável que em anos em que sejam expectáveis diferenças nas datas de floração (ex. anos com menos horas de frio invernal), que as mesmas sejam minimizadas promovendo ou auxiliando a quebra de dormência destas cultivares com a aplicação das soluções existentes no mercado. Para reduzir os riscos de não coincidência de florações entre cultivares, deve ser usada mais do que uma polinizadora, recomendando-se também o uso de espécies como a ‘Malus INRA Perpetu® Evereste’, ‘Malus Golden Gem’ ou ‘Malus INRA Baugene®’ distribuídas nas linhas. A seleção da espécie mais adequada dependerá da data de floração da cultivar a polinizar. A polinização é um processo complexo que envolve sincronismo entre diversos acontecimentos biológicos, sendo indispensável garantir níveis nutricionais adequados nas flores (ex. boro, azoto e potássio), bem como acompanhar tecnicamente o seu desenvolvimento de forma a reagir atempadamente com a aplicação de soluções exógenas em caso de necessidade.

• Fertilização e nutrição da cultura

Previamente à plantação dos pomares devem ser realizadas análises minerais aos solos, de forma a colocar e distribuir em profundidade elementos de baixa mobilidade no solo (ex. fósforo, potássio) ou a matéria orgânica necessária para incrementar a sua fertilidade e facilitar

o crescimento das raízes posterior à plantação. As quantidades a aplicar dependem dos resultados das análises e das classes de fertilidade do solo, podendo ser consultadas nos manuais referentes às normas técnicas do respetivo modo de produção (DGADR, 2011). Independentemente destas referências, a decisão agrónoma deve sempre basear-se nas necessidades pomológicas evidenciadas pelas culturas e identificadas ‘in locu’ pelos técnicos responsáveis pelo seu acompanhamento, evitando

Tabela 1 – Proposta de polinização para algumas cultivares comerciais*

Cultivares polinizadoras Cultivares a polinizar	Red Delicious	Fuji	Gala	Golden Delicious	Granny Smith	Reinetas
Red Delicious						
Fuji						
Gala						
Golden Delicious						
Granny Smith						
Jonagold						
Reinetas						

*Compatibilidade entre cultivares assinalada a vermelho (Trillot et al., 2002)

BOAS PRÁTICAS



Figura 10 – Extração de seiva no campo para diagnóstico rápido do estado nutricional das plantas

danos de difícil e demorada recuperação, com consequências na produção, qualidade e rendimento do pomar. A nova realidade de pomares em alta densidade impõe uma análise mais qualificada, facilitada pelas ferramentas e meios tecnológicos hoje ao serviço da produção, mais que o cumprimento escrupuloso de referenciais de fertilização, diferenciados com as regiões e escolas de produção de conhecimento mundiais, aplicados de forma cega e contraditória aos princípios da fruticultura de precisão.

O pomar deve ser monitorizado anualmente, mediante análises de folhas, seiva (Figura 10) e frutos, permitindo diferentes avaliações, quer sobre os órgãos responsáveis pelo desempenho fotossintético do pomar, quer sobre a aptidão dos frutos para serem conservados, antes da sua apresentação ao consumidor final. Em resultado dessa monitorização a fertilização de cobertura, fertirrega e foliar devem ser combinadas de forma a garantir a máxima eficiência na aplicação das unidades fertilizantes necessárias e o melhor desempenho do pomar.

A manutenção de índices fotossintéticos elevados, avaliados com recurso a ferramentas de diagnósticos portáteis (Figura 11), é também essencial para otimizar a produção de assimilados e, com isso, maximizar o crescimento dos frutos. Nesse âmbito, as estratégias de nutrição foliar são de fulcral importância, ajudando a maximizar esse desempenho e a reduzir o impacto de períodos de stress térmico, hídrico ou outros. A aplicação destas estratégias de



Figura 11 – Equipamentos portáteis para diagnóstico do estado fisiológico das plantas

forma regular poderão contribuir para alcançar frutos com perfil mais valorizado pelos mercados (ex. calibre superior, maior grau brix ou coloração) e, ainda, reforçar a sua capacidade de conservação, importante para o prolongamento da oferta de produto nacional e redução de importações. Deve também ser dada especial atenção à nutrição foliar em pós-colheita, fundamental para o reequilíbrio das plantas e regularidade da produção no ano seguinte.

Os pomares modernos, munidos de sistemas de fertirrega e de controlo de percolação, são altamente eficientes, permitindo aplicar apenas as unidades fertilizantes necessárias a cada fase de desenvolvimento, sem perdas ou contaminações secundárias. Os adubos de cobertura devem ser localizados na linha, mediante distribuidores de adubo com localizador, em quantidades reduzidas e aplicadas de forma gradual, e a fertilidade da entrelinha deve ser potenciada mediante a sementeira de espécies que melhorem a sua estrutura ou participem na fixação de azoto atmosférico. A aplicação de matéria orgânica regular deve ser intensificada, bem como o uso de outras tecnologias emergentes e em crescimento (ex. biofertilizantes).

• Rega

A rega é um fator essencial para a competitividade da generalidade das culturas, entre elas a macieira. A baixa disponibilidade de água em muitas regiões e a generalização dos instrumentos de monitorização da humidade do solo, fornecidos a preços de mercado competitivos, exigem e permitem hoje a instalação de sistemas de rega de alta eficiência. A rega gota-a-gota é o sistema mais utilizado, recomendando-se duas linhas de rega, paralelas e afastadas 40cm entre si, com gotejadores desfasados, permitindo um bolbo húmido mais largo, capaz de abastecer mais raízes à superfície, reduzindo ainda a sua competição na linha e estimulando-as a crescer no sentido da entrelinha, onde o teor em matéria orgânica é mais elevado. Independentemente de serem usadas uma ou duas linhas de rega, recomenda-se o uso de gotejadores autocompensantes com espaçamentos e débitos mais reduzidos (ex. 0,50m, 2,3 L/h), os quais, quando monitorizados por sondas adequadas ao seguimento da rega, permitem reduções muito significativas das dotações de água necessárias para regar as culturas e minimizam as perdas por percolação. Em solos arenosos ou em regiões quentes, a microaspersão assume-se também como uma alternativa viável, permitindo melhor distribuição superficial da água e formação de microclima favorável à coloração de maçãs vermelhas. Não obstante, trata-se de um sistema mais caro e mais exigente em água mas que proporciona bons resultados.

• Monda de frutos e gestão de carga

A gestão de carga num pomar de macieiras é provavelmente um dos fatores mais críticos para a concretização

Tabela 2 – Simulação teórica do número médio de gomos florais e taxa de vingamento necessárias para obtenção de diferentes níveis de produtividade (densidade usada na simulação – 3,20x0,90)

Carga à Poda	Flores		Taxa de vingamento								Peso g/fr	Árvores N.º/ha	Produção estimada (ton/ha)			
	N.º gf/árv.	Nº fl/gf	Total/Árv.	%	fr/Árv.	%	fr/Árv.	%	fr/Árv.	%			fr/Árv.	Ving 15%	Ving 25%	Ving 35%
40	6	240	15	36	25	60	35	84	50	120	150	3472	18,7	31,2	43,7	62,5
60	6	360	15	54	25	90	35	126	50	180	150	3472	28,1	46,9	65,6	93,7
80	6	480	15	72	25	120	35	168	50	240	150	3472	37,5	62,5	87,5	125,0
100	6	600	15	90	25	150	35	210	50	300	150	3472	46,9	78,1	109,4	156,2
120	6	720	15	108	25	180	35	252	50	360	150	3472	56,2	93,7	131,2	187,5
140	6	840	15	126	25	210	35	294	50	420	150	3472	65,6	109,4	153,1	218,7

gf – gomos florais; fl – flores; fr – frutos

do seu objetivo comercial e, conseqüentemente, do seu resultado económico. Nos modelos acima propostos e, especialmente em anos sem condições meteorológicas adversas durante o período de floração e vingamento, é comum o excesso de vingamento e, em consequência, o sobredimensionamento da carga. Por essa razão, o fruticultor profissional, conhecedor do histórico do pomar e do peso dos custos de monda envolvidos para a sua correção, deve iniciar a regulação da carga no momento da poda, selecionando os gomos florais melhor posicionados e mais aptos para a produção de frutos de elevado calibre e qualidade. Na tabela 2 apresenta-se um exemplo de simulação teórica da taxa de vingamento necessária para alcançar diferentes níveis de produtividade, a qual poderá constituir um exercício importante para fornecer ao gestor orientações relativas à intensidade de poda a aplicar nestes pomares. Nessa tabela, não são apresentados valores de carga à poda superiores a 140 gomos florais por árvore, frequentes em árvores adultas em plena produção, nem é alterado o peso médio por fruto que naturalmente é reduzido com cargas excessivas. Pretende-se apenas alertar e demonstrar que nos novos modelos de pomar em alta densidade não são necessárias cargas de gomos florais ou taxas de vingamento elevadas para alcançar níveis altos de produtividade.

A consciencialização deste facto determina também que as mondas sejam aplicadas cedo, nomeadamente a monda química, recorrendo às soluções disponíveis no mercado, tendo em atenção que quanto mais cedo for reduzida a competição com os frutos que permanecerão na árvore, maior será o calibre dos remanescentes. Quando a taxa de vingamento é exagerada é fundamental atuar durante

o período de divisão celular dos frutos (que ocorre nas primeiras 4 a 5 semanas após a floração).

A primeira monitorização da carga de frutos deverá ocorrer logo que os resultados da monda química sejam visíveis (ou antes, caso esta não tenha sido aplicada), dimensionando a intensidade da monda manual. Apresenta-se o quadro de registos de uma exploração de maçã com 6 parcelas, após contagem aleatória de 10 árvores por parcela, verificando-se a coexistência de parcelas com exigência elevada, média e ligeira de monda (Tabela 3), as quais, não sendo já possível atuar quimicamente, deverão ser mondadas manualmente por ordem decrescente de necessidade. O ajustamento da monda deve ser comprovado após a realização da correção da carga mediante contagens complementares. Esta metodologia revela-se também de grande utilidade para o ajustamento das previsões de colheita e logística associadas, nomeadamente, elaboração de plano de colheita, vasilhame necessário, capacidade de frio e contratos de venda.

• Monitorização e controlo do crescimento dos frutos

A monitorização semanal do crescimento dos frutos é determinante em fruticultura de precisão, permitindo verificar se todos os pressupostos considerados acima se encontram a ser cumpridos ou se serão necessários ajustamentos. A comparação do crescimento dos frutos entre pomares permite identificar precocemente problemas e limitações (stress hídrico, nutricionais, carga de frutos, gestão do coberto vegetal, outras), as quais deverão ser imediatamente identificadas e corrigidas para que o perfil de calibres definido no início do ciclo seja alcançado. Pode ser realizado manualmente através da medição semanal

Tabela 3 – Exemplo da monitorização efetuada para determinação da carga do pomar e dimensionamento da intensidade de monda a aplicar nos pomares de uma exploração

Pomar	Variedade	Área (ha)	Compasso		N.º Total Árv.		Prod. Pot. kg/ha	Peso Médio Fruto (g)	N.º Frutos/Árv	Monitorização de Carga do Pomar										Prod. Pot. kg/Árv.	Prod. Pot. kg/ha	Prod. Corrigida kg/ha		
			DEL (m)	DL (m)	Árv./ha	Real/Pomar				A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10				Média	Δ
1	Gala Schnico	1,00	3,0	0,9	3704	3140	55000	150	99	142	181	102	165	202	108	78	112	64	116	127	28,3	19,1	70555,6	59817,0
2	Gala Brookfield	1,25	3,9	1,2	2137	2234	55000	150	172	210	234	281	125	198	223	187	204	196	146	200	16,8	30,1	64230,8	67154,0
3	Fuji	1,25	3,3	0,9	3367	3520	60000	150	119	246	251	298	168	263	221	164	106	182	136	204	71,3	30,5	102777,8	107448,0
4	Granny Smith	1,50	3,3	1,0	3030	3852	60000	175	113	112	179	145	129	206	184	168	94	139	189	155	36,6	27,0	81931,8	104148,5
5	Gala Galaxy	1,75	3,2	0,9	3472	5170	55000	150	106	125	149	162	146	84	168	156	184	123	149	145	36,9	21,7	75312,5	112137,3
6	Reineta	1,00	3,5	1,1	2597	2192	45000	210	83	103	84	42	65	116	106	106	86	102	111	92	11,6	19,3	50236,4	42395,5

BOAS PRÁTICAS

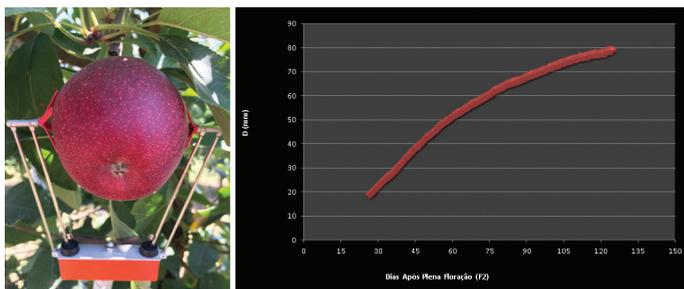


Figura 12 – Dendrômetro de fruto (esq.) e curva de crescimento dos frutos obtida num pomar de macieiras 'Gala' (dir.)

de frutos previamente marcados ou recorrendo ao auxílio de dendrômetros (Figura 12), que medem e transmitem as informações remotamente, permitindo poupanças de tempo e decisões atempadas ao fruticultor/gestor.

• Controlo de pragas e doenças

A proteção fitossanitária deverá ser efetuada de acordo com as normas da proteção integrada, utilizando os produtos autorizados para o efeito. As principais pragas que afetam esta cultura são o aranhaço vermelho (*Panonychus ulmi*), o bichado da fruta (*Cydia pomonella*), a cochonilha de São José (*Quadraspidiotus perniciosus*), a mosca do mediterrâneo (*Ceratitis capitata*), o pulgão lanígero (*Eriosoma lanigerum*) e os afídeos, entre outras de menor frequência ou importância. Parte delas são controladas na primeira metade do ciclo (ao aparecimento da praga) ou através de meios de luta não químicos, como por exemplo a luta biotécnica usada no controlo do bichado (confusão sexual) ou a captura em massa usada na proteção contra a mosca do mediterrâneo (Figura 13), tornando possível produzir maçãs com reduzido perfil toxicológico e, com isso, proporcionar elevados padrões de segurança alimentar.

A luta biológica encontra-se também em crescimento nesta cultura, prevendo-se que venha a ser uma importante ferramenta de controlo de algumas pragas (ex. aranhaço vermelho controlado com fitoseídos), devendo também ser incrementada a existência de bandas ecológicas e a



Figura 13 – Armadilha para controlo e captura em massa da mosca do mediterrâneo (esq.), placa cromotrópica digital (centro) e armadilha inteligente para monitorização do bichado (dir.)

colocação de refúgios para a fauna auxiliar (Figura 14), com o propósito de complementar gradualmente os meios de luta atualmente em uso. As armadilhas inteligentes encontram-se já em fase de introdução no mercado, permitindo poupança de tempo na monitorização da estimativa do risco das principais pragas (Figura 13).

As principais doenças da macieira são o pedrado (*Venturia inaequalis*), o oídio (*Podosphaera leucotricha*), o fogo bacteriano (*Erwinia amylovora*), o cancro (*Nectria galligena*), a podridão do colo (*Phytophthora cactorum*), entre outras de menor relevância, com suscetibilidades e incidências diferentes entre cultivares, justificando observações cuidadas e tratamentos preventivos sempre que se verifiquem condições favoráveis e a presença de inóculo. Hoje em dia, o recurso a modelos previamente validados e baseados em informação meteorológica obtida nos locais de produção permite otimizar a estratégia de luta e reduzir os tratamentos fitofarmacêuticos aplicados. Informação detalhada relativa à implementação dos princípios da proteção integrada, estimativa do risco e controlo de pragas e doenças pode ser consultada em DGADR (2011).

A aplicação de produtos fitofarmacêuticos deverá ser efetuada prioritariamente mediante o uso de técnicas de pulverização em médio e baixo volume, devidamente reguladas e monitorizadas, ajustando o volume de calda ao volume de vegetação (Sousa & Soares, 2004), garantindo a eficiência dos depósitos no alvo biológico e os ganhos ambientais, ecológicos e económicos resultantes da aplicação desta tecnologia.

• Manutenção do solo

A manutenção do solo é realizada prioritariamente recorrendo aos herbicidas homologados para o efeito, sendo necessário identificar os grupos de infestantes predominantes aquando da seleção da estratégia a implementar. A combinação de um herbicida sistémico (ex. glifosato) com um residual (ex. oxifluorfena) é frequentemente utilizada, tendo em consideração o seu custo e duração do período de controlo das infestantes, desde que garantidas as condições de aplicação que constam dos seus rótulos. A utilização de alfaias para controlo mecânico das infestantes na linha encontra-se também em crescimento, sendo uma alternativa não química interessante, que pode ser usada sozinha ou combinada com outras estratégias de controlo. A monda térmica na linha tem ainda pouca representatividade, encontrando-se em fase de testes.



Figura 14 – Refúgio para instalação da fauna auxiliar (Anipla)

Na entrelinha, as técnicas de não mobilização do solo (ex. corte mecânico do coberto vegetal) têm proporcionado importantes ganhos nos teores de matéria orgânica dos solos e na sua estrutura, reforçando a sustentabilidade das técnicas atualmente em uso nos pomares modernos, recomendando-se a sementeira da entrelinha com espécies adaptadas aos solos e regiões, que proporcionem cortes frequentes e a fixação de azoto atmosférico (ex. azevém perene com trevo).

• Tecnologias para reforço da qualidade dos frutos

A estabilidade da oferta de produto interanual é fundamental para manter mercados e clientes. Se a regulação precoce da carga ou a ausência de stress hídrico e/ou nutricional são alguns fatores determinantes para estabilizar a produtividade dos pomares, a qualidade depende, entre outros, da ausência de danos provocados por aleatoriedades climáticas (ex. granizo ou escaldão solar) ou do recurso a tecnologias de apoio que incrementem as características mais valorizadas pelo mercado e reduzam refugos ou indústria.

A cobertura dos pomares, apesar do elevado investimento, permite reduzir a suscetibilidade a esses danos, estando em curso uma linha de estudo que pretende recorrer a redes fotoseletivas para controlo de processos fisiológicos relevantes, garantindo assim um efeito triplo e uma amotização mais rápida (Figura 15).

O uso de filmes refletivos na entrelinha é também uma tecnologia em expansão para incremento da coloração vermelha das maçãs, principalmente em pomares mais antigos, mais densos e em que a coloração é fator limitante do seu resultado económico (ex. 'Fuji'/MM106) (Figura 15).

A aplicação de substâncias exógenas para redução dos efeitos do escaldão solar (ex. caolino) justifica-se sempre que as temperaturas ultrapassem níveis críticos, permitindo atenuar ligeiramente os seus efeitos nefastos.

Não obstante a tendência para a obtenção de um produto com perfil toxicológico cada vez mais reduzido, o setor deve valorizar e adotar as propostas tecnológicas que a investigação vai propondo, desde que as mesmas contribuam para a melhoria da qualidade dos produtos e vitali-

dade das plantas, em plena harmonia com o ecossistema. O pomar/fruticultor/gestor moderno não se pode fechar ao conhecimento, mas crescer com ele, estanque a fundamentalismos ideológicos mal fundamentados e pouco respeitadores da ciência e da investigação.

• Colheita

A colheita deve ser efetuada o mais próximo possível do ponto ótimo, considerando o seu impacto na qualidade e na capacidade de conservação dos frutos. Colheitas antecipadas originam frutos com menor coloração, peso e qualidade organoléptica e com maior propensão ao 'bitter pit', escaldão ou danos internos. Colheitas tardias proporcionam perdas na consistência dos frutos e na sua capacidade de conservação, maior sensibilidade a manipulações, entre outras patologias associadas à senescência. Deve, por isso, ser devidamente determinado o ponto ótimo de colheita, tendo por base testes que envolvam a cor da epiderme, a penetromia, a determinação do índice refratométrico, do teste do amido (teste do iodo – iodeto) e do índice de acidez. Estas determinações devem ser iniciadas três a quatro semanas antes da data prevista para a colheita e as estimativas usadas na elaboração do plano de colheita, que inclui ordem de colheita, recursos humanos e quantidades diárias previstas. Para o cumprimento deste plano com sucesso é fundamental que as estimativas de produção atrás referenciadas sejam devidamente efetuadas.

Durante a colheita recomenda-se a introdução da figura de responsável de colheita (que, entre outras, avalia se as maçãs se encontram a ser colhidas com os cuidados necessários, com pedúnculo, sem danos mecânicos e de acordo com as especificações previamente definidas).

Dada a necessidade de redução de danos mecânicos e de aumentos na eficiência, devem ser reduzidas as trajetórias, distância de transporte e uso de baldes. O uso de pequenos carros de colheita, atrelados aos tratores, tem-se revelado bastante eficaz, reduzindo o número de impactos e auxiliando no processo de triagem de frutos colhidos fora das especificações (Figura 16).



Figura 15 – Redes fotoseletivas para redução dos efeitos das aleatoriedades climáticas (esq.) e filme refletivo colocado na entrelinha para incremento da coloração vermelha dos frutos (dir.)



Figura 16 – Equipamento elétrico para auxílio na colheita e redução da pegada de carbono (esq.) e colheita otimizada com atrelados para redução de distâncias de transporte dos frutos, número de impactos e triagem qualitativa (dir.)

BOAS PRÁTICAS

Dada a existência de novos clones de cultivares vermelhas com coloração precoce acentuada, recomenda-se que os mesmos não sejam colhidos antes da data ótima de colheita pois apresentam, na maioria dos casos, maturação pouco desenvolvida com danos na percepção do sabor por parte dos consumidores.

• Conservação

As tecnologias de conservação atuais permitem prolongar o período de vida útil das maçãs, garantindo a oferta de produto nacional com qualidade até 10 meses por ano. Às atmosferas normais, juntam-se hoje atmosferas controladas de última geração que permitem reduzir a respiração dos frutos e a suscetibilidade a acidentes fisiológicos (ex. escaldão superficial), mantendo a sua qualidade e minimizando as perdas. Estas atmosferas monitorizam a condição dos frutos mediante técnicas de deteção de fluorescência (Figura 17), produção de etanol ou determinação do quociente respiratório, permitindo manter os frutos com níveis de oxigénio residuais sem a ocorrência de hipoxia ou de desordens fisiológicas relacionadas (ex. ausência de escaldão sem aplicação de químicos).

O mercado oferece também a possibilidade de aplicação de 1-MCP, produto que bloqueia a ação do etileno e reduz a suscetibilidade ao escaldão, evitando a conservação dos frutos em atmosferas com níveis muito reduzidos de oxigénio. O dióxido de carbono deve manter-se estável e nos valores adequados para cada cultivar.

Não sendo propósito deste folheto, recomenda-se a consulta dos protocolos de conservação mais adequados a cada cultivar (Prange *et al.*, 2015) e que poderão ser fornecidos pelos instaladores. A temperatura das câmaras deve variar na generalidade das cultivares entre 0 a 2°C (Reineta 2 a 4°C) e a humidade relativa deve ser mantida elevada (>95%).

É também muito importante que o tempo que medeia a colheita e o armazenamento seja reduzido ao mínimo indispensável e que a estiva no interior das câmaras facilite a circulação do ar e a uniformidade da temperatura e atmosfera a que os todos frutos são expostos (Figura 17).



Figura 17 – Equipamento para deteção da fluorescência dos frutos em atmosfera controlada dinâmica (cima), câmaras de conservação (baixo, esq.) e distribuição dos paloxes no seu interior (baixo, dir.)

• Considerações Finais

A sustentabilidade da fruticultura moderna depende da capacidade do setor para se profissionalizar e modernizar, adotando tecnologias de ponta e metodologias de controlo que permitam ao gestor tomar as melhores decisões no mais curto período de tempo. O modelo de produção em alta densidade, desde que apoiado tecnologicamente, provará enormes ganhos de eficiência no uso da radiação, da água, das unidades fertilizantes, dos combustíveis fósseis ou dos produtos fitofarmacêuticos aplicados, reduzindo os seus rácios por kg de fruta produzida, ao mesmo tempo que remove mais CO₂ da atmosfera por m² de área produtiva. A adoção dos princípios da fruticultura de precisão tem ser incrementada no quotidiano das explorações agrícolas, em claro alinhamento com o cumprimento dos mais exigentes referenciais de segurança alimentar e com foco no mercado e na qualidade dos produtos. Este modelo não pode nem deve ser confundido com a exploração intensiva, pois o nível tecnológico adotado reduz ao mínimo as externalidades negativas, mas sim uma abordagem baseada no conhecimento e na ciência impulsionadora da inovação e do progresso em ampla simbiose com o ambiente e benefício social. ●

Bibliografia

- DGADR (2011). Normas técnicas para a Produção Integrada. Volumes I e 2.
- Eurostat (2017). Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural_production_-_orchards#Apple_trees
- Iglesias, I., Pericay, J., Rocas, J., Barbaroja, R., Feixas, G., Sangrà, R., Torres, A. & Grau, J. (2000). Manzano. Las variedades de más interés. IRTA. 240p.
- Leão de Sousa, M.A. (2013). Avaliação de Novos Sistemas de Produção de Pera 'Rocha' em Alta Densidade com Recurso à Modelação e à Integração de Processos Fisiológicos. Tese de Doutoramento em Eng.ª Agronómica, ISA, UTL, Lisboa.
- Leão de Sousa, M. (2017). Gestão da Luz como Fator de Competitividade na Produção de Pomóideas. Revista Frutas, Legumes e Flores. pp. 22-23. Fevereiro 2017.
- Leão de Sousa, M. & Sánchez, C. (2019). Effects of covering inter-row orchard floor with reflecting films on light distribution, photosynthesis, coloration and quality of 'Fuji' apples. *Acta Hort.* **1268**: 257-264.
- Lespinasse J. M. (1977). La conduit du pommier. Types de fructification - Incidence sur la conduit de l'arbre. INVuFLEC. Paris. 80p.
- Palmer, J.W., Giuliani, R. & Adams, H.M. (1997). Effect of crop load on fruiting and leaf photosynthesis of Breaburn/M26 apple trees. *Tree Physiology* **17**: 741-746.
- Prange, R., Wright, A., DeLong, J.M. & Zanella, A. (2015). A review on the successful adoption of dynamic controlled-atmosphere (DCA) storage as a replacement for diphenylamine (DPA), the chemical used for control of superficial scald in apples and pears. *Acta Hort.*: **1071**: 389-396.
- Robinson T.L. & Lakso, A.N. (1991). Bases of yield and production efficiency in Apple orchards systems. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **116**: 188-194.
- Robinson, T.L., Wünsche, J. & Lakso, A.N. (1993). The influence of orchard system and pruning severity on yield, light interception, conversion efficiency, partitioning index and leaf area index. *Acta Hort.* **349**: 123-128.
- Sansavini, S. & Corelli-Grappadelli, L. (1997). Yield and light efficiency for high quality fruit in apple and peach high density planting. *Acta Hort.* **451**: 559-568.
- Sansavini, S. & Musacchi, S. (2002). European pear orchard design and HDP management: a review. *Acta Hort.* **596**: 589-601.
- Sousa, M.L. & Soares, J.M. (2004). Optimização das técnicas de pulverização em pomóideas, COTHN, Alcobaça.
- Trillot, M., Masseron, A. & Tronel, C. (1993). Pomme les variétés. CTIFL. 203p.
- Trillot, M., Masseron, A., Mathieu, V., Bergougnot, F., Hutin, C. & Lespinasse, Y. (2002). Le pommier. CTIFL. 288p.
- Wünche, J.N., Lakso, A.N., Robinson, T., Lenz, F. & Denning, S. (1996). The bases of productivity in apple production systems. The role of light interception by different shoots types. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* **121**: 886-893.

