

INSTALAÇÃO DE LEGUMINOSAS ANUAIS DE RESSEMENTEIRA NATURAL COMO COBERTOS VEGETAIS EM OLIVAIS DE SEQUEIRO*

M. Ângelo Rodrigues, Jaime M. Pires, Marília Claro, Isabel Q. Ferreira, José
Carlos Barbosa, Margarida Arrobas

*Centro de Investigação de Montanha; ESA - Instituto Politécnico de Bragança. Campus
de Sta Apolónia, ap. 1172, 5301-855 Bragança. Email: angelor@ipb.pt*

RESUMO

A introdução de cobertos vegetais à base de leguminosas anuais de ressementeira natural em olival de sequeiro apresenta-se como uma forma aparentemente sustentável de gerir o solo, reduzindo o risco de erosão e promovendo a sua fertilidade. Contudo, como na grande maioria dos olivais tradicionais não existem presentemente animais em pastoreio, a persistência dos cobertos, nestes casos, tem de ser conseguida exclusivamente através do corte. Num ensaio de campo que decorre em Suções, Mirandela, foram semeadas, separadamente e em mistura, onze espécies/cultivares de leguminosas pratenses de precocidade variável. Foi registada a percentagem de emergência, o grau de cobertura do solo, a evolução fenológica e a produção de matéria seca e o azoto contido na biomassa aérea. As percentagens de emergência, desde Outubro de 2009 a Fevereiro de 2011, ultrapassaram 40% para *Ornithopus sativus* cv. Margurita, *Trifolium subterraneum* cvs. Dalkeith, Denmark, Nungarin e *O. sativus* cv, Erica. A emergência de *Biserrula pelecinus* cv. Mauro foi apenas de 7%. O contributo das leguminosas semeadas para o grau de cobertura do solo em 30 de Março de 2010 variou de 1% em Mauro a 81% em *T. subterraneum* cv. Seaton Park. Em 13 de Maio, o contributo das leguminosas semeadas para o grau de cobertura era muito elevado, excluindo Mauro, aproximando-se de 100% nos talhões de Seaton Park (100%), *T. michelianum* cv. Frontier (97%), *T. resupinatum* L. cv. Prolific (97%), Denmark (97%) e Erica (96%). Nungarin, *O. compressus* cv. Charano, e Dalkeith foram as mais precoces à maturação. As espécies/cultivares mais precoces produziram menos matéria seca (MS) e acumularam menor quantidade de azoto (N) na biomassa aérea. *T. incarnatum* cv. Contea produziu 7788 kg MS ha⁻¹ e acumulou 167 kg N ha⁻¹. Nungarin produziu 3924 kg MS ha⁻¹ e acumulou 53 kg N ha⁻¹. Os primeiros resultados indicam que os cobertos vegetais de leguminosas anuais de ressementeira natural fornecem uma boa proteção ao solo desde o primeiro ano de instalação e que as espécies/cultivares mais precoces são mais promissoras para introduzir em olivais de sequeiro por competirem menos pelos recursos hídricos, apesar de produzirem menos biomassa e fixarem menos azoto atmosférico.

PALAVRAS-CHAVE: *Olea europaea*; Cobertos vegetais; Leguminosas anuais; Adubação verde.

* Comunicação apresentada na XXXII Reunião de Primavera da SPPF. Coimbra, Abril de 2011.
Os trabalhos publicados neste volume são da inteira responsabilidade dos autores.

COVER CROPPING IN RAINFED OLIVE ORCHARDS BASED ON SELF-RESEEDING ANNUAL LEGUMES

ABSTRACT

Cover cropping based on self-reseeding annual legumes appears as a very sustainable way of soil management in rainfed olive orchards, by reducing the risk of soil erosion and promoting soil fertility. However, taking into account that the majority of the traditional olive orchards are not currently grazed, the persistence of the legumes species must be achieved by mowing the herbage. In a field trial carried out in Suçães, Mirandela, eleven annual legumes with different growing cycle lengths were sown in individual plots and in a mixture. Data recorded were: germination percentage; soil-cover percentage; phenological stages; dry matter yield; and N content in the aboveground biomass. The germination percentages, from October 2009 to February 2011, exceeded 40% for *Ornithopus sativus* cv. Margarita, *Trifolium subterraneum* cvs. Dalkeith, Denmark, Nungarin and *O. sativus* cv. Erica. The germination percentage of *Biserrula pelecinus* cv. Mauro was only 7%. The contribution of sown legumes to soil-cover in March 30th ranged from 1% (Mauro) to 81% (*T. subterraneum* cv Seaton Park). The contributions of legumes to soil-cover in May 13th were very high, except for Mauro, approaching to 100% in the plots of Seaton Park (100%), *T. michelianum* cv. Frontier (97%), *T. resupinatum* cv. Prolific (97%), Denmark (97%) and Erica (96%). Nungarin, *O. compressus* cv. Charano, and Dalkeith appear as the earlier-maturing cultivars. The early-maturing cultivars showed lower dry matter (DM) yield and lower N content in the aboveground biomass than the late-maturing ones. *T. incarnatum* cv. Contea yielded 7788 kg DM ha⁻¹ and accumulated 167 kg N ha⁻¹ in the aboveground biomass. Nungarin yielded 3924 kg DM ha⁻¹ and accumulated 53 kg N ha⁻¹. These first results indicated that the self-reseeding annual legumes provided a very satisfactory soil protection from the first growing cycle. The early-maturing cultivars appear as the most promising to use as cover crops in rainfed olive orchards, since they would be less competitive for water although they produce less biomass and fix less atmospheric nitrogen.

KEYWORDS: *Olea europaea*; Cover cropping; Annual legumes; Green manuring.

1 - INTRODUÇÃO

Em Trás-os-Montes, vastas áreas de olival tradicional de sequeiro continuam a ser cultivadas com recurso a mobilizações de solo e, menos frequentemente, com aplicação de herbicidas. As mobilizações levantam preocupações ambientais associadas à erosão dos solos (Fleskens e Graaff, 2001; Pastor *et al.*, 2001), tanto mais que nesta

região o olival se encontra frequentemente instalado em solos com declive pronunciado. Por outro lado, as mobilizações destroem o sistema radicular, dificultando a absorção de água e nutrientes e consumindo recursos energéticos à árvore na sua reposição anual (Tisdall, 1989; Rodrigues e Cabanas, 2009). A utilização de herbicidas tem vindo a ser a principal alternativa de gestão do solo implementada pelos olivicultores. Apresenta algumas vantagens relativamente às mobilizações, designadamente por reduzir a suscetibilidade do solo à erosão e aumentar a produção (Rodrigues *et al.*, 2011a). Contudo, a aplicação de herbicidas também pode apresentar desvantagens. As espécies infestantes tendem a desenvolver resistência aos herbicidas, reduzindo a eficácia da sua aplicação (Wakclin *et al.*, 2004), e a utilização daqueles produtos pode estar associada a problemas ambientais (Pastor *et al.*, 2001; Appleby, 2007).

A introdução de cobertos vegetais tem vindo a ser considerada a forma mais recomendável de gerir o solo em fruticultura (Lipecki e Berbec, 1997). Contudo, em olivais de sequeiro a competição da vegetação herbácea pela água pode reduzir a produção de azeitona (Silvestri *et al.*, 1999; Rodrigues *et al.*, 2011b), apesar da oliveira apresentar numerosos mecanismos de resistência ao stresse hídrico (Bosabalidis e Kofidis, 2002; Bacelar *et al.*, 2007). Se os cobertos vegetais forem dominados por leguminosas anuais de ressementeira natural podem advir vantagens relativamente aos cobertos naturais, devido sobretudo à sua capacidade de fixar azoto atmosférico. É necessário ter em conta que o azoto é o principal nutriente limitante da produtividade na generalidade dos agro-sistemas (Smil, 2001) e que, por exemplo, em olival biológico a gestão da fertilização azotada é dos aspetos tecnicamente mais difíceis de ultrapassar. Por outro lado, os fertilizantes autorizados em agricultura biológica não são abundantes e tendem a ter preços elevados relativamente ao seu valor agronómico (Rodrigues *et al.*, 2006). Assim, o azoto fixado pelo coberto vegetal pode ser a única forma economicamente viável de manter em nível adequado o estado nutritivo azotado do olival quando conduzido em modo de produção biológico. Contudo, é necessário ter em conta que os cobertos não são habitualmente geridos com rebanhos, pelo menos em grande parte do território Nacional. Enquanto a manutenção destas espécies em pastagens está abundantemente estudada (Smetham, 1994; Frame, 2000), manter cobertos de leguminosas anuais de ressementeira natural sem rebanhos pode não ser tarefa fácil.

Neste trabalho apresentam-se os resultados do primeiro ano de instalação de cobertos vegetais em olival. Foram semeadas 11 espécies/cultivares de leguminosas anuais de ressementeira natural com diferentes precocidades em talhão estreme e em mistura. Avaliou-se a germinação em campo, o grau de cobertura durante a Primavera, a evolução da fenologia das plantas, a produção de biomassa e o azoto contido na biomassa aérea.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio de campo decorre em Suções, concelho de Mirandela, num Leptosolo de textura franca, pH(H₂O) 5,0, teor de matéria orgânica baixo (1%), e teores de fósforo e potássio médios a altos, respetivamente. Na instalação do ensaio foram aplicados 600 kg ha⁻¹ de um calcário magnesiano (65% CaO e 20% MgO) e 90 e 40 kg ha⁻¹ de fósforo e potássio expressos em P₂O₅ e K₂O. O clima é do tipo mediterrânico, com temperatura média anual de 14,2 °C e 520 mm de precipitação anual.

Foram colocadas em ensaio 11 espécies/cultivares, de acordo com a lista que se segue: *Ornithopus compressus* L. cv. Charano, *Ornithopus sativus* Brot. cvs. Erica e Margurita, *Trifolium subterraneum* L. ssp. *subterraneum* Katzn. e Morley cvs. Dalkeith, Seaton Park, Denmark, Nungarin, *Trifolium resupinatum* L. ssp. *resupinatum* Gib. e Belli cv. Prolific, *Trifolium incarnatum* L. cv. Contea, *Trifolium michelianum* Savi cv. Frontier e *Biserrula pelecinus* L. cv. Mauro.

Foi instalado um ensaio de germinação em micro-talhões de 1 m² separados por uma grelha constituída por ripas de madeira. De cada espécie/cultivar foram incluídas três repetições. O solo foi originalmente preparado com um escarificador a que se seguiu a montagem da grelha de madeira. Distribuíram-se homogeneamente 300 sementes em cada micro-talhão, tendo sido posteriormente enterradas com pequenos sachos e ancinhos. A sementeira ocorreu em 14 de Outubro de 2009. Os registos das emergências foram efetuados simultaneamente com o arranque das plantas. A eliminação das plantas germinadas evitou que fossem contadas mais que uma vez e que produzissem sementes que originassem novas plantas no ano seguinte. As contagens ocorreram em 10 de Dezembro de 2009, 30 de Março de 2010 e 1 de Fevereiro de 2011.

As 11 espécies/cultivares foram instaladas individualmente em talhões de 150 m². Um macro-talhão de 5300 m² foi utilizado para semear a mistura do conjunto de todas as espécies/cultivares. A sementeira ocorreu em 14 de Outubro de 2009. As sementes foram aplicadas manualmente de forma homogênea por todo o talhão e enterradas superficialmente com um escarificador com uma grade lisa associada. Para assegurar um bom coberto vegetal desde o primeiro ano decidiu-se usar 1,5 vezes a dose de semente recomendada para cada espécie/cultivar. Assim, as quantidades de semente utilizadas foram: Charano, 22,5 kg ha⁻¹; Erica, 10,5 kg ha⁻¹; Margurita, 10,5 kg ha⁻¹; Dalkeith, 37,5 kg ha⁻¹; Mauro, 15,0 kg ha⁻¹; Contea, 37,5 kg ha⁻¹; Frontier, 15,0 kg ha⁻¹; Prolific, 15,0 kg ha⁻¹; Seaton Park, 37,5 kg ha⁻¹; Denmark, 37,5 kg ha⁻¹; Nungarin, 37,5 kg ha⁻¹. No tratamento Mistura, foi usado 1/11 da dose de semente usada de cada espécie/cultivar no talhão estreme.

Durante a Primavera seguinte foi avaliado o grau de cobertura pelo método do ponto quadrado (Whalley e Hardy, 2000), distinguindo entre leguminosas semeadas, outra vegetação e solo nu. O grau de cobertura foi avaliado em quatro datas durante a Primavera de 2010 em 30 de Março, 21 de Abril, 5 de Maio e 13 de Maio. Foi ainda avaliado o estado fenológico das plantas, dando particular atenção aos períodos de floração e maturação das sementes. O estado fenológico das plantas foi avaliado em 30 de Março de 2010, 21 de Abril, 5 de Maio, 13 de Maio e 24 de Maio. A produção de matéria seca foi determinada num corte efetuado no momento da destruição dos cobertos em 24 de Maio de 2010. Foi usada uma malha quadrada de 0,25 m² e efetuadas três repetições. A biomassa foi colocada a secar em estufa de ventilação forçada regulada a 70 °C. Depois de secas, as amostras foram moídas e analisadas para a concentração de azoto total pelo método Kjeldahl. Com base na matéria seca produzida e na concentração de azoto nos tecidos foi determinado o azoto contido na biomassa aérea.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A percentagem de sementes germinadas desde a sementeira, em Outubro de 2009 até Fevereiro de 2011, ultrapassou 40% em Margurita (49,3%), Dalkeith (46,6%),

Denmark (44,7%), Nungarin (43,6%) e Erica (40,8%). Charano apresentou uma emergência muito baixa até Dezembro de 2009 (4,3%), tendo registado alguma recuperação posteriormente, atingindo 18,0% em Fevereiro de 2011. Nos talhões de Mauro apenas tinham germinado 2,2% das sementes em Dezembro de 2009 e no final, em Fevereiro de 2011, o valor tinha subido para apenas 7% (figura 1). A reduzida percentagem de germinação de algumas espécies/cultivares pode dever-se à dureza das sementes, como terá sido o caso de Mauro que normalmente germina bem nos anos seguintes (Loi *et al.*, 2006). Contudo, a germinação de Mauro foi pouco significativa no segundo ano, ficando a ideia de que a capacidade germinativa das sementes já não estaria intacta.

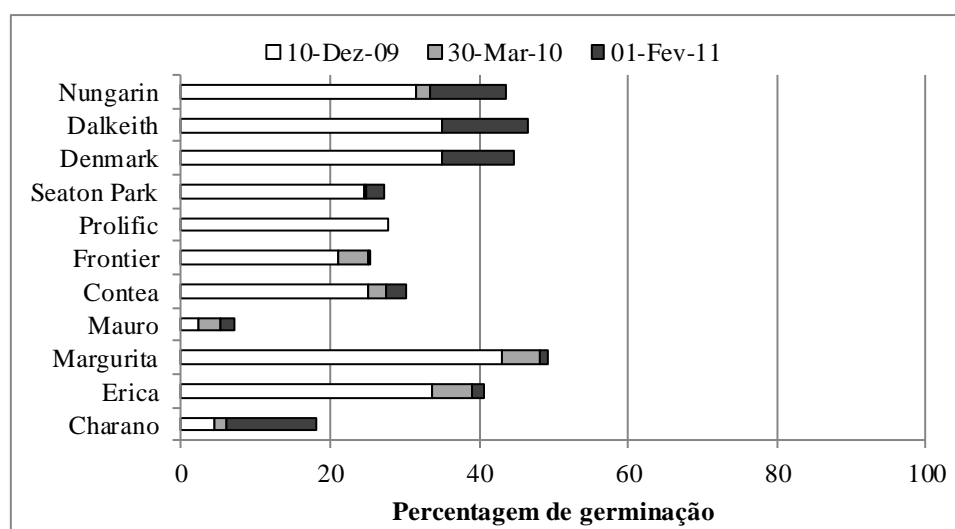


Figura 1 - Percentagem de germinação das diferentes espécies/cultivares desde a sementeira em 14 Outubro de 2009 a Fevereiro de 2011.

Figure 1 - Germination percentage of the different species/cultivars from sowing, at October 14th 2009, to February 1st 2011.

O grau de cobertura do solo em 30 de Março encontrava-se acima de 70% em todos os talhões, se forem contabilizadas as leguminosas semeadas e a vegetação natural (figura 2). Contudo, a importância relativa das leguminosas semeadas para o grau de cobertura total variava desde 1% em Mauro a 81% em Seaton Park. A 30 de Março, a serradela Charano apenas contribuía para o grau de cobertura com 17%. Com contributos acima de 50% para o grau de cobertura do solo estiveram Frontier (62%), Contea (51%) e Denmark (50%). O reduzido contributo de Mauro e Charano para o

grau de cobertura do solo deveu-se à insuficiente germinação destas plantas no primeiro ano. Em 21 de Abril e 5 de Maio, a importância das espécies semeadas no grau de cobertura do solo aumentou consideravelmente (dados não apresentados). A tendência de domínio do coberto pelas plantas semeadas continuou nos registos de 13 de Maio (figura 2). Nesta data foram registados graus de cobertura próximos de 100% em alguns talhões, como Seaton Park (100%), Frontier (97%), Prolific (97%), Denmark (97%) e Erica (96%). Mauro, em 13 de Maio, representava apenas 13% da área total coberta, enquanto a vegetação natural representava 56%.

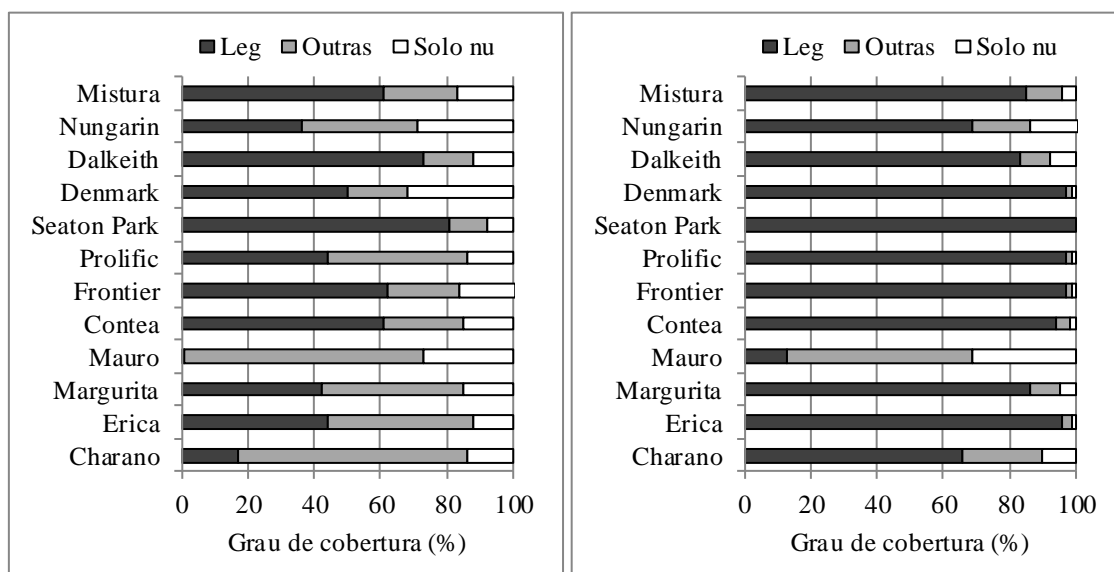


Figura 2 - Grau de cobertura do solo dividido entre leguminosas, outras e solo nu em 30 Março 2010 (esquerda) e 13 de Maio (direita).

Figure 2 - Soil-cover by sown legumes and natural vegetation and bare soil in March 30th (left) and May 13th (right).

O resultado mostra que as leguminosas se foram impondo à vegetação espontânea ao longo da Primavera, sendo os cobertos dominados pelas espécies semeadas. Os solos dos olivais tradicionais tendem a apresentar elevada fertilidade debaixo da copa, devido à aplicação localizada dos fertilizantes, à reciclagem dos nutrientes das folhas e ao efeito de feedback positivo do desenvolvimento da vegetação herbácea e deposição dos seus tecidos (Rodrigues *et al.*, 2005). Fora da copa, o solo é menos fértil, com teores baixos de matéria orgânica e nutrientes e, frequentemente, reduzida espessura efetiva. Atendendo a que, no olival do ensaio, os teores de fósforo e potássio não são baixos e foram aplicados fertilizantes contendo fósforo e potássio na

instalação, o azoto constituiu-se como o principal fator limitante ao desenvolvimento das plantas. Nestas condições, as leguminosas semeadas, com acesso ao azoto atmosférico, ficaram em condições muito privilegiadas para competir com a vegetação natural, sobretudo na Primavera quando a temperatura e a luminosidade também lhes são favoráveis.

Durante a Primavera de 2010 foi registada a evolução fenológica das plantas (figura 3). A 30 de Março apresentavam floração avançada Nungarin, Charano, Frontier e Dalkeith. Nessa data, Prolific, Denmark, Erica, Margurita, Mauro e Contea não tinham ainda iniciado a floração. Em 21 de Abril, Nungarin praticamente já não tinha flores, estando também com a floração praticamente terminada Dalkeith e Charano. A floração estava ainda bastante avançada em Seaton Park e Mauro. Em 24 de Maio apresentavam maturação das sementes acima do estado ceroso Nungarin, Charano e Dalkeith, estando ainda com a maturação das sementes bastante avançada Frontier e Contea.

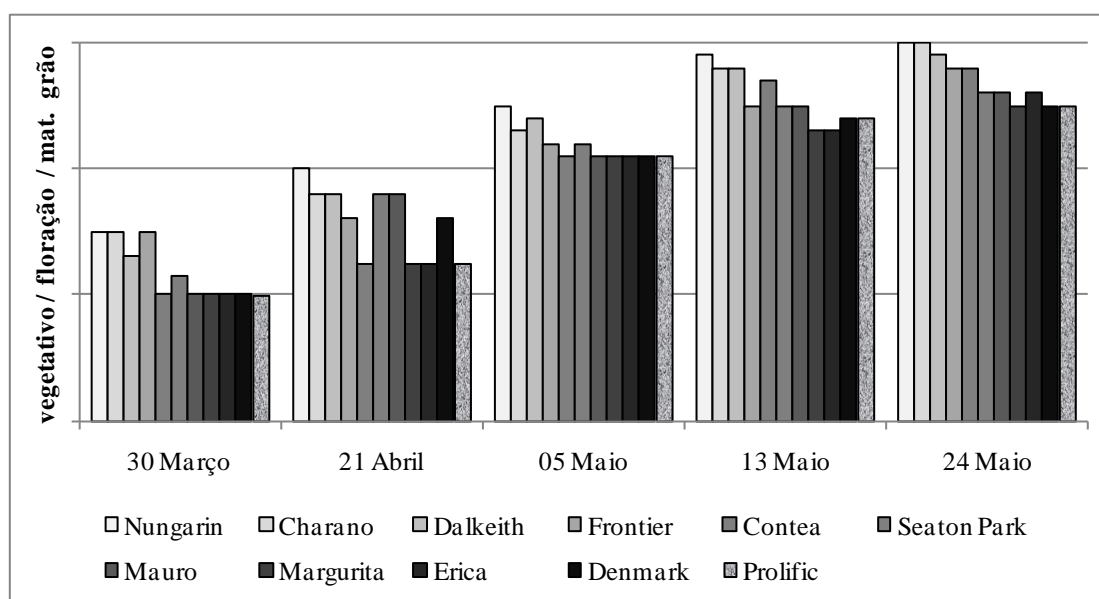


Figura 3 - Evolução da fenologia das diferentes espécies/cultivares durante a Primavera.
Figure 3 - Growth stages of the different species/cultivars during spring.

A precocidade deverá ser um critério determinante na escolha das espécies/cultivares para introduzir nos cobertos vegetais em olival de sequeiro na perspetiva de reduzir a competição pela água. A presença de vegetação no solo reduz a produção de azeitona (Silvestri *et al.*, 1999; Rodrigues *et al.*, 2011a). Os cobertos vegetais semeados não deverão permanecer no solo até muito tarde na Primavera sem

serem cortados, também para se destruir a vegetação natural que eventualmente esteja presente, devendo as espécies semeadas ter sementes viáveis o mais cedo possível.

A matéria seca produzida foi bastante elevada, tendo Contea atingido valores anuais de 7788 kg ha⁻¹ (figura 4). Valores de matéria seca acima de 6000 kg ha⁻¹ foram registados em Erica e no tratamento Mistura. Estes valores podem ser considerados elevados quando comparados com a produção de leguminosas anuais de ressementeira natural registada em outros estudos na região mediterrânica (Driouech *et al.*, 2008). As espécies/cultivares mais precoces apresentaram, de uma maneira geral, menor produção de matéria seca. Nos talhões de Nungarin, Dalkeith e Charano foram registadas produções de matéria seca, respetivamente, de 3924, 3384 e 4620 kg ha⁻¹. Trata-se de valores semelhantes aos obtidos pela cultivar Clare de trevo subterrâneo em coberto vegetal de olival em Itália (Corleto e Cazzato, 2008). Assim, precocidade e produtividade apresentaram variações em sentidos opostos. Nas espécies/cultivares a selecionar para cobertos vegetais para olivais de sequeiro, a precocidade deverá ser mais valorizada que a produtividade.

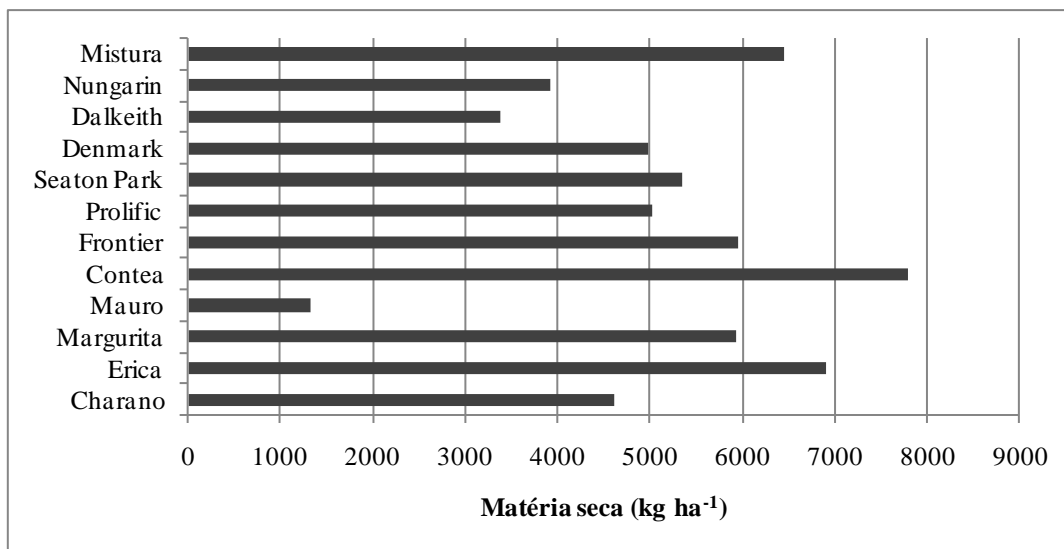


Figura 4 - Produção de matéria seca no corte final de 24 de Maio nos talhões estremes e na mistura.

Figure 4 - Dry matter yield in the final cut in May 24th in the plots of the different individual species/cultivars and in the mixture.

O azoto acumulado na biomassa aérea esteve diretamente relacionado com a produção de matéria seca (figura 5). Contea acumulou 167 kg N ha⁻¹. Outras

espécies/cultivares apresentaram ainda valores acima de 100 kg N ha⁻¹, como Erica (140 kg N ha⁻¹), Margurita (130 kg N ha⁻¹) e Frontier (114 kg N ha⁻¹). As espécies mais precoces apresentaram os menores valores, como Nungarin (53 kg N ha⁻¹), Dalkeith (58 kg N ha⁻¹) e Charano (68 kg N ha⁻¹). É também expectável que a quantidade de azoto retida no sistema radicular das diferentes espécies/cultivares seja proporcional à quantidade acumulada na parte aérea. Assim, as cultivares mais precoces introduzem menos azoto no sistema através da fixação biológica.

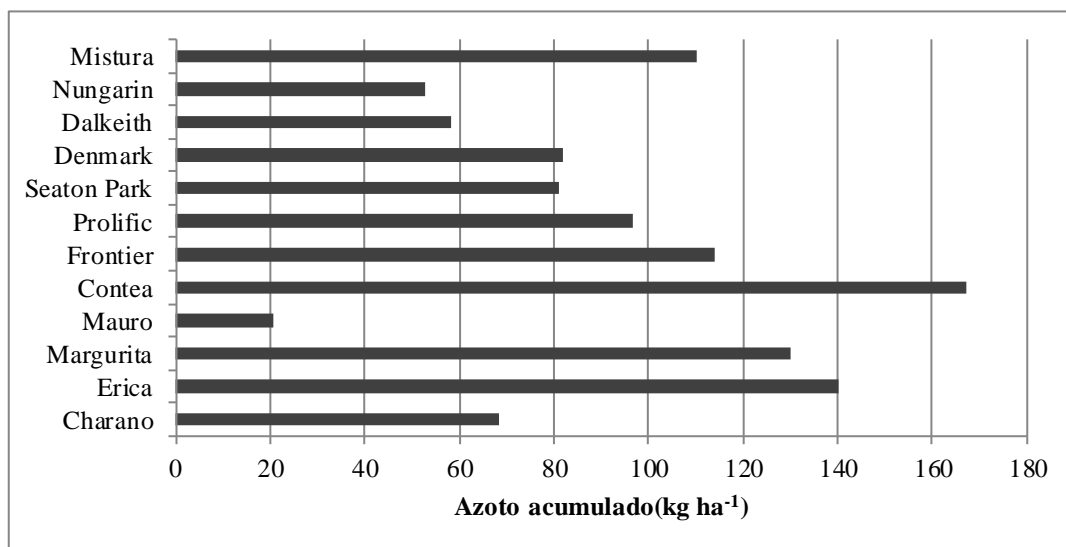


Figura 5 - Azoto acumulado na biomassa aérea no corte final de 24 de Maio nos talhões estremes e na mistura.

Figure 5 - Nitrogen in the aboveground biomass in the final cut in May 24th in the plots of the different individual species/cultivars and in the mixture.

A questão pertinente que se coloca é saber se a espécie/cultivar a semear deve maximizar a produtividade e o azoto fixado, tendo em conta que mais biomassa produzida significará mais água transpirada. Importante é que o coberto assegure proteção do solo, não compita excessivamente pela água e, se possível, introduza azoto. Tendo em conta que as necessidades em azoto das oliveiras tendem a ser modestas (Fernández-Escobar *et al.*, 2009), embora possam ser mais significativas em olivais instalados em solos de reduzida espessura efetiva (Rodrigues *et al.*, 2011b), em sequeiro a precocidade deverá ser um critério a privilegiar em relação à produção de biomassa e de azoto fixado. Em regadio, a tolerância com a vegetação herbácea poderá ser maior e

os critérios de seleção de espécies para os cobertos serem outros eventualmente distintos.

4 – CONCLUSÕES

Os cobertos vegetais ensaiados asseguraram uma boa cobertura do solo desde o primeiro ano de instalação, com graus de cobertura em muitas espécies/cultivares próximos de 100% no fim da Primavera. Todas as espécies/cultivares fixaram quantidades interessantes de azoto, embora, de uma maneira geral, as de ciclo mais longo tenham apresentado valores mais elevados em concordância com a maior produção de biomassa. Contudo, as de ciclo mais curto podem apresentar um compromisso mais interessante entre a quantidade de azoto fixado e a necessidade de minimizar o consumo de água. Ao longo dos próximos anos será avaliada a persistência dos cobertos, aspeto também ele determinante na eleição das espécies/cultivares mais adequadas para este objetivo.

AGRADECIMENTOS

Financiado por Fundos FEDER através do Programa Operacional Fatores de Competitividade – COMPETE e por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do projeto PTDC/AGR-AAM/098326/2008.

Agradece-se igualmente a dois revisores anónimos que muito contribuíram para a melhoria da qualidade do artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLEBY, A.P. (2007). Ullmann's Agrochemicals. Weed control, 2 (Chaps. 1-6, 8, sections 7.1-7.7, 7.11). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Wienheim.

- BACELAR, E.A.; SANTOS, D.L.; MOUTINHO-PEREIRA, J.M.; LOPES, J.I.; GONÇALVES, B.C.; FERREIRA, T.C.; CORREIA, C.M. (2007). Physiological behavior, oxidative damage and antioxidant protection of olive trees grown under different irrigation regimes. *Plant and Soil*. 292: 1-12
- BOSABALIDIS, A.M.; KOFIDIS, G. (2002). Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Science*. 163: 375-397.
- CORLETO, A.; CAZZATO, E. (2008). Adaptation of annual and perennial legumes and grasses utilized as cover crops in an olive grove and a vineyard in Southern Italy. *Acta Horticulturae*. 767: 89-96
- DRIOUECH, N.; ABOU FAYAD, F.; GHANEM, A.; AL-BITAR, L. (2008) - Agronomic performance of annual self-reseeding legumes and their self-establishment potential in the Apulia region of Italy. 16th IFOAM Organic World Congress, Modena, Italy. 4 p.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; MARIN, L.; SÁNCHEZ-ZAMORA, M.A.; GARCÍA-NOVELO, J.M.; MOLINA-SORIA, C.; PARRA, M.A. (2009). Long-term effects of N fertilization on cropping and growth of olive trees and on N accumulation in soil profile. *European Journal of Agronomy*. 31: 223–232.
- FLESKENS, L.; GRAAFF, J. (2001). Soil conservation options for olive orchards on sloping lands. In Proceedings of “I World Congress on Conservation Agriculture”, Madrid: Vol. II. p. 231-235.
- FRAME, J. (2000). *Improved grassland management*. Farming Press, UK. 352 p.
- LIPECKI, J.; BERBEĆ, S. (1997). Soil management in perennial crops: orchards and hop gardens. *Soil and Tillage Research*. 43: 169-184.
- LOI, A.; NUTT, B.J.; REVELL, C.K.; SANDRAL, G.A.; DEAR, B.S. (2006). Mauro: a mid to late maturing cultivar of biserrula (*Biserrula pelecinus*). *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 46: 595–597.
- PASTOR, M.; CASTRO, J.; VEJA, V.; HUMANES, M.D. (2001). Sistemas de manejo del suelo. In BARRANCO, D.; FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R.; RALLO, L. (eds.) *El cultivo del olivo*. Coedición Mundi-Prensa e Junta de Andalucía, Spain. p. 215-254.
- RODRIGUES, M.A.; ARROBAS, M.; BONIFÁCIO, N. (2005). Análise de terras em olivais tradicionais de sequeiro. O efeito da aplicação localizada de fertilizantes. *Revista de Ciências Agrárias*. 28(2): 167-176.

- RODRIGUES, M.A.; CABANAS, J.E. (2009). Manutenção do solo. In RODRIGUES, M.A.; CORREIA, C. (eds.). *Manual da safra e contra safra do olival*. Inst. Pol. Bragança. p. 41-57.
- RODRIGUES, M.A.; LOPES, J.I.; PAVÃO, F.M.; CABANAS, J.E.; ARROBAS, M. (2011a). The 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.; PAVÃO, F.; LOPES, J.I.; GOMES, V.; ARROBAS, M.; MOUTINHO-PEREIRA, J.; RUIVO, S.; CABANAS, J.E.; CORREIA, C.M. (2011b). Olive yields and tree nutritional status during a four year period without nitrogen and boron fertilization. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 42 (7): 803 - 814.
- RODRIGUES, M.A.; PEREIRA, A.; CABANAS, J.E.; DIAS, L.; PIRES, J.; ARROBAS, M. (2006). Crops use-efficiency of nitrogen from manures permitted in organic farming. *European Journal of Agronomy*, 25: 328-335.
- SILVESTRI, E.; BAZZANTI, N.; TOMA, M.; CANTINI, C. (1999). Effect of training system, irrigation and ground cover on olive crop performance. *Acta Horticulturae* 474: 173-175.
- SMETHAM, M.L. (1994). Pasture management. In LANGER, R.H.M. (ed.) *Pastures: their ecology and management*. Oxford University Press, U.K. p. 197-240.
- SMIL, V. (2001). *Enriching the heart: Fritz Haber, Carl Bosch, and the transformation of world food production*. Massachusetts Institute of Technology.
- TISDALL, J.M. (1989). Soil Management. *Acta Horticulturae* 240: 161-168.
- 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.