

Amendoeira
Estado da Produção

FRUTOS SECOS: DA PRODUÇÃO À COMERCIALIZAÇÃO

EDITORA: CNCFPS

Projeto “Portugal Nuts” Norte-02-0853-FEDER-000004
Centro Nacional de Competências dos Frutos Secos

FICHA TÉCNICA

Título: Amendoeira: Estado da Produção

Coordenador Científico: M. Ângelo Rodrigues

Capa: CNCFS

Tiragem:

Impressão:

ISBN: 978-989-99857-9-7

Capítulo 6 - Manutenção do solo

M. Ângelo Rodrigues, Margarida Arrobas

6.1. Introdução

Um pomar bem mobilizado, isto é, livre da vegetação herbácea espontânea, foi durante muitos anos sinónimo de boa prática agrícola. Apesar da fruticultura atual ter praticamente abandonado as mobilizações, estas são ainda o método de gestão do solo mais generalizado entre os pequenos produtores de amendoal tradicional da bacia mediterrânica (figura 6.1).

As mobilizações são efetuadas para destruir a vegetação herbácea espontânea que todos os anos se desenvolve nos pomares e que compete com as árvores por recursos importantes disponíveis no solo, como a água e os nutrientes (figura 6.2). Durante anos, as mobilizações foram a única forma disponível para manter os pomares livres das infestantes. O aparecimento dos herbicidas, isto é, substâncias que podem destruir total ou parcialmente a vegetação não desejada veio converter-se numa ferramenta útil na gestão do solo dos pomares, que pôde ser usada em alternativa ou de forma combinada com as mobilizações. Mais recentemente, e associados a motivações ecológicas e de preservação ambiental, têm sido promovidos

sistemas de manutenção do solo que preveem uma maior permanência de vegetação herbácea natural ou semeada nos pomares e em que as mobilizações e/ou a aplicação de herbicidas perdem significado ou são integralmente abandonadas.

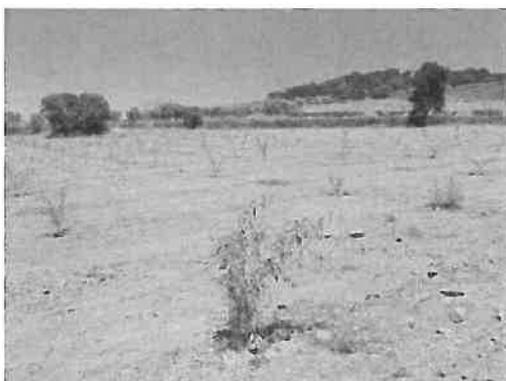


Figura 6.1 - Aspeto de um pomar recém-instalado de amendoal após uma mobilização de Primavera



Figura 6.2 - Pomar adulto de amendoal de sequeiro na Primavera mostrando desenvolvimento exuberante de vegetação herbácea antes de aplicação de medidas de combate

A gestão do solo não é um aspeto menor na técnica cultural de um pomar uma vez que se reveste de elevada importância económica

e ambiental. Optar por mobilizar, aplicar herbicidas ou gerir cobertos vegetais naturais ou semeados tem influência significativa na produtividade das árvores, na sustentabilidade do sistema de produção, no rendimento do produtor e pode ainda ter implicações ambientais significativas. Neste capítulo são descritos de forma breve as principais opções de gestão do solo em amendoal. É fornecida informação sobre cada um dos sistemas de gestão do solo por forma a que cada produtor possa tomar a melhor opção, após avaliar os prós e contras de cada um dos métodos de gestão e tendo sempre em conta o contexto agroecológico em que o(s) seu(s) pomar(es) se encontra(m).

6.2. Mobilização do solo

As mobilizações do solo como método de gestão da vegetação herbácea em pomares foram praticamente abandonadas nas regiões temperadas, principalmente nos países que introduziram mais tecnologia na agricultura. Em Portugal, sobretudo nas produções agrícolas mais marginais, como é o caso do amendoal tradicional, as mobilizações de solo são ainda o método mais generalizado de combate às infestantes. Também em Espanha, e de acordo com Arquero e Serrano (2013), a mobilização do solo está generalizada em praticamente a totalidade das plantações de amendoal tradicional. Os produtores de amêndoa mobilizam o solo duas a quatro vezes ao ano. Normalmente fazem uma a duas mobilizações na Primavera para destruição das infestantes. Por

vezes mobilizam durante o Verão com o objetivo de conservar a humidade no solo e tendem a mobilizar no Outono para favorecer a infiltração. Em Portugal a alfaia mais utilizada é o escarificador, sendo por vezes equipado com aivequilhos ou pequenas aivecas para promover um ligeiro reviramento do solo e melhor destruir e incorporar as infestantes. Embora com menor frequência podem ser usadas também grades de disco nas operações de mobilização.

Este sistema de mobilizações frequentes do solo tem persistido ao longo dos anos porque, de certa forma, funciona. Isto é, removendo a vegetação herbácea as árvores mantêm-se em produção, ainda que por vezes com produtividades baixas. Por outro lado, apresenta alguns aspetos que os produtores valorizam, designadamente: permite a incorporação de fertilizantes; os pomares apresentam um aspeto cuidado; é fácil de executar; e parece ser uma atividade bastante relaxante, pelo menos para os produtores que acreditam nos benefícios da sua realização.

As mobilizações de solo têm, contudo, vindo a ser abandonadas em vastas áreas do globo. Uma das razões principais é o facto de se ter demonstrado que um solo mobilizado, desprotegido de cobertura herbácea, sofre elevados riscos de erosão (Martínez *et al.*, 2006a,b; Durán *et al.*, 2008; Gómez *et al.*, 2009; Vanwalleggem *et al.*, 2011; Kairis *et al.*, 2013). Por outro lado, as mobilizações não contribuem para a economia de água do solo antes aumentam a sua perda por evaporação (Pastor, 2008; Arquero e Serrano,

2013). Deve também ser valorizado o facto de as mobilizações destruírem uma parte significativa do sistema radicular, dificultando a absorção de água e nutrientes em períodos críticos do ciclo biológico das árvores e consumindo fotoassimilados na sua reposição anual (Rodrigues e Cabanas, 2009). Abundante literatura tem também demonstrado que solos mantidos com coberturas vegetais apresentam teores de matéria orgânica mais elevados bem como outros parâmetros de fertilidade do solo (Moreno *et al.*, 2009; Montanaro *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2010; 2011; Ferreira *et al.*, 2013; Rodrigues *et al.*, 2013a; 2015b).

A erosão do solo é considerada um dos principais problemas ambientais da bacia mediterrânica (Figura 6.3) pelo efeito dramático na redução da fertilidade do solo (redução progressiva da espessura efetiva do solo) e pelos impactes ambientais negativos a jusante no assoreamento de albufeiras e leitos de rio e na eutrofização das águas. Por erosão entende-se a perda de solo por escoamento superficial da água da chuva e/ou pela ação de vento (Morgan, 2005). Na região mediterrânica a erosão do solo é sobretudo motivada pela ação da água da chuva. Alguns dos fatores que promovem a erosão hídrica são solos desprotegidos de vegetação (por exemplo, em resultado de uma mobilização), erosividade da precipitação na região mediterrânica (precipitação intensa, por vezes associada a trovoadas, em que as gotas de chuva apresentam elevada energia cinética e capacidade de desagregação do solo e em que a água que chega ao solo excede

a sua capacidade de infiltração originando escoamento superficial e arrastamento de solo), declive elevado (frequente, por exemplo, no interior norte de Portugal) e elevado comprimento do declive (isto é parcelas grandes continuamente cultivadas, por exemplo no sul de Portugal). Acresce que de uma maneira geral a copa das árvores fornece cobertura limitada ao solo, sobretudo quando os pomares são jovens e no caso da amendoeira por ser uma árvore de folha caduca. Nestas condições, o solo está completamente exposto à ação das gotas da chuva durante grande parte do ano.



Figura 6.3 - Erosão hídrica em olival com perda de fertilidade do solo por redução da sua espessura efetiva

O que leva os agricultores a realizar mobilizações durante o verão e início do outono é o facto de se acreditar que elas resultam em economia de água, isto é, que as mobilizações reduzem as perdas de água por evaporação. Admite-se que as mobilizações criam uma descontinuidade no fluxo ascendente de água, barrando a subida de água por capilaridade das camadas inferiores para as camadas superficiais em desidratação. Isto será sobretudo

relevante em amendoal de sequeiro em que a disponibilidade de água é o principal fator que determina a produtividade. Contudo, se a operação for realizada com alguma humidade na camada superficial, esta será rapidamente perdida devido ao processo de arejamento do solo. Assim, a seguir a uma chuvada da Verão, a técnica só poderia ter alguma eficácia se a quantidade de precipitação atingisse camadas de solo com alguma profundidade, de contrário a mobilização só iria contribuir para a perda mais rápida da água presente na camada superficial. Estudos realizados em Espanha em olival (Pastor, 2008) e em amendoal (Almagro *et al.*, 2016) têm, contudo, demonstrado que as mobilizações estão associadas a maiores perdas de água por evaporação que sistemas alternativos de gestão do solo sem mobilização.

As mobilizações de solo têm capacidade de destruição do sistema radicular das árvores. Em pomares habitualmente mobilizados, a destruição continuada das raízes superficiais origina a que o sistema radicular perene, constituído pelas raízes principais de suporte da planta, se desenvolva abaixo da zona da passagem das peças ativas das alfaias de mobilização. Desta forma, as mobilizações não põem em causa o suporte das árvores. Contudo, a camada arável é a mais rica em nutrientes. Devido à aplicação de fertilizantes e ao facto de ser a camada arejada, onde ocorrem importantes transformações químicas e biológicas, concentra a maior parte dos nutrientes disponíveis para as plantas. Assim, é

de esperar que a árvore tente desenvolver grande parte do seu sistema radicular na camada superficial. Contudo, mobilizações frequentes destroem as raízes finas do sistema radicular, responsáveis pela absorção de água e nutrientes. As mobilizações são mais frequentes na Primavera, quando as árvores estão em intensa atividade fisiológica, privando-as temporariamente daqueles recursos. Por outro lado, a destruição do sistema radicular superficial obriga a árvore a gastar anualmente fotoassimilados para o repor em vez de os canalizar para a parte aérea, para a produção de novos ramos, flores e frutos. Embora difícil de quantificar, a perda regular de parte do sistema radicular será um dos aspetos negativos importantes a ter em conta quando se opta por mobilizar os pomares (Rodrigues e Cabanas, 2009; Rodrigues *et al.*, 2011; Arquero e Serrano, 2013).

Os amendoais tradicionais estão normalmente instalados em solos com declive mais ou menos acentuado, de reduzida espessura efetiva e texturas franca a franco-arenosa. São solos que apresentam invariavelmente teores de matéria orgânica baixos (Figura 6.4). O teor de matéria orgânica de um solo resulta da quantidade anual de detritos orgânicos que entram no solo e do ritmo a que eles são decompostos pela atividade dos microrganismos. Nas condições em que a amendoeira é cultivada na região mediterrânica, as entradas de detritos orgânicos são baixas (baixa produtividade primária) e o ritmo de decomposição dos detritos é elevado (temperaturas elevadas aceleram a ação

dos microrganismos do solo). Não é por isso expectável que no futuro se encontrem solos com teores de matéria orgânica elevados associados a esta cultura.

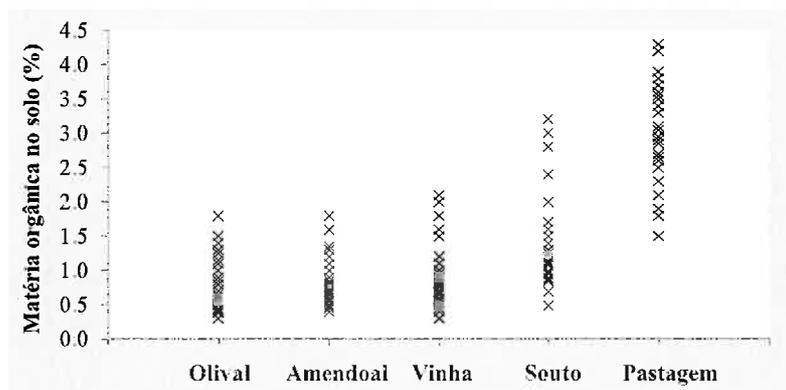


Figura 6.4 - Teores habituais de matéria orgânica no solo em algumas das principais culturas perenes cultivadas em Portugal e em pastagens naturais cultivadas em condições ecológicas similares

Contudo, a técnica cultural pode dar algum contributo para a redução ou aumento do teor de matéria orgânica do solo. A técnica cultural deve promover a entrada de detritos orgânicos e restringir a sua mineralização. As mobilizações, sobretudo se frequentes, não permitem o desenvolvimento de biomassa relevante e, por conseguinte, restringem a entrada de detritos orgânicos no solo. Por outro lado, os microrganismos que degradam os detritos orgânicos no solo são genericamente aeróbios, estando a sua atividade dependente da disponibilidade de oxigénio no meio. Quando se mobiliza incrementa-se a atividade dos microrganismos fornecendo oxigénio. As mobilizações frequentes

provocam ainda a destruição dos agregados expondo a matéria orgânica nativa do solo que estava protegida pelos complexos argilo-húmicos à ação dos microrganismos. Assim, para condições ecológicas similares, solos mobilizados, sobretudo quando a operação é feita várias vezes ao ano, apresentam teores de matéria orgânica mais baixos e de menor atividade biológica em comparação com solos mantidos com vegetação à superfície (Moreno *et al.*, 2009; Montanaro *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2010; 2011; Ferreira *et al.*, 2013; Almagro *et al.*, 2016). Contudo, a densidade aparente pode aumentar em solos mantidos em sistemas de não mobilização com solo nu (Martínez-Mena *et al.*, 2013). Tendo em conta a sensibilidade da amendoeira à asfixia radicular, em solos que tendam a compactar pode haver necessidade de implementar um sistema com mobilização reduzida.

6.3. Utilização de herbicidas

O aparecimento dos herbicidas constituiu-se como mais uma ferramenta na luta contra as ervas infestantes que anualmente invadem os campos de cultivo. Os herbicidas têm permitido aumentar a produtividade das culturas ao reduzir a competição da flora espontânea. A importância dos herbicidas tem sido tal que o seu uso se generalizou na agricultura comercial de larga escala. O uso de herbicidas como método único ou em combinação com outras formas de manter o solo está também generalizado em

fruticultura. No caso dos pomares, a substituição das mobilizações pela aplicação de herbicidas foi possível após se ter tomado consciência de que o papel das mobilizações é basicamente apenas combater a vegetação espontânea (Figura 6.5).



Figura 6.5 - Pomar tradicional de amendoeira gerido exclusivamente com aplicação de herbicidas

Tal como no caso das mobilizações ou outros métodos de gestão do solo, o uso de herbicidas apresenta particularidades que devem ser conhecidas, para se tirar o melhor partido deste método de gestão da vegetação. Deve partir-se do princípio que a utilização de herbicidas é tecnicamente mais exigente que efetuar uma mobilização do solo. Embora os herbicidas apresentem, de uma maneira geral, menor toxicidade que outros produtos fitofarmacêuticos usados na agricultura, sobretudo que os inseticidas, eles não estão isentos de causar dano nas plantas cultivadas, nas pessoas e/ou no meio ambiente. Ao longo das últimas décadas várias substâncias herbicidas de utilização generalizada foram retiradas do mercado por serem muito tóxicas

(p. ex. paraquato) ou consideradas nocivas para o meio ambiente (p.ex. simazina), ficando no mercado outras de menor toxicidade ou impacte ambiental.

Os utilizadores potenciais de herbicidas deveriam ser conhecedores de alguns conceitos relevantes que os podem ajudar na tomada de decisão sobre a escolha dos herbicidas, datas e métodos de aplicação. Só uma decisão criteriosa pode aumentar a eficácia no combate às infestantes e na manutenção da produtividade das culturas, mantendo baixos os riscos de contaminação ambiental. Alguns conceitos importantes a reter dizem respeito ao modo de ação dos herbicidas. Assim,

Herbicidas pré-emergência ou de ação residual – são produtos cuja substância ativa atua no sentido de impedir a germinação de sementes ou de destruir plantas numa fase muito precoce do seu desenvolvimento. A substância permanece ativa no solo durante um período de tempo mais ou menos longo. As formulações comerciais com estes princípios ativos destinam-se a ser aplicadas sobre solo nu ou vegetação recém-germinada. São normalmente eficazes no combate a plantas anuais.

Herbicidas pós-emergência – são produtos cuja substância ativa destrói plantas em crescimento. Utilizam-se para destruir vegetação infestante já instalada. Em pomares usam-se sobretudo em formulações comerciais para aplicação na primavera. Em fruticultura é frequente surgirem formulações comerciais (herbicidas comerciais) com mistura de princípios ativos (pré e

pós-emergência) para destruir a vegetação presente e impedir novas emergências. De uma maneira geral, os herbicidas pós-emergência não têm efeito residual, isto é, destroem a vegetação presente, mas não impedem emergências futuras.

Herbicidas de contacto – são produtos baseados em princípios ativos que destroem as partes das plantas que a calda contacta. Partes da vegetação não atingida pela calda não são danificadas. Para além do seu uso mais habitual para destruir vegetação infestante, estes produtos são por vezes utilizados para destruição intencional da parte aérea de plantas cultivadas (destruição da rama em batata-semente, desfolha da cultura do lúpulo, esladramento da vinha, etc.).

Herbicidas sistémicos – o princípio ativo destes herbicidas é absorvido pela planta e translocado no seu interior para as partes não atingidas pela calda. Apesar dos herbicidas residuais também poderem apresentar sistemias, a importância da sistemias é particularmente relevante nos herbicidas pós-emergência para combater infestantes que se reproduzam vegetativamente por bolbos, rizomas, ou outras estruturas reprodutivas que se desenvolvam fora do alcance da calda e que, por isso, não podem ser destruídas com herbicidas de contacto.

Herbicidas seletivos – são herbicidas baseados em princípios ativos que danificam determinadas espécies vegetais, mas não causam dano relevante em outras. Assim, quando se aplica um herbicida seletivo para uma dada cultura este causa dano em

algumas infestantes mas não causa dano na espécie cultivada, desde que seja aplicado na dose e condições de aplicação apropriadas. De igual modo, estes herbicidas quando aplicados sobre vegetação espontânea podem destruir parte das espécies e não danificar muitas outras. As formulações comerciais destes herbicidas normalmente apresentam no rótulo uma lista das infestantes que lhe são resistentes e outra das que lhe são suscetíveis.

Herbicidas não seletivos – são produtos baseados em substâncias ativas que destroem todo o tipo de vegetação que contactam. Atualmente há exceções: há plantas cultivadas que são geneticamente modificadas para resistir aos herbicidas tradicionalmente classificados como não seletivos. A vantagem em seara é tremenda porque todas as infestantes são danificadas enquanto a espécie cultivada não sofre com a aplicação do herbicida.

Uma substância herbicida pode acumular várias das características anteriormente referidas. Os glifosatos, por exemplo, são herbicidas pós-emergência, não seletivos, sistêmicos. Por outro lado, uma formulação herbicida comercial pode combinar várias destas características por mistura de substâncias ativas. Por vezes misturam-se substâncias ativas de aplicação pós-emergência com outras de ação residual para conseguir destruir a vegetação presente e impedir o surgimento de nova infestação.

Para aumentar a probabilidade de êxito no combate às infestantes com a aplicação herbicidas, o produtor deveria também saber identificar as principais infestantes que surgem no seu pomar e conhecer o seu ciclo de vida e modo de reprodução. Como mínimo deveria saber distinguir entre plantas anuais, bianuais e perenes ou vivazes. Assim,

Plantas anuais - são plantas que se reproduzem exclusivamente por semente. Germinam, formam parte aérea vegetativa, florescem, formam semente e morrem num período, de uma maneira geral, inferior a um ano. A vida mantém-se no ano seguinte pela descendência. Na região mediterrânica podem dividir-se em anuais de verão ou anuais de inverno. As primeiras nascem normalmente no fim do inverno e/ou início da primavera, fazem o seu ciclo biológico durante o verão, surgindo a maturação da semente no fim do verão ou início do outono. São normalmente plantas de elevadas exigências térmicas. O êxito destas plantas depende da disponibilidade de água. Elas são normalmente infestantes importantes em agricultura de regadio. As segundas nascem a partir das primeiras chuvas de outono, desenvolvem-se vegetativamente durante o inverno e reproduzem-se durante a primavera e início do Verão. São normalmente espécies muito tolerantes ao frio. Surgem como infestação importante em agricultura de sequeiro mas também de regadio, quer em pomares quer em agricultura herbácea.

Plantas bianuais - são plantas que se reproduzem exclusivamente por semente, mas que experienciam uma paragem de crescimento a meio do ciclo. A paragem de crescimento pode dever-se a stresse hídrico estival ou à chegada do frio no inverno. No fim do primeiro ano de crescimento a planta faz a translocação dos fotoassimilados para uma estrutura especializada de acumulação de reservas e no segundo ano emite o escapo floral e produz as sementes.

Plantas perenes – são plantas que vegetam durante vários anos. Reproduzem-se normalmente por semente e por via vegetativa (meristemas da coroa, bolbos, tubérculos, rizomas, ...). Tradicionalmente são as que apresentam maiores dificuldades de combate por meios mecânicos devido à existência de estruturas de reprodução subterrâneas. O aparecimento dos herbicidas sistémicos veio facilitar o seu combate.

O uso de herbicidas numa dada cultura deve restringir-se apenas às substâncias ativas que para ela estão autorizadas. Dada a reduzida importância económica que o amendoal teve nos últimos anos, não é extensa a lista de substâncias ativas autorizadas. Contudo, ela é suficiente para que os produtores que optem pelo uso de herbicidas possam fazer um combate eficaz das infestantes. No quadro 6.1 apresentam-se algumas características das substâncias ativas autorizadas em amendoal e no quadro 6.2 apresenta-se a lista de marcas comerciais associadas a cada substância ativa ou mistura de substâncias ativas.

Quadro 6.1 – Substâncias ativas autorizadas em amendoal e principais características (Agro-Manual, 2016)

Substância ativa	Caraterísticas genéricas
Amitrol (grupo triazol)	pós-emergência; sistémico de absorção foliar e radicular; alguma persistência no solo; combate sobretudo gramíneas e dicotiledóneas anuais.
Tiocianato de amónio (grupo tiocianato)	não é usada como herbicida isoladamente; aumenta a eficácia do amitrol em mistura.
Diflufenção (grupo piridinocarboxamida)	herbicida de pré e pós-emergência precoce; combate dicotiledóneas anuais e algumas gramíneas; só aparece em misturas.
Oxifluorfena (grupo difeniléter)	herbicida de contacto; pré e pós-emergência precoce, para o controlo de infestantes anuais monocotiledóneas e dicotiledóneas no estado 2-3 folhas.
Glifosato (grupo aminoácidos)	herbicida sistémico; não seletivo; pós emergência; controla infestantes anuais e vivazes; os sintomas visíveis do tratamento só aparecem 7 a 14 dias após o tratamento.
Glufosinato de amónio (grupo ácido aminofosfínico)	herbicida não seletivo; atua essencialmente por contato.
Diqato (grupo dos bipiridilos)	herbicida não seletivo; de contacto; usado como dessecante; produto bastante tóxico.

A utilização de herbicidas, como método único de controlo da vegetação herbácea, origina um sistema de gestão do solo conhecido por não mobilização com solo nu (Rodrigues e Cabanas, 2007; Pastor, 2008; Arquero e Serrano, 2013).

Quadro 6.2 – Substâncias ativas utilizadas individualmente ou em mistura e designações comerciais dos herbicidas (Agro-Manual, 2016)

Substâncias ativas	Marcas comerciais
Amitrol + tiocianato de amônio	Etizol TL; Trivial
Diffufenicão + glifosato	Aliado; Fuji; Zarpa; Tronx super
Diffufenicão + glifosao + oxiflourfena	Kapital trio
Diquato	Reglone; Dessicash 200 SL; Diquato SAPEC; Fandango
Glufosinato de amônio	Basta S
Glifosato (sal de isopropilamônio)	
70 e 72 g eq. ácido/litro	Clinic Pronto; Roundup Pronto; Roundup Gel
170 g eq. ácido/litro	Roundup extra
360 g eq. ácido/litro	Glyphogan; Glifotop ultra; Nufosate; Ronagro; Roundup ultra; Asteroide; Buggy; Oxalis; Montana; Glifosato sapec; Marqui; Glifos; Glifosato selectis; Verdys; Piton verde; Roundup; Roundup super; Spasor; Tomcato; Cosmic; Premier; Rumbo vallés; Raudo; Clinic ace; 360 GL; Glifopec; Fitoglifo; Satellite; Rontrat; Karda; Catamarán; Barbarian Super 360; Barbarian XL; Glifochem
450 g eq. ácido/litro	Barbarian XTRA 450; Glifos accelerator; Premier 45 envision; Accelerator 45; Arbonal star; Envision 45
Glifosato (sal de amônio)	
360 g eq. ácido/litro	Touchdown premium; Tomado
480 g eq. ácido/litro	Piton forte
68%	Roundup forte; Glyfos titan
Glifosato (sal de potássio)	
240 g eq. ácido/litro	Super sting
360 g eq. ácido/litro	Spasor K; Roundup ultra max
450 g eq. ácido/litro	Roundup energy
480 g eq. ácido/litro	Roundup 48
540 g eq. ácido/litro	Roundup GPS

Consegue-se com a aplicação de um herbicida residual às primeiras chuvas de Outono que impede a instalação da vegetação herbácea (Figura 6.6). Na Primavera seguinte aplica-se um herbicida de pós-emergência (ou se necessário um herbicida que combine uma substância ativa pós emergência com outra de

ação residual) para eliminar a vegetação não controlada pelo herbicida residual de Outono e as novas emergências de Primavera.



Figura 6.6 - Solo mantido permanentemente nu durante todo o ano em olival com aplicação outonal de um herbicida que combina substâncias ativas de ação residual e pós-emergência

O sistema de não mobilização com solo nu tem sido muito criticado. Neste modo de gestão do solo a superfície tende a ficar compactada o que reduz a taxa de infiltração da água. Se for associado o facto de o solo se apresentar desprotegido de vegetação durante todo o ano, estão criadas condições que favorecem a erosão do solo. Acresce o facto de as entradas de detritos orgânicos no solo serem baixas o que conduz a solos com baixos teores de matéria orgânica e reduzida atividade biológica. Deve também ter-se em conta que alguns herbicidas, sobretudo se mal aplicados, podem causar fitotoxicidade nas árvores (Cañero *et al.*, 2011) e contaminar as águas, sobretudo as substâncias de ação residual (Celis *et al.*, 2007). É também

espectável que ocorra reversão da flora infestante, isto é, tendem a dominar o coberto um reduzido número de espécies tolerantes aos herbicidas utilizados (Figuras 6.7 e 6.8), o que normalmente leva a que aumentem as dificuldades do combate e à necessidade de mudar de substância ativa. Os equipamentos de aplicação de herbicidas devem estar em perfeitas condições e devidamente calibrados antes de serem utilizados.



Figura 6.7 - Sintomas de toxicidade em folhas de oliveira após aplicação de um herbicida à base de diurão, terbutilazina e glifosato em dose provavelmente elevada

Os herbicidas residuais (por vezes em mistura com herbicidas pós-emergência) são também utilizados em sistemas mistos de gestão da vegetação em que ao longo das linhas de plantação se destrói a vegetação com herbicidas e na entrelinha se mantém uma faixa de enrelvamento permanente gerido com corte da vegetação.



Figura 6.8 - Coberto dominado por plantas do género *Conyza* após gestão da vegetação com um herbicida à base de glifosato durante vários anos

Por vezes são usados exclusivamente herbicidas pós-emergência como método de gestão da vegetação. Nestes sistemas permite-se o desenvolvimento de vegetação herbácea durante o Inverno, com papel importante na proteção e melhoria na fertilidade do solo, sendo a vegetação destruída durante a Primavera para reduzir a competição da vegetação pelos recursos hídricos. A vegetação seca queimada pelo herbicida confere alguma proteção ao solo durante o Verão. Este sistema de gestão do solo quando bem aplicado tende a aumentar a produção e a produzir bons indicadores de fertilidade do solo (Rodrigues *et al.*, 2011; Ferreira *et al.*, 2013). O assunto será retomado no ponto 6.5.

6.4. Cobertos vegetais

A gestão do solo com cobertos vegetais é uma estratégia que visa ultrapassar alguns dos problemas associados à mobilização do

solo e também ao uso de herbicidas. Um solo permanentemente coberto com vegetação fica protegido da erosão (Martinez *et al.*, 2006a,b; Durán *et al.*, 2008; Gómez *et al.*, 2009), principal ameaça a sustentabilidade do sistema de produção devido à redução progressiva da fertilidade do solo. Por outro lado, os cobertos vegetais incrementam a entrada de detritos orgânicos a partir dos sistemas radiculares da vegetação e, como o solo não é mobilizado, a degradação dos detritos orgânicos é mais lenta, atuando os dois fatores no sentido de incrementar o teor de matéria orgânica do solo. As propriedades físicas dos solos também melhoram pela ação das raízes das plantas e pelo aumento do teor de matéria orgânica. Tem sido demonstrado em situações agrícolas diversificadas que os cobertos vegetais aumentam o teor de matéria orgânica no solo (Montanaro *et al.*, 2010; Ramos *et al.*, 2010; 2011; Rodrigues *et al.*, 2015b), incrementam a atividade biológica pelo aumento do substrato orgânico a decompor (Moreno *et al.*, 2009; Ramos *et al.*, 2010; 2011; Ferreira *et al.*, 2013, Rodrigues *et al.*, 2015b) e melhoram as suas propriedades físicas (Ramos *et al.*, 2010; 2011; Guzmán e Foraster, 2011; García-Franco *et al.*, 2015).

Contudo, é necessário ter presente que os cobertos vegetais transpiram água. Se a água for fator limitante, e em sequeiro é-o sempre, a tentativa de introduzir cobertos vegetais nos pomares pode reduzir a produção das árvores (Hornig and Bünemann, 1993; Rodrigues *et al.*, 2011; Gucci *et al.*, 2012; Ferreira *et al.*,

2013). Os cobertos vegetais são geridos com corte ou através da aplicação de herbicidas pós-emergência como já foi referido. Quando são geridos com corte da vegetação pode ser necessário efetuar várias passagens anuais de destróador, com vista a conter a expansão da vegetação. Por outro lado, quando se gerem cobertos vegetais em pomares é necessário ter em conta o risco de incêndio. Em regiões de pequena propriedade e onde os pomares surgem integrados em mosaicos que contemplam espaços florestais ou de matos, o risco dos incêndios causarem danos nas árvores é real.

Em fruticultura os cobertos vegetais podem ser de natureza muito diferente. Pode usar-se vegetação natural ou semear-se uma elevada diversidade de espécies e/ou cultivares. Também dentro dos cobertos vegetais a opção por diferentes variantes pode originar resultados marcadamente diferentes para as árvores e para o sistema de produção pelo geral. A escolha do melhor coberto pode depender de variáveis diversas, como as condições ecológicas (clima, solo) e culturais (sequeiro, regadio...) em que cada pomar está inserido.

6.4.1. Cobertos de vegetação natural

Os cobertos de vegetação natural consistem na gestão da flora espontânea que surge anualmente no pomar. A quantidade e natureza da vegetação que se desenvolve dependem da fertilidade do solo e das técnicas de controlo da vegetação que

forem implementadas. De uma maneira geral, esta vegetação cumpre adequadamente o requisito de proteção do solo contra a erosão, uma vez que a elevada diversidade de espécies mantém o solo coberto durante todo o ano, normalmente com vegetação verde do outono à primavera e vegetação seca no período estival.

A vegetação natural apresenta algumas outras vantagens, sendo a primeira o facto de não ter custos de instalação. Por outro lado, tendem a ser cobertos de elevada biodiversidade, com cadeias tróficas mais ricas, o que pode reduzir a incidência de algumas pragas por favorecimento dos auxiliares (Guzmán e Foraster, 2011; Penman e Chapman, 2011). Infelizmente, por vezes também se suspeita que a vegetação espontânea possa ser hospedeira alternativa de pragas e doenças e agravar a situação fitossanitária do pomar (Penman e Chapman, 2011; Arquero e Serrano, 2013).

Em situações muito particulares pode tentar gerir-se a vegetação natural no sentido do predomínio de espécies que se considerem mais importantes para atingir um dado objetivo. Em solos com problemas eventuais de transitabilidade, devido a uma textura com maior teor de argila (ainda que menos comum em amendoal que em outras fruteiras), uma flora rica em gramíneas pode ser vantajosa, sobretudo em regadio onde a limitação hídrica é menos de recear. Nestes casos, podem tentar usar-se herbicidas seletivos para gramíneas, de forma a reduzir progressivamente a importância de espécies de folhas larga nos cobertos (Arquero e

Serrano, 2013). Contudo, em Portugal não estão no presente autorizadas para amendoal substâncias ativas com estas características embora existam para outras culturas.

O principal método de controlo da vegetação quando se usam cobertos de vegetação natural é o corte (Figura 6.9). Usam-se destroçadores de correntes ou martelos para conter a expansão da vegetação. A vegetação natural é muito competitiva devido à elevada diversidade de espécies que contém. O risco de perda de produção é elevado sobretudo em amendoais de sequeiro. Quando se faz a gestão da vegetação pelo corte pode haver necessidade de efetuar várias passagens, de forma a conter a perda de água através da transpiração do coberto. A vegetação natural pode também ser gerida com a aplicação de herbicidas pós-emergência a partir do Primavera (figura 6.10). Por este processo o controlo da vegetação tende a ser mais eficaz, pelo que pode estar mais adequado aos pomares de sequeiro. Nestes casos, preconiza-se a destruição da vegetação entre o fim de março e o início de abril, quando os riscos de limitação hídrica são reais. Este tópico é retomado no ponto 6.5.



Figura 6.9 - Coberto de vegetação natural em amendoal jovem irrigado gerido com corte



Figura 6.10 - Coberto de vegetação natural em amendoal jovem de sequeiro gerido com a aplicação de um herbicida pós-emergência aplicado no início da Primavera

6.4.2. Cobertos vegetais semeados

Os cobertos vegetais semeados são também muito populares em fruticultura. Quando se semeia um coberto vegetal num pomar assume-se que a vegetação semeada apresenta vantagens relativamente à vegetação espontânea, pois a sementeira e a

gestão dos cobertos semeados geram custos que a vegetação espontânea não tem. Nos pomares tem-se ensaiado um pouco de tudo, gramíneas (cevada, aveia, azevém,...), leguminosas (tremoceiros, ervilhacas, espécies pratenses, ...), brássicas (mostarda, colza, ...), misturas das anteriores (aveia com ervilhaca, misturas pratenses biodiversas, ...) e até uma diversidade de plantas aromáticas e medicinais (tomilho, salva, alecrim, ...). Qualquer das soluções apresenta particularidades próprias que devem ser avaliadas na escolha do coberto para um dado pomar (Rodrigues *et al.*, 2010b).

As brássicas, como mostarda e colza, podem ser usadas como sideração para promover o teor de matéria orgânica no solo, uma vez que apresentam bom desenvolvimento vegetativo durante inverno e elevada produção de biomassa (Rodrigues *et al.*, 2010a)

As gramíneas têm sido propostas para olival e amendoal, sobretudo em regadio e solos argilosos, para controlar a erosão, melhorar as propriedades físicas do solo e favorecer a transitabilidade de equipamentos agrícolas (Ramos *et al.*, 2010; 2011; Guzmán e Foraster, 2011; García-Franco *et al.*, 2015).

As leguminosas, designadamente ervilhacas e tremoceiros, têm sido usadas a pensar na capacidade destas espécies em fixar azoto atmosférico e melhor a fertilidade do solo permitindo a redução de custos com a aplicação de fertilizantes azotados (Rodrigues *et al.*, 2013a; Arrobas *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2015; Almagro *et al.*, 2016).

Em amendoal tradicional tem também sido avaliada a inclusão de plantas aromáticas e medicinais arbustivas diversas, como forma de controlar a erosão e melhorar o rendimento do produtor através da produção de óleos essenciais. Martínez et al. (2006b) usaram tomilho (*Thymus baeticus* Boiss. ex Lacaíta) cultivado nas entrelinhas do amendoal como método de controlo da erosão. Durán et al. (2008) usaram salva (*Salvia lavandulifolia* L.), alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) e tomilho (*T. baeticus*) também em amendoal tradicional. Todas as espécies reduziram a erosão relativamente à testemunha mobilizada e originaram receitas com a produção de óleo essencial para compensar as perdas de produção de amêndoa que foram registadas nos talhões cultivados com as plantas aromáticas.

Nos anos recentes tem sido dada atenção particular aos cobertos vegetais semeados à base de leguminosas anuais de ressementeira natural. As leguminosas têm acesso a azoto atmosférico através da relação simbiótica que estabelecem com microrganismos da família Rizobiaceae (Cooper e Scherer, 2012). Devido ao potencial de fixação de azoto das leguminosas (Figura 6.11) e à “facilidade” de gestão destes cobertos estão a ser fortemente promovidos pelos investigadores (Driouech et al., 2008; Mauromicale et al., 2010; Arrobas et al., 2011; Rodrigues et al., 2010b; 2013b, Rodrigues, 2013), esperando-se que a sua utilização aumente de forma significativa nos próximos anos nos pomares e vinhas da região mediterrânica. Por estas razões, o

tópico é desenvolvido no ponto seguinte de forma um pouco mais aprofundada.

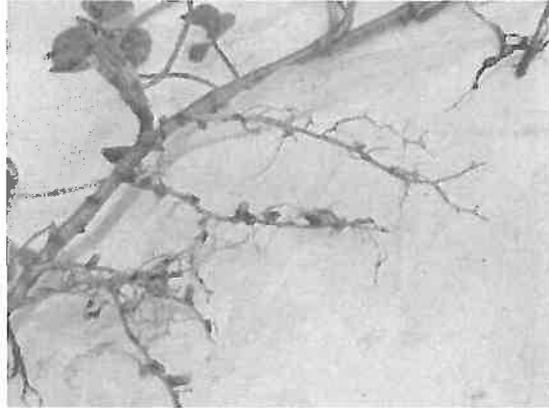


Figura 6.11 - Nódulos nas raízes de uma leguminosa pratense onde vivem bactérias fixadoras de azoto em simbiose com a planta hospedeira. As bactérias recebem fotoassimilados e fatores de crescimento e fornecem azoto à planta

6.4.3. Cobertos de leguminosas anuais de ressementeira natural

Leguminosas de ressementeira natural são plantas de ciclo anual que se reproduzem por semente e que, uma vez instalado o coberto, as espécies e/ou cultivares que o constituem podem auto semear-se anualmente sem necessidade de uma nova sementeira. Estas plantas germinam no início do Outono às primeiras chuvas e terminam o ciclo na Primavera seguinte. Há uma elevada diversidade de espécies e variedades que podem ser usadas com este fim, designadamente trevos subterrâneos, trevos encarnados, serradelas, etc.

Estes tipos de coberto são preferencialmente indicados para solos de baixa fertilidade, onde outra vegetação apresenta dificuldades de desenvolvimento. As leguminosas, tendo acesso a azoto atmosférico, têm uma enorme vantagem relativamente à restante vegetação. Esta característica permite-lhes incorporar uma elevada quantidade de resíduo orgânico de baixa razão carbono/azoto no solo, o que aumenta a atividade biológica do solo e liberta elevadas quantidades de azoto que as árvores podem aproveitar (Snoeck *et al.*, 2000; Rodrigues *et al.*, 2015 a).

Devido ao rápido estabelecimento das leguminosas no outono, este tipo de cobertos confere elevada proteção ao solo contra a erosão. Para assegurar a persistência das espécies semeadas ao longo dos anos, a gestão destes cobertos tem as suas particularidades. Os cobertos não podem ser cortados até que se atinja a maturação das sementes, de contrário interrompe-se o ciclo biológico das espécies. A duração do ciclo da vegetação gere-se escolhendo cultivares com ciclo mais longo ou mais curto consoante o objetivo seja ter vegetação verde até mais tarde na primavera ou desejar que o ciclo termine mais cedo para, por exemplo, reduzir a competição pela água (Rodrigues *et al.*, 2010b; Arrobas *et al.*, 2011; Rodrigues, 2013).

Após a maturação fisiológica das sementes das espécies semeadas, a outra vegetação herbácea pode ser destruída com destroçador, com herbicidas pós-emergência ou pastoreada com animais, de forma a reduzir o risco de incêndios durante o verão.

Estudos em olival com cobertos vegetais de leguminosas semeadas mostraram que é possível manter as árvores em elevado estado nutricional e com maior produção de azeitona quando comparado com vegetação natural em que as árvores foram adubadas com $60 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Rodrigues *et al.*, 2015 a).

6.5. Sistemas mistos de gestão do solo

Por sistemas mistos entendem-se os métodos de gestão da vegetação que recorrem não apenas a mobilização, uso de herbicidas ou cobertos vegetais, mas sim a uma combinação de mais que um dos métodos referidos.

Provavelmente o método de gestão do solo mais utilizado em pomares de todo o mundo consiste em criar uma zona livre de infestantes junto à linha das árvores e permitir o desenvolvimento de vegetação natural ou semeada nas entrelinhas (Sirrine *et al.*, 2008; Jackson, 2011). Junto às árvores a vegetação é destruída com herbicidas residuais, pós-emergência ou combinação de substâncias ativas, para proteção do sistema de rega e reduzir a competição da vegetação com as árvores. Na entrelinha permite-se o desenvolvimento da vegetação, que pode ser gerida com destruidor (Figura 6.12).



Figura 6.12 - Gestão da vegetação em olival de regadio com aplicação de herbicida na linha e corte da vegetação na entrelinha (foto de Henrique Chia)

Embora menos habitual, por vezes o solo é mantido com sistema de mobilização mínima em que junto às árvores se aplicam herbicidas e na entrelinha se passa o escarificador, orientado o trabalho de forma perpendicular ao maior declive para favorecer a infiltração da água da chuva e reduzir a perda de solo por erosão. Este sistema pode também ser utilizado para cultivar plantas (leguminosas ou misturas) na entrelinha para enterrar como adubo verde (Arquero e Serrano, 2013).

Por vezes é também utilizado um sistema de gestão do solo que prevê mobilização do solo intercalada com coberto vegetal, linha-sim linha-não. A linha não mobilizada pode ser mantida com vegetação natural ou semeada. Este sistema de manutenção do solo é habitual em vinha (Figura 6.13) e tem a versatilidade de favorecer a transitabilidade, incorporar fertilizantes orgânicos e controlar a erosão do solo.



Figura 6.13 - Sistema de gestão do solo em vinha em que se mantém coberto vegetal alternado com mobilização para facilitar a transitabilidade de equipamentos e pessoal na linha enrelvada (foto de Henrique Chia)

6.6. Adequação do coberto vegetal às características do pomar

Uma solução de gestão do solo não pode ser separada do contexto. Isto é, não será fácil responder de forma simples qual a melhor solução para manter o solo dos amendoais. Provavelmente a solução depende do contexto agroecológico, designadamente do tipo de solo (textura, declive, ...) e do sistema de cultivo (regadio, sequeiro). Em muitas situações, preconizam-se, inclusive, sistemas mistos em que parte da superfície do solo é gerida com mobilizações, herbicidas, ou cobertos vegetais.

6.6.1. Pomares de regadio

Em pomares de regadio é habitual implementar-se um sistema misto de gestão do solo baseado em vegetação natural, com aplicação de herbicida residual na linha (para proteção do sistema de rega e redução da competição) e enrelvamento da entrelinha gerido com corte da vegetação. Em locais em que possam surgir limitações à transitabilidade das máquinas e equipamentos agrícolas (solos com texturas mais argilosas) pode tentar selecionar-se o coberto vegetal das entrelinhas para gramíneas, aplicando um herbicida que combata apenas as infestantes de folha larga.

Com os cobertos vegetais semeados podem seguir-se critérios semelhantes. Em solos planos e texturas que drenem com maior dificuldade podem semear-se cobertos de gramíneas ou misturas de gramíneas com leguminosas de ressementeira natural (Figura 6.14). As gramíneas têm taxas de crescimento mais elevadas que as leguminosas durante o inverno podendo transpirar mais água nesse período. Por outro lado, as gramíneas têm um efeito mais evidente na melhoria das propriedades físicas do solo, devido às características do seu sistema radicular. Ainda em regadio, mas em solos pobres de encosta com reduzida espessura e sem dificuldades de drenagem, os cobertos semeados devem ser constituídos exclusivamente à base de leguminosas, devido ao seu efeito reparador da fertilidade do solo. Em regadio podem escolher-se espécies de ciclo médio a tardio, para aumentar a

incorporação de biomassa no solo e os teores em matéria orgânica. Como o pomar é regado, os riscos de redução da produtividade devido à competição pela água são menores.



Figura 6.14 - Coberto vegetal semeado com gramíneas em olival de regadio

6.6.2. Pomares de sequeiro

Apesar da recente vaga de instalação de pomares de amendoal em regadio, a grande maioria dos amendoais tradicionais continuam a ser geridos em sequeiro. Por outro lado, apesar das novas plantações do interior norte do país terem maioritariamente sido instaladas em regadio, tudo leva a crer que muitos desses pomares venham, a médio prazo, a ser cultivados em sequeiro, seja por limitação de água seja por limitações na qualidade nos sistemas de rega instalados. No contexto nacional, e sobretudo, no contexto do interior norte de Portugal, faz todo o sentido focar alguma atenção no amendoal de sequeiro, porque continuará seguramente a ser maioritário no futuro.

Enquanto em pomares de regadio a introdução de cobertos está generalizada, seja com base em cobertos naturais seja com base em cobertos semeados, em sequeiro a introdução de cobertos vegetais é sensível. Talvez por isso se tarda em abandonar as mobilizações nestes pomares.

Os cobertos vegetais competem pela água e este aspeto deve merecer a máxima atenção. Em sequeiro o crescimento e a produtividade das árvores está completamente dependente da água das chuvas, sendo este um dos aspetos mais limitantes da produtividade do pomar. Assim, a estratégia de gestão do solo para pomares de sequeiro deve estar assente no método que melhor utilização dos recursos hídricos disponíveis permita.

Outro aspeto a que deve ser dada a máxima atenção é a proteção do solo. Os pomares tradicionais de sequeiro (e os novos em pouco diferem) tendem a estar instalados em solos com algum declive. Nesta perspetiva, a mobilização do solo não deve equacionada. Restam como alternativas a gestão da vegetação natural com corte ou uso de herbicidas e a sementeira de cobertos pouco competitivos.

Assim, os produtores que optem por gerir apenas a vegetação natural têm a possibilidade de recorrer ao uso de herbicidas ou ao corte da vegetação com destroçadores. Dentro dos herbicidas será de excluir os de ação residual para aplicação de outono, uma vez que não permitem o desenvolvimento da vegetação durante o inverno. Os produtores que decidam utilizar herbicidas devem

optar pelos de pós-emergência, devendo estes ser aplicados no início de abril (podem também usar herbicidas comerciais que combinem substâncias ativas pós-emergência e de ação residual pois, embora mais caros, evitam o ressurgimento da vegetação em anos de primaveras mais húmidas). Com a aplicação dos herbicidas em pós-emergência na primavera, permite-se que o solo permaneça protegido por vegetação verde durante o outono e o inverno. No início de abril, quando a disponibilidade de água no solo se reduz, a vegetação é destruída para reduzir a competição pela água. Durante a Primavera e o Verão o solo fica protegido por vegetação morta. Se a opção pela gestão da vegetação for o corte com destroçador, deve ter-se em conta que a tolerância com a vegetação herbácea deve ser mínima na primavera. Isto é, os cobertos devem ser cortados com oportunidade ao longo da primavera para reduzir a sua capacidade de transpirar água, uma vez que esta é determinante para o desenvolvimento das árvores.

Em sequeiro a estratégia mais excitante é, contudo, a introdução de cobertos vegetais de leguminosas de ressementeira natural. As leguminosas são, de uma maneira geral, menos competitivas que as gramíneas e fixam azoto atmosférico. É necessário ter em conta que a produtividade dos amendoais em sequeiro é baixa. Para haver rentabilidade os custos de exploração têm também de ser baixos, assim, não é negligenciável o facto de o uso de leguminosas no coberto dispensar a aplicação de fertilizantes

azotados. Estudos em olival mostraram que um coberto de leguminosas de ressementeira natural manteve as árvores em melhor estado nutricional e originou maior produção de azeitona que a aplicação de 60 kg/ha de azoto (Rodrigues *et al.*, 2015a).

Contudo, as espécies e/ou variedades a introduzir em amendoal de sequeiro devem apresentar baixa exuberância vegetativa e ter ciclo particularmente curto. Assegurada a proteção do solo, o critério mais importante a ter em conta é a redução da competição pela água. Assim, para pomares de sequeiro preconizam-se cobertos de leguminosas de baixa exuberância vegetativa e ciclo curto (Figura 6.15). O produtor deve utilizar preferencialmente trevos subterrâneos e as variedades de ciclo mais curto que consiga encontrar no mercado. As variedades de ciclo curto produzem menos biomassa e conseqüentemente fixam menos azoto. Contudo, em pomares de sequeiro, devido à menor produtividade e exportação do nutriente, a quantidade de azoto fixada deve ser suficiente para dispensar a fertilização azotada. Em contrapartida economizam água.



Figura 6.15 - Coberto de leguminosas anuais de ressementeira natural em pomar adulto de amendoeira conduzido em sequeiro

6.7 Amendoais em modo biológico

Um dos grandes constrangimentos ao modo biológico é o fornecimento de azoto ao sistema. Em agricultura biológica os fertilizantes de síntese industrial não são autorizados. Contudo, para fornecer fósforo, potássio e outros nutrientes, existem no mercado fertilizantes naturais com preços aceitáveis que podem ser usados. A exceção é o azoto. Como não podem ser usados fertilizantes de síntese industrial, só há duas formas de introduzir azoto no sistema: através de corretivos orgânicos; e/ou de leguminosas com capacidade de fixar azoto a partir da atmosfera.

Explorações que disponham de animais ou uma fonte relevante de fertilizantes orgânicos podem usar este recurso na fertilização do pomar. Isto pressupõe que o método de gestão do solo tem de prever a incorporação do estrume. Em solos planos, de reduzido

risco de erosão, mobilizar o solo não é tão problemático. Deverá prever-se a incorporação dos fertilizantes no solo fora do período mais ativo do desenvolvimento do sistema radicular, tendo o mês de fevereiro como referência. Num período de maior atividade biológica o risco de indução de stresse hídrico e nutricional na árvore é mais elevado. De qualquer forma, deve mobilizar-se apenas na entrelinha, devendo ficar uma faixa de proteção ao sistema radicular na linha que serve também para reduzir o risco de erosão. Se o solo do pomar tiver declive acentuado poderá optar-se por incorporar o estrume apenas linha-sim linha-não, para uma proteção ainda mais efetiva contra o risco de erosão.

A disponibilidade de estrumes ou outros recursos orgânicos não é, contudo, frequente em Portugal nas regiões onde habitualmente se cultiva a amendoeira. Assim, em agricultura biológica, o solo deve ser gerido com leguminosas anuais de ressementeira natural. Em pomares regados podem usar-se espécies e variedades de ciclos médios a tardios, com maior capacidade de fixar de azoto. Em sequeiro deve usar-se material vegetal de ciclo muito curto. Em solos planos, de elevada espessura efetiva e bem arejados, sobretudo em regadio, podem, em alternativa, semear-se leguminosas anuais como tremoceiros e ervilhacas para sideração (Figura 6.16). Como a técnica necessita de uma mobilização de sementeira e outra para a incorporação da biomassa, o coberto deve restringir-se apenas às entrelinhas pelas razões apontadas no ponto anterior. Tendo em conta a elevada

capacidade de fixação de azoto destas plantas, que pode ultrapassar 150 kg/ha/ano de azoto, mesmo em solos pobres (Rodrigues *et al.*, 2013b; 2015b; Ferreira *et al.*, 2015), a técnica pode ser usada apenas ano sim ano não para satisfazer as necessidades em azoto do amendoal.



Figura 6.16 - Ervilhaca cultivada para sideração em olival biológico

6.8. Referências Bibliográficas

Agro-Manual (2015). *Produtos fitofarmacêuticos, organismos auxiliares, jardins & espaços verdes, fertilizantes, sementes*. Rio Tinto, Agro-Manual Publicações, Lda..

Almagro, M.; de Vente, J.; Boix-Fayos, C.; García-Franco, N.; Aguilar, J.M.; González, D.; Solé-Benet, A. e Martínez-Mena, M. (2016). Sustainable land management practices as providers of several ecosystem services under rainfed Mediterranean agroecosystems. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Change*. 21, 1029–1043.

Arquero, O. e Serrano, N. (2013). Manejo del suelo, in: Arquero, O. (Ed.), *Manual del Cultivo del Almendro*. Sevilla, España, Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural.

Arrobas, M.; Ferreira, I.Q.; Claro, M.; Correia, C.M.; Moutinho-Pereira, J. e Rodrigues, M.A. (2011). Introdução de cobertos de leguminosas anuais em olival. *Vida Rural, Out*, 32–34.

Arrobas, M.; Ferreira, I.Q.; Claro, A.M. e Rodrigues, M.A. (2015). The effect of legume species grown as cover crops in olive orchards on soil phosphorus bioavailability. *J. Plant Nutr.* 38, 2294–2311.

Cañero, A.I.; Cox, L.; Redondo-Gómez, S.; Mateos-Naranjo, E.; Hermosín, M.C. e Cornejo, J. (2011). Effect of the herbicides Terbutylazine and Glyphosate on photosystem II photochemistry of young olive (*Olea europaea*) plants. *J. Agric. Food Chem.* 59, 5528-5534.

Celis, R.; Trigo, C.; Facenda, G.; Hermosín, M.C. e Cornejo, J. (2007). Selective modification of clay minerals for the adsorption of herbicides widely used in olive groves. *J. Agric. Food Chem.* 55, 6650–6658.

Cooper, J. e Scherer, H. (2012). *Nitrogen fixation*, in: Marschner, P. (Ed.), *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, 3rd ed. London, Academic Press.

Drriouech, N.; Abou Fayad, A.; Ghanem, A. e Al-Bitar, L. (2008). *Agronomic performance of annual self-reseeding legumes and their self-establishment potential in the Apulia region of Italy*, in: 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy, June, pp. 16–20.

Dúran, Z.F.M.; Pleguezuelo, R.C.R.; Francia, J.R.; Raya, A.M.; Panadero, L.A.; Rodríguez, B.C. e Moll, M.C.N. (2008). Benefits of plant strips for sustainable mountain agriculture. *Agron. Sustain. Dev.* 28, 497–505.

Ferreira, I.Q.; Arrobas, M.; Claro, A.M. e Rodrigues, M.A. (2013). Soil management in rainfed olive orchards may result in conflicting effects on olive production and soil fertility. *Span. J. Agric. Res.* 11, 472–480.

Ferreira, I.Q.; Rodrigues, M.A.; Claro, A.M. e Arrobas, M. (2015). Management of nitrogen-rich legume cover crops as a mulching in traditional olive orchards. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 46, 1881–1894.

García-Franco, N.; Albaladejo, J.; Almagro, M. e Martínez-Mena, M. (2015). Beneficial effects of reduced tillage and green manure on soil aggregation and stabilization of organic carbon in a Mediterranean agroecosystem. *Soil Till. Res.* 153, 66–75.

Gómez, J.A.; Guzmán, M.G.; Giráldez, J.V. e Ferreres, E. (2009). The influence of cover crops and tillage on water and sediment yield, and on nutrient, and organic matter losses in an olive orchard on a sandy loam soil. *Soil Till. Res.* 106:137–144.

Gucci, R.; Caruso, G.; Bertolla, C.; Urbani, S.; Taticchi, A.; Esposito, S.; Servili, M.; Sifola, M.I.; Pellegrini, S.; Pagliai, M. e Vignozzi, N. (2012). Changes of soil properties and tree performance induced by soil management in a high-density olive orchard. *Eur. J. Agron.* 41, 18–27.

Guzmán, G.I. e Foraster, L. (2011). El manejo del suelo y las cubiertas vegetales en el olivar ecológico, in: Casado, G.G. (Ed), *El Olivar Ecológico*. España, Mundi-Prensa, Junta de Andalucía.

Hornig, R. e Bünemann, G. (1993). Fertilization and controlled strip cover by weeds in IP apple orchards. *Acta Hort.* 335, 65–71.

Jackson, D. (2011). Soils, nutrients and water, in: Jackson, D., Looney, N., Morley-Bunker, M. Thiele, G. (Eds.), *Temperate and Subtropical Fruit Production*, 3rd ed. CAB International, UK, Cambridge University Press.

Kairis, O.; Karavitis, C.; Kounalaki, A.; Salvati, L. e Kosmas, C. (2013). The effect of land management practices on soil erosion and land desertification in an olive grove. *Soil Use Manag.* 29, 597–606.

Martínez, J.R.F.; Zuazo, V.H.D. e Martínez, R.A. (2006a). Environmental impact from mountainous olive orchard under different soil-management systems (SE Spain). *Sci. Total Environ.* 358, 46–60.

Martínez, R.A.; Durán, Z.V.H e Francia, M.J.R. (2006b). Soil erosion and runoff response to plant-cover strips on semiarid slopes (SE Spain). *Land Degrad. Develop.* 17, 1–11.

Martínez-Mena, M.; Garcia-Franco, N.; Almagro, M.; Ruiz-Navarro, A.; Albaladejo, J.; Aguilar, J.M.; Gonzalez, D. e Querejeta, J.I. (2013). Decreased foliar nitrogen and crop yield in organic rainfed almond trees during transition from reduced tillage to no-tillage in a dryland farming system. *Eur. J. Agron.* 49: 149–157.

Mauromicale, G.; Occhipinti, A. e Mauro, R.P. (2010). Selection of shade-adapted subterranean clover species for cover cropping in orchards. *Agron. Sustain. Dev.* 30, 473–480.

Montanaro, G.; Celano, G.; Dichio, B. e Xiloyannis, C. (2010). Effect of soil-protecting agricultural practices on soil organic carbon and productivity in fruit tree orchards. *Land Degrad. Dev.* 21, 132–138.

Moreno, B.; Garcia-Rodriguez, S.; Cañizares, R.; Castro, J. e Benítez, E. (2009). Rainfed olive farming in South-eastern Spain: long-term effect of soil management on biological indicators of soil quality. *Agric. Ecosyst. Environ.* 131, 333–339.

Morgan, R.P.C. (2005). *Soil Erosion and Conservation*. 3rd ed., MA, USA, Blackwell Publishing.

Pastor, M. (2008). Sistemas de manejo del suelo, in: Barranco, D, Fernández-Escobar, R., Rallo, L., (Eds.), *El Cultivo del Olivo*. Madrid, Coedición Mundi-Prensa & Junta de Andalucía.

Penman, D. e Chapman, B. (2011). Crop protection, in: Jackson, D., Looney, N., Morley-Bunker, M. Thiele, G. (Eds.), *Temperate and Subtropical Fruit Production*, 3rd ed. UK, CAB International, Cambridge University Press.

Ramos, M.E.; Benítez, E.; García, P.A. e Robles, A.B. (2010). Cover crops under different managements vs. frequent tillage in almond orchards in semiarid conditions: Effects on soil quality. *Appl. Soil Ecol.* 44, 6–14.

Ramos, M.E.; Robles, A.B.; Sánchez-Navarro, A. e González-Rebollar, J.L. (2011). Soil responses to different management practices in rainfed orchards in semiarid environments. *Soil Till. Res.* 112, 85–91.

Rodrigues, M.A. e Cabanas, J.E. (2009). Manutenção do solo, in: Rodrigues, M.A., Correia, C. (Eds), *Manual da Safra e Contra Safra do Olival*. Portugal, Instituto Politécnico de Bragança.

Rodrigues, M.A.; Correia, C.M.; Claro, A.M.; Ferreira, I.Q.; Barbosa, J.C.; Moutinho-Pereira, J.M.; Bacelar, E.A.; Fernandes-Silva, A.A. e Arrobas, M. (2013a.) Soil nitrogen availability in olive orchards after mulching legume cover crop residues. *Sci. Hort.* 156, 45–51.

Rodrigues, M.A.; Lopes, J.I.; Pavão, F.; Cabanas, J.E. e Arrobas, M. (2011). Effect of soil management on olive yield and nutritional status of trees in rainfed orchards. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 42, 993–2011.

Rodrigues, M.A. (2013). Introdução de leguminosas pratenses na gestão do solo em olivais de sequeiro. *Trifolia* (Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens) 4, 1–2.

Rodrigues, M.A. e Cabanas, J.E. (2007). As Infestantes, in: Torres, L. (Ed.), *Manual da Protecção Integrada do Olival*. Viseu, João Azevedo Editor.

Rodrigues, M.A.; Dimande, P.; Pereira, E.; Ferreira, I.Q.; Freitas, S.; Correia, C.M.; Moutinho-Pereira, J. e Arrobas, M. (2015^a). Early-maturing annual legumes: an option for cover cropping in rainfed olive orchards. *Nutr Cycl Agroecosys*. 103, 153–166.

Rodrigues, M.A.; Ferreira, I. e Arrobas, M. (2010^a). Ensaios com cultivares de Inverno, doses de azoto e profundidades de sementeira em Trás-os-Montes. *Rev. Ciênc. Agrár.* XXXIII, 27–39.

Rodrigues, M.A.; Ferreira, I.Q.; Freitas, S.; Pires, J. e Arrobas, M. (2015b). Self-reseeding annual legumes for cover cropping in rainfed olive orchards. *Span. J. Agric. Res.* 13 (2), e0302, 13 pages.

Rodrigues, M.A.; Pavão, F.; Oliveira, J. e Arrobas, M. (2010b). Gestão da vegetação herbácea em olival biológico. *Revista APH*. 102, 17–20.

Rodrigues, M.A.; Pires, J.M.; Claro, M.; Ferreira, I.Q.; Barbosa, J.C. e Arrobas, M. (2013b). Instalação de leguminosas anuais de ressementeira natural como cobertos vegetais em olivais de sequeiro. *Rev. Pastagens e Forragens* 32/33, 85–97.

Sirrinc, R.; Letourneau, K.; Shennan, C.; Sirrinc, D.; Fouch, R.; Jackson, L. e Mages, A. (2008). Impacts of groundcover management systems on yield, leaf nutrients, weeds, and arthropods of tart cherry in Michigan, USA. *Agric. Ecosyst. Environ.* 125, 239–245.

Snoeck, D.; Zapata, F. e Domenach, A.-M. (2000). Isotopic evidence of the transfer of nitrogen fixed by legumes to coffee trees. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 4, 95–100.

Vanwalleghem, T.; Amate, J.I.; Molina, M.G.; Fernández, D.S. e Gómez, J.A. (2011). Quantifying the effect of historical soil management on soil erosion rates in Mediterranean olive orchards. *Agric. Ecosyst. and Environ.* 142, 341– 351.