

ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO E FUNÇÕES DOS SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS*

Flávio Oliveira¹, Gerardo Moreno², Lourdes López², Mário Cunha¹

¹Secção Autónoma de Ciências Agrárias - Faculdade de Ciências da Universidade do

Porto - Rua Padre Armando Quintas - 4485-661 VAIRÃO

Endereço e-mail: mcunha@mail.icav.up.pt

²Ingeniería Técnica Forestal - Universidad de Extremadura - Centro Universitario -

Avd. Virgen del Puerto - Plasencia - 10600 CÁCERES

RESUMO

Os sistemas agro-florestais são sistemas de uso do solo nos quais as árvores crescem em associação com culturas agrícolas, pastagens ou gado, com marcadas interações ecológicas entre os componentes. Estes sistemas revestem-se de grande importância agro-ambiental, nomeadamente na protecção e conservação do solo, manutenção da fertilidade do solo e redução do consumo de fertilizantes, fixação de carbono e matéria orgânica, controlo da lixiviação de nutrientes, incremento de biodiversidade e construção de paisagem, controlo de incêndios florestais, saúde e bem estar animal, modificações microclimáticas, abrigo, protecção e criação de amenidade. Portugal é ainda um território rico em sistemas agro-florestais, sendo os montados de sobro e azinho as áreas mais importantes destes sistemas. Existem ainda outros sistemas importantes, nomeadamente o “campo-bouça” no noroeste atlântico, os lameiros, os soutos, algumas áreas de olival tradicional e de árvores de fruto com culturas sob-coberto. Neste trabalho, apresentamos as virtuosidades para Portugal decorrentes da reconversão funcional e da manutenção dos tradicionais sistemas agro-florestais, bem como da instalação de sistemas agro-florestais inovadores compatíveis com processos produtivos modernos, que têm sido experimentados noutros países.

PALAVRAS-CHAVE: Benefícios ambientais, Silvoarável, Silvopastoril, Sistemas agro-florestais

* Conferência apresentada na XXVIII Reunião de Primavera da SPPF. Mirandela, Abril de 2007. Os trabalhos publicados neste volume são da inteira responsabilidade dos autores

ORIGIN, DISTRIBUTION AND ENVIRONMENTAL SERVICES OF THE AGROFORESTRY SYSTEMS

ABSTRACT

Agroforestry systems are forms of soil use in which trees grown associated with crops, pastures or livestock, with striking ecological interactions between the components. These systems have significant agro-environmental importance, notably in soil protection and conservation, soil fertility maintenance and reduction of use of fertilizers. Additionally, it supports carbon and organic matter fixation, nutrient leaching control, biodiversity increment and landscape construction, forest fire control, animal health and well-being, microclimatic modifications, shelter, protection and amenity creation. Portugal is still a territory with a great richness of agroforestry systems, being the *montados* (of cork-oak and holm-oak) the most important areas of this type of systems. There are other important systems, particularly the “*campo-bouça*”, “*lameiros*”, “*soutos*”, some areas of traditional olive grove and fruit trees with herbaceous crops under the canopy. In this work, we present the virtuousness for Portugal resulting from the functional re-conversion and maintenance of traditional agroforestry systems, as well as the installation of innovative agroforestry systems. Similarly to what happens in other countries these systems are compatible with modern productive processes.

KEYWORDS: Agroforestry systems, Environmental benefits, Silvoarable, Silvopastoral

1 - INTRODUÇÃO

Os sistemas agro-florestais referem-se a sistemas de uso do solo nos quais as espécies lenhosas crescem em associação com culturas agrícolas, geralmente anuais (hortícolas ou arvenses), pastagens ou gado. A associação pode ser no tempo, tal como uma rotação entre árvores e outros componentes, ou no espaço, com o desenvolvimento conjunto dos componentes na mesma parcela de terreno (Young, 1997; Hislop e Sinclair, 2000). As características mais marcantes deste sistema resultam das interacções ecológicas entre os componentes, representadas por fluxos de matéria e energia que ocorrem acima do solo (e.g. ensombramento, evapotranspiração), no interior do solo (e.g. interacções radiculares referentes à água e nutrientes), e através da incorporação de materiais orgânicos no solo (Young, 1997). Os sistemas agro-florestais são assim estrutural e funcionalmente mais complexos que os sistemas agrícolas ou silvícolas convencionais. Podem ser usados vários descritores para classificar os sistemas agro-florestais: estrutura do sistema (composição e disposição de

componentes), funções, escala socio-económica de gestão e distribuição ecológica, sendo mais divulgadas as classificações que se baseiam apenas na composição de componentes dos sistemas agro-florestais (Nair, 1991):

- (i) Silvoaráveis (árvores + culturas arvenses ou hortícolas).
- (ii) Silvopastoris (árvores + pastagem/animais).
- (iii) Agro-silvo-pastoris (árvores + “culturas” + pastagem/animais).

Podem ainda ser definidos outros sistemas agro-florestais, mais especializados, como por exemplo a apicultura com árvores, a aquacultura envolvendo árvores e arbustos, parcelas de árvores com multi-objectivos.

Neste trabalho pretendemos apresentar os aspectos mais relevantes relacionados com o passado, o presente e o futuro dos sistemas agro-florestais na Europa. Com base nos trabalhos que temos vindo a desenvolver nesta área, nomeadamente na adaptabilidade ecológica e lixiviação de nutrientes, e com recurso a bibliografia, apresentamos as principais inovações e virtuosidades de alguns modelos de sistemas agro-florestais. Finalizamos com algumas perspectivas para o nosso país decorrentes da reconversão funcional e da manutenção dos tradicionais sistemas agro-florestais, bem como da instalação de sistemas agro-florestais inovadores, como alternativa na resposta para alguns dos problemas com que a agricultura portuguesa se depara.

2 - PERSPECTIVA HISTÓRICA

Desde os primórdios da Agricultura que as árvores estiveram presentes nos sistemas de produção. Quando as florestas originais da Europa foram aclaradas, mantiveram-se na paisagem árvores de elevado valor, as quais incluíam diversas espécies fruteiras da família das Rosáceas, carvalhos, faias, e freixos, cuja rama era usada como forragem (Dupraz e Newman, 1997). Alguns destes sistemas agro-florestais ancestrais foram mantidos ao longo do tempo, já que, para além da multifuncionalidade, não constituíam obstáculo para as técnicas manuais de cultura.

A primeira evidência de agrosilvicultura intencional praticada na Europa remonta à Idade do Cobre (c. 2500 A.C.). Stevenson e Harrison (1992 *ob cit* Eichhorn *et al.*, 2006) identificaram e dataram uma alteração no elenco polínico recolhido no SW de Espanha, que atribuíram à alteração das florestas mistas de carvalhos e pinheiros, para um sistema de uso do solo tipo mosaico, onde se associavam a cultura e o pastoreio

intermitentes com carvalhos dispersos da floresta original parcialmente aclarada e que muito provavelmente terão sido os primórdios dos actuais montados (*dehesas*).

No início da agricultura, a sua prática envolvia portanto sistemas de cultura alternada, com uso agrícola e florestal intercalado. A manutenção da fertilidade do solo era baseada numa conectividade estreita entre a agricultura, a criação de animais e a silvicultura que permitia modelos mais estáveis de agricultura, alguns dos quais ainda se mantêm.

Na Idade Média, com a melhoria do planeamento das rotações, a fertilidade do solo ficou menos dependente da transferência de nutrientes desde a floresta, processo ainda mais acelerado durante o século XIX com a introdução de fertilizantes químicos em grande parte da Europa. Foi durante o século passado que se verificou um acentuado declínio no uso de sistemas agro-florestais na Europa ocidental, situação atribuída às seguintes causas principais:

diminuição da importância económica e social de diferentes espécies e variedades de frutos devido ao aparecimento de pragas e doenças e/ou modificação de hábitos alimentares das populações.

disponibilidade e custo da mão-de-obra inviabilizaram alguns sistemas trabalho-intensivo, tais como os pomares com árvores de grande porte, diminuindo assim os sistemas em que era possível a cultura arável no sob-coberto dos pomares.

as árvores isoladas nas parcelas agrícolas dificultam a agricultura mecanizada e foram removidas intencionalmente ou danificadas pelas máquinas. Com o advento da mecanização da agricultura nos anos 60 do século passado, um grande número destas árvores foi abatido e a sua madeira vendida, fornecendo capital para investir em máquinas.

o emparcelamento verificado promoveu a remoção das árvores em bordadura reduzindo a diversidade da paisagem.

a necessidade de obter produções elevadas no pós-guerra, levou à procura da maximização da produtividade através das monoculturas.

importação de madeiras exóticas dos países tropicais, diminuindo a importância económica da produção de madeira proveniente de espécies com crescimentos mais lento.

o regime de subsídios da PAC levou, indirectamente, à redução das culturas consociadas ao favorecer os sistemas de monocultura.

as áreas florestadas foram durante muitos anos inelegíveis em termos de subsídios e, em muitas regiões, as árvores foram removidas para aumentar o valor recebido.

a normalização aplicada à comercialização de frutos (Exemplo: Regulamento 1641/71 CEE) originou uma tendência para a standardização da sua produção em pomares intensivos.

Hoje em dia estão descritos e estudados variados sistemas agro-florestais, muitos deles baseados em práticas ancestrais e outros resultantes da inovação ao nível das interacções entre os diferentes componentes.

3 - GEOGRAFIA DOS SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS

3.1 - Sistemas Agro-florestais na Europa

Os sistemas agro-florestais tradicionais mais conhecidos e estudados na zona temperada da Europa são as sebes e os quebra-ventos, que ainda são comuns em muitas paisagens agrícolas dos países dessa zona (Herzog, 1998).

No que diz respeito aos sistemas agro-florestais silvoaráveis da Europa, existem dois cenários principais, tendo em conta duas grandes áreas geográficas e climáticas do continente – Europa mediterrânea e Europa do norte (Paris *et al.*, 2002). A menor irradiância em latitudes mais elevadas dificulta a manutenção de culturas sob a canópia das árvores, sobretudo durante a fase final do desenvolvimento destas a não ser que as árvores estejam muito espaçadas (Eichhorn *et al.*, 2006). A Europa mediterrânica é, por isso, muito mais rica em sistemas silvoaráveis do que o norte do continente (Paris *et al.*, 2002). Contrariamente ao norte da Europa, nas áreas mediterrâneas o factor limitante na maioria dos sistemas é a água e não a luz.

Paris *et al.* (2002) apontam fundamentalmente como sistema silvoarável da Europa do norte o *streuobst* (principalmente na Europa continental). Na Europa mediterrânica e do sul, os mesmos autores apontam maior diversidade de sistemas: i) montados e *dehesas* com azinheiras, sobreiros e/ou outros carvalhos, ii) olivais com culturas sob-coberto, iii) pomares de noqueiras para produção de fruto e madeira com culturas sob-coberto, iv) *pré-vergers* (que são semelhantes ao *streuobst*), v) povoamentos de choupo com culturas sob-coberto, vi) outras plantações de espécies florestais com culturas sob-coberto.

O sistema *streuobst* é definido por Herzog (1998) como árvores altas de diferentes tipos e variedades de frutos (sobretudo a macieira, a pereira, a ameixeira e a cerejeira, mas também a noqueira, o marmeleiro, o pessegueiro, a amendoeira, o castanheiro e a figueira) com diferentes idades, que estão dispersas nas terras agrícolas, prados e pastagens num padrão de distribuição irregular cuja densidade de plantação varia entre 20 e 100 ou mais árvores por hectare. Este sistema era subdividido na forma silvoarável (*Streuobstäcker*) e na forma silvopastoril (*Streuobstwiesen*). No final da primeira metade do século XIX, a maioria dos *streuobst* silvoaráveis foi convertida em prados com árvores fruteiras, que eram mais fáceis de gerir, e começou o desenvolvimento dos pomares para produção exclusiva de frutos, levando à desagregação do sistema agro-florestal nos seus componentes (Herzog, 1998). Foi sobretudo a forma silvopastoril do *streuobst* que sobreviveu até aos dias de hoje.

Os montados e *dehesas* de Portugal e Espanha, cuja paisagem é definida pela presença de árvores dispersas, sobretudo azinheiras e sobreiros, constituem um sistema que é, provavelmente, praticado há mais de 4500 anos. São o sistema agro-florestal dominante na Península Ibérica e, provavelmente, o maior da Europa (Paris *et al.*, 2002, Eichhorn *et al.*, 2006), cobrindo uma área superior a 3 milhões de hectares em Portugal e Espanha (figura 1). As espécies arbóreas mais frequentes são a azinheira (*Quercus rotundifolia* L.) e o sobreiro (*Quercus suber* L.), mas também o carvalho negral (*Quercus pyrenaica* Willd.), na maioria dos casos com uma disposição aleatória e com densidades relativamente baixas (10 a 40 árvores por hectare). Apenas uma pequena proporção é agricultada em determinado ano e, além disso, só uma parte da área cultivada é colhida, sendo o resto pastoreado directamente pelo gado ou usado como forragem, complementado pelos frutos das árvores.

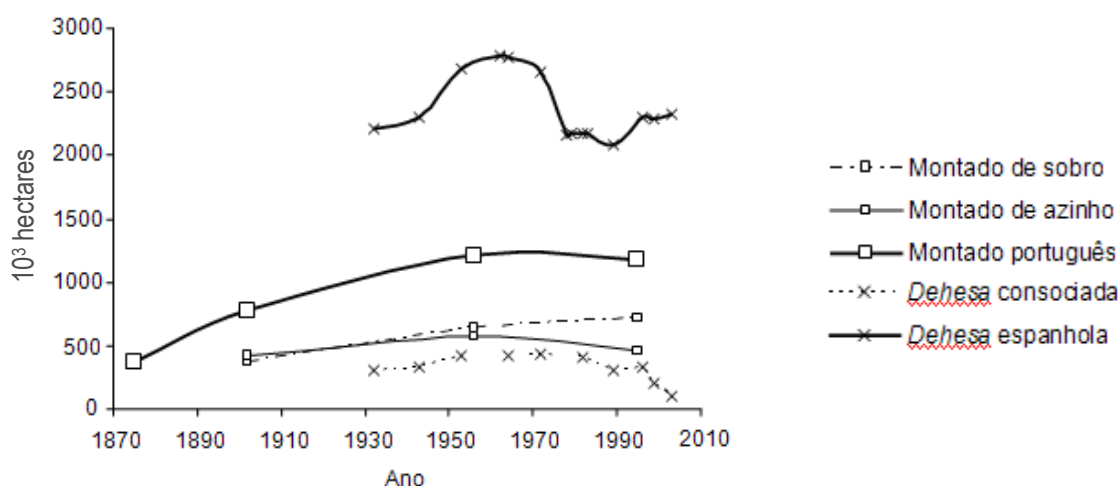


FIGURA 1 - Evolução da área ocupada pelos montados em Portugal (de sobre e de azinho) e pelas dehesas em Espanha (total e em consociação). Adaptado de Moreno e Pulido (2008).

Os olivais com sob-coberto cultivado com cereais, hortícolas e culturas forrageiras são sistemas silvoaráveis muito frequentes na paisagem da Europa do sul (650.000 ha na Grécia e 20 000 ha nas regiões de Umbria e Lazio, no centro de Itália). Esta prática remonta ao período pré-romano, quando o trigo era cultivado entre filas de oliveiras em anos alternados, pois era sabido que esta prática aumentava a produção de azeitona no ano seguinte (Eichhorn *et al.*, 2006).

Em França (região de Dauphiné) a gestão de povoamentos de noqueiras de grande porte com duplo objectivo (madeira e nozes), quer espalhadas nas parcelas agrícolas, quer plantadas com grande espaçamento em pomares é um dos poucos exemplos que restam na Europa de pomares com culturas sob-coberto (Mary *et al.*, 1999).

O aumento crescente da procura de madeira de elevada qualidade na Europa e a reduzida disponibilidade de madeira de espécies tropicais originou, segundo Dupraz e Newman (1997), o desenvolvimento e expansão de um conjunto de sistemas silvoaráveis concebidos especificamente para a produção de madeira de elevada qualidade. A produção de choupos híbridos para madeira com culturas cerealíferas, foram iniciados no norte de Itália tendo sido adoptados desde então por todo o norte da Europa, continuando a ser praticado na região do vale do Pó em solos férteis de planície, onde se cultiva milho, soja e cereais entre as filas de árvores durante os 2

primeiros anos de um ciclo de cultura de 10 anos. Em França, a cultura sob-coberto de choupos foi bastante divulgada no século XVIII e continua a fazer-se por todo o país, em regiões de aluviões com disponibilidade de água, cobrindo uma área de cerca de 6.000 ha, sendo normalmente semeados cereais durante os primeiros 3 anos (Eichhorn *et al.*, 2006).

Apesar de os sistemas agro-florestais silvoaráveis existentes na Europa serem, na sua maioria, um vestígio de sistemas antigos largamente usados, existe ainda uma riqueza considerável deste tipo de sistemas no continente europeu (Paris *et al.*, 2002). O empenhamento actual numa agricultura sustentável e na conservação da natureza e das paisagens da Europa aumentou o interesse pelos sistemas silvoaráveis, tendo encorajado o estabelecimento de variados projectos de investigação.

3.2 - Sistemas Agro-florestais em Portugal

A análise dos dados resultantes dos diferentes recenseamentos agrícolas realizados em Portugal desde 1968 (inclusive) é uma fonte de informação importante para conhecer a evolução dos sistemas agro-florestais em Portugal. Como se sabe, os diferentes inquéritos realizados às explorações agrícolas nunca foram organizados com o propósito específico de diferenciar os variados e importantes sistemas agro-florestais que existem no nosso território. Contudo, é possível extrair das estatísticas dados relativos a importantes formas de ocupação do solo que, na generalidade, correspondem ao conjunto dos sistemas agro-florestais. Neste sentido, podemos afirmar que, por um lado, a terra arável em sob-coberto, quer de matas e florestas quer de culturas permanentes, corresponde aos sistemas silvoaráveis e, por outro lado, as pastagens permanentes em sob-coberto, quer de matas e florestas quer de culturas permanentes, correspondem à maioria dos sistemas silvopastoris. Apesar de tudo, a partir destes dados estatísticos não é possível avaliar a área correspondente a sistemas agro-silvo-pastoris.

Analisando o quadro 1 podemos verificar a existência de duas realidades opostas no que respeita à evolução dos sistemas agro-florestais em Portugal no período 1968 a 1999: i) diminuição de 60% da área de terra arável em sob-coberto (sistemas silvoaráveis) e ii) aumento de 820% da área de pastagens permanentes em sob-coberto (sistemas silvopastoris).

QUADRO 1 - Evolução da área ocupada com sistemas agro-florestais, em Portugal continental, de acordo com os Recenseamentos Agrícolas desde 1968 (IEA'68, RAC'79, RGA'89 e RGA'99).

Rubrica	Área (ha)			
	1968	1979	1989	1999
		400	472	251
Terra arável sob-coberto de matas e florestas		775	727	367
Terra arável sob-coberto de culturas permanentes		165	123	68
		927	393	627
Total de terra arável em sob-coberto	800	566	596	319
	302	702	119	994
Pastagens permanentes sob-coberto de matas e florestas		21	364	678
		193	511	301
Pastagens permanentes sob-coberto de culturas permanentes		1 405	18	46
			304	977
Total de pastagens permanentes em sob-coberto	78	22	382	725
	812	598	815	278

IEA – Inquérito às Explorações Agrícolas; RAC – Recenseamento Agrícola do Continente; RGA – Recenseamento Geral da Agricultura

De acordo com os dados disponíveis (INE RGA'99), Portugal possui mais de um milhão de hectares (28% da SAU) de sistemas agro-florestais, 31% dos quais serão sistemas silvoaráveis (terra arável sob-coberto de espécies arbóreas) e 69% sistemas silvopastoris (pastagens permanentes sob-coberto de espécies arbóreas). Os sistemas agro-florestais estão concentrados no Alentejo onde ocupam uma área superior a 800000 ha (mais de 41% da SAU desta região), representando cerca de 77% dos sistemas agro-florestais do território continental (INE RGA'99). Estes números evidenciam a importância dos montados de sobre e azinho quer com cultura anual quer com pastagem permanente em sob-coberto, no contexto dos sistemas agro-florestais, não só desta região, mas também a nível nacional.

Em conjunto, as Regiões Agrárias da Beira Interior, Ribatejo e Oeste e, Alentejo albergam 94,5% dos sistemas agro-florestais do território continental de Portugal sendo que no Algarve este tipo de uso do solo tem pouca expressão (0,5% do total).

No Ribatejo e Oeste e Beira Interior, a área em sob-coberto de culturas permanentes ganha importância relativamente à de matas e florestas, sendo as percentagens na primeira, respectivamente de 12 e 88% e, na segunda, respectivamente de 23 e 77%.

Não obstante a reduzida expressão dos sistemas agro-florestais nas Regiões Agrárias de Entre Douro e Minho, Trás-os-Montes e Beira Litoral, existem nestas regiões áreas importantes de pastagens permanentes sob-coberto de matas e florestas (18.000 e 7.900 ha no Entre Douro e Minho e Trás-os-Montes, respectivamente) e culturas temporárias sob-coberto de culturas permanentes (10.900 e 7.600 ha no Entre Douro e Minho e Beira Litoral, respectivamente).

A paisagem rural do Entre Douro e Minho nos últimos séculos foi caracterizada por alguns sistemas agro-florestais importantes e culturalmente bem enraizados, cujos maiores exemplos são o sistema “campo-bouça” e a “vinha de enforcado” (Cunha, 2006), ambos ameaçados de extinção, se bem que por razões diversas. O sistema campo-bouça é um sistema agro-florestal que se caracteriza pelo peculiar ordenamento espacial das forragens (no campo bordado de fruteiras) e espécies florestais (na bouça), as quais com o gado bovino formam um mosaico reticulado de habitats essenciais para a protecção do vento, ciclo do carbono, bem-estar animal, diminuição dos riscos de incêndios e preservação da biodiversidade, sendo um sistema muito equilibrado do ponto de vista produtivo e ecológico. À bouça deixou de estar associada a gestão tradicional de recolha dos matos para as camas dos animais, sendo até muitas vezes usada para pastoreio no passado. Com isto terminou a transferência de fertilidade da floresta para os campos, conseguida através da incorporação do estrume nestes últimos. Já a “vinha de enforcado” deixou de ser compatível com os modernos sistemas de condução mais mecanizados e intensivos, deixando de ser viável a sua condução sobre espécies arbóreas que lhe serviam de tutor.

A “vinha de enforcado” é um sistema de condução ancestral na região dos vinhos verdes, referenciada desde os tempos dos romanos, em que os tutores das videiras são espécies arbóreas como os choupos, os plátanos e os castanheiros (Cunha, 2006). Junto a cada árvore são plantadas de uma a quatro videiras que crescem de forma livre entrelaçando-se nos ramos do tutor arbóreo. A poda das árvores é intensa para

permitir o crescimento livre da vinha, cujo desenvolvimento é, desta forma, substancial. Além disso, as videiras utilizam os recursos excedentes da cultura agrícola instalada no campo. Além dos produtos directos das árvores (madeira, frutos, etc.), muitas fornecem benefícios adicionais como a alteração do microclima (intercepção dos ventos e diminuição da evaporação) e a protecção das videiras das geadas (Altieri e Nicholls, 2002). De acordo com estes autores, as árvores podem ainda servir de barreira, reduzindo a dispersão de insectos e agentes causais de doenças.

A castanha foi um dos mais importantes farináceos para alimentação do homem e animais em muitas regiões, antes da chegada da batata e do milho à Europa, sendo por vezes referida por “árvore do pão”. Ao longo do tempo, a área de castanheiro em Portugal tem vindo a diminuir, em grande medida devido a doenças como o cancro e a tinta, que dizimaram vastas áreas desta espécie. Em 1998 a área de castanheiro em Portugal era de 41.600 ha, com 78% dessa área localizada em Trás-os-Montes (Inventário Florestal Nacional, 2001) sendo também de destacar a serra de S. Mamede, considerada “um verdadeiro santuário do castanheiro”. É essencialmente em zonas com altitudes superiores a 500 m e com baixas temperaturas no Inverno que esta árvore encontra as condições necessárias para o seu desenvolvimento. As principais produções são o fruto e a madeira, sendo também as trufas um produto potencialmente importante destes povoamentos, não esquecendo as pastagens sob-coberto, geralmente instaladas quer em soutos quer em castinçais, constituindo igualmente um sistema agro-florestal tradicional em Portugal.

Os lameiros, pastagens permanentes com grande tradição e importância nas zonas montanhosas do norte do país, constituem outro dos sistemas agro-florestais que chegaram até aos nossos dias, isto nos casos em que se verifique a presença de árvores na pastagem, pelo menos em bordadura, na medida em que estas têm uma interacção directa ou indirecta na pastagem e/ou animais. O seu valor agrícola resulta do facto de serem o principal suporte da pecuária bovina de montanha, nomeadamente de raças autóctones, de serem a principal ocupação dos solos agrícolas e de serem a principal cultura das explorações destas regiões. Por outro lado, o seu valor ambiental resulta da protecção que fazem do solo, da contribuição para o ciclo da água e regularização das bacias hidrográficas, da contribuição para a biodiversidade e da contribuição para a redução dos riscos de incêndios florestais (Poças *et al.*, 2007).

Segundo o RGA de 1999, a área de olival em Portugal ronda os 335.000 ha, mas apenas cerca de 14.000 ha são regados, pelo que a área de olival tradicional rondará os

300.000 ha. O olival tradicional é outro dos sistemas agro-florestais existentes em Portugal, desconhecendo-se contudo a percentagem que estará efectivamente associada a este tipo de sistema. No entanto, o melhor aproveitamento destas áreas deverá passar pela conversão em sistema silvopastoril, nomeadamente dos olivais com variedades desactualizadas e/ou nas zonas de mais difícil acesso para a colheita. Neste caso os frutos e folhas que caem ao longo do ciclo podem ser aproveitados pelos animais em pastoreio e as podas devem geridas de modo a servirem como “alimento de socorro” em anos mais desfavoráveis para a produção de pastagem.

Existem ainda em Portugal outras áreas de culturas permanentes, nomeadamente amendoeiras e alfarrobeiras, que ocupavam em 1999, de acordo com o mesmo recenseamento, quase 50.000 ha. Em alguns casos constituem sistemas agro-florestais, nomeadamente silvopastoris, havendo todo o interesse em alargar a instalação deste tipo de sistemas à maior área possível.

4 - IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DOS SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS

4.1 - Manutenção da fertilidade do solo e redução do uso de fertilizantes

As áreas arborizadas naturais são frequentemente consideradas eficazes na retenção de nutrientes devido à diversidade de espécies vegetais presentes e às suas diferentes estratégias de captura de nutrientes. Assim, a inclusão de árvores nas explorações agrícolas, tanto nos campos como em faixas tampão, pode ajudar a melhorar a reciclagem de nutrientes e a reduzir as perdas por lixiviação com a consequente diminuição de aplicações de fertilizante através da melhoria dos ciclos de nutrientes ou fixação biológica do azoto (Sinclair *et al.*, 2000).

É no uso mais eficiente dos nutrientes, tanto de fontes naturais como de fertilizantes, que reside uma das maiores contribuições potenciais da agrosilvicultura no uso sustentável do solo (Young, 1997). Segundo este autor, este potencial reside no facto de que os ecossistemas de floresta natural alcançam um elevado grau de reciclagem, através da absorção continuada de nutrientes do solo pelas plantas e o seu retorno pela decomposição dos resíduos vegetais, e de que deve ser possível fazer uso deste potencial em sistemas agro-florestais (figura 2).

No trabalho apresentado por Moreno *et al.* (2007), foi avaliada a distribuição de nutrientes no solo em redor de azinheiras tendo aveia como cultura sob-coberto. As

árvores apresentaram um efeito positivo na maioria dos parâmetros químicos do solo analisados, principalmente na matéria orgânica, N total, CTC e soma de bases de troca, apresentando valores significativamente mais elevados sob a copa das árvores do que para além da projecção da mesma (Moreno *et al.*, 2007). De acordo com estes autores, outros parâmetros químicos (nitrato, P disponível e Ca^{2+}) apresentaram uma tendência semelhante mas com diferenças menos acentuadas. Em todos os casos, os valores diminuíram abruptamente a partir da projecção da copa, não apresentando diferenças significativas entre os 10 e os 30 m de distância ao tronco (Moreno *et al.*, 2007).

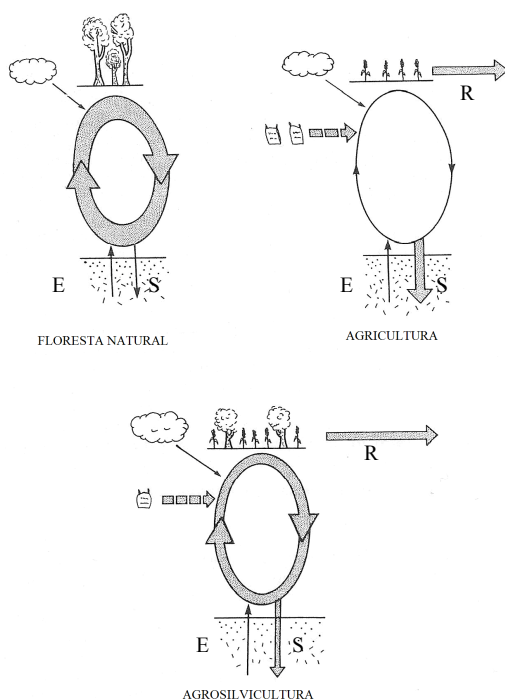


FIGURA 2 - Hipótese da reciclagem de nutrientes em diferentes sistemas. Adaptado de (Young, 1997). [R: exportação de nutrientes nas colheitas; E: entradas de nutrientes; S: saídas de nutrientes].

4.2 - Fixação de carbono e matéria orgânica

Os sistemas agro-florestais densos mantêm a matéria orgânica dos solos em níveis que em alguns casos (nomeadamente com pastagens permanentes) se aproximam dos que ocorrem sob vegetação natural (Young, 1997). A elevada taxa de produção de resíduos vegetais nestes sistemas, leva a uma quase completa cobertura do solo o que aumenta a incorporação de matéria orgânica e, provavelmente, reduz a taxa de perda. Os sistemas com menor densidade de plantas, incluindo os de árvores em terras agrícolas e

em pastagens e os quebra-ventos, não têm a mesma magnitude em termos de efeitos mas levam, frequentemente, a aumentos localizados na matéria orgânica do solo (Young, 1997).

Moreno *et al.* (2007) obtiveram um teor de matéria orgânica sob a copa de azinheiras cerca de duas vezes superior ao verificado para além da projecção daquela.

4.3 - Controlo da lixiviação de Azoto

Uma das hipóteses centrais da agrosilvicultura é que a presença contínua ou intermitente de árvores nos sistemas de uso da terra pode aumentar a eficiência com que os nutrientes e água são retidos no sistema solo-planta e transformados em biomassa, (Young, 1997). Existem algumas evidências de que as árvores, em comparação com as culturas anuais, são capazes de reduzir a lixiviação de nutrientes (Lehmann *et al.*, 1999), ou de que podem absorver nutrientes abaixo da zona radicular dessas culturas (Hartemink *et al.*, 1996). As árvores podem formar uma “rede de segurança” por baixo da zona radicular das culturas anuais (van Noordwijk *et al.*, 1996), sendo também capazes de mobilizar nutrientes desde horizontes mais profundos tornando-os disponíveis para outras culturas com sistemas radicais menos profundos (Buresh e Tian, 1997) (figura 3). A presença de árvores nos agro-sistemas pode possibilitar a diminuição de aplicações de fertilizante sem redução da produção agrícola, através da melhoria dos ciclos de nutrientes ou fixação biológica do azoto (Sinclair *et al.*, 2000).

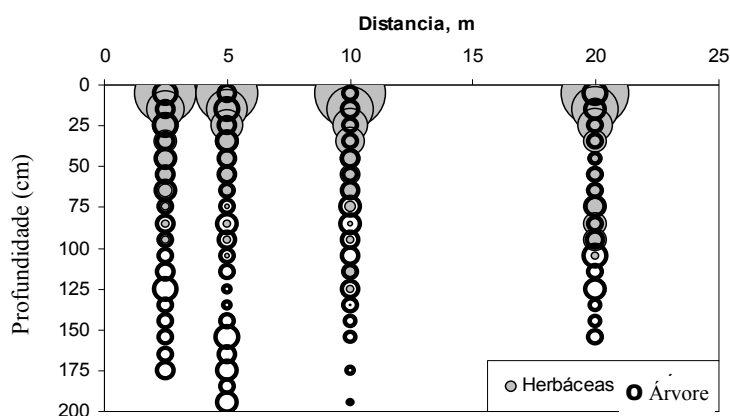


FIGURA 3 - Perfil radicular de azinheira e de aveia a diferentes distâncias do tronco. O tamanho da borbulha é proporcional à densidade de raízes. Adaptado de Moreno *et al.* (2005).

A perda de água e nutrientes abaixo da zona radicular é quase inevitável com os actuais sistemas de rega e fertilização, devido à sua baixa eficiência e à falta de uniformidade na aplicação (Pang *et al.*, 1997). Esta é uma das causas da existência de sobrefertilização em muitas culturas. Assim, em Espanha mediram-se perdas superiores a 100 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ em culturas de regadio (Cartagena *et al.*, 1995; Moreno *et al.*, 1996; Causapé *et al.*, 2002). Segundo diversos autores, as perdas de nutrientes por lixiviação poderiam reduzir-se consideravelmente com a introdução de árvores nas parcelas agrícolas (sistemas silvoaráveis) ou de pastagem (sistemas silvopastoris), dado que os nutrientes que passam abaixo do alcance das raízes das herbáceas podem ser utilizados eficientemente pelas raízes mais profundas das árvores, contribuindo para o seu desenvolvimento e para o controlo da contaminação de aquíferos e cursos de água (Young, 1997).

Recentemente, Palma *et al.* (2007) apresentaram modelos relativos à eficácia dos sistemas agro-florestais no controlo da lixiviação, com diferentes combinações de árvores-herbáceas para as diferentes regiões ecológicas da Europa, com resultados prometedores que deverão ser corroborados experimentalmente. Também foi demonstrada a eficácia das árvores na redução dos níveis de lixiviação, tanto em parcelas agro-florestais em áreas tropicais como pela vegetação ripária em zonas temperadas (Schultz *et al.*, 2004; Nair e Graetz, 2004). Estes últimos autores demonstraram a eficácia das árvores no controlo da lixiviação em sistemas silvopastoris sobre solos arenosos da Florida (figura 4).

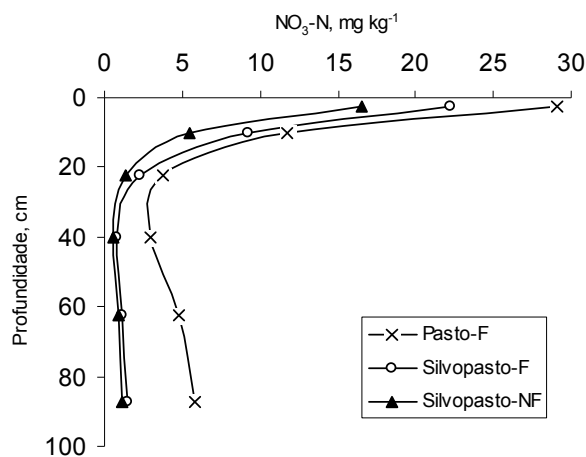


FIGURA 4 - Efeito dos sistemas silvopastoris no perfil de concentração de nitrato em função do tipo de sistema (pastoril e silvopastoril fertilizados com 90 kg N ha⁻¹ e silvopastoril não fertilizado). Adaptado de Nair e Graetz (2004).

Existe pouco trabalho experimental publicado sobre a eficácia das árvores no controlo da lixiviação do nitrato em ambientes mediterrâneos, nos quais uma parte significativa da mineralização de N se produz no Outono-Inverno (Gallardo e Merino, 1998), quando as árvores caducifólias não têm folhas.. Contudo, a presença de sistemas radicais normalmente profundos nas espécies lenhosas mediterrânicas (Schenk e Jackson, 2002) permite-nos supor que possuem um elevado potencial de controlo da lixiviação, dado que, além da possível absorção de nutrientes desde camadas mais profundas, é espectável uma baixa competitividade com o estrato herbáceo (Moreno *et al.*, 2005).

Oliveira (2006) estudou a eficácia das árvores no controlo da lixiviação de nitrato em sistemas silvopastoris de regadio num ensaio constituído por quatro tipos de cobertura do solo (solo nu, pastagem, árvores e árvores com pastagem). De acordo com este autor, a presença de cerejeiras (componente arbóreo dos sistemas) permitiu obter uma redução de cerca de 41% no teor de nitrato da água de drenagem analisada. Além disso, também entre os sistemas com componente arbórea se verifica a existência de diferenças significativas, sendo o teor de nitrato da água de drenagem do sistema SP cerca de 5% inferior ao do sistema S (figura 5).

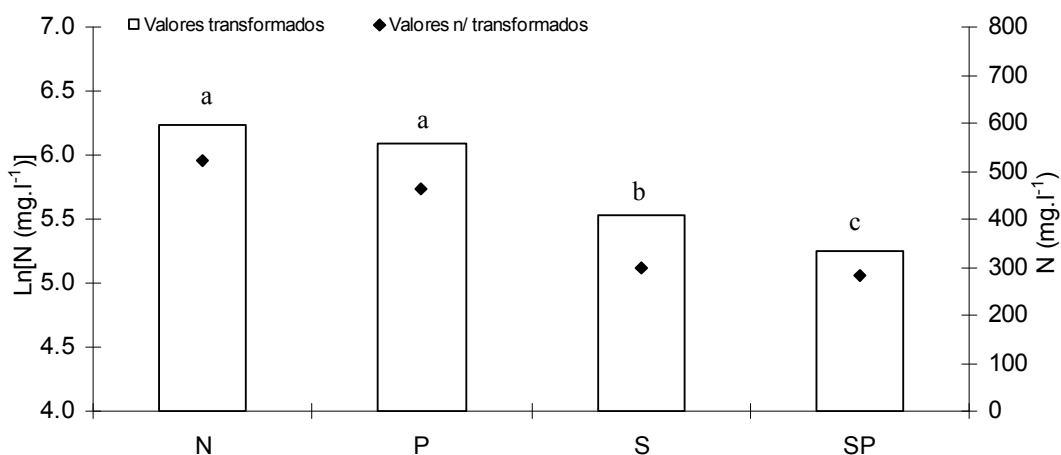


FIGURA 5 - Teores médios de azoto, por sistema, recolhidos na água de drenagem durante os meses de Abril, Maio e Junho (Oliveira, 2006). N – Solo nu; P – Pastagens; S – Solo com árvores (Silvo); SP – Solo com árvores e herbáceas (Silvo-Pastoril). Foram utilizadas cerejeiras com um ano de viveiro e uma mistura de espécies herbáceas constituída por *Lolium perene*, *Lolium multiflorum*, *Dactylis glomerata* e duas variedades de *Trifolium repens*, na dose de 21 kg ha⁻¹. Estes sistemas de cultura foram combinados factorialmente com dois tratamentos de fertilização (mineral e orgânico) e duas doses (não fertilizado, 90 e 180 kg N ha⁻¹) com 6 repetições por tratamento. Os valores de “nitrato lixiviado” foram transformados para garantir os pressupostos necessários à análise de variância. Colunas com letras iguais não apresentam diferenças significativas entre as médias pelo teste de Duncan para um nível de $P \leq 0,05$.

Da análise dos resultados apresentados na figura 5 podemos avaliar o papel fundamental das árvores na diminuição da lixiviação de nitrato. As raízes das árvores, ao absorverem maior quantidade de água e nutrientes, diminuem a sua disponibilidade no solo diminuindo também a sua percolação ao longo do perfil. Como consequência, a passagem de nitrato para as camadas mais profundas do solo vai diminuir, reduzindo assim a sua lixiviação.

Nesta fase inicial de avaliação, existem algumas evidências de que as práticas agro-florestais podem beneficiar o ambiente através da redução da perda de nutrientes a partir dos campos agrícolas. No entanto, só se poderá chegar a conclusões definitivas

após a obtenção de dados experimentais resultantes de práticas agro-florestais em diferentes tipos de solo e condições ambientais.

4.3 - Controle de incêndios florestais

Os sistemas agro-florestais, ao reduzirem a quantidade de combustível, promoverem a formação de descontinuidades horizontais e verticais na vegetação e pela formação de clareiras na paisagem podem ser um meio de controlar o número e severidade dos incêndios. Silva-Pando e Hernández (1992) investigaram a re-introdução de gado para aumentar a produção de carne e, ao mesmo tempo, para ajudar a eliminar a vegetação que se acumula reduzindo assim o risco de fogo. Neste trabalho, os autores verificaram que os animais se alimentam selectivamente das árvores. Em geral, nenhuma das espécies animais se alimenta de plantas jovens de eucalipto, sendo excepção, em raras ocasiões, os bovinos. Assim, os animais podem ser introduzidos em plantações de eucaliptos numa fase inicial do seu desenvolvimento. Pelo contrário, em plantações de pinheiro, a introdução de animais não pode ser feita antes do crescimento das árvores impedir que aqueles se alimentem do topo das suas copas. Em particular, as cabras não devem ser introduzidas antes de as árvores desenvolverem uma casca espessa, uma vez que tendem a comer a casca das jovens árvores podendo originar a sua morte.

A melhor estratégia para introduzir o gado parece ser começar com cabras, cavalos e porcos, depois introduzir ovelhas à medida que aumenta a vegetação herbácea, aumentar lentamente o número de ovelhas, e finalmente incluir os bovinos. Silva-Pando e Hernández (1992) não verificaram quaisquer efeitos danosos do pastoreio no solo ou nas árvores, apenas um ligeiro aumento no pH e uma alteração considerável na composição florística do sob-coberto.

4.4 - Construção de paisagem, biodiversidade e modificações microclimáticas

A presença de árvores nas parcelas agrícolas tem uma grande tradição na Europa embora tenha sofrido uma diminuição considerável no último século. Contudo, existem ainda muitos exemplos desta prática que contribuem para a criação de heterogeneidade nas zonas rurais dos países europeus, sobretudo nos do sul, englobando uma grande diversidade de paisagens e habitats, constituindo por isso sistemas de grande valor paisagístico. Da mesma forma, a existência de árvores nas terras de cultura ou nas

pastagens, tem um efeito muito positivo na biodiversidade animal, como tem sido demonstrado em vários estudos.

Ao nível do microclima, as árvores constituem um elemento essencial dos sistemas silvopastoris, na medida em que favorecem a amenização dos elementos climáticos propiciando abrigo para os animais, nomeadamente sombra e contra as intempéries, aspectos importantes ao nível do bem-estar animal.

5 - SÍNTESE E PERSPECTIVAS

Em vários países europeus, assim como um pouco por todo o mundo, estão em marcha diversos ensaios com sistemas agro-florestais, na procura do seu aperfeiçoamento e melhor conhecimento das suas características e potencialidades. Parece-nos importante que também em Portugal se aposte neste tipo de sistemas, por exemplo na procura de soluções para a cada vez mais vasta área de zonas desfavorecidas onde o problema da desertificação se torna essencial, no estabelecimento de bandas de vegetação ripícola nas margens dos cursos de água para diminuir a poluição por nitratos de origem agrícola, na pesquisa e estabelecimento de novas combinações de culturas anuais e árvores produtoras de madeira de qualidade, e não esquecendo, evidentemente, a procura de soluções inovadoras e sustentáveis para a gestão e manutenção dos ancestrais sistemas agro-florestais que caracterizam a paisagem agrária de Portugal.

A investigação agro-florestal tem fornecido evidências que nos permitem indagar sobre a introdução de novos sistemas agro-florestais no Entre Douro e Minho. A criação de sistemas silvopastoris, com espécies autóctones produtoras de madeira de qualidade, ou com pinheiro bravo ou eucalipto, ambos bastante adaptados às nossas condições, devem merecer a atenção dos organismos de investigação. Existem exemplos desta prática em vários países do mundo, nomeadamente na Nova Zelândia e na Austrália. O sistema “campo-bouça” desapareceu quase completamente tendo ficado as bouças, na maioria dos casos em terrenos férteis, e com uma gestão absentista. Uma alternativa para estas áreas, seria a transformação em sistemas silvopastoris, juntando na mesma parcela o que até aqui esteve separado.

A adopção deste tipo de sistemas reveste-se ainda de maior importância como alternativa para resolução de alguns dos principais problemas que pendem sobre um

grande número de explorações agrícolas da região dedicadas à produção leiteira intensiva: ambientais (e.g. encabeçamentos, eliminação de chorumes, erosão), bem-estar animal e diversificação dos fluxos de caixa. A instalação de árvores nas parcelas agrícolas poderia permitir aumentar as quantidades máximas de chorume a aplicar ao solo, actualmente fixadas em $120 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (sem separação de fracções e com duas culturas por ano, supondo uma composição de $2,8 \text{ kg N m}^{-3}$) de acordo com o Decreto-Lei n.º 202/2005 de 24 de Novembro. A sustentação ambiental deste aumento reside no facto de a presença das árvores originar a existência de um duplo sistema radicular, dado as suas raízes mais profundas estenderem-se sob as raízes da cultura herbácea, reduzindo assim a lixiviação de nutrientes, nomeadamente azoto, e consequente poluição dos aquíferos e cursos de água.

Também os sistemas silvoaráveis, objecto de experimentação em vários países, têm dado mostras de serem economicamente viáveis, proporcionando aos agricultores um rendimento anual proveniente da cultura agrícola ao qual se junta o rendimento da madeira no final do ciclo de crescimento das árvores. Também para este tipo de sistemas parecem existir boas condições na nossa região, sendo provável que, por exemplo, associações de cerejeira brava ou nogueira com a cultura do milho, assim como com a cultura forrageira de Inverno, possam ser viáveis, à semelhança do que acontece já em França em alguns milhares de hectares.

Ao nível das áreas de culturas permanentes (oliveiras, amendoeiras e alfarrobeiras) pensamos haver lugar para a reconversão em sistemas silvopastoris. O olival tradicional ocupa uma área considerável e tem sido votado ao abandono, pelo que a utilização em silvopastorícia poderá ser uma alternativa viável.

Finalmente, os montados, lameiros e soutos, sistemas com grande tradição em Portugal e sobre os quais devem recair também as atenções de todos, no sentido de se fazer uma gestão cuidada e sustentável destas áreas, o que nem sempre tem acontecido, como podemos verificar pelo declínio do montado de sobro e azinho que urge contrariar.

Neste sentido, esperamos que o trabalho aqui apresentado seja um pequeno contributo para a enorme tarefa que o país não pode deixar de enfrentar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M.A.; NICHOLLS, C.I. (2002) - The simplification of traditional vineyard based agroforests in north-western Portugal: some ecological implications. *Agroforestry Systems* 56: 185-191.
- BURESH, R.J.; TIAN, G. (1997) - Soil improvement by trees in sub-Saharan Africa. *Agroforestry Systems* 38: 51–76.
- CARTAGENA, M.C.; VALLEJO, A.; DÍEZ, J.A.; BUSTOS, A.; CABALLERO, R.; ROMAN, R. (1995) - Effect of the type of fertilizer and source of irrigation water on N use in a maize crop. *Field Crops Res.* 44:33-39.
- CAUSAPÉ, J.; ISIDORO D.; QUÍLEZ D.; ARAGÜÉS R. (2002) - Water and nitrogen management in the irrigation district nº V of Bardenas (Zaragoza, Spain) and environmental impact on water resources. Proc. VII Congr. European Soc. for Agron., Córdoba, Spain. 15–18 July 2002. p. 69–70. Junta de Andalucía, Sevilla, Espanha.
- CUNHA, M. (2006) - Sistemas agro-florestais do Noroeste Atlântico de Portugal. Secção Autónoma de Engenharia das Ciências Agrárias, Faculdade de Ciências do Porto, Conceptprint, 12 pp.
- DUPRAZ, C.; NEWMAN, S.M. (1997) - Temperate Agroforestry: The European way. In GORDON, A.M.; NEWMAN, S.M. – *Temperate Agroforestry Systems*. CAB International. Wallingford, Reino Unido, pp. 181-236.
- EICHHORN, M.P.; PARIS, P.; HERZOG, F.; INCOLL, L.D.; LIAGRE, F.; MANTZANAS, K.; MAYUS, M.; MORENO, G.; PAPANASTASIS, V.P.; PILBEAM, D.J.; PISANELLI, A.; DUPRAZ, C. (2006) - Silvoarable systems in europe – past, present and future prospects. *Agroforestry Systems* 67: 29-50.
- GALLARDO, A.; MERINO, J. (1998) - Soil nitrogen dynamics in response to carbon increase in a Mediterranean shrubland of SW Spain. *Soil Biol. Biochem.* 30 (10/11): 1349-1358.
- HARTEMINK, A.E.; BURESH, R.J.; JAMA, B.; JANSSEN, B.H. (1996) - Soil nitrate and water dynamics in sesbania fallows, weed fallows, and maize. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 60: 568–574.
- HERZOG, F. (1998) - Streuobst: a traditional agroforestry system as a model for agroforestry development in temperate Europe. *Agroforestry Systems* 42: 61-80.
- HISLOP, M.; SINCLAIR, F. (2000) - Introduction. In HISLOP M.; CLARIDGE, J. – *Agroforestry in the UK*. Forestry Comision. Bulletin 122: 1-6.

- LEHMANN, J.; WEIGL, D.; DROPELMANN, K.; HUWE, B.; ZECH, W. (1999) - Nutrient cycling in an agroforestry system with runoff irrigation in Northern Kenya. *Agroforestry Systems* 43: 49-70.
- MARY, F.; DUPRAZ, C.; DELANNOY, E.; LIAGRE, F. (1999) - Incorporating agroforestry practices in the management of walnut plantations in Dauphiné, France: an analysis of farmers' motivations. *Agroforestry Systems* 43: 243-256.
- MORENO, F.; CAYUELA, J.A.; FERNÁNDEZ, J.E.; FERNÁNDEZ-BOY, E.; MURILLO J.M.; CABRERA F. (1996) - Water balance and nitrate leaching in an irrigated maize crop in SW Spain. *Agric. Water Manage.* 32:71-83.
- MORENO, G.; OBRADOR, J.J.; CUBERA, E.; DUPRAZ, C. (2005) - Fine root distribution in Dehesas of Central-Western Spain. *Plant and Soil* 277:153-162.
- MORENO, G.; OBRADOR, J.J.; GARCIA, A. (2007) - Impact of evergreen oaks on soil fertility and crop production in intercropped dehesas. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119: 270-280.
- MORENO, G.; PULIDO, F.J. (2008) - Dehesa functioning, management and persistence. In MOSQUERA-LOSADA, M.R.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MCADAM, J. – *Agroforestry systems in Europe. Advances in Agroforestry Series, Nº 4* (in press).
- NAIR, P.K.R. (1991) - State-of-the-art of agroforestry systems. *Forest Ecology and Management* 45: 5-29.
- NAIR, V.D.; GRAETZ, D.A. (2004) - Agroforestry as an approach to minimizing nutrient loss from heavily fertilized soils: The Florida experience. *Agroforestry systems* 61: 269-279.
- OLIVEIRA, F. (2006) - Aspectos agronómicos e ambientais em Sistemas Agroflorestais. Porto: Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 116p. Relatório do Trabalho Final de Curso.
- PALMA, J.H.N.; GRAVES, A.R.; BUNCE, R.G.H.; BURGUÉS, P.J.; DE FILIPPI, R.; KEESMAN, K.J.; VAN KEULEN, H.; LIAGRE, F.; MAYUS, M.; MORENO, G.; REISNER, Y.; HERZOG, F. (2007) - Modeling environmental benefits of silvoarable agroforestry in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 119: 320-334.
- PANG, X.P.; LETEY J.; WU L. (1997) - Irrigation quantity and uniformity and nitrogen application effects on crop yield and nitrogen leaching. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:257-261.

PARIS, P.; BRIEL, J.; BURKART, K.; BURGESS, P.J.; HERZOG, F.; INCOLL, L.D.; ISPIKOUDIS, I.; LIAGRE, F.; MANTZANAS, K.; MAYUS, M.; MORENO, G.; PAPANASTASIS, V.P.; PISAELLI, A.; SCHINDLER, B.; SCHUMANN, F.; TSATSIADIS, E. (2002) - Extant Silvoarable Practices in Europe. Relatório do Projecto SAFE.

PÔÇAS, I.; CUNHA, M.; PEREIRA, L.S. (2007) - Los lameiros, pastizales seminaturales de regadio de montaña: sistemas ancestrales en la paisaje rural portugués del siglo XXI. In: El pequeño riego y herencias de culturas hídricas en Iberoamérica. Editores: J. Palerm, T. Martínez, M. Castro e L. Pereira. (in press).

SCHENK, H.J.; JACKSON, R.B. (2002) - The global biogeography of roots. *Ecological Monographs* 72(3): 311-328.

SCHULTZ, R.C.; ISENHART, T.M.; SIMPKINS, W.W.; COLLETI, J.P. (2004) - Riparian forest buffers in agroecosystems- lessons learned from the Creek Watershed, central Iowa, USA. *Agroforestry systems* 61: 35-50.

SILVA-PANDO, F.J.; HERNÁNDEZ, M.P.G. (1992) - Agroforestry helps prevent forest fires. *Agroforestry Today*. 4(4): 7-9.

SINCLAIR, F.; EASON, B.; HOOKER, J. (2000) - Understanding and management of interactions. In: *Agroforestry in the UK*. Forestry Comision. Bulletin 122. Editado por M. Hislop e J. Claridge: 17-28.

van NOORDWIJK, M.; LAWSON, G.; SOUMARÉ, A.; GROOT, J.J.R.; HAIRIAH, K. (1996) - Root distribution of trees and crops: competition and/or complementarity. In ONG, C.K.; HUXLEY, P. – *Tree-Crop Interactions – A Physiological Approach*. CAB International, Wallingford, Reino Unido, pp. 319-364.

YOUNG, A. (1997) - *Agroforestry for soil management*. 2nd edition. CAB International, Wallingford, Reino Unido, 320 p.

