

Impacto de filmes refletivos na distribuição da luz, coloração e qualidade de maçãs 'Fuji'

A maior exigência dos mercados e procura dos consumidores por frutos de variedades vermelhas e bicolores com coloração total, desvalorizando outros com igual calibre, textura e sabor, mas nível de coloração inferior, exige por parte da produção uma rápida alteração dos itinerários técnicos com introdução de novas tecnologias na produção. O uso de filmes refletivos é uma das tecnologias em teste, potenciando o uso da luz (recurso em que Portugal apresenta fortes vantagens competitivas, ainda que deficientemente exploradas) pelo aumento da sua disponibilidade no interior do coberto vegetal.

Miguel Leão, Claudia Sánchez, José Semedo, Mário Santos e Paula Vasilenko . INIAV, I.P.



A coloração parcial dos frutos é hoje mais um fator depreciativo da sua valorização comercial. Aos desafios de produtividade, calibre e Brix, adiciona-se o incremento dos níveis de coloração dos frutos das variedades vermelhas e bicolores, redirecionando o foco da atividade para a produção que gera valor e resultados económicos em detrimento da produtividade ou modelo de produção massiva. A esta alteração de paradigma a fileira tem respondido adotando uma fruticultura mais profissional, de precisão, com inclusão de tecnologias para aumento da racionalidade no uso dos fatores de produção e de respeito pelos princípios de sustentabilidade económica, ecológica e ambiental. Neste artigo, explica-se sumariamente como se desenvolve a coloração vermelha dos frutos, quais os fatores que interferem com este processo e apresentam-se alguns resul-



Figura 1 – Filme refletivo colocado na entrelinha de pomar de macieiras da variedade 'Fuji'

tados preliminares do uso de filmes refletivos para incremento da coloração vermelha de maçãs da variedade 'Fuji'.

A formação da cor vermelha dos frutos

A coloração dos frutos depende da concentração de vários pigmentos no epicarpo, como as antocianinas, clorofilas e carotenoides, sendo as antocianinas as mais importantes para a formação da cor vermelha. A concentração destes pigmentos varia ao longo do ciclo, assistindo-se na fase próxima da maturação a uma degradação da clorofila (pigmentos de cor verde) e a um aumento dos carotenoides (pigmentos de cor amarela, laranja ou vermelha) e, essencialmente, das antocianinas (pigmentos de cor vermelha, azul ou roxa). Estes pigmentos são importantes antioxidantes com ação na proteção dos tecidos face à radiação ultravioleta (UV) e às temperaturas elevadas. A biossíntese de antocianinas ocorre em sete passos metabólicos a partir do precursor fenilalanina, com cada passo a ser catalisado por diferentes enzimas, mediante a ação de genes específicos, altamente de-



Figura 2 – Maçã 'Fuji'

pendentes da luz ou, simultaneamente, da luz e da temperatura. Exemplos disso são as enzimas PAL e UFGaT que desempenham papéis fundamentais nessa rota metabólica (Ju *et al.*, 1999).

Fatores que afetam a coloração dos frutos

A coloração dos frutos é altamente influenciada por fatores genéticos, ambientais ou culturais. A capacidade para sintetizar grandes quantidades de antocianinas difere entre variedades e clones, pelo que, dada a tendência do mercado pela procura de

frutos de variedades vermelhas e bicolores com coloração completa e/ou mais intensa, a seleção dos clones a plantar é uma decisão estratégica com impacto na rendibilidade do pomar. São vários os exemplos de clones das variedades 'Gala' e 'Fuji' selecionados em programas de melhoramento pelo nível de coloração, intensidade e estabilidade ("regressão da cor") da cor, encontrando-se os mesmos em testes de adaptação às condições nacionais em campos experimentais localizados na Estação Nacional de Fruticultura Vieira Natividade (ENFVN).

A luz e a temperatura são os fatores mais limitativos na coloração das maçãs. A luz é o mais importante, não só pela sua intervenção nos processos bioquímicos envolvidos na produção de antocianinas, como também pela influência na fotossíntese e respetiva produção de assimilados. São também conhecidos os efeitos dos verões quentes e secos, característicos dos países mediterrânicos, na maior dificuldade de coloração das maçãs, sabendo-se que a coloração 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, re-

giões 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. A condução e a poda são ainda mais importantes nas variedades com exigências especiais de cor. Formas de condução mais recentes, como a condução em V, Y ou outras variantes destes sistemas, bem como formas planares estreitas com elevada superfície foliar exposta, podem conduzir a maior interceção de luz (com ganhos de produtividade e qualidade) e melhorar a sua distribuição no coberto vegetal, com reflexos positivos no aumento da coloração dos frutos. Também a poda, pelos seus efeitos no aumento da eficiência fotossintética das folhas localizadas no interior do coberto e pela influência que apresenta na localização e exposição dos frutos à luz, deve ser ajustada às necessidades dos novos modelos de pomar. Árvores mais permeáveis e com melhor distribuição de luz aumentam a valorização dos frutos e reduzem indústrias e refugos. São também conhecidos os efeitos da poda em verde na iluminação do interior

da copa e os ganhos de coloração que proporciona aos frutos localizados no interior e base das árvores.

A carga das árvores também influencia a coloração dos frutos, devendo a distribuição e o número médio de frutos por árvore estar ajustado aos níveis de produção, qualidade e regularidade pretendidos.

A nutrição das árvores deverá estar igualmente equilibrada. Não obstante o facto de os programas nutricionais direccionados ao aumento da coloração serem pouco eficientes quando a temperatura e a luz não são favoráveis, a sua aplicação pode ser favorecida quando os elementos em causa são deficitários. São de evitar aplicações tardias de azoto em excesso, uma vez que incrementam a conversão da fenilalanina em proteínas em detrimento das antocianinas. São ainda de evitar deficiências de potássio, ainda que as correções ou aplicações em excesso possam, tal como o magnésio, conduzir ao aumento da suscetibilidade ao "bitter pit" em vez de fomentar o desenvolvimento da coloração vermelha dos frutos.

A ocorrência de stress hídrico e/ou induzido pela presença de pragas deve também ser

PUB

SANTARÉM 2 A 10 JUNHO CNEMA OLIVAL & AZEITE FEIRA DO RIBATEJO

FNA18

FEIRA NACIONAL DE AGRICULTURA

feiranacionalagricultura.pt



evitado, pois reduz a fotossíntese e afeta o desenvolvimento da coloração dos frutos. Várias tecnologias têm sido usadas para aumento da coloração, entre as quais a rega por aspersão para diminuição da temperatura dos frutos por arrefecimento evaporativo e o uso de filmes refletivos, atualmente em teste nas condições nacionais.

Uso de filmes refletivos – resultados preliminares

O uso de filmes refletivos, tais como materiais plásticos brancos ou em folha de alumínio, ou outros materiais refletivos biodegradáveis usados em pomares orgânicos (ex. palha, cal ou tinta branca biodegradável), têm vindo a ser testados com sucesso em diversas culturas em parâmetros como a coloração, diâmetro dos frutos, retorno à floração (Ju *et al.*, 1999; Blanke, 2011), dureza, teor de sólidos solúveis totais (TSS) ou antecipação da produção (Whiting *et al.*, 2008). O efeito principal destes filmes é o aumento da reflexão da radiação PAR do solo para as zonas mais interiores das árvores, onde a sua incidência é mais baixa e insuficiente para manter *performances* fotossintéticas elevadas ou maximizar a qualidade dos frutos.

Enquadrado na estratégia da ENFVN, foi celebrado um protocolo com a empresa Engricola – Actividades Agrícolas, Lda. com o intuito de iniciar um conjunto de ensaios nos seus pomares para avaliação do efeito de filmes refletivos no aumento da coloração das maçãs. O pomar selecionado localiza-se na região de Alcobaça e é constituído por árvores da variedade ‘Fuji’, clone ‘Fubrax’, enxertado em M7, com o compasso $3,9 \times 1,1$ m (2331 árvores/ha), orientação N-S, conduzido em eixo central revestido e com altura e largura média das árvores de 3,8 e 1,7 metros respetivamente. Usou-se um filme refletivo de polipropileno branco, colocado a 12 de setembro, em linhas alternadas a 50 cm do tronco, tendo a colheita sido realizada em 2 passagens, com a primeira a ser realizada a 4 de outubro e a segunda a 24 de outubro. Os testes de qualidade foram realizados sobre amostras (240 frutos) retiradas na primeira passagem. As temperaturas durante os meses de setembro e outubro foram favoráveis à formação de antocianinas, com as médias diárias compreendidas maioritariamente entre os 15 e os 20 °C e as mínimas abaixo dos 15 °C.



Figura 3 – Medição da radiação PAR com ceptómetro

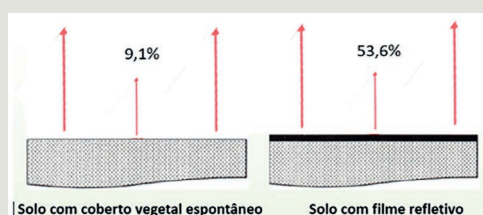


Figura 4 – Reflexão PAR medida no centro da entrelinha com coberto vegetal espontâneo e com filme refletivo branco

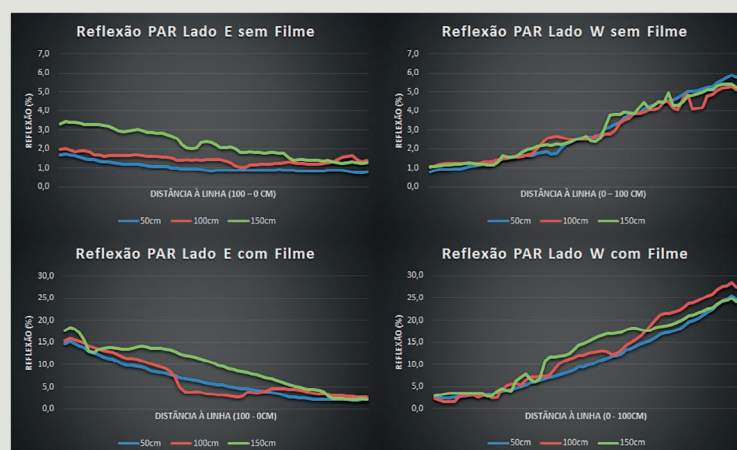


Figura 5 – Reflexão PAR nos primeiros 100 cm de distância à linha medida perpendicularmente a 3 alturas diferentes (50, 100 e 150 cm)



Figura 6 – Medição da Fotossíntese em pomar de maçãs

Influência dos filmes refletivos na radiação PAR refletida

Quando analisada a reflexão da radiação PAR no centro da entrelinha, medida com um ceptómetro (Figura 3) invertido e colocado paralelamente ao solo a 1 metro de altura, verifica-se que a reflexão em solo com coberto vegetal espontâneo é de 9,1%, valor muito inferior aos 53,6% de radiação PAR refletida na mesma posição da entrelinha, mas com aplicação de filme refletivo branco (Figura 4). Estes valores encontram-se no intervalo obtido para outros filmes, que varia entre os 44% (Solarmate™) e os 80% (Extenday™) (Meinhold *et al.*, 2010), podendo no entanto variar com o ângulo de incidência e com o espectro de radiação analisado. Analisando a reflexão PAR ao meio-dia solar nos primeiros 100 cm de distância à linha em três alturas diferentes (50, 100 e 150 cm), verifica-se que na ausência de filmes refletivos a radiação PAR refletida para o interior das árvores é globalmente baixa, especialmente junto ao tronco. Nos primeiros 50 cm mais internos a reflexão é inferior a 1% do lado este e inferior a 2% do lado oeste, principalmente quando avaliada a 50 e 100 cm de altura ao solo (Figura 5), facto que terá implicações na fotossíntese e na qualidade dos frutos, especialmente em árvores mais densas e com baixa permeabilidade à luz. Com a colocação do filme, a reflexão média nos primeiros 100 cm subiu de 3% para valores superiores a 11% no lado oeste e de 1% para 6,5% do lado este, atingindo ainda valores próximos dos 10% nos primeiros 50 cm do lado oeste, que antes não ultrapassava os 2%. Apesar dos ganhos observados, verifica-se que a radiação PAR refletida nos primeiros 20 cm é baixa, facto que poderá ser melhorado com a aproximação do filme à linha. Ainda que não sejam apresentados resultados, realça-se um efeito mais significativo da radiação refletida a 45° em qualquer um dos níveis de medições efetuadas, com radiações PAR médias refletidas para o interior de 7,2%, 16,4% e 14,1% a 50, 100 e 150 cm de altura respetivamente (lado oeste), face a valores de 4,3%, 3,7% e 2,9% nas mesmas posições das linhas sem filme.

Apesar dos ganhos observados, verifica-se que a radiação PAR refletida nos primeiros 20 cm é baixa, facto que poderá ser melhorado com a aproximação do filme à linha. Ainda que não sejam apresentados resultados, realça-se um efeito mais significativo da radiação refletida a 45° em qualquer um dos níveis de medições efetuadas, com radiações PAR médias refletidas para o interior de 7,2%, 16,4% e 14,1% a 50, 100 e 150 cm de altura respetivamente (lado oeste), face a valores de 4,3%, 3,7% e 2,9% nas mesmas posições das linhas sem filme.

Influência dos filmes refletivos na taxa fotossintética

A análise às taxas fotossintéticas obtidas durante os períodos da manhã (10:00-12:00) e da tarde (15:00-17:00), submetendo as fo-

lhas do exterior a radiação PAR de $1000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e as do interior a $150 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, três semanas após a colocação do filme refletivo, evidencia a existência de diferenças que poderão estar relacionadas com o diferente microclima luminoso a que estiveram sujeitas pela colocação do filme refletivo (Figura 6). As taxas fotossintéticas medidas nas folhas localizadas no exterior, quer do lado do filme refletivo, quer do lado da árvore contrário à linha com filme refletivo, são genericamente maiores, o mesmo acontecendo às folhas localizadas no interior (Figura 7). Obtiveram-se ainda diferenças noutros parâmetros fisiológicos, nomeadamente no CCI (“Chlorophyll Content Index”) determinado com SPAD (“Soil Plant Analysis System”), indicador que geralmente está positivamente relacionado com as clorofilas e, portanto, com a performance fotossintética das plantas e, ainda, na SLA (“Specific Leaf Area”) com valores mais elevados nos controlos, o que indicia maior investimento das plantas na captação de luz, característica de ambientes luminosos mais limitantes.

Influência dos filmes refletivos na coloração e qualidade de maçãs ‘Fuji’

Analisando o efeito dos filmes refletivos na coloração das maçãs, verifica-se que os frutos mais vermelhos são os localizados na parte exterior das árvores voltadas para a entrelinha com filme refletivo (Figura 8). Tendo também por base o parâmetro *hue*, tanto mais baixo quanto mais vermelhas são as maçãs, verifica-se que os frutos localizados no exterior das árvores e voltados para as linhas sem filme, são mais vermelhos que os frutos exteriores dos controlos,

indicando que poderá existir um efeito positivo do filme na coloração destes frutos, mesmo quando este é colocado em linhas alternadas para facilitar a passagem das máquinas agrícolas. Para este facto pode ter contribuído a maior radiação refletida lateralmente para o interior do coberto vegetal (comprovada nas medições efetuadas a 45°), com efeitos no lado das árvores voltado para a linha adjacente (sem filme). Por outro lado, os frutos do interior das linhas com filme apresentam uma coloração vermelha semelhante aos frutos da parte externa das linhas de controlo, indicadores muito positivos e que, a confirmarem-se nos ensaios em curso, farão desta tecnologia uma importante ferramenta a introduzir nos poma-

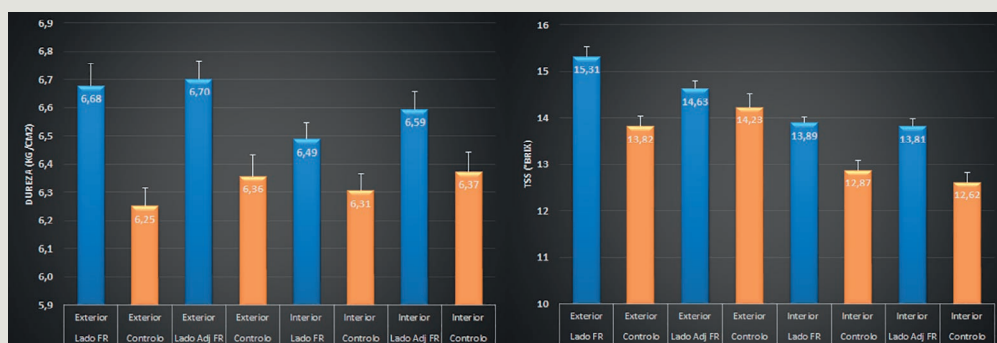


Figura 9 – Dureza (9a) e TSS (°Brix) (9b) de maçãs colhidas em diferentes posições de árvores localizadas junto a entrelinhas com e sem filme refletivo (FR)

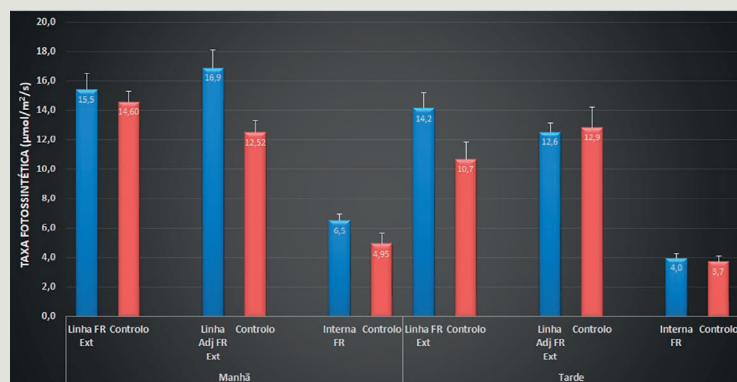


Figura 7 – Taxas fotossintéticas medidas em folhas exteriores e interiores de linhas sem e com filme refletivo (voltadas para a linha com filme refletivo ou para a linha adjacente)

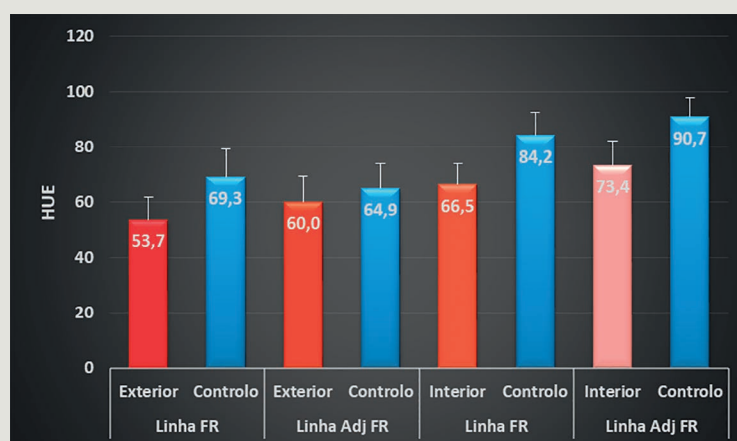


Figura 8 – Parâmetro HUE obtido para maçãs colhidas em diferentes posições de árvores localizadas junto a entrelinhas com e sem filme refletivo (FR)

res de macieiras de variedades com exigências especiais de coloração.

Verificou-se ainda que os frutos da amostragem (20 frutos por árvore, 10 de cada quadrante, 5 interiores e 5 exteriores, 6 árvores por modalidade) apresentavam maior peso médio, maior dureza e TSS (°Brix) (Figuras 9a e 9b).

Nota final

Os dados apresentados, não obstante serem resultados preliminares de ensaios em curso, apontam para as potencialidades do uso desta tecnologia, não só na melhoria dos níveis de coloração, dureza e TSS, mas também pela possibilidade de antecipar ou aumentar a quantidade de frutos colhidos na primeira passagem. A tecnologia baseada no uso de filmes refletivos em pomares de macieiras de variedades vermelhas e bicolores revela-se assim bastante promissora nas condições nacionais, pretendendo-se dar seguimento aos ensaios iniciados

em 2017 com a introdução de novos filmes, alargamento dos estudos a outros espectros de radiação e a outras finalidades. 🍏

Agradecimentos

Ao Laboratório de Fisiologia Vegetal, pela disponibilização de meios para os ensaios de fotossíntese.

Ao Eng.º António Baptista, gerente da empresa Engrícola – Atividades Agrícolas Lda., com a qual foi celebrado um protocolo de experimentação, cujos resultados são aqui apresentados.

Bibliografia

- Blanke, M. 2011. Managing open field production of perennial horticultural crops with technological innovations. *Acta Horticulturae* 916:121-128.
- Ju, A.; Duan, Y.; Ju, Zh. 1999. Effects of covering the orchard floor with reflecting films on pigment accumulation and fruit coloration in ‘Fuji’ apples. *Scientia Horticulturae* 82:47-56.
- Meinhold, T.; Damerow, L.; Blanke, M. 2010. Reflective materials under hailnet improve orchard light utilisation, fruit quality and particularly fruit colouration. *Scientia Horticulturae* 127:447-451.
- Whiting, M.D.; Rodríguez, C.; Toye, J. 2008. Preliminary testing of reflective ground cover: Sweet cherry growth, yield and fruit quality. *Acta Horticulturae* 795:557-560.