

P2  R E S I L I S

Resiliência e sustentabilidade na produção de cereja e pêsego



P2-Resilis

**Resiliência e sustentabilidade
na produção de cereja e pêssego**

Maria Paula Simões

(COORDENAÇÃO)

Ficha Técnica

Título: P2-Resilis – Resiliência e sustentabilidade na produção de cereja e pêssogo

Coordenação: Maria Paula Simões

Editor: COTHN-CC – Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional
– Centro de Competências

Autores e copyright:

Abel Veloso

António Canatário Duarte

Carmo Horta

Cristina Canavarro

Diogo Coelho

Fernanda Delgado

Filipe Costa

Francisco Chasqueira

Filipe Gomes

Francisco Vieira

Helena Mateus

Isabel Castanheira

José Assunção

José Carlos Gonçalves

Luís Pinto de Andrade

Maria Paula Simões

Maria Teresa Rebelo

Mónica Bouça

Paulo Silvino

Vera Silva

Violette Geissen

Revisão: Maria Carmo Horta

Design Editorial: SUPER Brand Consultants

Tiragem: 200 exemplares

Impressão e Acabamento: Empresa Diário do Porto, Lda

Data de Impressão: novembro 2025

ISBN: 978-972-8785-40-6

Capítulo 3

Culturas de cobertura do solo em pomares

Abel Veloso^{1,2,3}, Carmo Horta², Fernanda Delgado^{1,2,4}, José Carlos Gonçalves^{1,2,4} e Maria Paula Simões^{1,2}

¹Instituto Politécnico de Castelo Branco | Escola Superior Agrária

²Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade (CERNAS)

³Soil Physics and Land Management Group | Wageningen University and Research

⁴Centro de Biotecnologia de Plantas da Beira Interior

3.1 Introdução

A gestão de infestantes nos pomares tem como objetivo principal evitar que essas plantas afetem negativamente a produtividade do pomar e a realização das atividades culturais.

Até, aproximadamente, aos anos de 1990, a técnica de manutenção do solo mais utilizada em fruticultura era a mobilização periódica do solo (Veloso et al., 2017), com utilização de escarificadores, fresas ou charruas vinhateiras. A principal vantagem desta técnica de mobilização é o seu efeito duradouro, mas a sua adoção conduz a efeitos negativos no solo, em particular, no aumento da erosão e da taxa de degradação da matéria orgânica, o que é particularmente negativo em regiões como a Beira Interior onde os solos têm teores de matéria orgânica geralmente baixos. Estudos anteriores (Simões et al, 2008) indicam um teor de matéria orgânica de $1,5\% \pm 0,9\%$, em pomares de pessegueiros, para a profundidade de 0-30 cm.

Atualmente, a manutenção do solo é feita num sistema misto, com aplicação de herbicida na linha das árvores e corte da vegetação na entrelinha com utilização de destroçadores (Simões et al., 2021). A manutenção de uma faixa livre de infestantes (ou com uma reduzida taxa de ocupação) na linha das árvores tem como objetivo reduzir ou eliminar a competição por água e nutrientes, e, também, facilitar a realização de operações culturais como a monda de frutos e a colheita. Para além disso é importante evitar que o desenvolvimento das infestantes não induza a condições de maior humidade, com falta de arejamento junto ao tronco e na copa das árvores, que são propícias ao aparecimento e propagação de doenças (Figura 3.1). A existência de revestimento vegetal na entrelinha, cortado periodicamente, é vantajosa uma vez que facilita o trânsito de pessoas e máquinas, reduz as possibilidades de encharcamento do pomar e reduz a erosão do solo.



Figura 3.1 – Desenvolvimento excessivo das infestantes na linha.

A aplicação de herbicidas na linha é uma prática largamente adotada, pois é eficaz e fácil de executar. Comparativamente à mobilização do solo, tem a vantagem de reduzir a taxa de degradação da matéria orgânica. No entanto, essa aplicação tem, também ela, inconvenientes, sendo um dos principais a fitotoxicidade relativamente às plantas do pomar, o que é especialmente importante no caso de plantas

jovens, com lançamentos e folhas junto ao solo (Veloso et al., 2017). Outro aspeto importante são os resíduos que resultam da aplicação de pesticidas, incluindo herbicidas, que podem ser persistentes e causar efeitos negativos na saúde humana e dos ecossistemas. Por exemplo, o 2,4-D é suspeito de ser um disruptor endócrino e o glifosato e o seu principal produto de degradação, que é o ácido aminometilfosfónico (AMPA na sua sigla em inglês) podem afetar negativamente não só os organismos do solo, mas mais especificamente o seu microbioma, com diversas consequências, incluindo nos ciclos de nutrientes (Gill et al., 2018; Mnif et al., 2011; Qu et al., 2024). Um trabalho recente em pomares de pessegueiro da Beira Interior (Veloso et al., 2025), revelou um teor

elevado de resíduos de glifosato e de AMPA no solo e um elevado potencial para ambos os resíduos se tornarem persistentes.

A RETER

O glifosato e o seu principal produto de degradação (o AMPA) têm um elevado potencial de persistência nos solos de pomares de pessegueiro da Beira Interior.

O controlo de infestantes também pode ser realizado através da cobertura do solo com filmes plásticos, uma prática relativamente comum em horticultura, sendo uma das principais utilizações de materiais plásticos na agricultura (FAO, 2021). Nos pomares, essa opção poderia ser aplicada na linha, em substituição do herbicida. Contudo, essa solução traz diversos inconvenientes, incluindo a necessidade da sua substituição periódica e o facto de serem uma fonte de microplásticos para o solo (Beriot et al., 2023; Lwanga et al., 2022). Ambos os efeitos estão relacionados com a degradação dos plásticos por ação da radiação solar, que é especialmente intensa no verão, na Beira Interior. Outro problema associado à utilização de plásticos na linha é que interferem com a fertilização, especialmente a fertilização orgânica e exigem que a fertilização mineral seja sempre efetuada via rega, ou seja, tem que existir um sistema de fertirrega.

Havendo a necessidade de preservar os recursos edáficos, procuram-se outras técnicas de manutenção do solo em pomares. Nesse contexto surge a utilização de culturas de cobertura do solo na linha das plantas do pomar, *i.e.* a utilização de determinadas plantas instaladas na linha, não com a finalidade de resultarem em algum tipo de produção específica, mas funcionando antes com o objetivo de protegerem o solo. Através do seu desenvolvimento das plantas de cobertura procura-se uma redução da lixiviação de nutrientes e da erosão do solo, com potenciais vantagens nas características físico-químicas e microbiológicas do solo, assim como na proteção da cultura principal, podendo esse efeito resultar da promoção da população de auxiliares ou atuar como repelente para pragas ou doenças, influenciando indiretamente a produtividade e qualidade dos frutos. Este efeito das coberturas na entomofauna pode ser variável com as condições de cada pomar, sendo uma área de estudo importante para a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

3.2 Caracterização das espécies

3.2.1 Trevos

Os trevos são plantas da família Fabaceae e do género *Trifolium* características das regiões temperadas do hemisfério Norte, embora também possam ser encontradas em algumas regiões do hemisfério Sul, incluindo na América do Sul e em África. As suas folhas são tipicamente trifoliadas e algumas espécies, como o trevo branco (*T. repens*), contêm uma marca branca característica em cada folíolo. As flores são pequenas, de cor variável consoante a espécie e surgem organizadas em capítulos. São bastante atrativas para uma grande variedade de insetos polinizadores.

Os trevos apresentam, geralmente, uma elevada capacidade de cobertura do solo o que contribui para, em diversos casos, competirem eficazmente com as infestantes. Isto faz deles plantas especialmente promissoras para serem utilizadas como culturas de cobertura em culturas permanentes como vinhas e pomares (Figura 3.2).

Esta utilidade é realçada pelo facto de, tal como as restantes leguminosas, *i.e.*, plantas da família Fabaceae, os trevos estabelecerem relações simbióticas com bactérias fixadoras de azoto e, dessa forma, contribuir para a fixação deste nutriente no solo. Para além desta sua potencial contribuição, os trevos podem também contribuir para aumentar o teor de matéria orgânica do solo e para melhorar a sua estrutura.

Dependendo da espécie, os trevos podem ser anuais, bianuais ou perenes. A maior longevidade dos trevos perenes entre os quais estão, por exemplo, o trevo morango (*T. fragiferum*), o trevo violeta (*T. pratense*) e o trevo branco, pode contribuir para os tornar mais adequados à utilização como culturas de cobertura. Contudo, é necessário notar que a permanência do solo das outras



Figura 3.2 – Trevo utilizado como cobertura do solo na linha.

espécies pode também ser longa devido à queda das suas sementes e posterior germinação. Qualquer uma das espécies citadas é autóctone de Portugal continental. No entanto, de entre as 3, o trevo branco é aquele que mais se encontra disseminado na Beira Interior, fazendo dele um bom candidato a ser testado como cultura de cobertura.

A adequação de uma determinada espécie para ser usada como cultura de cobertura deve ser objeto de estudo prévio antes da sua instalação. Em particular, é desejável que essa espécie apresente uma boa ocupação do solo e, portanto, que seja capaz de competir eficazmente com as infestantes, e que tenha um crescimento em altura baixo a moderado, evitando encargos com o seu corte periódico. Os trevos podem apresentar essas características. No entanto, isso depende de fatores como a espécie, a variedade e as condições edafoclimáticas do local.

3.2.2 Alecrim-rasteiro

O alecrim-rasteiro sofreu, recentemente, alteração do seu nome científico e passou a designar-se como *Salvia rosmarinus* var. *prostratus* ou *Salvia rosmarinus* 'Prostratus' (anteriormente conhecida como *Rosmarinus officinalis* var. *prostratus* ou *Rosmarinus officinalis* 'Prostratus') pertence à família Lamiaceae e é uma forma rasteira (prostrada) e ornamental do alecrim comum.

O alecrim-rasteiro pela sua característica de crescimento rastejante (30-60cm) é vulgarmente utilizado como cobertura de solo e em bordaduras por possuir, também, ramos pendentes, atuando como planta companheira permanente (Figura 3.3).

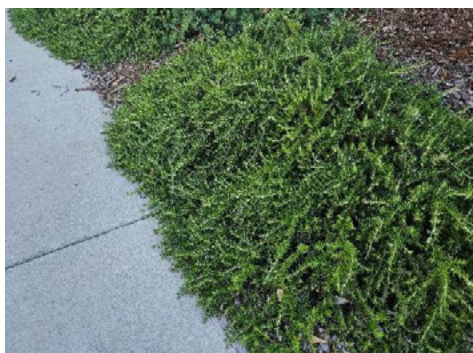


Figura 3.3 – Alecrim rasteiro.

Trata-se de uma espécie perene, pouco exigente, no que toca à poda e manutenção. Muito

ramificada e de fácil crescimento, esta espécie, exibe uma rápida cobertura do solo dificultando a germinação e o crescimento de plantas infestantes,

prevenindo a erosão, a exposição solar do solo e a evapotranspiração. Adapta-se a uma grande diversidade de solos, bem drenados, conseguindo suportar solos pobres e com escassez de água. O alecrim-rasteiro é relativamente pouco exigente em nutrientes e água, mas pode competir com plantas jovens de fruteiras se plantado muito próximo do tronco.

Como espécie aromática produz, nas suas folhas, diversos metabolitos secundários, entre eles, os óleos essenciais ricos em compostos da classe dos terpenos, dominando o cineol, cânfora e o borneol, que podem confundir ou ser repelentes de insetos-pragas como, a mosca-branca, afídeos e ácaros. Estes mesmos compostos têm efeito antifúngico e antibacteriano, ajudando a reduzir doenças no pomar (Casas et al., 2023).

Pela sua floração azul-violeta, remontante, é uma espécie que atrai polinizadores e inimigos naturais de pragas como sejam abelhas, vespas e sirfídeos, aumentando a biodiversidade funcional num pomar.

O alecrim-rasteiro como cobertura do solo funciona como uma barreira natural evitando plantas espontâneas, protegendo o solo, atraindo polinizadores sendo também, repelente de pragas — ou seja, oferece tanto serviços ecológicos de proteção quanto de promoção da biodiversidade (Stathakis et al., 2023).

3.2.3 Manjerona

A manjerona (*Origanum majorana*), é uma erva aromática da família Lamiaceae, é uma espécie ruderal, rupícola, cultivada e naturalizada em Portugal, originária do Chipre e da Turquia. A manjerona é uma espécie semilenhosa, perene com caules quadrados, folhas ovais ou elípticas, aromáticas e com pilosidade. Apresenta pequenas flores tubulares brancas, rosadas ou lilacíneas agrupadas em verticilastros, que se assemelham a espigas, cuja época de floração decorre de junho a setembro. Trata-se de uma planta que atinge entre 20 e 60 cm de altura (Figura 3.4).

Esta espécie aromática possui óleos essenciais ricos em compostos como o timol, carvacrol e outros terpinenos, geralmente associados a serem compostos repelentes de afídeos, mosca-branca, ácaros e formigas (Casas et al., 2023). Estes compostos estão referenciados com atividade antifúngica (*Fusarium* e *Aspergillus*) e atividade antimicrobiana para microorganismos fitopatogénicas.

Na época de floração é uma espécie bastante melífera, atraindo, também, espécies de borboletas e diversos insetos polinizadores.



Figura 3.4 – Manjerona. Planta isolada (à esquerda) e utilizada como cobertura do solo (à direita).

A manjerona funciona, assim, como repelente natural de algumas pragas e doenças, como uma ótima planta atrativa de polinizadores trazendo uma dupla função benéfica numa ação agroecológica.

3.2.4 Tomilho-serpão

O tomilho-serpão (*Thymus serpyllum*), também designado de serpão, serpol, tomilho-selvagem ou tomilho-rasteiro, é uma planta aromática perene e rasteira da família Lamiaceae, muito usada como cobertura viva do solo, sendo bastante resistente ao pisoteio.

O serpão é uma planta nativa originalmente das regiões temperadas da Europa, principalmente das regiões do Norte, Centro e Leste da Europa e também do Norte de África. Porém, o serpão foi aculturado e atualmente é cultivado em outras partes do mundo.

O *Thymus serpyllum*, com raízes superficiais fasciculadas, possui caules finos e segmentados com nós que crescem ao longo de seus caules e forma tapetes densos. Os caules são ligeiramente lenhosos e prostrados, de até 7,6 cm de comprimento, cobertos por pequenas folhas elípticas com superfície pubescente, com cerca de 6 mm de tamanho. É uma espécie que atinge 5-7,5 cm de altura e

7,5-30 cm de largura. Possui flores tubulares, em tons de rosa-escuro a roxo, com 3 mm de comprimento. O fruto é um esquizocarpo que se divide em quatro lóculos com sementes, facilitando a sua dispersão (Figura 3.5).



Figura 3.5 – Tomilho serpão. Na estufa na fase final de desenvolvimento (à esquerda) e utilizado como cobertura do solo em pomar de cerejeira (à direita).

É uma espécie geralmente considerada de baixa manutenção, adaptando-se bem a solos bem drenados e à exposição total ao sol ou sombra parcial. Requer pouca água uma vez estabelecido, tolera bem condições de seca. A poda regular após a floração promove um crescimento mais denso e evita que o *T. serpyllum* se torne lenhoso. A poda de um terço no início até ao final da primavera favorece um crescimento denso e evita o alongamento excessivo, enquanto a remoção de caules mortos melhora a vitalidade da planta. A poda regular promove a floração vigorosa, tornando o serpão uma excelente escolha para cobertura do solo.

A composição do óleo essencial do serpão, varia significativamente dependendo de fatores como a genética, a localização geográfica, o clima e o método de extração. Os principais componentes geralmente incluem timol, p-cimeno, γ -terpineno e β -cariofileno, embora outros compostos como o carvacrol, sabineno e terpineno-4-ol também possam ser proeminentes (Casas et al., 2023).

Os óleos essenciais, ricos em timol e carvacrol, têm ação inseticida, repelente e antifúngica. A espécie quando instalada pode prevenir e reduzir a presença de formigas, áfidos, ácaros e até fungos fitopatogénicos.

Pelas características morfológicas e fisiológicas da planta, esta espécie tem ação na proteção do solo, pois reduz a erosão e evita a compactação superficial, diminuindo a evapotranspiração. Pelo seu rápido desenvolvimento compete com as plantas invasoras, tendo também uma ação alelopática na inibição da germinação de outras espécies, pela sua riqueza em substâncias fenólicas e aromáticas.

Possui uma floração exuberante no início da primavera sendo altamente atrativas para as abelhas, borboletas e alguns sirfídeos, aumentando a polinização e o controle biológico natural. Serve de refúgio para insetos benéficos durante todo o ano.

3.3 Efeito das culturas de cobertura nas características físico-químicas do solo

A utilização de plantas de cobertura do solo tem como principal desvantagem o facto de poderem funcionar como competidores da cultura principal por água e nutrientes, *i.e.*, semelhante às infestantes, pois absorvem água e nutrientes do solo. No entanto, os nutrientes absorvidos irão regressar ao solo com a eventual decomposição dos tecidos vegetais onde foram acumulados. Além disso, se a cultura de cobertura incluir uma, ou mais, plantas leguminosas, a existência dessa cobertura poderá aumentar o teor de azoto no solo devido à associação dessas plantas com bactérias fixadoras de azoto.

As culturas de cobertura podem não só influenciar o teor total de nutrientes, mas também a sua disponibilidade. Por exemplo, o teor de cobre disponível no solo poderá ser mais baixo como uma consequência das culturas de cobertura o que poderá ser um fator muito positivo em vinhas e pomares onde os fungicidas à base desse elemento são aplicados regularmente podendo, dessa forma, atingir níveis de fitotoxicidade no solo (Neaman et al., 2024). A redução na disponibilidade de cobre pode ocorrer, não só pela sua acumulação nos tecidos vegetais das culturas de cobertura, mas também pela formação de complexos estáveis no solo entre esse elemento e compostos orgânicos resultantes, por exemplo, de exsudados radiculares e da atividade de microrganismos do solo como, por exemplo, fungos micorrízicos, cuja atividade pode ser estimulada pelas culturas de cobertura (Brunetto et al., 2019; Eon et al., 2023). Esta redução na disponibilidade pode também ocorrer noutros nutrientes. Contudo, o contrário também é possível e, em muitas situações, provável.

A cobertura do solo resulta, genericamente, no aumento da atividade microbiana e, por ação dela, no aumento da taxa de mineralização da matéria orgânica e, como consequência, na liberação de nutrientes (Singh et al., 2022).

A presença de culturas de cobertura tende a estimular a colonização das raízes, incluindo da cultura principal, por fungos micorrízicos. Um dos benefícios desses fungos é possibilitarem um aumento na absorção de nutrientes pelas plantas cujas raízes colonizam. Esse aumento na absorção dá-se, essencialmente, por 2 formas: (1) as hifas desses fungos permitem explorar um volume maior de solo, incluindo através de poros demasiado pequenos para as raízes e (2) as substâncias segregadas pelos fungos micorrízicos permitem a absorção de nutrientes que antes estavam em formas pouco disponíveis para as plantas (Ahmed et al., 2025).

A RETER

As culturas de cobertura podem influenciar a disponibilidade de nutrientes e de água do solo.

As culturas de cobertura, através do seu desenvolvimento, consomem água e, portanto, de modo direto, podem reduzir a sua disponibilidade no solo. Contudo, à semelhança do que sucede com a disponibilidade de nutrientes, pode haver uma ação indireta na disponibilidade de água através da melhoria das condições físico-químicas do solo, incluindo o seu teor de matéria orgânica e a sua estrutura que podem resultar num aumento da capacidade de retenção de água do solo e no aumento do volume de solo explorado pelas raízes (García-González et al., 2018). Para além disso, a manutenção de uma cobertura permanente do solo ajuda também a reduzir a sua taxa de erosão e a aumentar a taxa de fixação de carbono, com evidentes vantagens não só para a fertilidade do solo, mas também para a mitigação das alterações climáticas (Huang et al., 2025).

3.4 Efeito das culturas de cobertura no microbioma do solo

O impacto dos herbicidas no microbioma do solo é, geralmente, negativo, embora os efeitos específicos sejam dependentes da composição dos herbicidas, das suas taxas e frequências de aplicação e das condições edafoclimáticas. Esse efeito pode ocorrer, não só na atividade microbiana

como um todo, mas também na composição da população microbiana do solo, selecionando microrganismos mais resistentes aos herbicidas utilizados (Ruuskanen et al., 2023; Wang et al., 2024).

Considerando a elevada complexidade das interações existentes é difícil prever, especialmente a longo prazo, as consequências do uso de herbicidas. Contudo, entre os possíveis efeitos negativos contam-se a inibição da atividade de microrganismos úteis do solo e alterações na atividade de enzimas essenciais ao ciclo de nutrientes no solo como a catalase, a desidrogenase, a urease e as fosfatases (Wang et al., 2024).

A utilização de culturas de cobertura permite minimizar os efeitos negativos no microbioma do solo que estão associados aos resíduos de herbicidas e, para além disso tem também vantagens próprias.

Em geral, a presença de culturas de cobertura está associada a um aumento da atividade e riqueza específica do microbioma do solo. Estando parte desse microbioma associado às raízes das plantas, um aumento na diversidade de plantas resulta num potencial aumento na diversidade de hospedeiros desse microbioma. Para além disso, o aumento da atividade microbiana do solo ocorre especialmente ao nível dos microrganismos benéficos, incluindo fungos micorrízicos, ocorrendo em muitos casos a inibição de microrganismos patogénicos como *Fusarium* spp. (Castellano-Hinojosa et al., 2023; Muturi et al., 2024).

A RETER

A presença de culturas de cobertura está normalmente associada a um aumento da biodiversidade e da atividade de microrganismos benéficos do solo.

Os efeitos das culturas de cobertura estão interligados. Dessa forma, um aumento da atividade de microrganismos benéficos está também associado a possíveis efeitos positivos nas características físico-químicas do solo e, como consequência, na produtividade da cultura.

3.5 Efeito das culturas nas pragas e doenças

A presença de culturas de cobertura e consociações pode contribuir para reduzir a incidência de pragas e doenças (Silwana et al., 2023).

O aumento na diversidade de plantas que cobrem o solo tende a aumentar a biodiversidade de artrópodes, especialmente de predadores e de

parasitóides que contribuem para o controlo de pragas do pomar. Entre as várias espécies de plantas que podem ser usadas como culturas de cobertura, destacam-se as plantas aromáticas pelo facto de os compostos voláteis que emitem poderem contribuir para atrair insetos auxiliares e por poderem também apresentar efeitos supressores sobre microrganismos patogénicos (Greff et al., 2023; Pokharel et al., 2023).

O aumento na complexidade de espécies que cobrem o solo pode ter um efeito disruptivo sobre o mutualismo entre artrópodes que causam prejuízos. Um exemplo disso é o efeito das culturas de cobertura no mutualismo entre formigas e afídeos. Neste caso, a presença de culturas de cobertura pode fornecer habitats mais favoráveis às formigas, deixando os afídeos mais suscetíveis aos seus predadores cuja presença pode também ser estimulada por essas culturas de cobertura (Blubaugh et al., 2025; Pokharel et al., 2023).

A presença de culturas de cobertura pode reduzir a propagação de doenças. Este tipo de culturas está, geralmente, associado a um aumento na presença de microrganismos benéficos do solo, que podem ter um efeito supressivo sobre os microrganismos patogénicos e aumentar a capacidade de resistência das plantas que constituem a cultura principal. Como foi referido acima, a emissão de compostos voláteis, que ocorre especialmente nas plantas aromáticas, pode também contribuir para esse efeito supressivo sobre os microrganismos patogénicos (Greff et al., 2023; Muturi et al., 2024).

Para além de poderem contribuir para um aumento na resistência da planta a doenças e de terem um efeito supressivo sobre os microrganismos que causam essas doenças, as culturas de cobertura podem também reduzir a sua propagação. Esse efeito pode ocorrer através da interceção de inóculos dessas doenças que se propaguem através do vento e, também, pela redução do número de gotas de chuva que, após caírem sobre solo onde podem entrar em contacto com inóculos, atingirem a copa (Hasanaliyeva et al., 2024).

A RETER

As culturas de cobertura podem ajudar a reduzir a incidência e propagação de pragas e doenças.

3.6 Efeito das culturas de cobertura na produção

Devido ao elevado número e complexidade de interações presentes, não é fácil determinar o efeito das culturas de cobertura na produtividade e na qualidade dos frutos.

A presença de culturas de cobertura pode providenciar um acréscimo de alimento para insetos polinizadores, contribuindo para aumentar a sua presença no pomar com vantagens para a produção, especialmente de cereja (Osterman et al., 2024). Este efeito depende do tipo de espécies escolhido. Contudo, plantas aromáticas como o alecrim e o tomilho e leguminosas como os trevos podem ser especialmente indicadas para esse efeito (Bryan et al., 2021; North Carolina State University, sem data).

A possível competição das culturas de cobertura com a cultura principal por água e nutrientes poderá resultar numa redução da produtividade. Contudo, como foi visto atrás, poderão existir outros efeitos no solo que compensem essa competição. É o caso, por exemplo, do possível aumento da disponibilidade de nutrientes e na capacidade de retenção de água pelo solo que podem advir do favorecimento da atividade de microrganismos benéficos e no aumento do teor de matéria orgânica. Além disso, a melhoria da estrutura do solo poderá resultar num aumento no volume de solo explorado pelas raízes, facto que também é favorecido se a taxa de colonização das raízes da cultura principal por fungos micorrízicos também aumentar (Ahmed et al., 2025; García-González et al., 2018).

De forma semelhante à produtividade, o efeito das culturas de cobertura na qualidade dos frutos é altamente variável, mas, em alguns casos, poderão estar associadas a um aumento no teor de sólidos solúveis e a uma redução da acidez titulável (Giacalone et al., 2021; Silwana et al., 2023). Contudo, é de salientar que estes resultados devem ser vistos com cuidado dado o reduzido número de estudos disponíveis e a complexidade dos efeitos envolvidos.

A RETER

As culturas de cobertura poderão ter um efeito benéfico na produtividade da cultura e na qualidade dos frutos. Contudo, dada a complexidade dos efeitos envolvidos, são necessários estudos mais aprofundados para se conhecerem os efeitos em casos específicos.

3.7 Considerações finais

O efeito das culturas de cobertura na produtividade do pomar e na qualidade dos frutos é altamente dependente de fatores como as condições edafoclimáticas, a topografia, a variedade das árvores, as espécies utilizadas na cultura de cobertura e a gestão do pomar, pelo que é difícil prever com precisão esse efeito.

Por um lado, a possível competição por água e nutrientes pode resultar num efeito negativo das culturas de cobertura sobre a produção. Por outro lado, a proteção do solo contra a erosão, a melhoria das condições físico-químicas e microbianas do solo, incluindo o aumento do teor de matéria orgânica, e a possível diminuição da incidência de pragas e doenças e o aumento de presença de insetos polinizadores, podem também resultar num aumento da produção e da qualidade dos frutos. Esta incerteza traduz a complexidade das inúmeras interações existentes e salienta a necessidade de mais estudos que clarifiquem o efeito das culturas de cobertura na produção do pomar e que permitam projetar e gerir essas culturas de forma a beneficiarem a produtividade e a qualidade dos frutos.

Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do projeto P2-Resilis, N.º 10/C05-i03/2021 – PRR-C05-i03-l-000104), financiado pelo PRR- RE-C05-i03 – Agenda de investigação e inovação para a sustentabilidade da agricultura, alimentação e agroindústria.

Este trabalho recebeu também o financiamento do CERNAS UID/681/2025, da Fundação para a Ciência e a Tecnologia através da bolsa de doutoramento 2020.06010.BD e do CERNAS (UIDB/00681; DOI: 10.54499/UIDP/00681/2020).

Referências bibliográficas

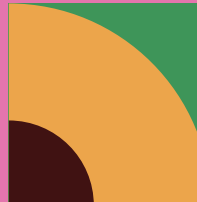
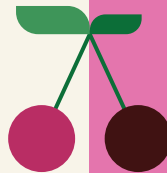
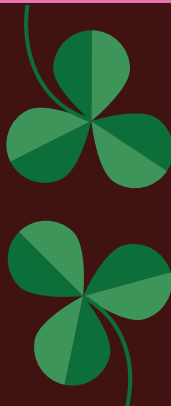
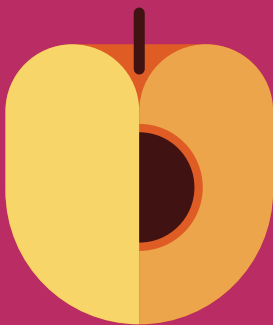
Ahmed, N., Li, J., Li, Y., Deng, L., Deng, L., Chachar, M., Chachar, Z., Chachar, S., Hayat, F., Raza, A., Umrani, J. H., Gong, L., & Tu, P. (2025). Symbiotic synergy: How Arbuscular Mycorrhizal Fungi enhance nutrient uptake, stress tolerance, and soil health through molecular mechanisms and hormonal regulation. *IMA Fungus*, 16. <https://doi.org/10.3897/imafungus.16.144989>

Blubaugh, C. K., Huss, C. P., Lindell, H. C., Spann, G. L., & Basinger, N. T. (2025). Cover crops dismantle keystone ant/aphid mutualisms to enhance insect pest suppression

- and weed biocontrol. *Agricultural and Forest Entomology*, 27(2), 294–303. <https://doi.org/10.1111/afe.12663>
- Brunetto, G., Rosa, D. J., Ambrosini, V. G., Heinzen, J., Ferreira, P. A. A., Ceretta, C. A., Soares, C. R. F. S., Melo, G. W. B., Soriani, H. H., Nicoloso, F. T., Farias, J. G., De Conti, L., Silva, L. O. S., Santana, N., Couto, R. R., Jacques, R. J. S., & Tiecher, T. L. (2019). Use of phosphorus fertilization and mycorrhization as strategies for reducing copper toxicity in young grapevines. *Scientia Horticulturae*, 248, 176–183. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.01.026>
- Bryan, C. J., Sipes, S. D., Arduser, M., Kassim, L., Gibson, D. J., Scott, D. A., & Gage, K. L. (2021). Efficacy of Cover Crops for Pollinator Habitat Provision and Weed Suppression. *Environmental Entomology*, 50(1), 208–221. <https://doi.org/10.1093/ee/nvaa159>
- Casas JL, Sagarduy-Cabrera A, López Santos-Olmo M, Marcos-García MÁ. (2023). Essential Oils from Selected Mediterranean Aromatic Plants-Characterization and Biological Activity as Aphid Biopesticides. *Life* (Basel). 2023 Jul 25;13(8):1621. doi: 10.3390/life13081621. PMID: 37629479; PMCID: PMC10455336.
- Castellano-Hinojosa, A., Kanissery, R., & Strauss, S. L. (2023). Cover crops in citrus orchards impact soil nutrient cycling and the soil microbiome after three years but effects are site-specific. *Biology and Fertility of Soils*, 59(6), 659–678. <https://doi.org/10.1007/s00374-023-01729-1>
- Eon, P., Robert, T., Goutouly, J.-P., Aurelle, V., & Cornu, J.-Y. (2023). Cover crop response to increased concentrations of copper in vineyard soils: Implications for copper phytoextraction. *Chemosphere*, 329, 138604. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.138604>
- Fang, L., Shi, X., Zhang, Y., Yang, Y., Zhang, X., Wang, X., & Zhang, Y. (2022). The effects of ground cover management on fruit yield and quality: A meta-analysis. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 68(13), 1890–1902. <https://doi.org/10.1080/03650340.2021.1937607>
- FAO. (2021). *Assessment of agricultural plastics and their sustainability: A call for action*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb7856en>
- García-González, I., Hontoria, C., Gabriel, J. L., Alonso-Ayuso, M., & Quemada, M. (2018). Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma*, 322, 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.024>
- Giacalone, G., Peano, C., Isochrone, D., & Sottile, F. (2021). Are Cover Crops Affecting the Quality and Sustainability of Fruit Production? *Agriculture*, 11(12), 1201. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121201>
- Gill, J. P. K., Sethi, N., Mohan, A., Datta, S., & Girdhar, M. (2018). Glyphosate toxicity for animals. *Environmental Chemistry Letters*, 16(2), 401–426. <https://doi.org/10.1007/s10311-017-0689-0>

- Greff, B., Sáhó, A., Lakatos, E., & Varga, L. (2023). Biocontrol Activity of Aromatic and Medicinal Plants and Their Bioactive Components against Soil-Borne Pathogens. *Plants*, *12*(4), 706. <https://doi.org/10.3390/plants12040706>
- Hasanalijeva, G., Furioli, M., Rossi, V., & Caffi, T. (2024). Cover crops lower the dispersal of grapevine foliar pathogens from the ground and contribute to early-season disease management. *Frontiers in Plant Science*, *15*, 1498848. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1498848>
- Huang, W., Jiang, L., Zhou, J., Kim, H., Xiao, J., & Luo, Y. (2025). Reduced Erosion Augments Soil Carbon Storage Under Cover Crops. *Global Change Biology*, *31*(3), e70133. <https://doi.org/10.1111/gcb.70133>
- Mnif, W., Hassine, A. I. H., Bouaziz, A., Bartegi, A., Thomas, O., & Roig, B. (2011). Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *8*(6), 2265–2303. <https://doi.org/10.3390/ijerph8062265>
- Muturi, E. J., Dunlap, C. A., Perry, W. L., & Rhykerd, R. L. (2024). Cover crop species influences soil fungal species richness and community structure. *PLOS ONE*, *19*(9), e0308668. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308668>
- Neaman, A., Schoffer, J.-T., Navarro-Villarreal, C., Pelosi, C., Peñaloza, P., Dovletyarova, E., & Schneider, J. (2024). Copper contamination in agricultural soils: A review of the effects of climate, soil properties, and prolonged copper pesticide application in vineyards and orchards. *Plant, Soil and Environment*, *70*(7), 407–417. <https://doi.org/10.17221/501/2023-PSE>
- North Carolina State University. (sem data). *North Carolina extension gardener toolbox*. Obtido 10 de setembro de 2025, de <https://plants.ces.ncsu.edu/>
- Osterman, J., Mateos-Fierro, Z., Siopa, C., Castro, H., Castro, S., & Eraerts, M. (2024). The impact of pollination requirements, pollinators, landscape and management practices on pollination in sweet and sour cherry: A systematic review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *374*, 109163. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2024.109163>
- Pokharel, S. S., Yu, H., Fang, W., Parajulee, M. N., & Chen, F. (2023). Intercropping Cover Crops for a Vital Ecosystem Service: A Review of the Biocontrol of Insect Pests in Tea Agroecosystems. *Plants*, *12*(12), 2361. <https://doi.org/10.3390/plants12122361>
- Qu, M., Cheng, X., Xu, Q., Hu, Y., Liu, X., & Mei, Y. (2024). How do glyphosate and AMPA alter the microbial community structure and phosphorus cycle in rice-crayfish systems? *Environmental Research*, *260*, 119679. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119679>
- Ruuskanen, S., Fuchs, B., Nissinen, R., Puigbò, P., Rainio, M., Saikkonen, K., & Helander, M. (2023). Ecosystem consequences of herbicides: The role of microbiome. *Trends in Ecology & Evolution*, *38*(1), 35–43. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2022.09.009>

- Silwana, S., Mulidzi, A. R., & Jovanovic, N. (2023). Evaluating the effects and benefits of cover crops in citrus orchards: A review. *South African Journal of Plant and Soil*, 40(2), 117–126. <https://doi.org/10.1080/02571862.2023.2236075>
- Simões, M.P., Veloso, A., Gaspar, P.D., Assunção, E. e Mesquita, R. 2021. Manutenção do solo em pomares de pessegueiro. *Revista Agrotec*, 39: 33-37. (doc 4.2.7.13)
- Simões, M.P., Barateiro, A., Ramos, C., Lopes, S., Gomes, P., Simão, P., Ramos, P., Calouro, M.F. e Luz, J.P. 2008. Património edáfico da cultura do pessegueiro na região da Beira Interior. *Revista de Ciências Agrárias*, 31(2): 34-42. ISSN 0871-018X.
- Singh, S. K., Wu, X., Shao, C., & Zhang, H. (2022). Microbial enhancement of plant nutrient acquisition. *Stress Biology*, 2(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s44154-021-00027-w>
- Stathakis, Theodoros I., Leonidas Economou, Myrto Barda, Theodoros Angelioudakis, Vaya Kati & Filitsa Karamaouna (2023). Potential of Hedgerows with Aromatic Plants as Reservoirs of Natural Enemies of Pests in Orange Orchards. *Insects*, 14(4):391. <https://doi.org/10.3390/insects14040391>
- Veloso, A., Ferreira, D., Castanheira, I., Simões, M. P., Barateiro, A., Ramos, C., Fragoso, P., Lopes, S., Vieira, F., Silvino, P., & Varennes, A. de. (2017). Capítulo 3. Manutenção do solo—Avaliação do efeito da manta Ecoblanket utilizada na cobertura do solo em pomares de pessegueiro. Em M. P. Simões (Ed.), *Mais Pêssego—Inovação nas técnicas de produção*. Centro Operativo e Tecnológico Hortofrutícola Nacional – Centro de Competências.
- Veloso, A., Silva, V., Osman, R., Simões, M. P., Do Carmo Horta, M., & Geissen, V. (2025). Dynamics of pesticide residues in soils during the growing season: A case study in peach orchards, east-central Portugal. *Environmental Monitoring and Assessment*, 197(3), 285. <https://doi.org/10.1007/s10661-025-13698-z>
- Wang, H., Ren, W., Xu, Y., Wang, X., Ma, J., Sun, Y., Hu, W., Chen, S., Dai, S., Song, J., Jia, J., & Teng, Y. (2024). Long-term herbicide residues affect soil multifunctionality and the soil microbial community. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 283, 116783. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.116783>



Financiamento:



Parceiros:

