

# AValiação DO INTERESSE DA **INCORPORAÇÃO DE LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS NO SOLO COMO “ADUBAÇÃO VERDE”**

PARA MELHORIA DA GESTÃO TÉCNICA E ECONÓMICA DAS EXPLORAÇÕES CEREALÍFERAS NO VALE DO BAIXO MONDEGO.

**Carlos Alarcão<sup>1</sup>**  
**Anne Karine Boulet<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAPC) – Centro Experimental do Baixo Mondego; sócio da Sociedade Portuguesa de Pastagens e Forragens

<sup>2</sup> Escola Superior Agrária de Coimbra, CERNAS

## INTRODUÇÃO

Nas principais manchas de solos mais produtivas do País, como é o caso do vale do Baixo Mondego, o constante e significativo incremento da produtividade das culturas cerealíferas de regadio (milho-grão e arroz) tem decorrido de intervenções estruturantes a nível do emparcelamento agrícola e da melhoria dos sistemas de rega, associadas à forte incorporação de inovação tecnológica, como o uso de novas variedades e novas soluções ao nível de fertilizantes e outros agroquímicos de acrescida eficiência.

Tal como noutras zonas de elevada aptidão para sistemas de agricultura intensiva de cariz empresarial, o cultivo das principais espécies de interesse agrícola para a agricultura do vale Baixo Mondego enfrenta o desafio de assegurar a máxima competitividade e, ao mesmo tempo, garantir a proteção da biodiversidade e a preservação dos recursos naturais, designadamente do solo e da água.

Esta necessidade de assegurar a rentabilidade económica da atividade, conciliando “intensificação” com “sustentabilidade” obriga à adoção de novas soluções agrónomicas e modelos de gestão nas atividades produtivas. Nesta perspetiva, a equipa técnica do projeto SoilCare (projeto financiado pelo programa comunitário H2020) pretende contribuir para a resolução de dois problemas bem identificados no vale do Baixo Mondego: o recurso excessivo a máquinas agrícolas para operações de mobilização do solo, fertilização e tratamentos e os elevados níveis de aplicação de fertilizantes (sobretudo azotados) e outros agroquímicos nas culturas cerealíferas de regadio.



Ervilha forrageira.

Desta situação decorrem acentuados riscos de degradação da qualidade dos solos agrícolas, por via da excessiva compactação do terreno, redução do seu teor em matéria orgânica e acrescidos riscos de erosão, entre outras consequências negativas para o meio ambiente.

Importa estudar e testar soluções técnicas que, sem colocar em risco a obtenção de bons resultados económicos pelas empresas agrícolas, se revelem eficazes para inverter a tendência de degradação da qualidade dos solos agrícolas do vale do Baixo Mondego.

Uma das hipóteses poderá advir da rotação e sucessão cultural com base em espécies de leguminosas anuais, forrageiras ou não (exemplo: ervilha vocacionada para indústria de congelação) exploradas como cultura “intercalar” durante o período outono-invernal. Dada a sua característica comum de serem culturas fixadoras de azoto, diversas espécies de leguminosas podem ser elegíveis no âmbito do regime de pagamento por práticas agrícolas benéficas para o clima e para o ambiente (“greening”), já que promovem a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, o controle de infestantes, pragas e doenças e a racionalização do uso de fatores de produção, designadamente dos fertilizantes azotados, cujo uso excessivo afeta negativamente o ambiente.

Enquanto precedente cultural inserido em rotação, as leguminosas revestem-se de enorme interesse para todo o território nacional, quer extremes quer em consociação ou como culturas de interesse forrageiro quer na produção de grão.

Embora a inclusão de espécies e variedades de leguminosas nas misturas forrageiras de sementeira outono-invernal represente sempre um acréscimo de custo em relação aos tradicionais ferrejos de gramíneas, a despesa inicial de compra de sementes selecionadas é rentabilizada pela obtenção de maior produção de erva e de valor nutritivo superior.

Em função da existência (ou não) de efetivos pecuários e suas necessidades alimentares ao longo do ano, o objetivo empresarial visa obter o máximo proveito possível da terra e rentabilizar as despesas e investimentos na exploração. Este objetivo passa pela otimização dos fatores de produção e da produtividade agronómica (de grão ou de unidades forrageiras por unidade de superfície), quer nos regimes mais extensivos do sequeiro mediterrânico característico do Sul de Portugal, quer nas zonas da pequena propriedade onde a dimensão fundiária é passível de ser compensada, com maior frequência, pela possibilidade de regadio.

No que respeita à opção de utilizar espécies e variedades de leguminosas forrageiras selecionadas para efeitos de sideração

(também conhecida por “adubação verde”), trata-se de matéria bem menos estudada e também menos consensual, até pela mudança de paradigma que representa, quer para técnicos quer para os agricultores.

## OBJETIVOS

Tendo por principais objetivos:

- melhorar o conhecimento sobre a adaptação e o interesse agronômico para a região de diferentes espécies de leguminosas forrageiras anuais, de sementeira outonal;
- monitorizar a evolução da qualidade do solo agrícola e a disponibilização de nutrientes veiculados na forma de “adubação verde” por diferentes espécies de leguminosas forrageiras de sementeira outonal e ciclo anual;
- racionalizar as recomendações de fertilização a praticar em relação à cultura principal, neste caso, a cultura de milho-grão (de ciclo precoce a médio), sem prejuízo da produtividade agronômica e empresarial e com benefícios para o ambiente.

Procedeu-se no outono de 2018 à instalação de um ensaio de campo na Unidade Experimental do Loreto, propriedade agrícola da DRAPC-Direção Regional de Agricultura e Pescas do Centro, localizada em Coimbra e integrada no Centro Experimental do Baixo Mondego, em parceria com a Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC) e a empresa Nutriprado.

Este estudo, que está ainda no primeiro ano de ensaio, conta com o apoio financeiro proporcionado pelo projeto internacional H2020 SoilCare e, no presente artigo, apresentam-se os resultados já disponíveis em relação à produção e qualidade da massa forrageira produzida por diversas culturas leguminosas conduzidas para efeitos de sideração e melhoria da qualidade de diversos parâmetros do solo agrícola.

## MATERIAL E MÉTODOS

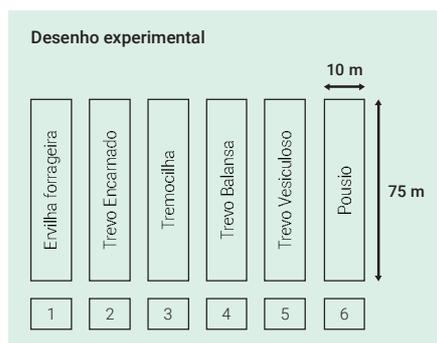
Em face das condições edafo-climáticas nesta região do vale do Baixo Mondego e do material vegetal disponível no mercado, selecionaram-se cinco variedades de precocidade semelhante, para que as plantas das diferentes espécies de leguminosas atingissem o estado fenológico da plena floração num intervalo de tempo o mais concentrado possível.

As espécies de leguminosas forrageiras em ensaio foram fornecidas por uma empresa de comercialização de sementes selecionadas e semeadas, de acordo com as densidades seguintes:

1. Ervilha forrageira (*Pisum sativum L.*) cv. “Kaynne” 60 kg/ha;
2. Trevo encarnado (*Trifolium incarnatum L.*) cv. “Contea” 30 kg/ha;
3. Tremocilha (*Lupinus luteus*) cv. “Mister” 60 kg/ha;
4. Trevo balansa (*Trifolium michelianum Savi*) cv. “Paradana” 20 kg/ha;
5. Trevo vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) cv. “Zulu II” 20 kg/ha.

O ensaio ocupa uma área de 4500 m<sup>2</sup>, sendo constituído por 6 talhões de 10 m de largura e 75 m de comprimento correspondente às cinco espécies de leguminosas forrageiras anuais e um talhão-testemunha de área idêntica (750 m<sup>2</sup>) e que foi deixado em pousio (**Figura 1**).

**FIGURA 1.** Desenho experimental do ensaio feito com cinco espécies de leguminosas forrageiras.



A preparação do terreno consistiu em duas gradagens cruzadas, realizadas a 5 e 10 de dezembro de 2018, a segunda das quais serviu para incorporar no terreno a fertilização de fundo.

Foram efetuadas duas séries de recolha de amostras de solo para análises (imediatamente antes da data de sementeira das leguminosas e, posteriormente, antes da sua sideração) a duas profundidades (0-15 cm e 15-30 cm) e com total de 36 pontos de amostragem (6 pontos em cada talhão), análises estas que foram efetuadas no Laboratório de solos da Escola Superior Agrária de Coimbra (ESAC).

O terreno onde se instalou o ensaio é bem representativo dos solos do terço superior do vale do Baixo Mondego. Trata-se de um aluviosolo profundo, de textura ligeira e com 84,93 % de terra fina, muito próximo da neutralidade, registando um valor de pH (H<sub>2</sub>O) de 6,4 e com teor baixo a médio de matéria orgânica baixo (2,0%). Ao nível dos macronutrientes presente no solo, o teor de azoto total é 1129 ppm enquanto os teores de potássio (306 ppm K<sub>2</sub>O) e fósforo assimiláveis (231 ppm P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) são muito altos, respetivamente (**Tabela 1**).

Em relação as bases de troca, os catiões Na<sup>+</sup> apresentam teor muito baixos, os catiões Mg<sup>+</sup> valor baixo, e os catiões K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup> teores médios.

O baixo quociente C/N baixo indica uma boa capacidade do solo para a ocorrência da mineralização da matéria orgânica.

Procedeu-se à incorporação do adubo ternário 7-14-14 (com Boro e Magnésio), na área de estudo, com exceção do talhão testemunha que foi propositadamente deixado em pousio, no dia 10 de dezembro de 2018. Para além dos macronutrientes fósforo e potássio, ambos à razão de 100 kg por hectare, optou-se por incorporar na fertilização de fundo também algum azoto, ainda que em menor quantidade (50 kg por hectare), atendendo à data da sementeira, já francamente tardia em relação ao que é aconselhável para as espécies leguminosas.



Semente inoculada.

**TABELA 1.** Resultados da análise de solo do terreno onde foi instalado o ensaio.

Terra Fina (%)	pH		Matéria Orgânica (%)	Carbono Orgânico (mg/kg)	Macronutrientes (mg/kg)			Bases de troca (cmol/kg)				C/N
	(H <sub>2</sub> O)	(KCl)			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	
90,8	6,4	5,7	2,0	11607	1229	306	231	7,2	70,8	4,7	0,4	9,4

Ainda que todas as sementes se encontrassem devidamente inoculadas com as estirpes adequadas da bactéria *Rhizobium* a temperatura do solo não seria já a mais favorável para o estabelecimento da inoculação e daí a decisão de aplicação de algum azoto ao solo.

A sementeira foi efetuada manualmente, a lanço, a 11 desse mês de dezembro, utilizando-se as doses unitárias já antes indicadas para cada uma das espécies.

As leguminosas foram sideradas no dia 18 de abril de 2019, com a maioria das espécies em plena floração, com passagem de destróador. Na véspera desta operação, procedeu-se à recolha de amostras de material vegetal num total de 12 amostras de vegetação por cada talhão semeado, correspondente a uma área total de 6 m<sup>2</sup>, já que se utilizou para o efeito um quadro metálico de meio metro de área útil. No caso do talhão testemunha, a amostragem da vegetação (infestantes) ocorrera algumas semanas antes, a 27 de março, dada a necessidade de, através de gradagem realizada no final desse mês, se impedir a disseminação da flora infestante e de manter a terra em condições adequadas para a cultura primaveril a instalar.

Para todas as amostras de vegetação colhidas no campo de ensaio foi prontamente separada a fração das infestantes e de cada espécie semeada, obtidos os respetivos pesos “em verde” e posteriormente colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65° C e durante 48 horas, para efeitos de determinação do teor de matéria seca de cada componente.

Todas as análises do material vegetal foram efetuadas no Laboratório da ESAC, determinando-se o teor de vários

macronutrientes (N, P, K, Na, Ca, S) e micronutriente (Cu, Zn, Fe, Mn) presentes em cada espécie de leguminosa em ensaio.

A 15 de maio, quatro semanas decorridas após a data de sideração das leguminosas, procedeu-se à sementeira uniforme de oito linhas de milho em cada talhão antes ocupado pelas diferentes espécies de leguminosas forrageiras, à razão de 90 000 plantas por hectare de uma variedade de ciclo curto FAO 300 e cuja avaliação agrónomica irá facultar os elementos de avaliação quanto ao interesse da sideração praticada neste primeiro ano de ensaio.

### AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

A quantidade de massa verde global produzida foi bastante variável em função das diferentes espécies de leguminosa semeada, com um mínimo de 41 toneladas por hectare para a ervilha forrageira e um máximo de 66 toneladas por hectare para o trevo balansa.

Verificou-se que no terreno em posio, o revestimento verificado pela vegetação espontânea representou 13 toneladas de matéria verde por hectare. A presença da flora infestante também se manifestou de forma significativa nos talhões semeados, conforme se representa no gráfico seguinte (Figura 2).

No entanto, interessa sobretudo apurar a produção de matéria seca e a contribuição relativa das espécies semeadas e da flora espontânea que marcou presença nos diferentes talhões.

Os teores de MS mais altos (superiores a 20%) foram obtidos para a ervilha forrageira, precisamente a espécie que se encontrava em estado fenológico

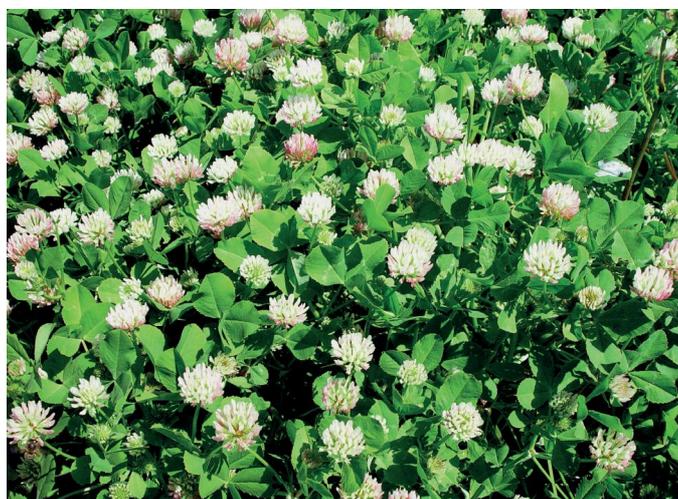
mais adiantado, na altura do aproveitamento para sideração, tendo já completada a floração e evidenciando a presença de algum grão formação nas vagens. Também o trevo vesiculoso revelou com teor de MS próximo de 18%, claramente superior ao das restantes espécies forrageiras. As restantes leguminosas, apresentaram teores de MS bastante semelhantes e relativamente baixos, pouco superiores a 10% da matéria verde original, apesar da grande maioria das plantas terem iniciado a respetiva floração à data da amostragem (Figura 3).

Em termos de produção total de matéria seca por talhão (incluindo a componente das infestantes) verificou-se uma certa uniformidade de resultados para os vários talhões que se situaram entre 6 e 7 toneladas de matéria seca por hectare, conforme ilustrado na Figura 4. Considerando apenas as diferentes espécies semeadas, foi o trevo vesiculoso que, devido ao seu teor mais alto em matéria seca, registou a mais elevada produção de matéria seca com um valor de 5,5 toneladas por hectare.

No âmbito do presente estudo de avaliação do interesse da sideração de leguminosas forrageiras de sementeira outonal para enriquecimento do solo para a cultura seguinte, procedeu-se à estimativa da quantidade total de nutrientes devolvidos ao solo, apresentando-se esses resultados na Tabela 2.

De maneira geral os resultados entre espécies são bastante próximos quanto ao macronutriente Azoto, com alguma vantagem relativa para o trevo vesiculoso e a tremocilha.

Outro tanto se pode afirmar quanto

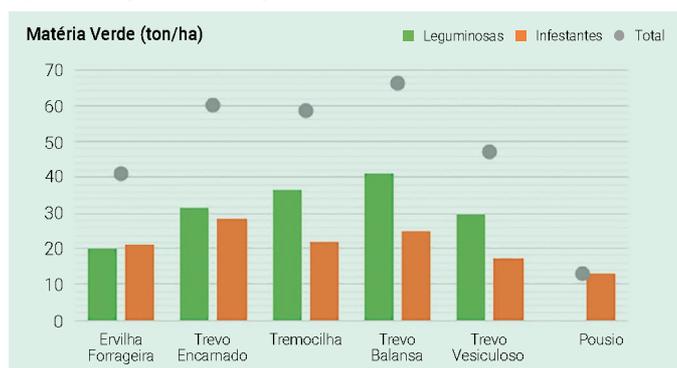


Trevo-balansa (*Trifolium michelianum*).

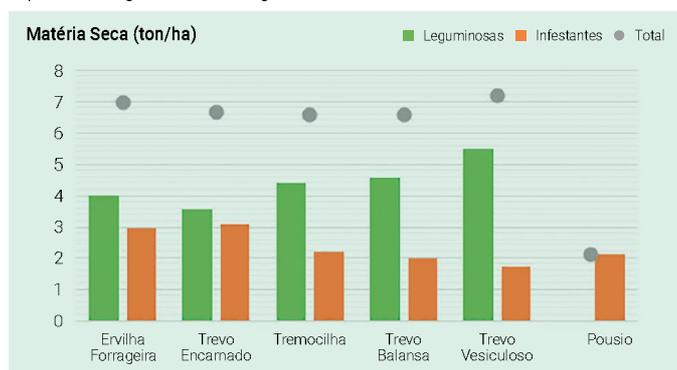


Tremocilha (*Lupinus luteus*).

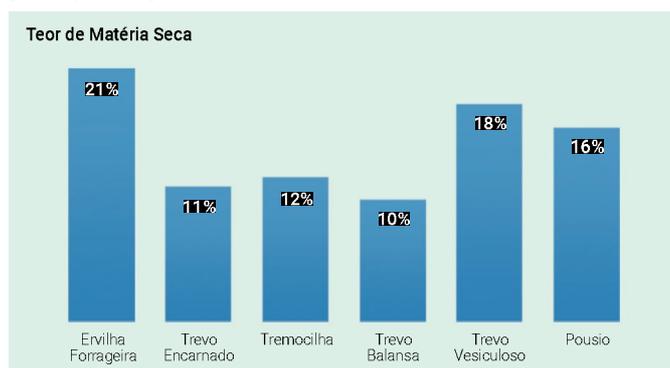
**FIGURA 2.** Massa de Matéria Verde (em toneladas por ha) produzida para as 5 espécies de leguminosas forrageiras.



**FIGURA 4.** Massa de Matéria Seca (em toneladas por ha) produzida para as 5 espécies de leguminosas forrageiras.



**FIGURA 3.** Teor de Matéria Seca (em %) para as 5 espécies de leguminosas forrageiras após secagem a 65°C durante 48h.



**TABELA 2.** Análise do teor de macronutrientes N, P e K das leguminosas forrageiras e das passíveis restituição ao solo.

Leguminosas forrageiras	Teor de nutrientes nas plantas			Nutrientes restituídos ao solo após sideração		
	N	P	K	N	P	K
	(g/kg)	(g/kg)	(g/Kg)	(kg/ha)	(kg/ha)	(kg/ha)
Ervilha forrageira	23	2	12	145	20	139
Trevo encarnado	23	3	29	142	22	194
Tremocilha	28	2	17	159	18	141
Trevo balansa	25	3	32	148	21	197
Trevo vesiculoso	26	3	30	168	22	208
Pousio	24	4	36	45	8	68

ao macronutriente fósforo. No que se refere à restituição de potássio ao solo após a sideração, os elevados valores obtidos refletem certamente a fertilidade natural do solo em cultivo, merecendo particular destaque o facto das leguminosas forrageiras pertencentes ao género *Trifolium* contribuírem com valores bastante mais elevados que as duas outras espécies em avaliação, a ervilha forrageira e a tremocilha.

## SÍNTESE E CONCLUSÕES

Em termos médios e para a globalidade das modalidades em estudo, poderá dizer-se que, apesar da data tardia em que foram semeadas, as leguminosas forrageiras evidenciaram uma boa adaptação e comportamento produtivo, revelando um potencial de restituição ao solo de apreciáveis quantitativos de nutrientes (o equivalente a uma fertilização de 150 Kg N, 20 Kg P e 175 Kg K). No entanto, deverá ter-se presente que esta quantidade (teórica) de nutrientes não estará inteira e imediatamente disponível para a cultura seguinte, sendo muito variável e difícil de estimar o ritmo de libertação dos nutrientes contidos na “adubação verde”, já que a degradação do material vegetal

após a sideração depende de muitos e variados factores.

O facto do corte e destroçamento da forragem ter ocorrido num estado vegetativo relativamente precoce para a maioria das espécies e, consequentemente, se terem registado baixos valores na relação Carbono/Azoto (com um mínimo de 15 para a tremocilha e de 20 para a ervilha forrageira), deixa prever que o processo da mineralização da biomassa no solo, será supostamente rápida e que num intervalo de 30 dias após a data de sideração possa ocorrer uma

disponibilização significativa de nutrientes para o milho.

Se considerarmos que a taxa de mineralização no primeiro ano poderá variar entre 0.5 e 0.7, para o azoto, entre 0.5 e 0.8 para o fosforo e de 1 para o potássio, uma primeira estimativa apontaria para uma restituição de micronutrientes N P K da ordem de 84, 13 e 175 Kg/ha, valores estes cuja maior ou menor validade virão a ser testados após o apuramento das produções obtidas na cultura principal da rotação e com um período mais alargado de ensaio. 🌱



Sideração das leguminosas do ensaio.