

Avaliação do efeito das árvores sobre a produtividade e sobre a qualidade da pastagem no ecossistema *montado*: estudo de caso

Evaluation of the effect of trees on pasture productivity and quality in *montado* ecosystem: case study

João Serrano*, Shakib Shahidian, José Marques da Silva, Eliana Machado e Mário de Carvalho

ICAAM, Universidade de Évora, P.O. Box 94, 7002-554 Évora, Portugal.

(*E-mail: jms@uevora.pt)

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17200>

Recebido/received: 2017.08.05

Aceite/accepted: 2017.09.18

RESUMO

Este estudo teve por objectivo avaliar o efeito das árvores sobre a produtividade e sobre a qualidade da pastagem num ecossistema constituído por pastagem biodiversa sob *montado* de azinho (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia* Lam.), pastoreada por ovinos. Foram seleccionadas seis árvores tendo-se georreferenciado quatro pontos de amostragem em cada árvore (dois pontos fora da copa e dois debaixo da copa). A evolução da pastagem foi registada nos vinte e quatro pontos de amostragem em cinco momentos: no final do Outono (Dezembro de 2015), no final do Inverno (Março de 2016), e mensalmente durante a Primavera de 2016 (Abril, Maio e Junho). Foram medidos os seguintes parâmetros: produção de matéria verde e de matéria seca por hectare, cinzas, proteína bruta e fibra. Entre Abril e Maio de 2016 procedeu-se ao levantamento da composição florística de cada um dos pontos de amostragem. Os resultados obtidos mostraram: (i) maior produtividade da pastagem fora da copa das árvores; (ii) teores de proteína bruta mais elevados debaixo da copa das árvores; (iii) diferenças significativas ao nível da composição florística, com maior preponderância de plantas das famílias das compostas e das leguminosas fora da copa das árvores e maior preponderância de gramíneas debaixo da copa das árvores. Este conhecimento é fundamental no processo de apoio à tomada de decisão do gestor agrícola para formular as estratégias de gestão mais adequadas ao nível do stock de alimentos, da rotação dos animais entre parcelas, dos cálculos de encabeçamento animal, da fertilização/correção do solo, da preservação da biodiversidade de espécies botânicas ou do adensamento dos povoamentos arbóreos.

Palavras-chave: *montado*, pastagem, árvores, produtividade e qualidade

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of trees on pasture productivity and quality in the *montado* ecosystem, composed of pasture grown under holm oak trees (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia* Lam.), grazed by sheep. Six trees were selected, and four sampling points were georeferenced for each tree (two points outside the canopy and two under the canopy). The evolution of the pasture was recorded in the twenty four sampling points at five monitoring dates: at the end of autumn (December 2015), at the end of winter (March 2016) and then monthly during spring 2016 (April, May and June). The following pasture parameters were measured: green and dry matter production per hectare, ash, crude protein and neutral detergent fiber. Between April and May 2016 the floristic composition of the each sampling point was surveyed. The results showed: (i) higher pasture productivity outside tree canopy; (ii) higher crude protein content under tree canopy; (iii) significant differences in floristic composition, with a greater preponderance of plants from composite and legume families outside tree canopy and greater preponderance of grasses under tree canopy. This knowledge is fundamental for supporting the decision making process of the farm manager in formulating the most appropriate management strategies: animal stocking rates, rotation among grazing parcels, calculation of animal headings, soil fertilization/correction, preservation of the biodiversity of botanical species and tree density.

Keywords: *montado*, pasture, trees, productivity and quality

INTRODUÇÃO

O *montado*, característico da região Mediterrânica, é um ecossistema misto de pastagens permanentes e árvores, fundamentalmente azinheiras (*Quercus ilex ssp. rotundifolia* Lam.), para produção de bolotas para a alimentação animal, e sobreiros (*Quercus suber* L.) para produção de cortiça (David *et al.*, 2013). A pastagem, entre o Outono e a Primavera, constitui a principal fonte de alimento de animais em pastoreio extensivo. Esta forma de utilização da terra constitui uma estratégia de conservação do solo, reduzindo a perda de água, de solo e de nutrientes e aumentando a qualidade e a fertilidade do solo (Marcos *et al.*, 2007). Os agricultores necessitam de informação sobre o efeito das árvores na produtividade e na qualidade das pastagens para que possam avaliar possíveis estratégias de adensamento arbóreo numa perspectiva de equilíbrio ente produtividade e sustentabilidade do recurso solo (Guevara-Escobar *et al.*, 2007). Segundo Benavides *et al.* (2009) a produtividade e a qualidade da pastagem debaixo das árvores constituem mesmo indicadores de sustentabilidade das explorações agrícolas.

O efeito das árvores na pastagem é directamente consequência da extensão com que estas modificam o microclima e as propriedades do solo (Benavides *et al.*, 2009). A competição entre as árvores e a pastagem pela luz solar, pela humidade e pelos nutrientes do solo influencia a produção de pastagens em sistemas silvo-pastoris (Benavides *et al.*, 2009). De acordo com Hussain *et al.* (2009) o nível de sombra e a sua duração são os principais factores que afectam o desenvolvimento da pastagem debaixo das árvores. A redução da quantidade e da qualidade da luz afecta directamente os processos fisiológicos das plantas, diminuindo a fotossíntese e, consequentemente, a produção de hidratos de carbono e a produção de matéria seca da pastagem (Jackson e Ash, 1998; Benavides *et al.*, 2009). Jackson e Ash (1998) verificaram um efeito positivo das árvores sobre a qualidade da pastagem, mas negativo sobre a sua produtividade, apesar de alertarem que esta tendência é variável em função da fertilidade do solo.

Foi demonstrado o efeito positivo das árvores e dos animais em pastoreio sobre a fertilidade do solo (Serrano, Shahidian, Marques da Sila e Carvalho,

dados não publicados). No entanto, poucos estudos têm sido realizados para determinar a importância relativa das interações entre as árvores e a pastagem e respectivas consequências na produtividade e qualidade da pastagem (Marcos *et al.*, 2007). A Figura 1 ilustra os diferentes componentes do ecossistema *montado*: solo, pastagem, árvores e animais e traduz o objectivo principal deste estudo – avaliar o efeito das árvores (e, indirectamente, dos animais e do solo) sobre a produtividade e sobre a qualidade da pastagem no ecossistema *montado*.

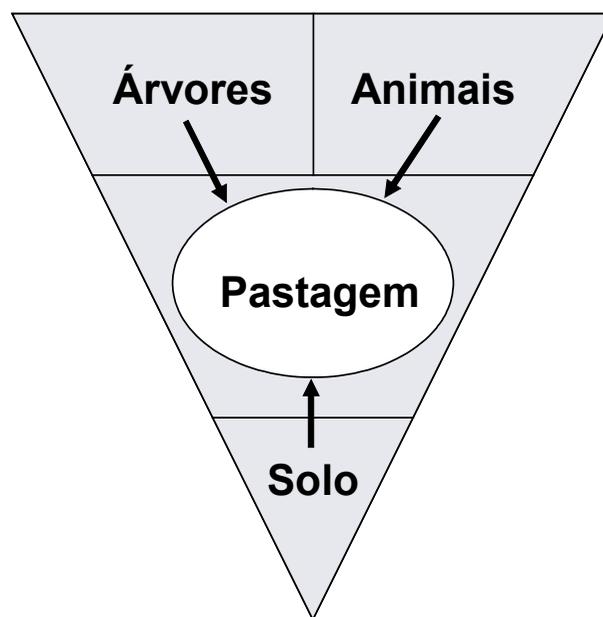


Figura 1 - Componentes do ecossistema *montado*: efeito das árvores, dos animais e do solo sobre a produtividade e sobre a qualidade da pastagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Parcela de estudo

A parcela de estudo, com uma área de 2,3 ha, localiza-se na Herdade da Mitra (coordenadas 38°32,2'N; 8°01,1'W), da Universidade de Évora, na região Sul de Portugal. Trata-se de uma parcela de *montado* de azinho (*Quercus ilex ssp. rotundifolia* Lam.), com reduzida densidade (oito árvores por hectare), e pastagem permanente pastoreada por 15 ovinos *Merino Preto* em sistema rotacional. Na parcela foram identificadas seis árvores que foram seleccionadas para estudo. Em cada uma destas foram instaladas quatro caixas de exclusão de pastoreio,

duas fora da copa (FCA) e duas debaixo da copa (DCA), num total de vinte e quatro pontos de amostragem (Figura 2).

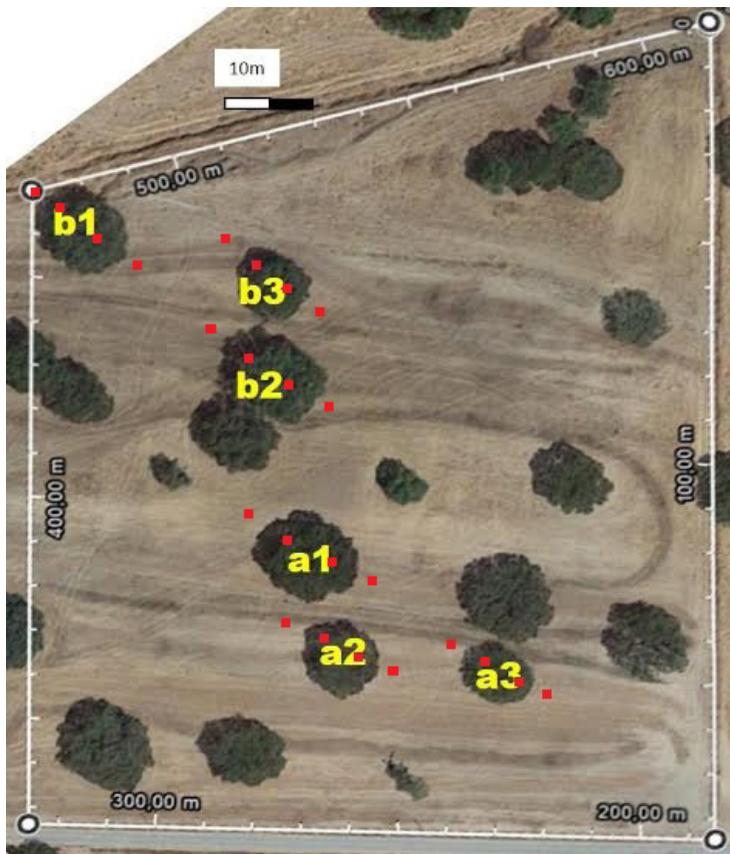


Figura 2 - Parcela de ensaio localizada na Herdade da Mitra, da Universidade de Évora, com indicação dos códigos das árvores (a1, a2, a3, b1, b2 e b3) e dos pontos de amostragem.

Amostragem da pastagem

A amostragem da pastagem consistiu na medição da produtividade, da qualidade e da composição florística. A medição da produtividade e da qualidade da pastagem decorreu em cinco momentos: no final do Outono (Dezembro de 2015), no final do Inverno (Março de 2016), e mensalmente durante a Primavera (Abril, Maio e Junho). Em cada ponto de amostragem, um operador colocou sobre a pastagem um aro metálico com 0,1 m² de área (dimensões 0,40 m x 0,25 m). A pastagem dentro desta área foi cortada com uma tesoura eléctrica e guardada em sacos de plástico. Em laboratório,

a pastagem foi pesada, desidratada (72 h a 65°C) e pesada novamente para estabelecer a produtividade da pastagem (kg MV ha⁻¹ e kg MS ha⁻¹), de acordo com metodologia standard (Serrano *et al.*, 2016). As amostras desidratadas foram submetidas a análise dos teores em cinzas totais (CT), proteína bruta (PB) e fibra (NDF).

O levantamento da composição florística em cada ponto de amostragem, em termos de espécies botânicas da pastagem, foi realizado por uma especialista em Biologia da Conservação no período de floração da Primavera de 2016 (entre Abril e Maio). Esta informação foi depois convertida em percentagem de cobertura da área de amostragem.

Análise estatística dos resultados

A análise estatística dos resultados incluiu a análise descritiva com o cálculo da média, do desvio padrão, do coeficiente de variação e do intervalo de variação de cada conjunto de dados da pastagem. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o programa "MSTAT-C", com um nível de significância de 95% ($p < 0,05$). Procedeu-se a análise de variância (ANOVA) e foi utilizado o teste de Fischer ("LSD-least square differences") para determinar as diferenças significativas entre médias nas duas condições de ensaio (fora da copa e debaixo da copa).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 1 mostra a estatística descritiva dos parâmetros da produtividade e da qualidade da pastagem ao longo do seu ciclo vegetativo, no conjunto dos vinte e quatro pontos de amostragem. O Quadro 2 apresenta, para a produtividade e para a qualidade da pastagem ao longo do seu ciclo vegetativo, a probabilidade de diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as duas situações em estudo: debaixo da copa das árvores (DCA) e fora da copa das árvores (FCA).

Quadro 1 - Estatística descritiva dos parâmetros de produtividade e de qualidade da pastagem ao longo do ciclo vegetativo, no conjunto dos vinte e quatro pontos de amostragem

Parâmetros da pastagem	Média±DP	CV, %	Intervalo de variação
<i>MV, kg ha⁻¹</i>			
21/12/2015	2840±3075	108,3	[0-9280]
15/03/2016	11426±6328	55,4	[1920-29700]
28/04/2016	16903±8264	48,9	[6170-37530]
25/05/2016	24148±13584	56,3	[7010-52290]
16/06/2016	11003±6483	58,9	[1440-25920]
<i>MS, kg ha⁻¹</i>			
21/12/2015	431±448	103,9	[0-1190]
15/03/2016	1550±679	43,8	[350-2720]
28/04/2016	2395±1091	45,5	[1030-4520]
25/05/2016	3166±1009	31,9	[1400-5840]
16/06/2016	4277±2419	56,6	[610-9820]
<i>CT, % DM</i>			
15/03/2016	12,0±3,5	29,4	[9,1-26,0]
28/04/2016	9,8±1,4	14,2	[7,6-12,9]
25/05/2016	8,4±1,4	17,1	[6,2-12,1]
16/06/2016	8,6±3,2	37,2	[5,8-20,7]
<i>PB, % DM</i>			
15/03/2016	13,8±2,8	20,6	[8,7-19,8]
28/04/2016	11,9±3,5	29,2	[6,5-22,2]
25/05/2016	10,3±3,0	29,5	[5,1-17,5]
16/06/2016	7,6±2,5	32,6	[4,1-14,5]
<i>NDF, % DM</i>			
15/03/2016	38,1±5,3	13,8	[29,5-50,2]
28/04/2016	52,9±5,9	11,1	[43,1-64,3]
25/05/2016	64,0±4,4	6,8	[53,8-74,1]
16/06/2016	66,8±6,1	9,1	[55,3-78,3]

DP- Desvio padrão; CV- Coeficiente de variação; MV- Matéria verde; MS- Matéria seca; CT- Cinzas totais; PB- Proteína bruta; NDF- Fibra

Efeito das árvores sobre a produtividade da pastagem

A Figura 3 mostra a evolução gráfica da produtividade da pastagem em termos de matéria verde (MV) e de matéria seca (MS), em kg ha⁻¹. O padrão corresponde ao comportamento típico em pastagens de sequeiro em condições de clima Mediterrânico, com um pico de produção no final da Primavera (Maio/Junho). Durante o Inverno, que coincide com o período de menor crescimento, não se verificaram diferenças significativas na produção de biomassa nas duas situações (DCA e FCA), o que está em linha com o estudo de Benavides *et al.* (2009). É possível verificar, no entanto, diferenças significativas entre Março e Junho favorecendo a produtividade (MV e MS) fora da copa das árvores. A sombra das árvores exerce um efeito directo sobre os aspectos fenológicos, mas também sobre a produtividade da pastagem (Marcos *et al.*, 2007).

Quadro 2 - Produtividade e qualidade da pastagem ao longo do ciclo vegetativo, nas duas situações de ensaio, debaixo da copa das árvores (DCA) e fora da copa das árvores (FCA)

Parâmetros da pastagem	DCA	FCA	Probabilidade
<i>MV, kg ha⁻¹</i>			
21/12/2015	2005±2352	3675±3565	ns
15/03/2016	8747±4210	14106±7095	0,0307
28/04/2016	12403±3910	21403±9128	0,0002
25/05/2016	15148±5856	33149±13221	0,0000
16/06/2016	6017±3122	15990±4888	0,0000
<i>MS, kg ha⁻¹</i>			
21/12/2015	437±483	425±425	ns
15/03/2016	1232±554	1868±661	0,0162
28/04/2016	1804±546	2987±1195	0,0001
25/05/2016	2751±910	3582±961	0,0734
16/06/2016	2363±1017	6191±1791	0,0000
<i>CT, % MS¹</i>			
15/03/2016	13,9±4,3	10,2±0,7	0,0049
28/04/2016	10,5±1,4	9,1±1,0	0,0048
25/05/2016	8,8±1,5	8,0±1,3	ns
16/06/2016	9,7±4,2	7,4±1,1	ns
<i>PB, % MS</i>			
15/03/2016	14,8±3,5	12,8±1,6	0,0300
28/04/2016	13,4±4,2	10,5±1,8	0,0375
25/05/2016	12,0±2,9	8,6±2,2	0,0009
16/06/2016	8,5±3,1	6,7±1,3	ns
<i>NDF, % MS</i>			
15/03/2016	40,0±5,8	36,2±4,1	0,0987
28/04/2016	55,4±5,3	50,5±5,5	0,0084
25/05/2016	63,6±5,6	64,5±2,9	ns
16/06/2016	68,5±6,8	65,1±5,0	ns

MV- Matéria verde; MS- Matéria seca; CT- Cinzas totais; PB- Proteína bruta; NDF- Fibra; Probabilidade- Probabilidade de diferenças significativas (p<0,05%); ns- Diferenças não significativas

O nível de sombra e a sua duração (e a consequente intercepção de luz) são factores determinantes no efeito negativo sobre a produtividade das pastagens debaixo da copa das árvores (Somarriba, 1988; Guevara-Escobar *et al.*, 2007; Benavides *et al.*, 2009; Hussain *et al.*, 2009). Em resumo, pode afirmar-se que para a maior produtividade fora da copa das árvores terão contribuído, por um lado a maior taxa de fotossíntese em resultado da maior radiação solar incidente e, por outro, a menor competição pela água e pelos nutrientes entre as raízes da pastagem e as raízes das árvores.

Efeito das árvores sobre a qualidade da pastagem

As árvores afectam não só a produtividade mas também a qualidade das pastagens. A Figura 4 mostra a evolução dos parâmetros de qualidade da pastagem (cinzas totais, CT, proteína bruta,

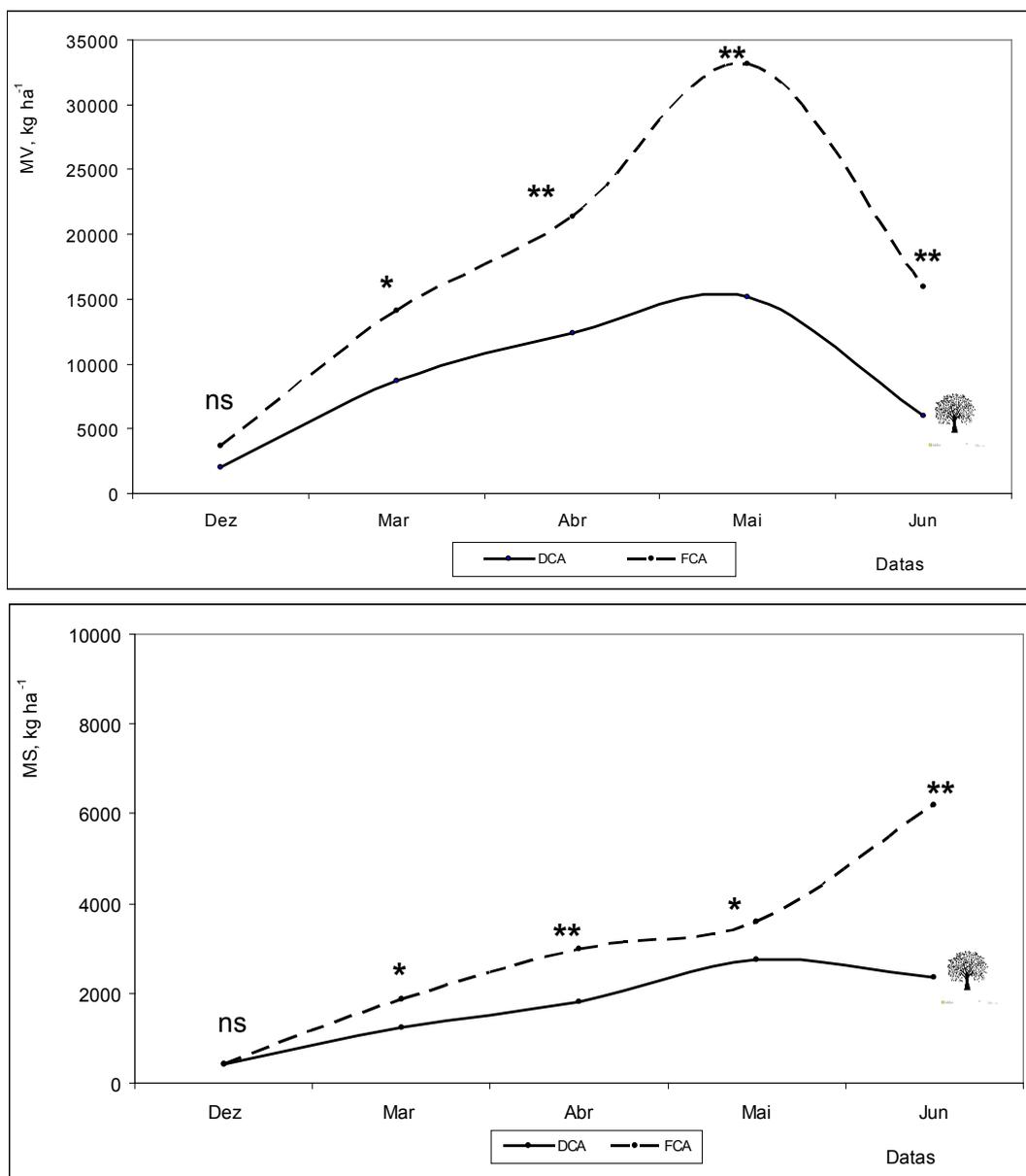


Figura 3 - Evolução da produtividade da pastagem em termos de matéria verde (MV) e de matéria seca (MS) ao longo do ciclo vegetativo, nas duas situações de ensaio (DCA- debaixo da copa das árvores; e FCA- fora da copa das árvores); **- Diferenças significativas, $p < 0,01$; *- Diferenças significativas, $p < 0,05$; ns- Diferenças não significativas

PB e fibra, NDF) nas duas situações em estudo, ao longo do ciclo vegetativo. O padrão típico nestas condições reflecte uma redução do valor nutritivo da pastagem ao longo da Primavera (redução da PB e das CT e aumento da fibra). Por outro lado, registaram-se diferenças significativas nos parâmetros de qualidade da pastagem entre Março e Abril (CT e NDF) ou entre Março e Maio (PB), com influência positiva da copa das árvores. De acordo

com vários autores (Jackson e Ash, 1998; Marcos *et al.*, 2007), a reciclagem de nutrientes e o aumento da fertilidade do solo são consideradas as causas da melhor qualidade da pastagem debaixo das árvores. Benavides *et al.* (2009) consideram que a falta de luz, as mais baixas temperaturas e a menor humidade do solo atrasam o desenvolvimento da pastagem debaixo das árvores, permanecendo fisiologicamente mais jovens e mantendo

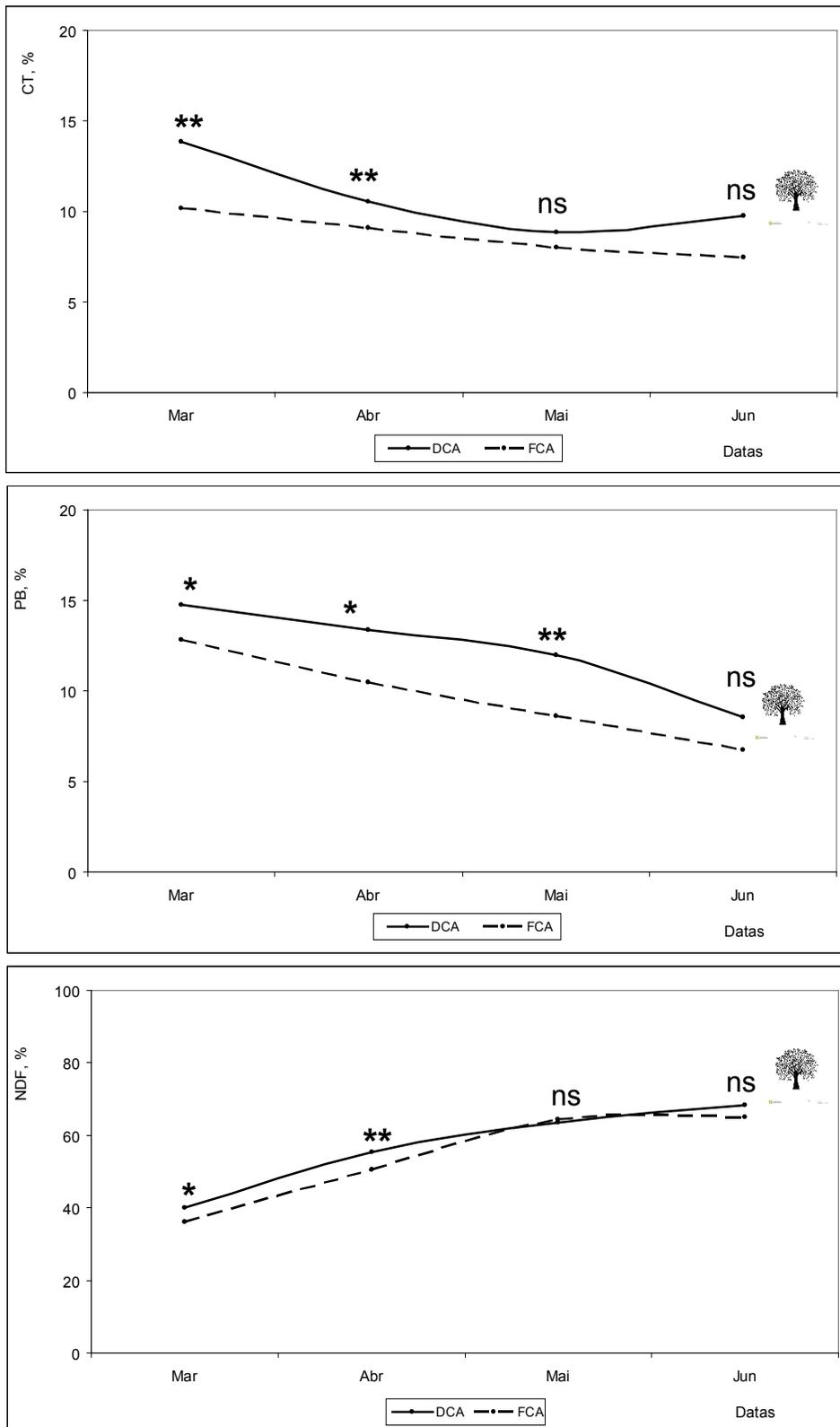


Figura 4 - Evolução da qualidade da pastagem em termos de cinzas totais (CT), proteína bruta (PB) e fibra (NDF) ao longo do ciclo vegetativo, nas duas situações de ensaio (DCA- debaixo da copa das árvores; e FCA- fora da copa das árvores). **- Diferenças significativas, $p < 0,01$; *- Diferenças significativas, $p < 0,05$; ns- Diferenças não significativas

altos níveis metabólicos por um período de tempo mais longo, originando diferenças nos parâmetros de qualidade. Guevara-Escobar *et al.* (2007) referem que as árvores originam também diferenças importantes ao nível da composição florística da pastagem, o que se reflecte a qualidade da mesma. Pullanagari *et al.* (2013) registaram valores mais altos de PB na pastagem debaixo das árvores, tendo justificado este aumento pela menor exposição à luz solar. Esta redução da exposição solar provoca uma diminuição da fotossíntese, com o conseqüente aumento da concentração de azoto e da mineralização da matéria orgânica (Gómez-Rey *et al.*, 2012; Pullanagari *et al.*, 2013). Em termos práticos, teores mais elevados de PB poderão adiar as necessidades de suplementação dos animais na fase final do ciclo vegetativo da pastagem.

Em relação à fibra (NDF), que está inversamente relacionada com a capacidade de ingestão dos animais, geralmente atinge níveis semelhantes debaixo e fora da copa das árvores (Benavides *et al.*, 2009; Pullanagari *et al.* 2013), o que está de acordo com os resultados obtidos neste estudo.

Efeito das árvores sobre a composição florística da pastagem

A Figura 5 mostra as espécies botânicas predominantes (percentagem média de cobertura) na Primavera de 2016 nas duas situações em estudo (DCA e FCA). No Quadro 3 apresentam-se as dez espécies botânicas mais frequentes presentes no conjunto dos vinte e quatro pontos de amostragem. Estas dez espécies representam 81,8% da cobertura total sob a copa das árvores e 84,3% fora da copa das árvores. Esta distribuição apresentou diferenças significativas ($p < 0,05\%$) entre as duas situações em estudo, com maior predominância de plantas da família das compostas e das leguminosas fora da copa das árvores e maior predominância das gramíneas debaixo da copa das árvores. De acordo com Benavides *et al.* (2009) a composição botânica da pastagem debaixo da copa

das árvores geralmente deteriora-se ao longo do tempo por declínio de leguminosas e aumento da proporção de material vegetal seco. Para os mesmos autores, a percentagem global de cobertura com gramíneas tende a aumentar debaixo da copa das árvores devido à sua maior tolerância à sombra e ao maior desenvolvimento fenológico no Inverno e na Primavera.

Em forma de resumo e integrando o conhecimento proporcionado pelo trabalho de avaliação do efeito das árvores sobre o solo (Serrano, Shahidian, Marques da Silva e Carvalho, dados não publicados), pode perceber-se que neste estudo a produtividade da pastagem não reflecte a fertilidade do solo. Importa, no entanto, enquadrar o contexto desta parcela, durante décadas utilizada na produção pecuária extensiva, conduzindo a elevados teores de matéria orgânica, inclusivamente fora da copa das árvores. Assim, apesar da típica acidez destes solos e dos problemas relacionados com a toxicidade do manganês (Mn) devido ao desequilíbrio da razão magnésio (Mg)/Mn, quer na solução do solo quer na concentração dos dois iões na parte aérea da planta (Carvalho *et al.*, 2015), este efeito não se fez sentir sobre a produtividade da pastagem, no entanto, revelou-se ao nível da qualidade da pastagem. A razão menos favorável Mg/Mn inviabiliza o desenvolvimento de algumas espécies botânicas mais exigentes, especialmente as leguminosas visto que o *Rhizobium* é sensível ao excesso de Mn, reduzindo a taxa de fixação do azoto atmosférico (Carvalho *et al.*, 2015).

Quadro 3 - Resumo das dez espécies botânicas mais frequentes (em termos de percentagem de cobertura) no conjunto dos vinte e quatro pontos de amostragem

Espécie botânica	Família botânica	Cobertura DCA, %	Cobertura FCA, %
1ª <i>Erodium moschatum</i>	Geraniaceae – outras	40,2	15,6
2ª <i>Chamaemelum mixtum</i>	Asteraceae – compostas	6,9	17,0
3ª <i>Leontodon taraxacoides</i>	Asteraceae – compostas	6,2	12,3
4ª <i>Gramínea</i> sp.	Poaceae – gramíneas	12,9	1,6
5ª <i>Vulpia</i> sp.	Poaceae – gramíneas	11,1	3,3
6ª <i>Plantago coronopus</i>	Plantaginaceae – outras	1,8	8,5
7ª <i>Trifolium resupinatum</i>	Fabaceae - leguminosas	0,5	9,6
8ª <i>Diplotaxis cahotica</i>	Brassicaceae - outras	0,6	6,3
9ª <i>Rumex bucephalophorus</i>	Polygonaceae - outras	0,2	5,9
10ª <i>Trifolium repens</i>	Fabaceae - leguminosas	1,4	4,2

DCA - Debaixo da copa das árvores; FCA - Fora da copa das árvores



Figura 5 - Espécies predominantes de plantas na pastagem debaixo da copa das árvores (DCA) e fora da copa das árvores (FCA) Evolução da qualidade da pastagem em termos de cinzas totais (CT), proteína bruta (PB) e fibra (NDF) ao longo do ciclo vegetativo, nas duas situações de ensaio (DCA- debaixo da copa das árvores; e FCA- fora da copa das árvores).

CONCLUSÕES

Este estudo avaliou o efeito das azinheiras (*Quercus ilex* ssp. *rotundifolia* Lam.) sobre a produtividade e sobre a qualidade da pastagem. A produtividade apresentou valores significativamente mais elevados fora da copa das árvores, no entanto, a qualidade da pastagem (expressa em termos de proteína bruta) foi mais elevada debaixo da copa das árvores. A sombra terá atrasado o ciclo vegetativo da pastagem debaixo da copa das árvores, mantendo as plantas fisiologicamente mais jovens. Simultaneamente verificaram-se também diferenças significativas na composição florística debaixo da copa e fora da copa das árvores, o que pode reflectir o efeito do microclima, das propriedades do solo e do pastoreio animal.

A sustentabilidade do ecossistema *montado* requer o equilíbrio entre o pastoreio animal, a regeneração das pastagens, a fertilidade do solo e

a preservação do estrato arbóreo. A produção pecuária nestas condições é sustentada por pastagens nativas e biodiversas, que se caracterizam por marcada variação sazonal e espacial da biomassa, das espécies de plantas e do seu estado de desenvolvimento. É, por isso, importante a contínua monitorização desta variabilidade, sustentando adequadas estratégias de gestão, nomeadamente ao nível das necessidades de suplementação animal, do encabeçamento e da rotação de animais entre parcelas, da fertilização ou da correcção do solo, da preservação da biodiversidade de plantas ou do povoamento das árvores.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia no âmbito do Projecto UID/AGR/00115/2013.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavides, R.; Douglas, G.B. & Osoro, K. (2009) – Silvopastoralism in New Zealand: review of effects of evergreen and deciduous trees on pasture dynamics. *Agroforestry Systems*, vol. 76, p. 327-350. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-008-9186-6>
- Carvalho, M.; Goss, M.J. & Teixeira, D. (2015) – Manganese toxicity in Portuguese Cambisols derived from granitic rocks: causes, limitations of soil analyses and possible solutions. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 38, n. 4, p. 518-527. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA15137>
- David, T.S.; Pinto, C.A.; Nadezhdina, N.; Kurz-Besson, C.; Henriques, M.O.; Quilhó, T.; Cermak, J.; Chaves, M.M.; Pereira, J.S. & David, J.S. (2013) – Root functioning, tree water use and hydraulic redistribution in *Quercus suber* trees: A modeling approach based on root sap flow. *Forest Ecology and Management*, vol. 307, p. 136-146. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.07.012>
- Gómez -Rey, M.X.; Garcês, A. & Madeira, M. (2012) – Soil organic-C accumulation and N availability under improved pastures established in Mediterranean oak woodlands. *Soil Use and Management*, vol. 28, n. 4, p. 497-507. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.2012.00428.x>
- Guevara-Escobar, A.; Kemp, P.D.; Mackay, A.D. & Hodgson, J. (2007) – Pasture production and composition under poplar in a hill environment in New Zealand. *Agroforestry Systems*, vol. 69, n. 3, p. 199-213. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-007-9038-9>
- Hussain, Z.; Kemp, P.D.; Horne D.J. & Jaya, I.K.D. (2009) – Pasture production under densely planted young willow and poplar in a silvopastoral system. *Agroforestry Systems*, vol. 76, n. 2, p. 351-362. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-008-9195-5>
- Jackson, J. & Ash, A.J. (1998) – Tree-grass relationships in open eucalypt woodlands of northeastern Australia: influence of trees on pasture productivity, forage quality and species distribution. *Agroforestry Systems*, vol. 40, n. 2, p. 159-176. <https://doi.org/10.1023/A:100606711>

- Marcos, G.M.; Obrador, J.J.; Garcia, E.; Cubera, E.; Montero, M.J.; Pulido, F. & Dupraz, C. (2007) – Driving competitive and facilitative interactions in oak dehesas through management practices. *Agroforestry Systems*, vol. 70, n. 1, p. 25-40. <http://dx.doi.org/10.1007/s10457-007-9036-y>
- Pullanagari, R.R.; Yule, I.J.; Tuohy, M.P.; Hedley, M.J.; Dynes, R.A. & King, W.M. (2013) – Proximal sensing of the seasonal variability of pasture nutritive value using multispectral radiometry. *Grass Forage Science*, vol. 68, n. 1, p. 110-119. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2494.2012.00877.x>
- Serrano, J.; Shahidian, S. & Marques da Silva, J. (2016) – Calibration of GrassMaster II to estimate green and dry matter yield in Mediterranean pastures: effect of pasture moisture content. *Crop and Pasture Science*, vol. 67, n. 7, p. 780-791. <https://doi.org/10.1071/CP15319>
- Somarriba, E. (1988) – Pasture growth and floristic composition under the shade of guava (*Psidium guajava* L.) trees in Costa Rica. *Agroforestry Systems*, vol. 6, n. 1-3, p. 153-162. <https://doi.org/10.1007/BF02344752>