

# GRAU DE COBERTURA DO SOLO E DINÂMICA DA VEGETAÇÃO EM OLIVAIS DE SEQUEIRO COM A INTRODUÇÃO DE HERBICIDAS

## GROUND COVER AND DYNAMIC OF WEEDS AFTER THE INTRODUCTION OF HERBICIDES AS SOIL MANAGEMENT SYSTEM IN A RAINFED OLIVE ORCHARD

MANUEL ÂNGELO RODRIGUES<sup>1</sup>, JOSÉ CABANAS<sup>1</sup>, JOÃO LOPES<sup>2</sup>, FRANCISCO PAVÃO<sup>3</sup>, CARLOS AGUIAR<sup>1</sup>, MARGARIDA ARROBAS<sup>1</sup>

### RESUMO

São apresentados resultados do grau de cobertura do solo e da dinâmica da vegetação num olival de sequeiro, localizado em Mirandela, após a introdução de herbicidas como estratégia de manutenção do solo. As modalidades em estudo foram: mobilização tradicional; herbicida pós-emergência (glifosato); e herbicida com componentes de acção residual e pós-emergência (diurão+glifosato+terbut ilazina). O grau de cobertura e a composição da vegetação foram avaliados desde 2002 a 2007 pelo método do ponto quadrado. Ambas as soluções herbicidas combateram adequadamente a vegetação herbácea em aplicação única anual. O grau de cobertura no talhão mobilizado, antes da primeira mobilização, oscilou entre 50 a 80 % e 30 a 60 % de baixo e fora da copa, respectivamente. O tratamento com glifosato permitiu um grau de cobertura em Abril entre 60 a 90 % de baixo da copa e 40 a 50 % fora da copa. No tratamento com herbicida residual o grau de cobertura do solo foi sempre muito baixo ao longo do ano. A

gestão da vegetação com glifosato permitiu a cobertura do solo durante todo o ano, com vegetação viva desde o Outono à Primavera e um *mulching* de vegetação morta durante o Verão. Nas restantes modalidades o solo permaneceu descoberto durante grande parte do ano. No talhão gerido com glifosato a vegetação manteve elevada dinâmica. Um ano após o início da aplicação de glifosato apareceu a dominar o coberto *Ornithopus compressus*. Com o tempo ganharam importância algumas espécies de Inverno de ciclo muito curto (como *Mibora mínima* e *Logfia gallica*) e outras de elevada produção de sementes e fácil dispersão pelo vento (como *Hypochaeris radicata* e *Conyza canadensis*) com origem provável em incultos e caminhos que circundam o olival ou em plantas individuais que escaparam à acção dos herbicidas.

**Palavras-chave:** herbicidas, infestantes, mobilização do solo, olival de sequeiro.

### ABSTRACT

Results of the percentage of ground cover by weeds and the dynamic of the vegetation are presented after the introduction of herbicides as soil management strategies in a rainfed olive orchard. The field experiment was carried out in Mirandela, NE Portugal. The soil management treatments included: conventional tillage; post-emergence herbicide (glyphosate); and post-emergence plus residual herbicide (diuron+glyphosate+terb

<sup>1</sup> CIMO - Escola Superior Agrária, Escola Superior Agrária, Campos de Santa Apolónia 5301-855 Bragança; e-mail: angelor@ipb.pt

<sup>2</sup> Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Norte, Quinta do Valongo 5370-034 Mirandela.

<sup>3</sup> Associação de Olivicultores de Trás-os-Montes e Alto Douro, Av. dos Bombeiros Voluntários, 60, 5370-206 Mirandela

utilizine). The ground cover percentage and the botanical composition of vegetation were monitored since 2002 to 2007 from the point-quadrat method. Both the herbicide formulations killed efficiently the vegetation in a single annual application. The ground cover percentages in conventional tillage, prior to the first tillage event, varied between 50 to 80 % beneath the trees and between 30 to 60 % in the open space. The ground cover percentages in April, in the treatment of glyphosate, were in the range of 60 to 90 % and 40 to 50 % beneath the trees and between rows, respectively. In the residual herbicide plot the ground cover percentages were always very low. The soil of the glyphosate plot was covered with vegetation over all the year. In autumn/spring the soil was covered with green weeds and in the summer with a mulching of the dead material. In the glyphosate plot the dynamic of species was high. One year after the first application of herbicide, *Ornithopus compressus* appeared as the most abundant species. Thereafter, acquired relevance species with short growing cycles which seeds mature before April (e.g. *Mibora minima*, *Logfia gallica*) and other that produce a high number of seeds easily spread by wind (e.g. *Hypochaeris radicata*, *Conyza canadensis*) and which seeds proceeded from surrounding untilled fields and rural-tracks or from individual plants that escaped to the herbicide control.

**Key-words:** herbicides, conventional tillage, rainfed olive orchards, weeds.

## INTRODUÇÃO

No âmbito da protecção fitossanitária das culturas a flora adventícia tem recebido menos atenção que doenças e pragas. Amaro & Baggiolini (1982) dedicam-lhe pouca atenção e nos simpósios e congressos de protecção integrada posteriores a quantidade de trabalhos publicados sobre o tema é insignificante comparativamente a doenças e pragas (Coelho & Silveira, 1993). A gestão da ve-

getação com base em técnicas de *estimativa de risco e níveis de nocividade ou níveis económicos de ataque*, por exemplo, não tem tido grande significado. Limitações diversas, como a dificuldade na avaliação quantitativa dos prejuízos e o facto de se trabalhar simultaneamente com várias espécies, com biologia e ecologia distintas, todas elas de elevada plasticidade fenotípica, tornam este grupo de *inimigos das culturas* menos atractivo para trabalhos de investigação.

As acções sobre a vegetação limitam-se normalmente a medidas de combate através de mobilizações e/ou uso de herbicidas e, eventualmente, erradicação, quando em presença de espécies arbustivas. Assume-se que as infestantes nas culturas se constituem como um problema sanitário crónico e que anualmente devem ser combatidas. Em olivais de sequeiro, o combate às infestantes visa sobretudo limitar a competição pelos recursos hídricos, na medida em que a falta de água no Verão é o principal factor que condiciona o desenvolvimento e a produtividade das árvores (Bacelar, 2006).

A questão da flora adventícia dos olivais tem sido sobretudo tratada no âmbito do tema genérico *manutenção da superfície do solo* e, neste contexto, a informação sobre o assunto é abundante (Luz *et al.*, 1998; Gómez *et al.*, 1999; Rodrigues *et al.*, 2000; Pastor *et al.*, 2001; Montemurro *et al.*, 2002; Elmore, 2005; Rodrigues & Cabanas, 2007). A forma como é mantida a superfície do solo têm implicações na produtividade actual e potencial da cultura. Está relacionada com aspectos diversos do ecossistema do olival, como perda de solo por erosão, teor de matéria orgânica do solo, possibilidade das raízes se desenvolverem na camada superficial de maior fertilidade, infiltração da água das chuvas, evaporação, microclima e biodiversidade.

Em Portugal, e em Trás-os-Montes em particular, os solos dos olivais apresentam elevados riscos de erosão hídrica. As copas das árvores conferem reduzido grau de cobertura ao solo, a precipitação apresenta elevada erosividade, os declives são elevados e o comprimento do declive, associado

a áreas de olival cada vez mais extensas, favorecem o escoamento da água das chuvas. Nestas condições, o controlo da erosão hídrica deve ser um dos aspectos centrais a ter em conta na estratégia de manutenção do solo (Fleskens & Graff, 2001; Torres *et al.*, 2001; Rodrigues & Cabanas, 2007). Contudo, por simplicidade e/ou informação insuficiente, a maior parte dos agricultores continua a mobilizar os seus olivais para combater as infestantes, apesar desta forma de manter a superfície do solo não ser, normalmente, o melhor método de prevenção da erosão. A cobertura do solo com vegetação viva e/ou morta, espontânea ou semeada apresenta maior eficácia (Derpsch, 2001; Pastor *et al.*, 2001).

A introdução de herbicidas altera a composição da vegetação herbácea. Genericamente, as espécies susceptíveis são eliminadas ou regridem enquanto a abundância relativa das espécies resistentes aumenta (Zimdahl, 1993). Espécies que em dado contexto nunca foram um problema podem passar a sê-lo. As espécies perenes, por exemplo, tendem a ganhar importância, se bem que o problema das infestantes de difícil combate praticamente desapareça em culturas arbóreas sempre que é possível utilizar herbicidas não selectivos, como o glifosato (Nalewaja, 2001). Contudo, numa perspectiva de longo prazo é necessário ter presente que as plantas podem adquirir resistência aos herbicidas, incluído ao glifosato (Wakclin *et al.*, 2004).

Neste trabalho são apresentados resultados do grau de cobertura do solo e da dinâmica da flora adventícia após a introdução de herbicidas. A vegetação foi monitorizada durante um período relativamente longo, desde Abril de 2002 a Agosto de 2007. Dada a importância do coberto vegetal na prevenção da erosão do solo foi dada particular atenção à variação do grau de cobertura do solo ao longo dos anos. Com o levantamento das espécies procurou acompanhar-se as tendências nos novos equilíbrios da vegetação e o surgimento eventual de problema de eficácia no combate às infestantes.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A experiência de campo decorreu na região de Mirandela, em Trás-os-Montes, e teve início em Outubro de 2001 com o estabelecimento dos diferentes sistemas de manutenção da superfície do solo. O clima local é do tipo mediterrânico, com precipitação média anual de 520,1 mm e temperatura média anual do ar de 14,2 °C (Mendes *et al.*, 1991). O olival está instalado num solo derivado de xisto, classificado como Leptosolo distrito órtico (Agroconsultores & Coba, 1991), com declive da ordem dos 6 %. À data do estabelecimento do ensaio o olival tinha 13 anos de idade. As árvores, da variedade Cobrançosa, encontram-se dispostas no compasso 7 x 6 m. Resultados de análise sumária de terras no início da experiência identificaram um solo de textura franca, teor de matéria orgânica baixo (6,8 mg kg<sup>-1</sup>), reacção ácida [pH<sub>(H2O)</sub>, 5,5] e teores em fósforo (53 mg kg<sup>-1</sup>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e potássio (61 mg kg<sup>-1</sup>, K<sub>2</sub>O) médios.

A experiência foi instalada numa zona homogénea do olival. Delimitaram-se faixas de 5 000 m<sup>2</sup> para os tratamentos com aplicação de herbicidas e manteve-se a restante área do olival em mobilização tradicional. As modalidades a partir das quais se recolheram os resultados apresentados neste trabalho foram:

- Mobilização Tradicional (MT), em que o olival foi mobilizado uma a duas vezes por ano na Primavera, ao critério do olivicultor;

- Herbicida Pós-Emergência (HPE), em aplicação única anual (desde 2002 a 2007) de um produto à base de glifosato (com pequena diferença entre anos, evitando dias de vento, as aplicações de glifosato ocorreram na primeira quinzena de Abril); e

- Herbicida que inclui a mistura de glifosato com componentes de acção residual (diurão + glifosato + terbutilazina) (Hmix), em aplicação única anual durante o Inverno (fim de Fevereiro/início de Março).

O herbicida pós-emergência foi aplicado na dose de 5 l/ha e o herbicida residual na dose de 6 l/ha. As caldas foram aplicadas com um pulverizador de jacto projectado à razão de 600 l/ha.

O grau de cobertura do solo e as espécies presentes foram avaliados através do método do ponto quadrado (Whalley & Hardy, 2000). As datas de registo foram 10 de Abril de 2002, 29 de Janeiro, 8 de Abril e 18 de Junho de 2003, 9 de Fevereiro e 14 de Abril de 2004 e 1 de Março e 13 de Abril de 2007. Foram efectuadas observações debaixo e fora da influência da copa. Sob a copa, o medidor de pontos foi disposto em quatro direcções a partir do tronco em função dos pontos cardiais. Fora da copa foi colocado aleatoriamente ao longo do olival, próximo do ponto de intersecção de linhas imaginárias que ligam quatro árvores adjacentes. Em cada amostragem foram feitas 48 leituras de 10 pontos (480 observações) debaixo da copa e 24 leituras de 10 pontos (240 observações) fora da copa. Em Agosto fizeram-se observações não quantificadas da vegetação viva. A reduzida cobertura do solo nesta data não justificou o uso do método do ponto quadrado.

## RESULTADOS

Em 10 de Abril de 2002, imediatamente antes do início da aplicação do herbicida pós-emergência, a flora adventícia conferia um grau de cobertura ao solo de 46 e 34 % debaixo e fora da influência da copa, respec-

tivamente (Figura 1). Sob a copa as espécies mais representativas, avaliadas pelo grau de cobertura do solo, foram *Lolium rigidum* (13,8 %), *Mibora minima* (12,5 %) e *Spergula arvensis* (7,5 %). Com contributo para o grau de cobertura próximo dos 3 % foram observadas *Chamaemelum mixtum*, *Hypochaeris radicata* e *Andryala integrifolia*. Com grau de cobertura entre 1 e 2 % foram observadas *Echium plantagineum*, *Coleostephus myconis*, *Rumex acetosella*, *Sonchus oleraceus* e *Poa annua*. Fora da influência da copa as espécies mais representativas foram *S. arvensis* (11,3 %), *R. acetosella* (10,0 %) e *M. minima* (8,8 %). Com grau de cobertura entre 1 e 2 % foram registadas *C. mixtum*, *A. integrifolia* e *L. rigidum*.

Em Agosto de 2002 a presença de vegetação herbácea viva foi muito baixa em qualquer das modalidades, embora se mostrasse aparentemente mais significativa no talhão Himx. Com alguma actividade vegetativa foi registada a presença de *Chondrilla juncea*, *Cynodon dactylon* e *Convolvulus arvensis*. A presença destas espécies deveu-se seguramente a emergências ou recrescimentos posteriores à data de aplicação dos herbicidas e à última mobilização de Primavera, bem como à ineficácia dos componentes residuais do tratamento Hmix sobre estas espécies.

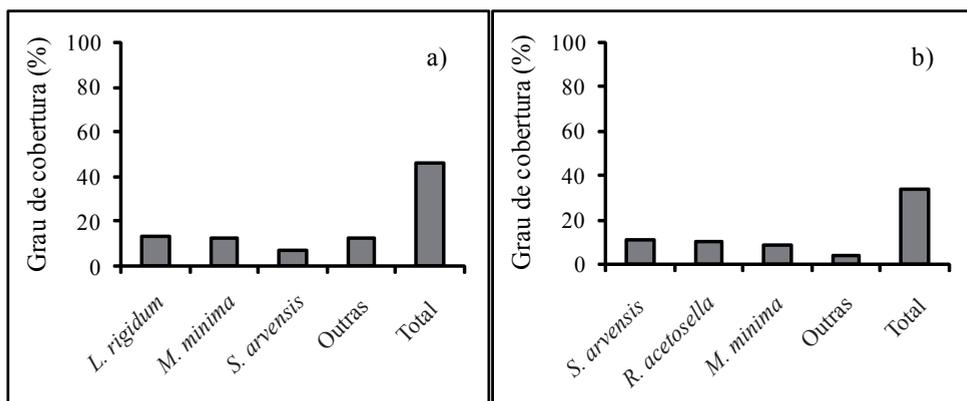


Figura 1 – Grau de cobertura do solo e espécies mais abundantes em 10 de Abril de 2002 no talhão mobilizado: a) sob a copa; e b) fora da influência da copa.

Em 29 de Janeiro de 2003 foi avaliado o grau de cobertura do solo nas modalidades MT, HPE e HMix. Os resultados são apresentados na Figura 2. O grau de cobertura sob a copa foi mais elevado na modalidade HPE (62,0 %), seguido da modalidade MT (52,5 %) e bastante mais baixo na modalidade HMix (23,3 %). Fora da copa os valores mais elevados foram registados na modalidade MT (48,3 %), seguindo-se HPE (23,0 %) enquanto os mais baixos se registaram em HMix (20,0 %). Na modalidade HPE surge como espécie mais importante debaixo da copa *Ornithopus compressus* e fora da influência da copa *S. arvensis*. Na modalidade HMix o aspecto mais importante parece ser o reduzido grau de cobertura comparativamente com as outras modalidades. *Calendula arvensis* foi a única espécie cujo grau de cobertura apresentou algum significado quantitativo na modalidade Hmix, concretamente debaixo da copa.

O uso de glifosato pareceu adequado para se assegurar bem o requisito da protecção do solo contra a erosão devido ao razoável grau de cobertura que permitiu durante o Inverno.

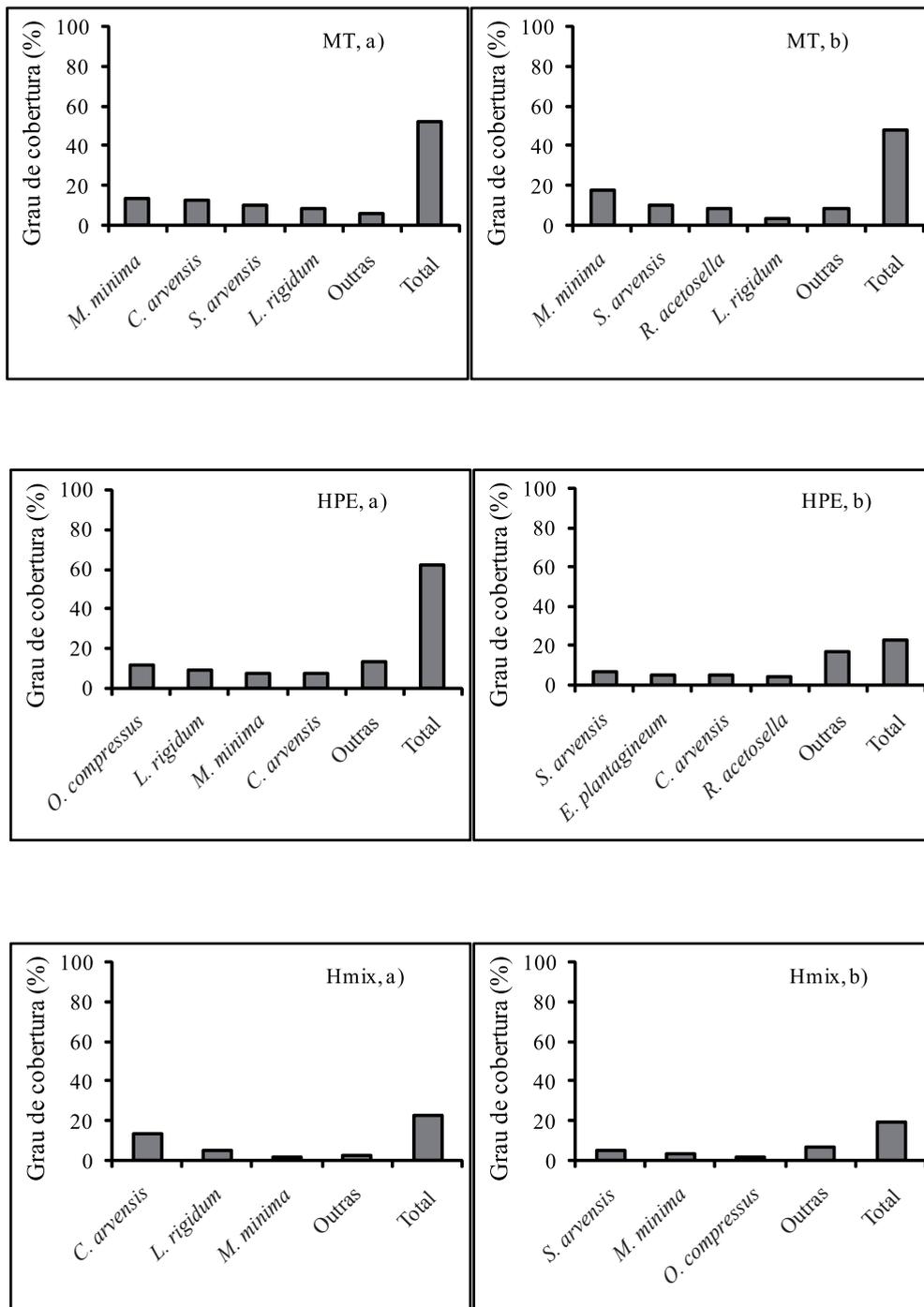
Em Abril de 2003 foi avaliada apenas a presença de vegetação herbácea na modalidade HPE, imediatamente antes da aplicação do herbicida. A modalidade MT tinha sido recentemente mobilizada e na modalidade HMix o solo encontrava-se integralmente sem vegetação pelo efeito da aplicação do herbicida em 29 de Janeiro. O grau de cobertura e as principais espécies presentes são apresentados na Figura 3. O grau de cobertura atingiu 66,0 e 56,0 % debaixo e fora da copa, respectivamente. *Ornithopus compressus* foi, nesta data, a espécie dominante debaixo (28,0 %) e fora (25,0 %) da copa, o que pode ser considerado a principal alteração da composição florística, após um ano da introdução do glifosato como método de combate das infestantes. Este registo não deixa de ser interessante se enquadrado na perspectiva da melhoria da fertilidade do solo, na medida em que a componente leguminosa se incrementou em detrimento de *L. rigidum*. A espécie *Crassula tillaea* também ainda não

tinha sido registada a nível relevante, surgindo agora com grau de cobertura de 4 e 5 % debaixo e fora da copa, respectivamente. As observações de Abril de 2003 mostraram que a vegetação controlada com glifosato manteve uma boa cobertura do solo com vegetação viva na Primavera. Já a importância relativa das espécies sofreu forte modificação durante o curto espaço de um ano.

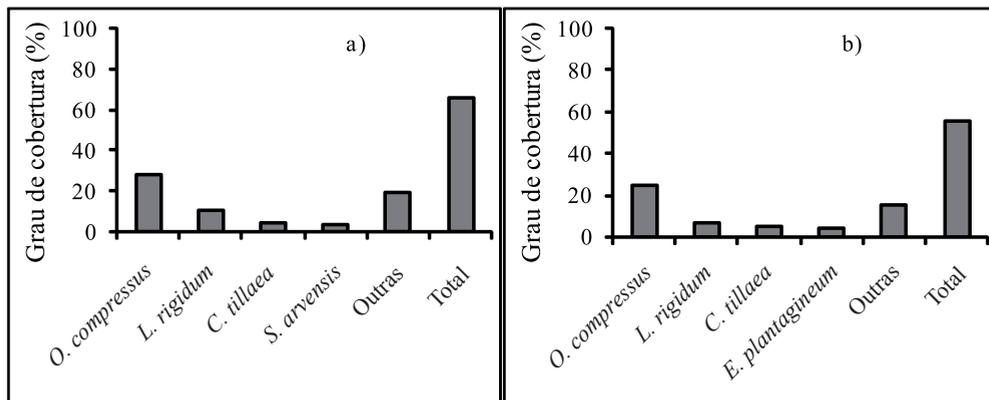
Em 18 de Junho de 2003 foi avaliada a presença de vegetação espontânea viva nas modalidades HPE e HMix. A modalidade MT tinha sido recentemente mobilizada. O grau de cobertura com vegetação viva foi bastante baixo, com 2,0 e 5,9 % debaixo e fora da copa na modalidade HPE. Na modalidade HMix os graus de cobertura foram ainda menores 1,3 e 3,1 %, respectivamente. Na modalidade HPE as espécies com alguma importância relativa foram *Convolvulus arvensis*, *Eragrostis minor*, *Portulaca oleracea*, *Chondrilla juncea* e *Echium plantagineum*. A presença destas plantas reflecte emergências posteriores a 8 de Abril, data em que se aplicou o herbicida glifosato. Na modalidade HMix registou-se a presença de *Convolvulus arvensis*, *C. juncea* e *A. integrifolia*, ainda que com reduzido significado quantitativo, situação semelhante à que tinha ocorrido no Verão do ano anterior.

O levantamento da vegetação em 8 de Junho serviu também para aferir da eficácia do combate das infestantes. A presença de vegetação viva nesta época do ano é absolutamente indesejável em olival de sequeiro devido à competição que ocorre pelos limitados recursos hídricos na estação seca. Atendendo ao reduzido grau de cobertura com vegetação viva parece que o combate foi eficaz com qualquer das soluções herbicidas ensaiadas.

Em Fevereiro de 2004, no talhão mobilizado apareceu *L. rigidum* como espécie mais abundante, particularmente debaixo da copa, contribuindo sozinha com 36,7 % para o grau de cobertura, que no total atingiu 60,0 % (Figura 4). Fora da copa o grau de cobertura atingiu 31,0 % e a espécie mais abundante foi *S. arvensis* com 21,1 %. Na modalidade HPE o grau de cobertura foi de 58,3 e 19,0 % debaixo e fora da copa, respectivamente.



**Figura 2** – Grau de cobertura e vegetação dominante em Janeiro de 2003 nas modalidades MT, HPE e Hmix: a) sob a copa; e b) fora da influência da copa.

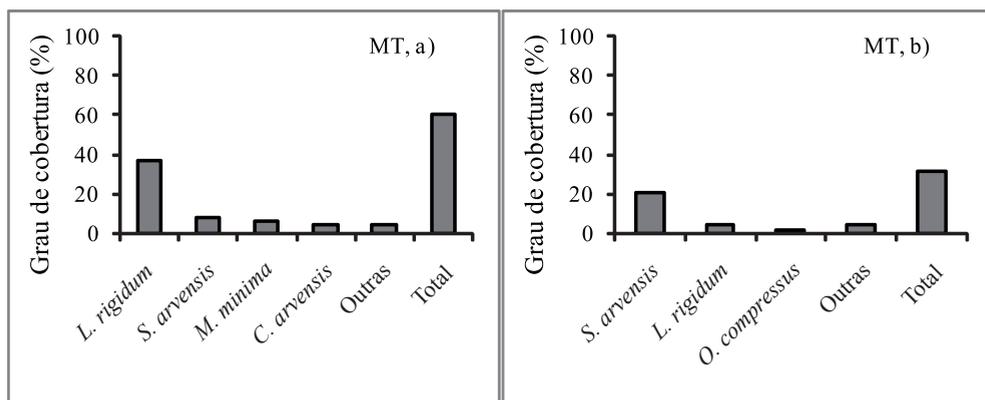


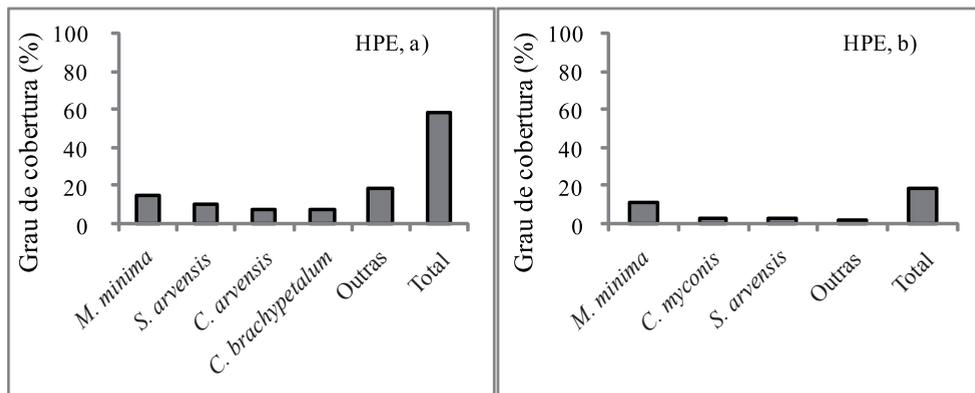
**Figura 3** – Grau de cobertura e vegetação dominante em Abril de 2003 na modalidade HPE: a) sob a copa; e b) fora da influência da copa.

*Ornithopus compressus* deixou de figurar entre as espécies mais abundantes. Com contributos superiores a 7 % surgiram debaixo da copa *M. minima* (14,6 %), *S. arvensis* (10,0 %), *C. arvensis* (7,9 %) e *Cerastium brachypetalum* (7,5 %). Fora da copa surgiram *M. minima* (11,0 %), *C. myconis* (3,0 %) e *S. arvensis* (3,0 %) com algum significado quantitativo. No tratamento Hmix o grau de cobertura foi insignificante debaixo (2,9 %) e fora da zona de influência da copa (3,0 %).

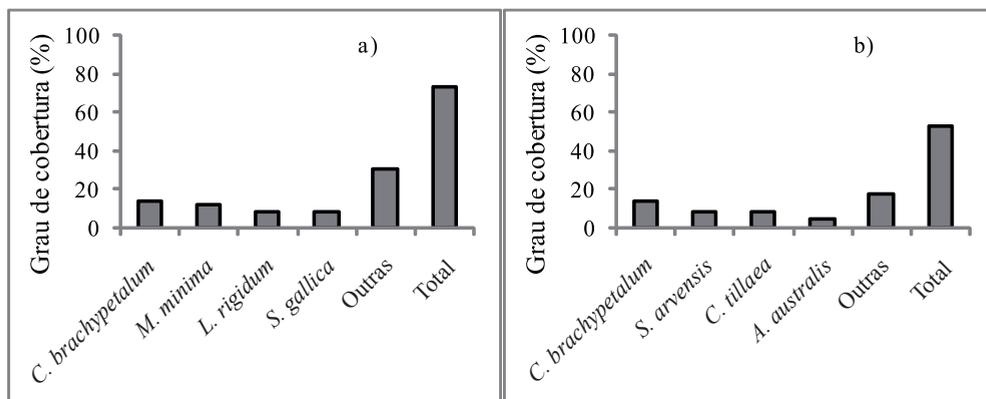
Em Abril de 2004 foi avaliada a vegetação na modalidade HPE (Figura 5). Na modalidade MT o solo tinha sido mobilizado e na modalidade Hmix o solo estava completamente nu em resultado da aplicação do herbicida em Fevereiro. O grau de cobertura do

solo na modalidade HPE debaixo da copa e fora da sua zona de influência foi de 73,7 e 53,0 %, respectivamente. As espécies mais representativas, avaliadas pelo grau de cobertura, foram *C. brachypetalum* com 14,2 e 14,0 % debaixo e fora da copa, respectivamente. Debaixo da copa surgiram ainda com expressão relevante *M. minima* (12,5 %), *L. rigidum* (8,3 %) e *S. gallica* (8,3 %). Fora da copa surgem *S. arvensis* (8,0 %), *C. tillaea* (8,0 %) e *Aphanes australis* (5,0 %). O levantamento de Abril confirmou as indicações que tinham sido obtidas com os dados de Fevereiro. No espaço temporal de um ano, *O. compressus* desapareceu como espécie dominante, com a rapidez com que surgiu de 2002 para 2003.





**Figura 4** – Grau de cobertura e vegetação dominante em Fevereiro de 2004 nas modalidades MT e HPE: a) sob a copa; e b) fora da influência da copa.

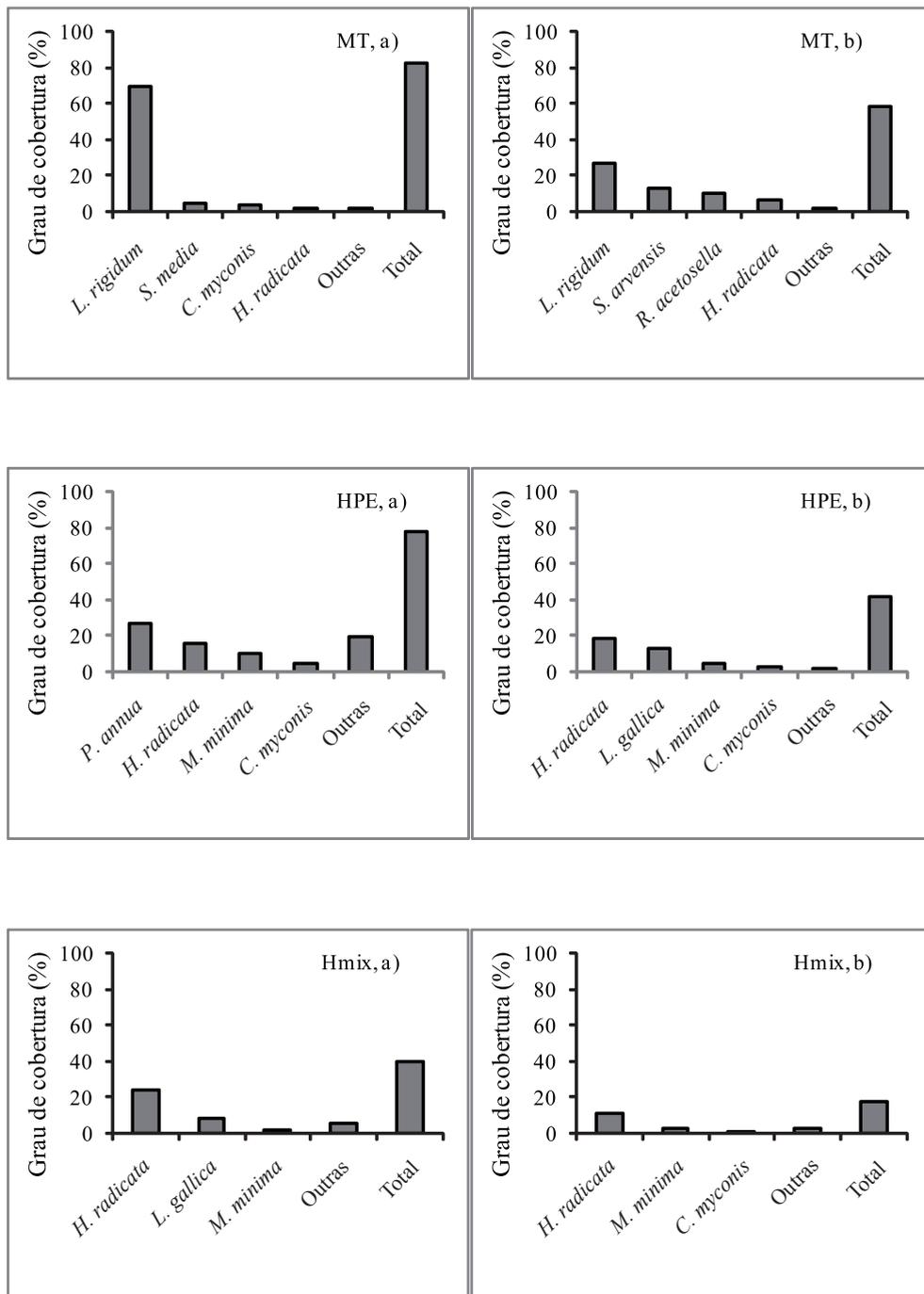


**Figura 5** – Grau de cobertura e vegetação dominante em Abril de 2004 na modalidade HPE: a) sob a copa; e b) fora da influência da copa.

Em 1 de Março de 2007 a vegetação herbácea apresentou-se bastante desenvolvida comparativamente com as avaliações feitas em 2003 e 2004 (figura 6). A avaliação de 2007 ocorreu mais tarde, que nos anos anteriores em que a vegetação tinha sido avaliada em 29 de Janeiro e 9 de Fevereiro. No tratamento MT o grau de cobertura do solo conferido pela vegetação foi de 82,6 e 58,4 % debaixo e fora da copa, respectivamente. *Lolium rigidum* surgiu como espécie dominante, quer debaixo quer fora da copa, com um contributo significativo para o grau de cobertura de 70,0 e 26,7%, respectivamente.

No tratamento HPE o grau de cobertura

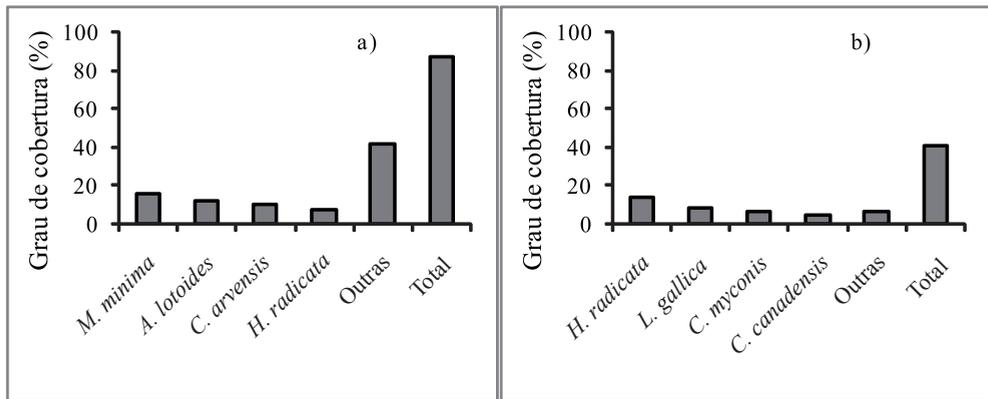
foi também elevado debaixo e fora da copa, atingido os valores de 77,5 e 41,6 %, respectivamente (Figura 6). Espécies individuais com contributos relevantes debaixo da copa surgiram *Poa annua* (26,9 %), *H. radicata* (15,6 %), *M. minima* (10,0 %) e *C. myconis* (5,0 %). Fora da copa aparecem com maior expressão *H. radicata* (18,3 %), *Logfia gallica* (13,3 %), *M. minima* (5,0 %) e *C. myconis* (3,0 %). No tratamento Hmix foram registados graus de cobertura debaixo e fora da copa de 40,0 e 17,5 %. *Hypochaeris radicata* foi a espécie mais abundante com contributos de 24,4 e 11,3 % debaixo e fora da copa, respectivamente.



**Figura 6** – Grau de cobertura e vegetação dominante em 1 de Março de 2007 nas modalidades MT, HPE e H mix: a) sob a copa; e b) fora da influência da copa.

Em Abril de 2007 foi avaliado o grau de cobertura na modalidade HPE. Os valores registados foram de 87,9 e 41,0 % debaixo e fora da influência da copa, respectivamente (Figura 7). As espécies individuais que mais contribuíram para a cobertura do solo debaixo da copa

foram *M. minima* (15,6 %), *Anthyllis lotoides* (11,9 %), *C. arvensis* (10,0 %) e *H. radicata* (7,5 %). Fora da zona de influência da copa as espécies com maior contributo foram *H. radicata* (14,0 %), *L. gallica* (8,0 %), *C. myconis* (7,0 %) e *Conyza canadensis* (5,0 %).



**Figura 7** – Grau de cobertura e vegetação dominante em Abril de 2007 na modalidade HPE: a) sob a copa; e b) fora da influência da copa.

Em Julho de 2007 fez-se observação visual não quantificada nos três talhões. Em MT e HPE a vegetação viva presente era residual. No tratamento Hmix ganhou bastante significado a presença de *C. juncea*, *H. radicata*, *A. integrifolia* e *C. canadensis*. Foi ainda visível a presença de *C. dactylon* e *C. arvensis*.

## DISCUSSÃO

O herbicida glifosato, em aplicação única na primeira metade do mês de Abril, foi de elevada eficácia no combate às infestantes. O carácter não selectivo e a acção sistémica deste herbicida, aliados ao facto de ser aplicado sobre infestantes que em grande parte se encontravam em estados fenológicos pouco avançados e numa fase de crescimento activo, justificam o resultado. As emergências posteriores à data de aplicação do herbicida tiveram pouco significado. Em Abril já teria ocorrido a maior parte das emergências da vegetação herbácea anual de ciclo estival.

Por outro lado, após a aplicação de glifosato a vegetação formou uma cobertura morta sobre o solo que restringiu o acesso da luz e limitou o aparecimento de novas emergências.

As espécies perenes também não apresentaram qualquer problema visível durante o período em análise, 2002 a 2007, quando o combate foi efectuado com glifosato. Se está suficientemente documentado que as infestantes podem desenvolver resistência ao glifosato (Perez & Kogan, 2003; Wakclin *et al.*, 2004), parece ter prevalecido a ideia de que a presença de espécies perenes é um problema menor em culturas em que é possível usar herbicidas não selectivos como o glifosato (Nalewaja, 2001).

No talhão gerido com herbicida glifosato o crescimento das árvores e a produção acumulada de azeitona durante e experiência foram significativamente mais elevadas comparativamente com o talhão mobilizado (Rodrigues *et al.*, 2006). O resultado foi atribuído ao livre desenvolvimento do sistema

radicular na camada superficial mais fértil no talhão gerido com glifosato. As mobilizações de Primavera induzem um stress evidente nas árvores nas fases mais sensíveis do ciclo como a floração e o vingamento dos frutos. A eliminação das infestantes em Abril com glifosato minimiza também a competição pela água, que é um dos factores mais limitantes da produção em olival de sequeiro (Bacelar, 2006).

O uso de herbicidas à base de glifosato apresenta outras vantagens. O glifosato é uma substância de reduzido impacte ambiental e com  $DL_{50}$  em ratos muito baixo (Whitehead, 2002), razões que contribuem para que seja um bom herbicida na óptica da produção integrada (Malavolta *et al.*, 2002). Por outro lado, é uma mais solução barata, comparativamente com outros herbicidas e outras formas de manter a superfície do solo.

O grau de cobertura do solo em Abril, antes da aplicação de glifosato, variou entre 66,0, 73,7 e 87,9 % debaixo da copa e entre 56, 53 e 41 % fora da copa, respectivamente nos anos de 2003, 04 e 07. Os valores registados mostraram alguma estabilidade ao longo dos anos e parecem conferir cobertura do solo satisfatória. Debaixo da copa o solo é mais fértil, devido à reciclagem dos nutrientes das folhas e à aplicação localizada dos fertilizantes (Rodrigues *et al.*, 2005). Por outro lado, a protecção da copa reduz os efeitos deletérios das geadas durante o Inverno e as perdas de água por evapotranspiração. Estes efeitos reflectiram-se positivamente no maior desenvolvimento da vegetação debaixo da copa que se registou em todos os levantamentos florísticos. No tratamento HPE, a vegetação viva confere protecção ao solo até Abril. A vegetação morta pela aplicação do herbicida assegura a protecção do solo até ao Outono seguinte.

Apesar de se ter registado alguma estabilidade no grau de cobertura do solo no tratamento HPE, a dinâmica anual da vegetação foi significativa. Em Abril de 2002, no primeiro levantamento, as espécies dominantes, avaliadas pelo grau de cobertura

do solo, foram *L. rigidum*, *M. minima* e *S. arvensis* debaixo da copa e *S. arvensis*, *R. acetosella* e *M. minima* fora da copa. Um ano depois, em Abril de 2003, *O. compressus* surgiu a dominar o coberto contribuindo com 28,0 e 25,0 % para o grau de cobertura debaixo e fora da copa, respectivamente.

O resultado pode ser atribuído à elevada percentagem de sementes duras que caracteriza esta espécie (Barrett-Lennard & Gladstones, 1964; Piana & Dall'agnol, 1987). Quando o ciclo biológico das espécies anuais foi quebrado em Abril com a aplicação de glifosato, surgiu a dominar o coberto *O. compressus* possivelmente com emergências a partir de sementes produzidas nos anos anteriores. Contudo, quando o herbicida foi aplicado pelo segundo ano consecutivo, o banco de sementes de *O. compressus* parece não ter garantido o nível de emergências registado anteriormente. A partir do segundo ano passaram a dominar o coberto espécies de tamanho diminuto e de ciclo muito curto que, na ausência de outras a competir pela luz ganharam importância relativa. Em Abril de 2004 surgiu *C. brachypetalum* como espécie mais abundante debaixo e fora da copa. Outras espécies com significado quantitativo nesta data foram *M. minima*, *S. arvensis* e *C. tillaea*. Em 2007 desapareceu do grupo de espécies mais representativas *C. brachypetalum*. Surgiram *M. minima*, *A. lotoides*, *C. arvensis* e *H. radicata* debaixo da copa e *H. radicata*, *L. gallica*, *C. myconis* e *C. canadensis* fora da copa.

A vegetação manteve elevada dinâmica nos talhões HPE. Contudo, começou a revelar-se uma certa tendência para dominarem o coberto plantas de ciclo muito curto (*M. minima*, *L. gallica*) com maturação de sementes antes de Abril e outras de elevada produção de sementes e de fácil dispersão pelo vento (*H. radicata*, *C. canadensis*) que podem ter origem nos incultos e caminhos que circundam o olival ou em plantas individuais que escaparam à acção dos herbicidas.

No talhão correspondente à aplicação do herbicida com componente residual, Hmix,

o grau de cobertura do solo no Inverno atingiu os valores de 23,3, 2,9 e 40,0 % debaixo da copa e 20,0, 3,0 e 17,5 % fora da copa em 2003, 04 e 07, respectivamente. A partir da aplicação do herbicida e até ao Outono seguinte o solo permaneceu praticamente nu, em resultado do controlo eficaz da vegetação e de esta se encontrar pouco desenvolvida e pouco lenhificada no momento da aplicação do herbicida, não constituindo efeito mulching. Esta modalidade apresenta-se, assim, desvantajosa na perspectiva da protecção do solo contra erosão.

No primeiro ano após a aplicação do herbicida residual, o grau de cobertura a 9 de Fevereiro foi insignificante. Praticamente nenhuma espécie resistiu à combinação das três substâncias herbicidas. Em 2007, três anos após a última avaliação da vegetação, o grau de cobertura recuperou para 40,0 e 17,5 % debaixo e fora da copa, respectivamente. Esta recuperação no grau de cobertura pode dever-se em parte ao facto do levantamento florístico ter sido efectuado bastante mais tarde que nos anos anteriores. Em 2007 surgiram a dominar o coberto algumas espécies de elevada produção de sementes e de fácil dispersão pelo vento, sendo *H. radicata* a espécie mais abundante.

Nas observações de Verão foram ganhando importância ao longo dos anos *C. juncea* e *C. arvensis*. *Convolvulus arvensis* é uma espécie resistente aos componentes residuais da formulação herbicida utilizada na modalidade HMix, enquanto *C. juncea* não figura na lista das espécies resistentes nem susceptíveis daquele herbicida (Agro-Manual, 2006). A complexa formulação deste herbicida, com componentes de acção residual e pós-emergência, não impediu o aparecimento estival destas espécies devido provavelmente a sua capacidade de reprodução vegetativa. Outras (asteráceas) compostas, com destaque para *H. radicata* e *C. canadensis* ganharam importância relativa com o tempo. Alguns focos pontuais de *C. dactylon* estiveram sempre presentes desde o início da experiência sem alteração quantitativa significativa.

## CONCLUSÕES

O glifosato apresentou elevada eficácia no combate das infestantes. Por outro lado, permitiu uma cobertura suficiente e estável do solo com vegetação viva de Inverno e morta no Verão. Contudo, a dinâmica espacial e temporal da vegetação foi grande, tendo-se registado alterações anuais entre as principais espécies que surgiram a dominar o coberto.

No talhão Hmix pareceu evidente que num futuro muito próximo a vegetação terá de ser combatida com a aplicação de um herbicida não selectivo sistémico no fim da Primavera. No Verão, a presença de *C. juncea*, *C. arvensis*, *C. dactylon* e *H. radicata* foi mais significativa na parte final da experiência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agroconsultores & Coba (1991) - *Carta de solos do Nordeste de Portugal*. PDRITM/UTAD.
- Agro-manual. (2006) - *Produtos Fitofarmacêuticos fertilizantes e sementes*. Agro-manual Publicações, Queluz.
- Amaro, P. & Baggiolini, M. (1982) - *Introdução à protecção integrada*. FAO/DGPPA, Lisboa, 276 pp.
- Bacelar, E. (2006) - *Ecophysiological responses of olive (Olea europaea L.) to restricted water availability*. Dissertação de Doutoramento, UTAD, Vila Real.
- Barrett-Lennard, R.A. & Gladstones, J.S. (1964) - Dormancy and hard-seededness in Western Australian serradela (*Ornithopus compressus* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* 15: 895-904.
- Coelho, A.D. & Silveira, H.L. (1993) - Protecção integrada aplicada a pomares de pomóideas. O caso das infestantes. *Revista de Ciências Agrárias* 16, 1/2/3: 163-171.
- Derpsch, R. (2001) - Conservation tillage, no tillage and related technologies. *Proc. I World Congress on Conservation Agriculture*. Madrid, Vol. I, pp. 161-170.
- Elmore, C.L. (2005) - Weed management in olives. In: Sibbett, G.S. & Ferguson, L.

- (eds.) *Olive production manual*. Univ. California, Pub. 3353, pp.123-128.
- Fleskens, L. & Graaff, J. (2001) - Soil conservation options for olive archards on sloping lands. *Proc. I World Congress on Conservation Agriculture*. Madrid, Vol. II, pp. 231-235.
- Gómez, J.A.; Giráldez, J.V.; Pastor, M. & Ferreres, E. (1999) - Effects of tillage method on soil physical properties, infiltration and yield in an olive orchard. *Soil and Tillage Research* 52: 167-175.
- Luz, J.P.; Silva, M. & Moreira, I. (1998) – Doze anos de não mobilização num olival da Beira Interior. *Revista de Ciências Agrárias* 21: 119-125.
- Malavolta, C.; Delrio, G. & Boller, E.F. (Eds.) (2002) - *Guidelines for integrated production of olives*. IOBC Technical Guidelines III. 1ª ed. Bull. OILB srop 25(4), 8 pp.
- Mendes, J.; Queiroz, D.; Anastácio, P.; Gonçalves, M.; Cardoso, M. & Coelho, M. (1991) - *O Clima de Portugal – Normas climatológicas da região de Trás-os-Montes e Alto Douro e Beira Interior, correspondentes a 1951-1980*. Fascículo XLIX, Vol. 3. INMG, Lisboa.
- Montemurro, P.; Francchiolla, M.; Guarini, D. & Lasorella, C. (2002) - Results of a chemical weed control trial in an olive orchard. *Acta Horticulturae* 586: 397-400.
- Nalewaja, J.D. (2001) - Weeds and conservation agriculture. *Proc. I World Congress on Conservation Agriculture*. Madrid, Vol. I, pp. 191-200.
- Pastor, M.; Castro, J.; Veja, V. & Humanes, M.D. (2001) - Sistemas de manejo del suelo. In: Barranco, D.; Escobar, R.F. & Rallo, L. (Eds.) *El cultivo del olivo*, 4ª ed. Mundi Prensa, Madrid, pp. 214-254.
- Perez, A. & Korgan, M. (2003). Glyphosate-resistant *Lolium multiflorum* in Chilean orchards. *Weed Research* 43: 12-19.
- Piana, Z. & Dall'agnol, M. (1987) - Superação da dormência de sementes de serradela (*Ornithopus compressus* L.). *Revista Brasileira de Sementes* 9: 115-121.
- Rodrigues, M.A. & Cabanas, J.E. (2007) - As infestantes. In: João Azevedo (Ed.), *Manual de protecção integrada do olival* pp. 357-376.
- Rodrigues, M.A.; Arrobas, M. & Bonifácio, N. (2005) - Análise de terras em olivais tradicionais de sequeiro. Efeito da aplicação localizada de fertilizantes. *Revista de Ciências Agrárias* XXIII, 2: 167-176.
- Rodrigues, M.A.; Bento, A.; Lopes, J.I.; Torres, L. & Pereira, J.A. (2000) - Manutenção da superfície do solo em olival. *Revista de Ciências Agrárias* XXIV, 1/2: 20-25.
- Rodrigues, M.A.; Lopes, J.; Pavão, F.; Cabanas, J.E.; Arrobas, M.; Abreu, R.; Correia, C. & Moutinho-Pereira, J. (2006) - Ground-cover systems in non-irrigated olive orchards. *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*: 479-480
- Torres, L.G.; Vilela, A.M. & Noreña, F.S. (2001) - Conservation agriculture in Europe: current status and perspectives. *Proc. I World Congress on Conservation Agriculture*. Madrid, Vol. I, pp. 79-82.
- Wakclin, A.M.; Lorraine-Colwill, D.F. & Preston, C. (2004) - Glyphosate resistance in four different populations of *Lolium rigidum* in associated reduced translocation of glyphosate to meristematic zones. *Weed Research* 44: 453-459.
- Whalley, R.D.B. & Hardy, M.B. (2000) - Measuring botanical composition of grasslands. In: Mannetje, L. & Jones, R.M. (eds.) *Field and laboratory methods for grassland and animal production research*. CAB International. pp. 67-102.
- Whitehead, R. (2002) - *The UK Pesticide Guide*. CABI Publishing, UK.
- Zimdahl, R. (1993) - *Fundamentals of Weed Science*. Academic Press, California.