

# **Avaliação de diferentes técnicas para a recuperação de pastagens de montanha**

**Ricardo Pereira Faria**

*Dissertação apresentada à Escola Superior Agrária de Bragança para obtenção do  
Grau de Mestre em Agroecologia*

*Orientado por*

**Esther Fernández Núñez**

**Jaime Camilo Maldonado Pires**



## **AGRADECIMENTOS**

Quero aqui deixar um agradecimento a várias pessoas, que ao longo deste percurso académico, me apoiaram e incentivaram, fazendo com que concluir esta etapa fosse possível.

Em primeiro lugar gostaria de deixar um especial agradecimento à minha orientadora Doutora Esther Fernández Núñez, por todo o apoio, dedicação e principalmente paciência que teve comigo durante esta etapa, sem ela seria impossível conseguir concluir esta etapa final.

Ao professor Doutor Jaime Pires, pelas explicações que me deu quando eu estava com mais dificuldade.

Ao Engenheiro José Rocha, pela disponibilidade e ajuda nas tarefas de campo, e todo o trabalho realizado, sem ele este trabalho não seria possível.

Ao professor Doutor Carlos Aguiar, por me ter ajudado com a parte de botânica deste ensaio.

Às pessoas do laboratório de Laboratório de Solos da Escola Superior Agrária de Bragança, nomeadamente, à professora Doutora Margarida Arrobas Pereira Rodrigues, Engenheira Ana Pinto, dona Rita Diz, Engenheira Isabel Ferreira, Engenheira Sara Freitas, por toda a ajuda que me deram enquanto fazia as análises para este projeto.

Um agradecimento muito especial para os meus amigos que me acompanharam neste percurso académico, e por todo o apoio que me dão e sempre deram, ajudando assim a tornar esta etapa mais simples.

Por último agradeço à minha família, em especial aos meus pais, irmão e cunhada, pelo incentivo, por todo o apoio, pelas condições que me deram para eu prosseguir a minha formação académica, mas principalmente por acreditarem sempre em mim e nas minhas capacidades para conseguir fechar este ciclo na minha vida.

A todos um muito obrigado.



## **RESUMO**

No nordeste de Portugal, a introdução de pastagens de sequeiro baseadas em leguminosas anuais de ressementeira natural pode ser uma opção viável que permita voltar a cultivar áreas agrícolas atualmente abandonadas. Para esse efeito foi realizado um estudo em Vila Meã (Bragança) onde o principal objetivo é avaliar a melhor tecnologia para a recuperação de pastagens degradadas, quer sejam de vegetação espontânea ou semeadas. Para o efeito foram estudadas quatro tratamentos, três tipos de sementeira, sendo estas, sementeira realizada através de pisoteio de ovinos, sementeira com escarificação, sementeira direta, e um tratamento testemunha sem sementeira (vegetação espontânea), cruzados com três tipos de fertilização, sendo esta orgânica, através da utilização de estrume de bovinos, fertilização mineral, e tratamento sem fertilização. Os principais resultados mostram um aumento significativo na produção de pasto quando é aplicada fertilização orgânica. A nível de nutrientes, todos os macronutrientes, com exceção do magnésio, apresentam percentagens teores suficientes para satisfazer as necessidades alimentares dos bovinos e ovinos de carne. Relativamente aos micronutrientes, com exceção do cobre, não apresentam teores suficientes para satisfazer as necessidades alimentares destes efetivos pecuários.

Palavras-chave: Pastagem, produção de pasto, sementeira com pisoteio, sementeira com escarificação, sementeira direta, vegetação espontânea, sem fertilização, fertilização orgânica, fertilização inorgânica.

## **ABSTRACT**

In the Northeast of Portugal, sowing rainfed pastures based on self-reseeding annual legumes could be a viable option to return abandoned land into agriculture. In this context, an experiment was carried out in Vila Meã (Bragança), which has as main goal the evaluation of the best technology to recover abandoned or unproductive pastures, based on either spontaneous vegetation or sown species, in any case considered as rangeland areas. The experiment comprised the study of four treatments, three sowing techniques, such as, sowing with sheep trampling, sowing with scarification, direct sowing and no sowing (natural vegetation), crossed with three types of fertilization, organic fertilization, mineral fertilization (Ca+P+K), and no fertilization. The main results showed an important increase in pasture production, when organic fertilization was applied. In respect to nutrient contents, all macronutrients, except magnesium, presented enough values to satisfy the cattle and sheep needs. The opposite happened in respect to the micronutrients, except copper, where the values encountered weren't enough to satisfy the needs of these livestock.

**Keywords:** Rangelands, rainfed pasture production, sowing with trample, sowing with scarification, direct sowing, spontaneous vegetation, no fertilization, organic fertilization, inorganic fertilization.

## INDÍCE

1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS .....	1
2. INTRODUÇÃO .....	3
2.1 Caracterização dos sistemas agro-pecuários no Norte de Portugal. ....	3
2.2 Evolução do sector pecuário em Portugal .....	5
2.3 Tipos de pastagens .....	6
2.4 Pastagens de montanha .....	7
2.5 Etapas de melhoramento das pastagens de montanha.....	8
2.5.1 Pastoreio controlado (pastoreio e corte).....	8
2.5.2 A fertilização.....	8
2.5.2.1 A fertilização inorgânica .....	9
2.5.2.2 Fertilização orgânica .....	10
2.5.3 A sementeira .....	10
2.6 Qualidade nutritiva mineral das pastagens e necessidades nutricionais dos animais .....	13
2.6.1 Fósforo (P) .....	13
2.6.2 Cálcio (Ca).....	14
2.6.3 Magnésio (Mg) .....	15
2.6.4 Cobre (Cu).....	16
2.6.5 Ferro (Fe).....	16
2.6.6 Zinco (Zn).....	17
2.6.7 Manganês (Mn) .....	18
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1 Ensaio de campo .....	19
3.1.1 Localização .....	19
<i>Figura 3: Localização do ensaio Vila Meã (41º 50' N, 6º 35'O)</i> .....	19
3.1.2 Clima.....	19
3.1.3 Caracterização do solo .....	20
3.1.4 Delineamento experimental .....	20
3.2 Trabalho de campo e determinações no laboratório .....	22
3.2.1 Solo.....	22
3.2.2 Pastagem .....	24
3.3 Tratamento estatístico .....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	27
4.1 Resultados em solo .....	27

4.1.1 pH .....	27
4.1.2 Matéria orgânica .....	30
4.1.3 Capacidade de troca catiónica efetiva (CTCe) e Grau de saturação .....	32
4.2 Resultados pastagem .....	35
4.2.1 Produção anual.....	35
4.2.2 Produção sazonal .....	37
4.3 Nutrientes na pastagem.....	38
4.3.1 Macronutrientes .....	38
4.3.2 Micronutrientes .....	45
5. Conclusões.....	53
Bibliografia .....	55

## INDÍCE DE FIGURAS

Figura 1: Uso do solo em Trás-os-Montes de 1979 a 2009.....	4
Figura 2: Evolução dos efetivos pecuários (bovinos, ovinos e caprinos) de 1979 a 2009.....	6
Figura 3:Localização do ensaio Vila Meã.....	19
Figura 4: Delineamento experimental.....	21
Figura 5: Caixa fechada utilizada para a exclusão do pastoreio, e recolha de amostras de pastagem.....	24
Figura 6: Efeito da fertilização aplicada sobre o pH em água.....	27
Figura 7: pH água.....	28
Figura 8: Efeito da fertilização aplicada sobre o pH medido em KCl.....	29
Figura 9: Valores de pH-KCl.....	20
Figura10:Porcentagem de matéria orgânica.....	31
Figura 11: Capacidade de troca catiónica do solo.....	32
Figura 12: Efeito do tratamento de fertilização sobre a acidez de troca (AT) e percentagem de saturação de Ca e Mg.....	33
Figura 13: Capacidade de troca catiónica expressa em percentagem.....	34
Figura 14: Produção anual de pasto (kg/ha).....	36
Figura 15: Produção sazonal de pasto (kg/há).....	38
Figura 16: Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de P na pastagem durante o mês de Maio.....	39

Figura 17: Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de Mg na pastagem durante o mês de maio.....	44
Figura 18; Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de Cu na pastagem durante o mês de Junho.....	46
Figura 19; Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de Fe.....	48
Figura 20: Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de Zn.....	50

## INDÍCE DE TABELAS

Tabela 1: Temperatura.....	20
Tabela 2: Espécies presentes na mistura de sementeira utilizada.....	22
Tabela 3: Resultado da análise de variância para pH em água e KCl.....	27
Tabela 4: Resultado da análise de variância de matéria orgânica.....	30
Tabela 5: Resultado da análise de variância para a acidez de troca (AT) e o grau de saturação de bases (Ca, Mg, K, Na).....	33
Tabela 6: Resultado da análise de variância para a produção anual de pasto.....	35
Tabela 7: Resultado da análise de variância para a produção sazonal de pasto.....	37
Tabela 8: Resultado da análise de variância para os macronutrientes no pasto (P, K, Ca e Mg).....	39
Tabela 9: Percentagem de fósforo (%P).....	40
Tabela 10: Resultado da análise de variância para percentagem de K.....	40
Tabela 11: Percentagem de potássio (%K).....	41
Tabela 12: Resultado da análise de variância para a percentagem de Ca.....	42
Tabela 13: Percentagem de cálcio (%Ca).....	43
Tabela 14: Resultado da análise de variância para a percentagem de Mg.....	43
Tabela 15: Percentagem de magnésio (%Mg).....	44
Tabela 16: Resultado da análise de variância para o conteúdo em Cu (mg/kg).....	45
Tabela 17: Concentração de cobre (Cu (mg/kg)).....	47
Tabela 18: Resultado da análise de variância para conteúdo em Fe (mg/kg).....	47
Tabela 19: Concentração de ferro (Fe (mg/kg)).....	49
Tabela 20: Resultado da análise de variância para o conteúdo em Zn (mg/kg).....	49
Tabela 21: Concentração de zinco (Zn (mg/kg)).....	51
Tabela 22: Resultado da análise de variância para o conteúdo em Mn (mg/kg).....	51
Tabela 23: Concentração de manganês (Mn (g/kg)).....	52



## 1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS

A organização “The Food and Agriculture Organization of the United Nations” (FAO) prevê um aumento da população mundial em cerca de 50% até 2050, e em consequência uma duplicação das necessidades alimentares nos próximos 40 anos (FAO, 2003). Para além disso, as mudanças no consumo de alimentos refletidas na dieta e no consumo de nutrientes, têm sofrido também alterações ao longo das décadas, o que exige um aumento da atividade pecuária particularmente nos países subdesenvolvidos. Contudo tem sido demonstrado que os produtos pecuários têm uma menor eficiência do que os produtos de consumo direto da produção vegetal, é também de salientar que através do aumento da produção pecuária irá existir também uma maior competição pelo uso do solo. Neste contexto, irão existir bastantes alterações na produção de alimentos e uso da terra, que podem por em causa a sustentabilidade destes recursos. Para evitar esta situação, a expansão da agricultura deve ser feita de modo racional e moderada, de forma a reduzir os impactos desta atividade para o meio ambiente (Thorton, 2010).

O nordeste português é caracterizado por uma agricultura de montanha, por norma de pequena dimensão, bastante fragmentada e destina-se principalmente para consumo familiar. Até meados do século XX existia um sistema agrícola integrado entre o cultivo de batata e cereal, com criação pecuária, estas atividades tinham em comum a utilização de pousios, restolhos e pastagens. Desde que Portugal passou a fazer parte da União Europeia (EU) (1 de Janeiro de 1986), as políticas agrícolas sofreram um grande impacto neste tipo de sistemas de produção, em que o uso tradicional da terra, foi substituído por modelos de exploração altamente intensivos e mecanizados. Contudo estes modelos não estão adaptados às condições naturais de montanha nas áreas mediterrânicas, devido aos elevados custos energéticos existentes neste tipo de exploração, à baixa disponibilidade de mão-de-obra, este tipo de modelo origina também uma maior degradação dos solos, e neste caso o solo já é bastante degradado, o que pode originar uma degradação ainda mais acentuada, sem que este consiga dar resposta a essa degradação. Outros problemas associados prendem-se, com os custos de energia e os “inputs” tais como os custos dos fertilizantes, e irrigação, pois são bastante superiores ao valor dos custos dos “outputs”, tais como leite e carne (Lelievre *et al.* 2008). Em consequência a maioria das explorações que não são economicamente

sustentáveis, num certo período de tempo são abandonadas. Esta situação agrava-se ainda mais nas áreas de montanha (Correia, 1993), onde este projeto é realizado, pois a agricultura nestas regiões é menos competitiva a nível biofísico, cultural, económico e social, o que limita a produtividade e capacidade de adaptação (Azevedo *et al.* 2011). As pastagens são a maior fonte de forragem para o gado doméstico e para os animais selvagens nas áreas de montanha. O abandono das áreas agrícolas pode levar a uma invasão das áreas de pastagem por parte de espécies invasoras, o que origina uma inviabilização da produção de forragem (Macedo, 1999).

Este estudo é feito no nordeste transmontano, no distrito de Bragança, em áreas de pastagem de sequeiro. O ensaio consiste em 36 pontos de amostragem (12 tratamentos x 3 replicações cada) e tem por objetivo avaliar diferentes técnicas de sementeira: i) sementeira a lanço + pisoteio com ovinos para incorporação da semente, ii) sementeira com escarificador, após mobilização superficial do solo com escarificação, iii) sementeira direta, e iv) sem sementeira, ou seja crescimento de vegetação espontânea, combinados com três tratamentos de fertilização: i) fertilização orgânica (estrume de bovino de carne), ii) fertilização inorgânica (Ca, P, K) e iii) sem qualquer tipo de fertilização, de forma a obter as melhores práticas de recuperação de pastagens.

## 2. INTRODUÇÃO

### 2.1 Caracterização dos sistemas agro-pecuários no Norte de Portugal.

O sistema agro-pecuário é o sistema de agricultura dominante nas regiões de montanha do nordeste de Portugal entre os 400 e 1200 m de altitude. O funcionamento deste sistema reside tradicionalmente na produção cerealífera e na produção animal, essencialmente bovinos de raças autóctones. Contudo, a descida dos preços dos cereais na última década e o aumento dos preços dos fatores de produção, tem levado a uma diminuição da área de cereal. Trata-se de sistemas de agricultura com reduzidas entradas de fatores de produção externos, e como tal bem adaptados aos princípios do modo de produção em agricultura biológica. A introdução de pastagens de sequeiro baseadas em leguminosas anuais de ressementeira natural, como o trevo subterrâneo, permite voltar a cultivar áreas abandonadas pelo cereal ou substituir o tradicional pousio/alqueive, melhorar a disponibilidade de alimento para os efetivos pecuários e manter uma reduzida entrada de fatores de produção no sistema (Pires *et al.* 2004a).

A potencialidade de cultivo das pastagens de sequeiro baseadas em *leguminosas* anuais de ressementeira natural, como o trevo subterrâneo, está diretamente relacionada com a ocupação de áreas anteriormente cultivadas com cereal ou mesmo atualmente ocupadas com a rotação cereal-alqueive (pousio). Nas regiões de montanha estas áreas fazem, sobretudo parte dos sistemas agro-pecuários, sendo uma das principais componentes destes sistemas em conjunto com a produção animal, essencialmente bovinos de raças autóctones (Pires *et al.* 1994).

A evolução desfavorável dos preços dos fatores de produção e dos produtos obtidos na agricultura tem sido um dos fatores responsáveis pela diminuição da componente cerealífera destes sistemas e conseqüente abandono da maior parte da área de solo anteriormente ocupada por este sector produtivo (Fernández-Núñez *et al.* 2012). Os adubos e corretivos são os principais responsáveis pelo aumento dos preços de bens e serviços, 20,9 % de 2010 para 2011 logo seguidos da energia, lubrificantes e alimentos para animais (15,5 %) (INE, 2012).

Ainda segundo os mesmos autores, a evolução da área ocupada pela cerealicultura em Trás-os-Montes ajuda a perceber as alterações significativas que ocorreram relativamente ao padrão de uso do solo, nas últimas décadas (1979 a 2009), e

consequentemente as possibilidades de expansão das pastagens de sequeiro e da produção animal. A Figura 1 evidencia nitidamente uma transferência de área agrícola não utilizada (SANU)/ocupada com matos e da área de cerealicultura (cereais de O/I e pousios) existente em 1979, para pastagens permanentes e culturas permanentes em 2009. Da área de pastagens permanentes, em 2009, apenas 40 % são pastagens melhoradas (onde se incluem os lameiros) ou semeadas (INE, 2011). A área potencialmente utilizável para a introdução das pastagens de sequeiro à base de trevo subterrâneo, contabilizando apenas a superfície de pastagens permanentes não melhoradas nem semeadas é de 80754 ha (INE, 2011).

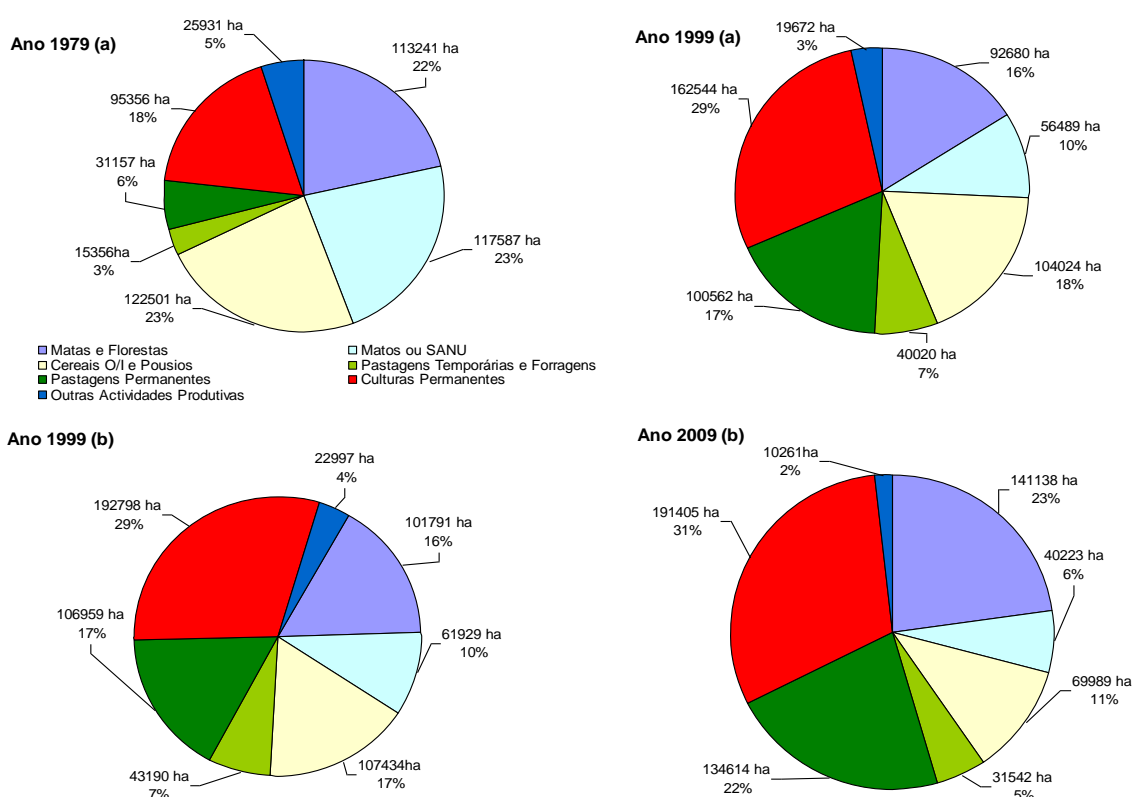


Figura 1: Uso do solo em Trás-os-Montes de 1979 a 2009 expresso em ha e percentagem de superfície das explorações agrícolas. ((a) valores relativos à província de Trás-os-Montes excluindo os concelhos de Mondim de Basto e Ribeira de Pena; (b) valores relativos à Trás-os-Montes). (Fonte: INE 1983, 2001, 2011). (Figura adaptada de Fernández-Núñez et al. 2012)

Segundo (Fernández-Núñez et al. 2012) estas pastagens de sequeiro, baseadas em trevo subterrâneo e outras leguminosas anuais de ressementeira natural podem fornecer em Trás-os-Montes produções anuais de matéria seca (MS) entre 3 e 9 t ha<sup>-1</sup>, respetivamente para solos de encosta em regiões de menor precipitação (400 a 500 mm) e solos de baixa ou base de encosta em regiões de maior precipitação (700 a 900 mm)

(Pires *et al.* 2004b). Atendendo à sazonalidade do seu crescimento, a biomassa produzida ocorre principalmente em duas estações do ano, Primavera com 85 % e Outono com 15 % da produção anual (Pires *et al.* 2004a). Contudo esta sazonalidade pode e deve ser atenuada através do consumo do excesso de erva produzida na Primavera, sob a forma de pasto seco durante o Verão, ou pela prática da fenação na Primavera. O aumento de produção de pasto que estas pastagens fornecem e a sua sazonalidade obrigam de qualquer forma ao aumento da área de forragens conservadas, para complemento da alimentação animal não só Inverno mas também no Verão, necessidades essas acrescidas ainda em função do ajustamento do efetivo pecuário que for recomendável. Face ao exposto, qualquer sementeira de novas áreas com pastagens deverá estar associada a ajustamentos nos efetivos pecuários e nas áreas destinadas a forragens conservadas, pois só desta forma se retirará destas culturas a potencialidade de produção e o rendimento económico desejado. De qualquer forma trata-se de culturas cujos encargos de instalação não são demasiado elevados, uma vez que não necessitam de adubações azotadas e se trata de culturas plurianuais. As aquisições de fatores de produção externos resumem-se às sementes e fertilizantes (introdução de fósforo, potássio, cálcio), mais a proporção de combustíveis, lubrificantes e manutenção dos equipamentos utilizados (trator, equipamentos de mobilização do solo, distribuição de sementes e fertilizantes).

O tradicional sistema agropecuário, dominante nas regiões de montanha do nordeste de Portugal, inclui a produção de cereais como uma das suas componentes mais importante, já que esta atividade produtiva tem estado sempre associada à produção animal, como os dados sobre o uso do solo na Figura 1 e os valores sobre os efetivos pecuários na Figura 2 deixam antever. Consequentemente, o tradicional sistema de produção praticado, com utilização das palhas e em alguns casos de matos nas camas dos animais, conduz à produção de estrumes que podem ser utilizados como fertilização orgânica nas culturas praticadas, à semelhança do que acontecia antes da introdução dos fertilizantes de síntese (Fernández-Núñez *et al.* 2012).

## **2.2 Evolução do sector pecuário em Portugal**

A evolução dos efetivos pecuários (Figura 2) não acompanhou a maior disponibilidade de áreas de pastagem e forragem, evidenciando uma baixa eficiência na utilização destas culturas, o que inevitavelmente conduz à sua degradação. Neste

sentido, a introdução de pastagens melhoradas em condições sequeiro à base de trevo subterrâneo só se poderá considerar viável em termos técnicos e económicos se o efetivo pecuário se for ajustando simultaneamente às maiores disponibilidades de pasto e forragem (Fernández-Núñez *et al.* 2012).

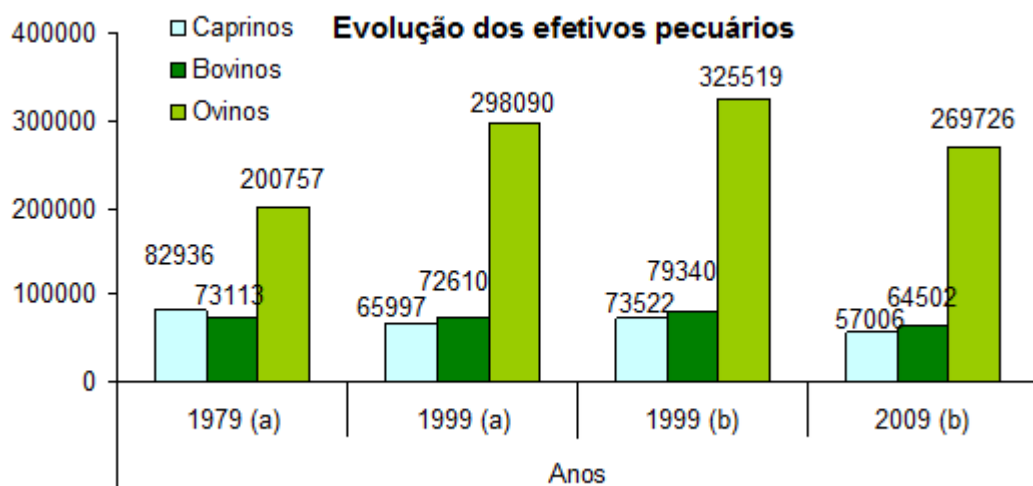


Figura 2: Evolução dos efetivos pecuários (bovinos, ovinos e caprinos) de 1979 a 2009 (nº total de cabeças). ((a) valores relativos à província de Trás-os-Montes excluindo os concelhos de Mondim de Basto e Ribeira de Pena; (b) valores relativos à região agrícola de Trás-os-Montes). Fonte: INE 1983, 2001, 2011). (Figura adaptada de Fernández-Núñez *et al.* 2012).

### 2.3 Tipos de pastagens

As pastagens podem ser permanentes ou temporárias sendo que as pastagens permanentes têm uma longa duração, tanto o seu estado de conservação e produtividade o permitem e as Pastagens temporárias estão integradas em rotações com outras culturas agrícolas, tendo portanto um período de duração mais curto e pré-determinado.

Pode ainda diferenciar-se pastagens semeadas de pastagens naturais sendo que, Pastagens semeadas são resultantes da sementeira de plantas selecionadas, realizada pelo Homem.

Pastagens naturais são constituídas à base de espécies que vegetam espontaneamente, sem introdução deliberada do Homem, embora possam ser sujeitas a técnicas de melhoramento. Os objetivos principais para utilizar sementeira de plantas melhoradas, têm em conta i) - Obter uma maior produção (kg MS/ha/ano), ii) - Conseguir uma melhor distribuição estacional da produção, iii) - Produzir erva de

melhor valor alimentar, em especial de mais elevada digestibilidade iv) -Permitir um recobrimento mais rápido, proteção e recuperação da fertilidade do solo. A importância destes objetivos é variável para cada exploração agropecuária, dependendo do nível de exigência dos animais e do grau de intensificação do processo de produção. As decisões a tomar devem atender à avaliação da vegetação espontânea, nomeadamente à taxa de recobrimento do solo e às espécies dominantes, e caso seja possível à amostragem da produção e avaliação do valor nutritivo ou pelo recurso a métodos expeditos de avaliação final (Gilibert e Mathieu, 1997), e à consideração do valor nutritivo das espécies nativas.

As técnicas de sobre sementeira de espécies melhoradas em pastagens naturais e espontâneas, tal como em pastagens permanentes degradadas, nomeadamente, as que visam a introdução de leguminosas melhoradas, são uma solução de compromisso para a qual já foi desenvolvido equipamento e tecnologias específicas (Vought *et al.* 1995).

## **2.4 Pastagens de montanha**

As pastagens de montanha estão sujeitas a limitações próprias da altitude e do relevo, nomeadamente um Inverno mais rigoroso e prolongado que limita a estação de crescimento, considerando-se que em Portugal continental tal se regista sensivelmente a partir dos 700-800 m de altitude (Moreira, 1986). As áreas de montanha apresentam um leque de alternativas culturais bem mais reduzido que nas áreas de baixa ou encostas de menores cotas das regiões mediterrânicas, pelo que as pastagens adquirem uma importância relativa acrescida às áreas de montanha (Moreira, 1986). As pastagens de montanha são frequentemente pastagens permanentes seminaturais dominadas por plantas herbáceas espontâneas ou subespontâneas, sujeitas a diferentes tipos de utilização e de outras técnicas de manejo (Pires *et al.* 2001). É frequente as pastagens de montanha, situadas em terreno privado, serem sujeitas a uma utilização mista de corte e pisoteio sendo o corte preponderante para a obtenção de feno realizado após o período de crescimento, no fim da Primavera ou primeira metade do Verão consoante as suas localizações (Pires *et al.* 1994, 2001). Em regiões mais altas de montanha (>1000 m) e em geral em terrenos baldios, as pastagens são apenas utilizadas em pastoreio, em

muitos casos apenas durante a época estival, com intensidades de utilização mais baixas e conseqüentemente com ocorrência de invasão de espécies arbustivas (Moreira, 1998)

## **2.5 Etapas de melhoramento das pastagens de montanha**

O melhoramento das pastagens de montanha pode ser realizado recorrendo a diferentes intensidades e combinações de técnicas, as quais permitem respostas progressivas de produção (Moreira, 1986; 1998). Existe um conjunto de técnicas gerais que podem ser adaptadas em conjunto ou progressivamente por etapas, de acordo com a seguinte ordem de adoção:

### **2.5.1 Pastoreio controlado (pastoreio e corte)**

O pastoreio do gado controla o desenvolvimento das várias espécies atuando como agente de manutenção da pastagem. São vários autores (Pykälä, 2005; Kumm, 2003 Raposo *et al.* 1990ab; Bakker, 1989, Duffey *et al.* 1974,) que referem a importância da gestão das pastagens seminaturais (pastoreio e corte) na riqueza específica da flora, tendo como comparação outras áreas agrícolas. A ausência de pastoreio tem como consequência a perda de biodiversidade em função de alterações no desenvolvimento da vegetação (Kumm, 2003). Face à ausência de pastoreio existe uma tendência de aumento da percentagem de gramíneas e em consequência uma redução de percentagem de leguminosas em detrimento da frequência de corte (Pires *et al.* 1990). Assim sendo o pisoteio torna-se importante ser controlado através da instalação de cercas e outras vedações de forma a permitir a aumentar e gerir a carga animal, seja pela utilização complementar por corte (Moreira, 1998). Um encabeçamento muito baixo pode conduzir a uma significativa redução ou mesmo eliminação total das leguminosas, o que origina uma invasão de ervas espontâneas de baixo valor nutritivo, o que leva a uma regressão para as condições de pastagem inicial, ou em caso mais extremos o desaparecimento quase total da vegetação pratense. Um encabeçamento demasiado elevado origina um consumo excessivo, o que origina o desaparecimento quase completo da pastagem.

### **2.5.2 A fertilização**

A fertilização compreende a correção calcária de solos muito ácidos, originados em parte pelas elevadas precipitações e conseqüente lavagem de bases de troca do solo,

que a adubação de NPK por si só não repõe. Por outro lado a baixa disponibilidade destes nutrientes, é também devida às baixas taxas de mineralização em condições de montanha e à acentuada acidez. A fertilização é uma técnica que produz resultados mesmo na vegetação espontânea, mas que é fundamental se for pretendido introduzir plantas de espécies melhoradas. Deve existir uma especial atenção na aplicação dos fertilizantes dados os riscos de lixiviação, ou arrastamento superficial através do escoamento superficial das águas das chuvas ou de rega, pelo que em geral é recomendável a sua realização no final do verão, antes do início da época das chuvas. No caso da fertilização azotada deve ser realizada no início da Primavera para o corte do feno, sendo aconselhável a suspensão temporária da rega (Pires *et al.* 2001) caso esta seja utilizada.

No caso das pastagens de sequeiro a aplicação de fertilizantes deve ser também efetuada antes da época das chuvas, pois com a ocorrência de chuvadas, permite que haja uma ocorrência de dissolvência dos fertilizantes (neste caso os superfosfatos), o que ajuda a incorporação destes no solo.

#### **2.5.2.1 A fertilização inorgânica**

Fertilização é incorporação de nutrientes nas culturas, estes nutrientes podem ser divididos em macro e micronutrientes. Macronutrientes são os principais elementos absorvidos pelas plantas a quando se aplica um fertilizante quando estes não existem no solo em quantidades adequadas para o desenvolvimento das plantas (Santos, 1996). Neste grupo de macronutrientes estão incluídos azoto, fósforo, potássio e cálcio (neste ensaio não foi utilizada fertilização azotada). A aplicação de um fertilizante pode não ser suficiente para que se obtenha uma maior produção isto porque por vezes não é a quantidade de nutriente existente no solo, mas sim a sua biodisponibilidade, isto é, os nutrientes existem no solo mas não em condições de serem absorvidos pelas plantas. Por vezes é necessário corrigir aspetos físicos, químicos e/ou biológicos para os nutrientes ficarem bio disponíveis. Neste ensaio uma das soluções foi a aplicação de calcário, que é um corretor de pH do solo, e que pode ajudar os minerais aplicados nesta fertilização (fósforo e potássio) a ficarem mais facilmente bio disponíveis para as plantas.

O azoto não foi utilizado neste ensaio devido à existência de leguminosas anuais. As leguminosas anuais captam o azoto atmosférico através do rizóbio, e a aplicação de um fertilizante de base azotada, levaria a uma inibição da atividade do rizóbio, e consequentemente, uma redução quase total da capacidade de captura de azoto atmosférico.

### **2.5.2.2 Fertilização orgânica**

São uma boa fonte de macro e micronutrientes, em especial os estrumes e os chorumes. Contudo, dada a baixa concentração de nutrientes têm de ser aplicados em quantidades muito elevadas, o que representa custos de transportes elevados a não ser que sejam produzidos na exploração ou perto desta. Em muitos solos, as únicas entradas de materiais orgânicos são as raízes da cultura, enquanto toda a parte aérea é colhida e os nutrientes são aplicados através de adubos minerais. No entanto, a produtividade dos solos poderia ser aumentada em muitos casos com maiores adições de produtos orgânicos (Edmeades, 2003; Pires *et al.* 2004a; Fernández-Núñez *et al.* 2011) . Sendo assim aceita-se o princípio que se deve retornar ao solo minerais de origem orgânica de boa qualidade.

Os estrumes são um conjunto de dejetos sólidos e líquidos dos animais, misturados com restos de alimentos e materiais de origem vegetal. Os estrumes líquidos, chorumes, fornecem matéria orgânica menos diversificada do que os estrumes. A quantidade e composição mineral dos estrumes dependem de vários fatores, tais como, a idade do animal o regime de estabulação a quantidade de alimento ingerido, o leite ou o trabalho produzido, e ainda o modo em que o estrume é conservado.

### **2.5.3 A sementeira**

No estabelecimento de pastagem de sequeiro mediterrânico podem utilizar-se várias espécies e cultivares de leguminosas e gramíneas, quer anuais quer vivazes. Dentro das espécies anuais só poderão ser utilizadas as que possuam capacidade de ressementeira natural, isto é, as que produzam uma satisfatória percentagem de sementes duras e dormentes de modo a assegurar a persistência de ano para ano (Moreira, 1998). Qualquer planta que não produza sementes duras vê rapidamente comprometida a sua presença na pastagem, já que a ocorrência de uma chuvada durante a estação seca é suscetível de provocar a germinação das sementes, vindo as plantas a

morrer, devido ao período de seca que poderá acontecer e se perpetuar por períodos contínuos de tempo. O mesmo não acontece com as plantas de semente dura, já que estas para germinarem necessitam de estar sujeitas a um período de alternância de temperatura diurna e noturna, período variável mas que se sobrepõe à estação seca. Assim, mesmo que uma chuvada ocasional provoque a germinação de uma determinada percentagem de sementes, existe sempre uma percentagem satisfatória que apenas germinarão com o início efetivo da chuva outonal. Além disso, há ainda que contar com a presença de sementes dormentes, as quais se podem manter sem germinar, o que contribui para a sobrevivência da espécie em anos de primavera muito seca, em que a produção de semente viável pode ser escassa ou nula. Por outro lado as espécies vivazes a utilizar deveram apresentar boa resistência á secura estival, através da dormência fisiológica ou por sistemas radiculares por fungos que permitam a exploração de camada inferiores do solo (Freixial, 2010), onde encontram humidade suficiente para se nutrirem.

### **-Sementeira a lanço**

Consiste na preparação de uma cama de sementes, feita à superfície do solo. Esta tem como principais vantagens a capacidade de repovoação vegetal mais rápida, as plantas tendem a ter um maior desenvolvimento radicular, sendo que desenvolvem uma maior capacidade de resistência às alterações climáticas. Mais plantas podem germinar nos anos seguintes à aplicação de sementeira.

A sementeira a lanço pode ser feita manualmente ou utilizando um distribuidor-centrífugo ou pendular, que deixa as sementes espalhadas à superfície. Neste caso, também se pode misturar a semente com os adubos, imediatamente antes da operação de sementeira, recomendando-se nunca deixar esta mistura (adubo mais semente) por espalhar durante mais que quatro horas. Normalmente este método implica maior consumo de semente, devido à sobreposição que se deve fazer, de forma a assegurar uma melhor cobertura do terreno e uma distribuição mais homogénea da semente. A semente é posteriormente incorporada com equipamentos de mobilização superficial, grades, vibrocultores ou mesmo escarificadores.

### **-Sementeira após mobilização superficial do solo**

Consiste na utilização de equipamentos de mobilização superficial do solo, como escarificadores, grades, vibrocultores, de forma a preparar o solo à superfície numa profundidade até  $\approx$  10-15 cm, podendo designar-se também como mobilização mínima do solo. Após a distribuição das sementes, é utilizado um dos equipamentos referidos para fazer a sua incorporação, sempre a reduzida profundidade (até  $\approx$  3 cm).

### **-Sementeira direta**

Consiste na utilização de semeadores multigrão de sementes pequenas, cujos órgãos ativos permitem mobilizar o solo na linha e incorporar a semente no solo. Os órgãos ativos podem ser discos ou dentes. Os semeadores de discos permitem semear mesmo em presença de restolho relativamente denso, contudo têm maior dificuldade de penetração no solo, sempre que este apresente uma textura argilosa ou se trate de solos pedregosos. Os semeadores de dentes têm um comportamento inverso, pelo que não devem ser utilizados em solos com restolho.

No caso de recuperação de pastagens, e utilizando qualquer um dos equipamentos, é conveniente que a biomassa residual à superfície do solo seja mínima, para proceder á sementeira direta (Moreira, N., 1998).

### **-Sementeira com pisoteio animal**

Os efeitos do pisoteio animal depende da textura do sol, estes efeitos podem ser tanto positivos como negativos (Le Houérou,1992). A produção de gado origina um pisoteio maior, e como consequência uma maior compactação do solo que contribui para uma redução de infiltração de água, e consequentemente, uma maior degradação do solo (Abdel-Magid *et al.* 1987; Amiri, 2008)

Contudo, a ação dos cascos reduz o tamanho dos agregados de solos naturais e aumenta a densidade superficial do solo. Em suma o pisoteio dos animais tem um impacto significativo principalmente em solos finos de pastagem sendo que os principais efeitos ocorrem quando as pastagens são bastante degradadas (Earl, 1996).

Em determinadas condições, onde a utilização de equipamentos de mobilização do solo e de incorporação de semente não seja possível, a distribuição de semente seguida de pisoteio intenso com o efetivo pecuário pode substituir as convencionais técnicas de sementeira. O sucesso desta técnica, depende do teor de humidade do solo, que deve ser o mais baixo possível, e da carga pecuária, que deve ser a mais elevada possível.

## **2.6 Qualidade nutritiva mineral das pastagens e necessidades nutricionais dos animais**

### **2.6.1 Fósforo (P)**

#### **-Solo**

O fósforo intervém em praticamente todos os processos de metabolismo mais relevantes das plantas, participando na fotossíntese, captação, armazenamento e transferência de energia na planta (Whitehead, 2000). As plantas têm um conteúdo em fósforo que varia entre 0,15-0,45% de MS estando menos de 80% incorporado em compostos orgânicos (Grime, 1988). Para outros autores os conteúdos de fósforo na planta situa-se entre 0,20-0,60 % (Piñeiro-Andión e Pérez-Fernández 1992; Brea-Froiz, 1993), não se registando grandes diferenças entre gramíneas e leguminosas. A variação de fósforo nas plantas, regista o seu máximo antes da floração (Rodríguez-Barreira, 2000), descendo depois ao aumentar a proporção de caule/folha, provocando um envelhecimento mais rápido dos tecidos foliares.

#### **-Animais**

O fósforo é um mineral que se encontra em importantes concentrações nos animais, sendo um componente essencial nas moléculas relacionadas com as transmissões bioquímicas (Whitehead, 2000). A falta deste nutriente pode originar problemas de fertilidade, dificuldades no parto e problemas de crescimento (Whitehead, 2000). O conteúdo médio de nutriente na dieta de gado ovino é cerca de 0,16-0,37% MS (NRC, 1985), no gado bovino 18,00% (NRC, 2000) e no gado caprino cerca de 0,25% MS (Lamand, 1981).

## 2.6.2 Cálcio (Ca)

### -Solo

O cálcio é um dos elementos com maior presença na crosta terrestre, pois representa 3.63% desta (Eagleson, 1994; Barber, 1995; Hill e Holman, 2000). Este elemento tem um papel importante na melhoria da estrutura do solo, já que floccula as partículas coloidais, apresentando um efeito positivo sobre a agregação das mesmas para construir um estrutura estável. O cálcio assimilável do solo apresenta uma relação importante com o pH e com a disponibilidade de vários nutrientes. A quantidade de cálcio e de outros cátions básicos tem uma tendência a diminuir a acidez do solo, tornando este mais alcalino. O excesso de carbonato de cálcio (cálcio precipitado) serve de tampão para o pH quando este é próximo de 8, que normalmente dá lugar a uma baixa solubilidade do fósforo, ferro, manganésio, boro e zinco, causando deficiências em um ou mais desses nutrientes essenciais para as plantas (Thompson e Troeh, 1988).

### -Planta

O Ca é um elemento indispensável para o crescimento da planta. As espécies vegetais absorvem-no na forma de  $\text{Ca}^{2+}$ . O cálcio desempenha um papel muito importante na vida da planta desde a germinação até à maturação, pois intervém no crescimento das raízes e na absorção dos outros elementos nutritivos, participa na atividade de muitas enzimas, atua como transporte dos hidratos de carbono e proteínas, neutraliza os ácidos que se formam no metabolismo vegetal e proporciona uma maior consistência aos tecidos (Fuentes-Yagüe, 1994). Os conteúdos de cálcio nas plantas variam entre 0,10-3,26% (Frame, 1986; Brea-Froiz, 1993), sendo a sua presença maior nas leguminosas (1,20-2,00%) do que nas gramíneas (0,40-0,80%) (Whitehead, 1995; 2000; Mosquera *et al.* 2001; Edmeades e Perrott, 2004).

### - Animais

As necessidades deste nutriente na dieta do gado bovino encontram-se entre 0,18-0,44% (NRC; 2000), de matéria seca, para gado ovino situa-se entre 0,21-0,52% MS (NRC, 1985) e para gado caprino situa-se entre 0,34% MS (Lamand, 1981).

### **2.6.3 Magnésio (Mg)**

#### **-Solo**

As quantidades de magnésio totais que se acumulam no solo, estão compreendidas entre 0,01-1,20% (Barber, 1995). O magnésio acumula-se nas camadas inferiores do solo sob formas solúveis e insolúveis. As formas insolúveis (silicatos) são muito abundantes, dependendo das formas solúveis e da ação dos agentes atmosféricos (Fuentes-Yagüe, 1994). A disponibilidade deste elemento melhora o pH através da redução de alumínio existente no complexo de troca (Domínguez-Vivancos, 1997), contudo há que ter em conta que este elemento apresenta interações com o potássio e o cálcio, se a correção do pH for realizada exclusivamente com materiais cálcicos, num solo ácido e pobre em magnésio pode registar-se enormes deficiências deste. Um elevado conteúdo de potássio pode também afetar a quantidade de magnésio existente para troca.

#### **-Planta**

O magnésio na planta faz parte da clorofila, pelo que é imprescindível para a sua formação. Este atua também como catalisador de muitos processos enzimáticos, intervindo na formação de proteína, vitaminas, etc. O conteúdo de magnésio nas plantas varia entre 0,15-0,45% segundo estudos realizados por (Norton, 1982). Este mesmo autor determinou que as espécies leguminosas continham uma maior concentração de magnésio do que as gramíneas. Os sintomas de deficiência de magnésio nas plantas manifesta-se visualmente nas plantas através da perda de cor verde das folhas.

#### **-Animais**

Trata-se de um elemento que intervém na formação do esqueleto e no funcionamento do sistema nervoso (NRC, 2000). Cada espécie têm necessidades diferentes deste nutriente, sendo que o gado bovino e caprino necessita 0,20% MS (NRC, 2000), e o ovino 0,04-0,08% MS (NRC, 1985)

#### **2.6.4 Cobre (Cu)**

##### **-Plantas**

O cobre é absorvido pelas plantas sobre a forma de  $\text{Cu}^{2+}$  sendo um elemento que intervém nos processos de oxidação e redução e que forma parte de várias enzimas (Kabata e Pendías, 1985; Kabata, 2000). O conteúdo deste elemento nas plantas é inferior a 5,00-2,00 mg/kg, e aparece dissociado sem formar compostos estáveis (Loué, 1988). Quando ocorre uma deficiência deste nutriente, os sintomas visíveis aparecem nas folhas novas, mostrando uma descoloração nas folhas, as extremidades são enroladas, encurtamento dos entrenós e deformação dos ápices das folhas. A toxicidade provocada por este elemento inibe o desenvolvimento da raiz (Domínguez-Vivancos, 1997).

##### **-Animais**

O cobre é necessário para os animais, pois provoca dificuldades de crescimento, anemia e diversas perturbações ósseas e articulares ou nervosas. As necessidades nutricionais animais encontram-se 10,00 mg/kg MS para gado bovino (NRC, 2000), e entre 4,60-7,40 mg/kg MS para ovinos e caprinos (NRC, 1985).

#### **2.6.5 Ferro (Fe)**

##### **-Planta**

O ferro nas plantas é praticamente imóvel, de tal forma que a maior parte deste elemento se encontra nas raízes e nas folhas até ao envelhecimento das células (Whitehead, 2000), movendo-se unicamente uma pequena porção para os novos tecidos, que são mais afetados em condições de escassez. O ferro intervém na fotossíntese e na síntese da clorofila (Loué, 1988; Whitehead, 2000), pelo que um défice deste micronutriente leva a uma descoloração da planta e produz um amarelecimento entre as nervuras das folhas mais jovens da planta (Fuentes-Yagüe, 1994). Os conteúdos em ferro nas plantas são discutidos por vários autores, 100 mg/kg (Domínguez-Vivancos 1997), entre 25-500 mg/kg (Mayland, Wilkinson; 1989), entre 5-150 mg/kg Whitehead (2000).

-Animais

O ferro é um dos elementos mais importantes na dieta animal, pois este é um constituinte da hemoglobina (Whitehead, 2000). As necessidades nutricionais animais são na ordem de 10 mg/kg para gado bovino (NRC, 2000), e entre 30,00-50,00 mg/kg MS para ovinos (NRC, 1985), e 15,00 mg/kg MS para os caprinos (Lamand, 1981; Arbiza-Aguirre, 1986).

### **2.6.6 Zinco (Zn)**

-Plantas

Semelhante ao ferro, este intervém como ativador dos sistemas enzimáticos (Whitehead, 2000). A utilização do zinco por parte da planta, pode apresentar-se de três formas: zinco solúvel (presente na dissolução do solo), zinco cambiável (absorvido pelos coloides) e zinco fixado (pode alcançar valores importantes devido à capacidade de substituir alguns elementos da estrutura da argila (alumínio, manganês, ferro) permanecendo inacessível para a planta). A carência de zinco provoca uma anomalia nas plantas (as folhas formam restas ou alongam-se, encurtando-se os entrenós, aparecem manchas amarelas entre as nervuras das plantas, e reduz o crescimento das plantas), estes sintomas podem dever-se ao antagonismo com outros iões, quando em excesso no solo, principalmente fósforo e cálcio, ou então quando o pH do solo é mais elevado. Estas carências podem corrigir-se evitando as causas que o provocam, e aplicando sulfato de zinco ao solo. Em condições normais o zinco não é tóxico (Fuentes-Yagüe, 1999; Fernández-Núñez, 2004;). Diversos autores determinam que os conteúdos de zinco mais habituais nas plantas são: 300-420 mg/kg (Jardón-Bouzas, 2000); 20,00-500,00 mg/kg (Jones, 1972); 12,00-47,00 mg/kg (Kabata-Pendias, 1985); 10,00-48,00 mg/kg (Loué, 1988).

-Animais

O zinco é um elemento que está implicado no metabolismo de diferentes princípios nutritivos. As necessidades nutricionais animais encontram-se entre 20,00-30,00 mg/kg para gado bovino (NRC 2000), e entre 35,00-50,00 mg/kg MS para ovinos (NRC, 1985), e 45,00 mg/kg MS para os caprinos (Lamand, 1981).

### 2.6.7 Manganês (Mn)

#### -Solo

O manganês existente no solo provém de óxidos, carbonatos, silicatos e sulfatos. O comportamento do manganês no sistema solo-planta é bastante similar ao do ferro, sendo a sua solubilidade no solo totalmente dependente do pH. Os principais fatores que influenciam o nível de  $Mn^{2+}$ , são o pH, a humidade, a matéria orgânica e flora microbiana (Domínguez Vivancos, 1997). Um pH superior a 5,5 favorece a oxidação por ação biológica em solos bem arejados, sendo que estas condições diminuem a disponibilidade de manganês. Por sua vez, as formas oxidadas reduzem-se, passando a aumentar a sua disponibilidade em solos mais ácidos.

#### -Planta

O manganês intervém em processos de síntese e formação da clorofila, e na elaboração da matéria orgânica vegetal. Considera-se que concentrações inferiores a 20mg/kg indicam deficiências deste nutriente na planta (Whitehead, 1995; Kabata, 2000), e é tóxico se a concentração for superior a 500,00 mg/kg (Loué, 1988, Kabata, 2000). Os níveis deste nutriente na planta variam em função da espécie (Loué, 1988; Whitehead, 1995), sendo que se regista uma presença superior nas gramíneas (30,00-300,00 mg/kg) do que nas leguminosas (30,00-200,00 mg/kg), isto deve-se a que o excesso de manganês inibe a função dos nódulos das raízes e impede a fixação de azoto atmosférico (Loué, 1988; Whitehead, 1995, 2000).

#### -Animais

A falta de manganês não é um problema muito frequente nos animais, contudo a sua falta, pode originar problemas de natureza sexual, como o aumento da esterilidade em bovinos (White, 1993). As necessidades nutricionais animais encontram-se entre 20,00 mg/kg MS para gado bovino (NRC, 2000), e entre 20,00-40,00 mg/kg MS para ovinos (NRC, 1985), e 45,00 mg/kg MS para os caprinos (Lamand, 1981).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Ensaio de campo

##### 3.1.1 Localização

O ensaio foi estabelecido no ano de 2012 e encontra-se situado na aldeia de Vila Meã, aldeia pertencente à freguesia de Deilão, concelho de Bragança, distrito de Bragança. Com as seguintes coordenadas geográficas 41° 50' N, 6° 35'O e a altitude compreendida entre 873-879 m (Figura 3).



Figura 3: Localização do ensaio Vila Meã (41° 50' N, 6° 35'O)

##### 3.1.2 Clima

O clima foi caracterizado através da estação da freguesia de Deilão, sendo que a diferença entre a estação climática e a parcela é inferior a 100 metros não se considera necessário fazer correções altitudinais para os dados de precipitação e temperatura (Carballeira *et al.* 1983). A zona caracteriza-se por apresentar uma temperatura média situada entre os 10,5 e os 11°C e uma precipitação média anual de 732 mm. É importante assinalar que em determinadas épocas do ano, sobretudo no Inverno, a temperatura mínima registada pode ser inferior a 6°C o que resulta como um limitante para o crescimento das espécies herbáceas de clima temperado (Tabela 1).

Tabela 1: T- temperatura média anual; Mi- média da temperatura máxima no mês mais frio; mi-média de temperatura mínima no mês mais frio; Tp- soma das temperaturas mensais superiores a 0°C; P- precipitação anual; (Aguias, 2001) Fonte: adaptado de PO-PNM (2007)

T (°C)	12.2
Mi (°C)	7.5
mi (°C)	1.3
Tp (°C)	1458
P (mm)	732

### 3.1.3 Caracterização do solo

O solo onde se estabeleceu o ensaio é classificado como Leptosolo (FAO, 1998) que genericamente se caracteriza por ser um solo limitado por uma rocha dura continua e coerente ou por uma camada continua, cimentada a partir de menos de 50 cm de profundidade. É um solo de material não consolidado muito pedregoso tendo menos do 20% de terra fina até uma profundidade de 125 cm, sem horizontes diagnóstico além do horizonte A mólico, úmbrico ou ócrio, com ou sem horizonte B câmbrico, sem propriedades hidromórficas a menos de 50 cm da superfície, sem propriedades sílicas (Agroconsultores e Coba, 1991). Na altura em que se iniciou o ensaio, o valor de pH-água existente no solo era de 4,7; 24 g/kg de matéria orgânica, 42 mg/kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 81 mg/kg de K<sub>2</sub>O.

### 3.1.4 Delineamento experimental

No outono de 2012 foi estabelecido um ensaio com um delineamento hierárquico com 36 pontos de amostragem (12 tratamentos x 3 replicações cada) (Figura 4). Foram estudadas 4 técnicas de recuperação de pastagens, combinadas com três tipos de fertilização. Os tratamentos de fertilização consistiram em fertilização orgânica (estrupe bovino) e em fertilização inorgânica (Ca, P, K) e sem fertilização, como controlo. Os fertilizantes foram aplicados nas seguintes doses: 30000 kg de estrupe/ha; 2000 kg de calcário dolomítico/ha; 130 kg de fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)/ha equivalente a 500 kg/ha de fertigafsa 26 % e 60 kg de K<sub>2</sub>O/ha equivalente a 100 kg de cloreto de potássio 60 %. Os fertilizantes foram distribuídos à superfície, como adubações de cobertura, após a aplicação das técnicas de sementeira.

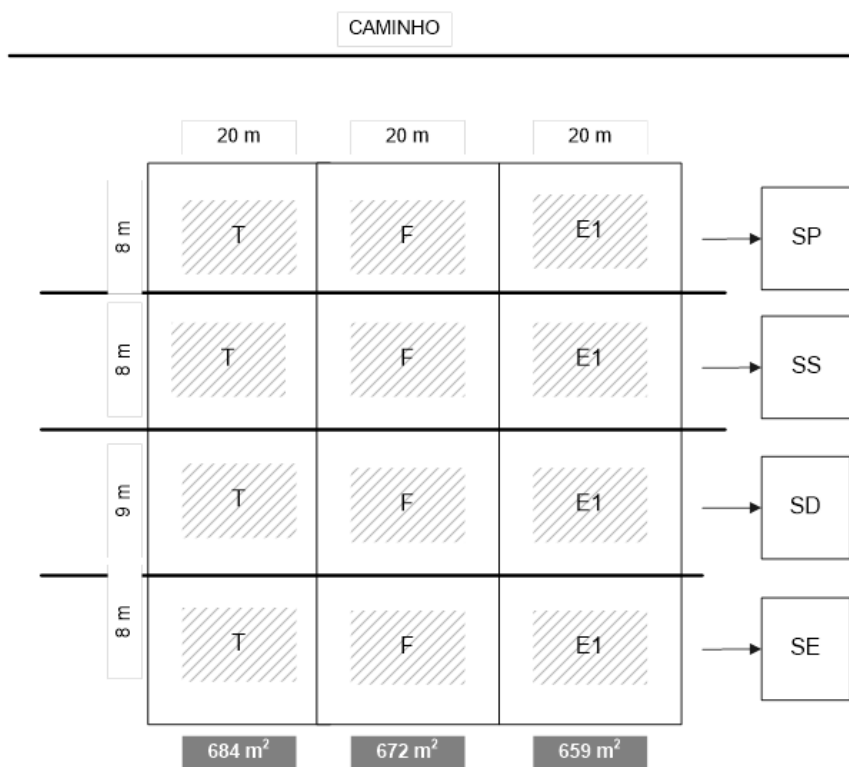


Figura 4: Delineamento experimental. SS: sem sementeira; SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E1 fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T:sem fertilização

As técnicas de recuperação de pastagens compreenderam: testemunha sem sementeira (SS), sementeira manual a lanço e incorporação de semente com escarificador após mobilização superficial do solo com duas escarificações (SE); sementeira manual a lanço com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos (SP) utilizando uma carga pecuária de 651 ovelhas/ha durante 30 minutos; sementeira direta (SD). Em cada parcela é semeada uma mistura de sementes, numa dose de 25 kg/ha, que consiste em leguminosas anuais, leguminosas perenes e gramíneas. Esta mistura já foi utilizada em outros ensaios com bons resultados em relação ao crescimento da pastagem. Foram semeados três grandes talhões, que perfazem uma área total de 1500 m<sup>2</sup>. As espécies presentes na mistura de sementeira e a dose de cada uma apresenta-se na Tabela 2.

Tabela 2: Espécies presentes na mistura de sementeira utilizada.

Familia	Nome científico	Cultivar	Dose (kg/ha)
Compositae	<i>Cichorium intybus</i> L.	Puna	0,6
Leguminosae (Fabaceae)	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	Denmark e Gosse	1,3
	<i>Trifolium vesiculosum</i> Savi	Zulu	1,3
	<i>Trifolium michelianum</i> Savi	Bolta	0,6
	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	Inta	1,3
	<i>Trifolium resupinatum</i> Gib e Belli	Kyambro	0,6
	<i>Trifolium repens</i> L.	Haifa	0,6
	<i>Trifolium fragiferum</i> L.	Palestine	0,3
	<i>Ornithopus sativus</i> Brot.	Emena	1,3
	<i>Ornithopus compressus</i> L.	Avila	0,6
	<i>Biserrula pelecinus</i> L.	Casbah	0,6
	Gramineae	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	Pollanum
<i>Lolium perenne</i> L.		Victorian	3,8
<i>Dactylis glomerata</i> L.		Amba	0,4
<i>Phalaris aquatica</i> L.		Holdfast	0,6

## 3.2 Trabalho de campo e determinações no laboratório

### 3.2.1 Solo

No ano de estudo (2013) foram recolhidas amostras de solo em todas as unidades da parcela no fim de 2013, através da utilização de uma sonda com cerca de 20 cm de profundidade. As amostras foram colocadas numa estufa a 40 °C para que se retirar toda a água retida nas amostras. Após a secagem das amostras estas foram crivadas através de uma malha de 2 mm e procedeu-se às determinações seguintes:

#### -pH

Este foi avaliado através de uma suspensão de solo, com uma solução de água após 15 minutos de mistura entre solo e água, e solução de KCl de 1M de 1:2,5, após 2

horas de mistura, método (Houba *et al.* 1995). O equipamento utilizado foi um potenciômetro Inolab Level 1 WTW.

### **-Matéria orgânica**

Para esta determinação de carbono (C) facilmente oxidável foi seguido o método de Walkley-Black. Este método consiste na digestão húmida da matéria orgânica do solo com uma mistura de dicromato de potássio e ácido sulfúrico durante 30 minutos. O dicromato residual foi titulado com sulfato de ferro e o teor de matéria é estimado através da multiplicação da percentagem de carbono pelo fator 1,72, associado à suposição de que a matéria orgânica do solo contém cerca de 58% de C (van Reeuwijk, 2002).

### **-Acidez de troca (AT)**

A acidez de troca é determinada através da extração de KCL 1M, seguido da agitação e centrifugação dos extratos (Sims, 1996). A acidez de troca é quantificada através de uma titulação com NaOH de 0.05 M.

### **-Capacidade de Troca Catiónica (CTCe) e Saturação de Bases de Troca (SBT)**

É utilizada uma solução de solo com acetato de amónio tamponizada a pH 7 e os cátions  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$  e  $\text{Na}^{+}$ , são determinados num extrato filtrado, através do método de espectrofotometria de absorção atómica (van Reeuwijk, 2002) sendo o equipamento, PYE Unicam PU 9100X.

A capacidade de troca catiónica efetiva foi calculada tendo em conta as bases de troca e acidez de troca.

$$\text{CTCe}=\text{SBT}+\text{AT}$$

Onde: SBT- soma das bases de troca ( $\text{cmol (+) kg}^{-1}$ )

AT- acidez de troca ( $\text{cmol (+) kg}^{-1}$ )

### 3.2.2 Pastagem

A produção de pastagem sazonal foi estimada através do corte do coberto vegetal em todas as unidades da parcela. No ano de estudo, 2013, as amostras de pasto foram recolhidas em, Maio e Junho em superfícies de 0,25 m<sup>2</sup>. As amostras de coberto vegetal são recolhidas dentro das caixas de proteção (caixas fechadas de 1 m<sup>2</sup>, correspondente a cada repetição) através de tesouras elétricas (Figura 5). De referir que durante o mês de Maio, não foi possível obter amostras referentes às parcelas onde se estabeleceu sementeira com pastoreio (SP) e sem sementeira (SS), quando combinados com o tratamento onde não se aplicou qualquer tipo de fertilização (T).



Figura 5: Caixa fechada utilizada para a exclusão do pastoreio, e recolha de amostras de pastagem.

A produção anual de pastagem foi estimada através da soma das produções de pastagem obtidas em cada um dos meses (Maio e Junho) Durante todo o ano, as parcelas estabelecidas foram pastoreadas por gado bovino.

Após cada colheita as caixas fechadas foram mudadas casualmente de local dentro de cada talhão. A massa verde colhida foi guardada num saco de plástico fechado, determinando-se o seu peso em matéria verde numa balança eletrónica com sensibilidade de 0,01 g, sendo seguidamente colocada num tabuleiro de rede e levada à estufa a secar (65 °C, 48 h), determinando-se à saída da estufa o peso em matéria seca.

As amostras secas foram posteriormente moídas num moinho de martelos com uma malha de 1 mm, procedendo-se às determinações laboratoriais seguintes:

#### **-Fósforo (P) e Potássio (K)**

Para a determinação destes nutrientes foi mineralizada com ácido nítrico uma amostra de matéria seca, num digestor por micro-ondas. O fósforo é determinado através da utilização de um espectrofotómetro UV/VIS com um comprimento de onda 882 nm, depois do desenvolvimento de cor pelo método do ácido ascórbico. Este método consiste na formação de um complexo ácido fosfo-molibdénico que é reduzido a azul-fosfo-molibdénico em presença do ácido ascórbico (van Reeuwijk, 2002). O equipamento utilizado foi um espectrofotómetro UV/VIS T80 PG Instrument Lda. O potássio é quantificado por método fotométrico de chama (MAP, 1977) num equipamento Jenway.

#### **3.3 Tratamento estatístico**

O tratamento estatístico dos dados baseou-se em análises de variância (NESTED) e testes de comparação de médias (Tukey, 5%). Empregou-se o programa estatístico SAS (2001).



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Resultados em solo

#### 4.1.1 pH

As análises de variância realizadas para avaliar os efeitos dos distintos tratamentos de pH em água e KCl no ano de estudo, e demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3: Resultado da análise de variância para pH em água e KCl em que o nível de significância corresponde: \*\*\*: $p < 0.001$ ; ns: não significativo.

	pH-água	pH-KCl
Sementeira	ns	ns
Fertilização	***	***
Sementeira(Fertilização)	ns	ns

Em relação ao pH medido em água os resultados indicam que só existiu um efeito significativo do tratamento de fertilização aplicada em que a aplicação de fertilização inorgânica (F) aumentou de forma significativa o pH medido em água em comparação com a fertilização orgânica (E) e o tratamento onde não existe fertilização (T) (Figura 6). Isto acontece devido ao facto de que com este tratamento é aplicado um corretivo de pH, sendo que neste caso é o calcário dolomítico.

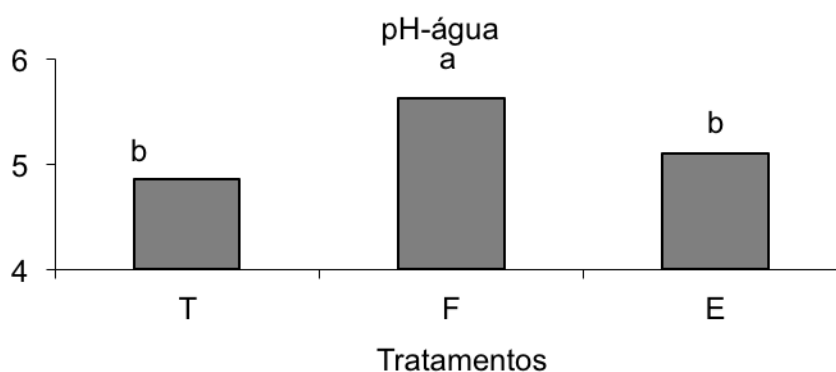


Figura 6: Efeito da fertilização aplicada sobre o pH em água, em que: F fertilização inorgânica (Ca+P+K); E: fertilização orgânica T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

A Figura 7 mostra os valores de pH medidos em água para os diferentes tratamentos estabelecidos no ensaio. Os valores variaram entre 4,7 e 5,6, pelo que se pode classificar através da bibliografia como um solo muito ácido ( $\text{pH} < 5,5$ ) (Porta *et al.* 1999), onde seriam de esperar deficiências a nível de azoto, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, e com uma maior disponibilidade de ferro, cobre e zinco (Porta *et al.* 2003). Esta limitação na disponibilidade de nutrientes para as plantas traduziria numa redução da produção de pasto, já que, com um pH em água inferior a 5,5, o crescimento vegetal é severamente limitado pela ocorrência de toxicidade do alumínio e manganês (Carvalho, 2012; Whitehead, 2000). De salientar também que com os valores de pH encontrados, a nitrificação e a fixação de azoto atmosférico seriam dificultadas e reduzidas e a atividade microbiana escassa.

Os resultados obtidos mostram a existência de um efeito positivo da aplicação de fertilização inorgânica (F) em comparação à fertilização orgânica (E) e a ausência de fertilização (T), nos quatro tratamentos de técnicas de sementeira, mas com mais evidência nos tratamentos SE e SD (Figura 7).

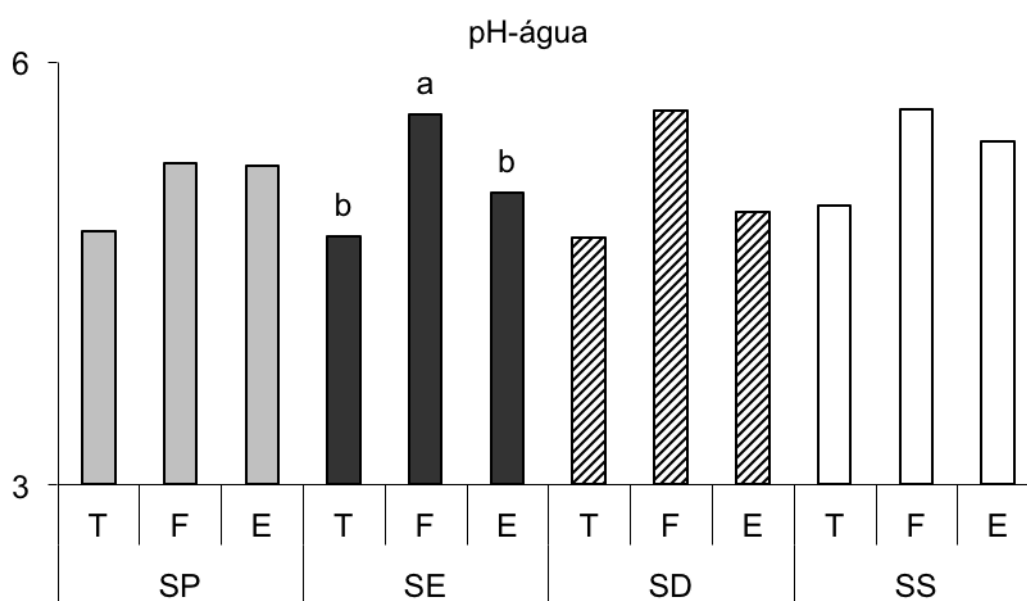


Figura 7: pH água, em que: SS: sem sementeira; SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E1 fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

No momento do estabelecimento do ensaio, o pH do solo era de 4,7 (Fernández-Núñez *et al.* 2013). Como é observável, nos tratamentos onde se aplicou fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), produziu-se um ligeiro aumento do pH do solo (4,9-5,6) que pode estar relacionado com maiores conteúdos de cálcio e magnésio no complexo de troca.

Igualmente ao que que ocorreu com o pH medido em água, no caso do pH medido em KCl obteve-se um efeito significativo da fertilização aplicada (Tabela 3) de maneira a que, esta variável se viu incrementada com a aplicação de fertilização inorgânica (F) em comparação com a fertilização orgânica (E) e no tratamento sem fertilização (T) (Figura 8).

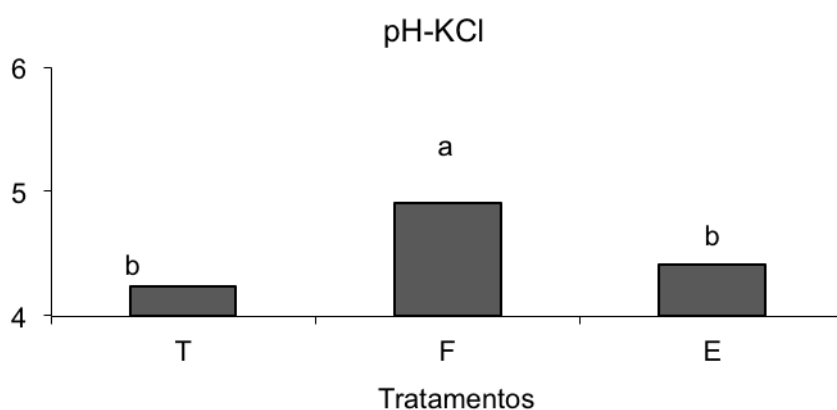


Figura 8: Efeito da fertilização aplicada sobre o pH medido em KCl, em que: F; fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização, E: fertilização orgânica (estrume de bovino). Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

O pH medido em KCl, apresentou valores ente 4,1 e 5,0 como é indicado na Figura 9, o que indica a presença de um solo ácido (Porta *et al.* 2005) ou fortemente ácido (Fuentes-Yagüe, 1999). Como sucede habitualmente, o pH em KCl é inferior ao obtido em água o que coloca em causa a existência de uma importante quantidade de iões  $H^+$  unidos ao complexo de troca, muito maior que a existência de iões  $H^+$  existentes no solo (Power, 1997; Prasad, 1997 ), o que faz com que a sensibilidade da variável pH em água seja maior, quando em comparação com o pH em KCl. Por outro lado, à semelhança do que ocorreu no pH em água, os resultados obtidos mostram a existência de um efeito positivo da aplicação da fertilização mineral (F) em comparação a fertilização orgânica (E) e a ausência de fertilização (T), nos quatro tratamentos de técnicas de sementeira, mas com mais evidência nos tratamentos SE e SD.

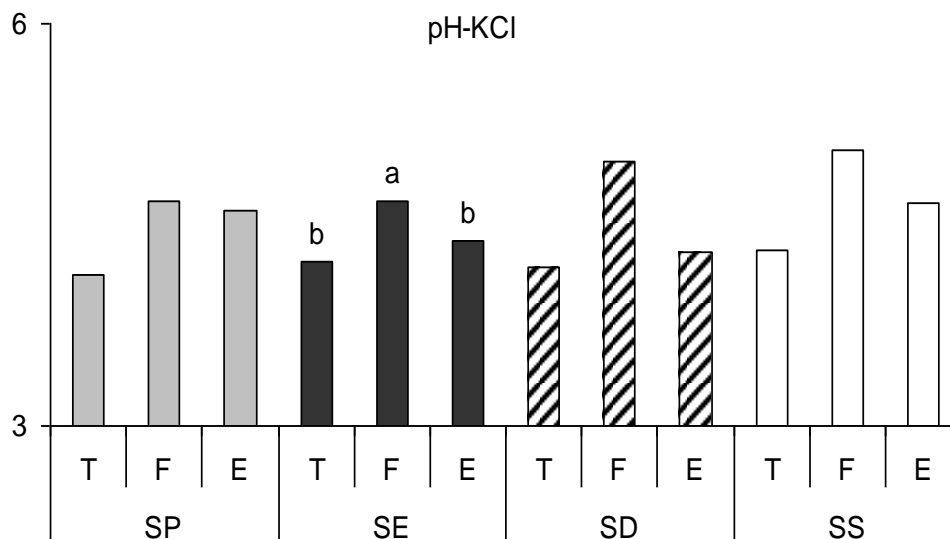


Figura 9: valores de pH-KCl, onde: SS: sem sementeira; SE: Sementeira com escarificação; Sp sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrupe bovino); F: fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

#### 4.1.2 Matéria orgânica

A análise de variância realizada para a variável de matéria orgânica e demonstrada na Tabela 4, mostra a existência de um efeito significativo da interação do tipo de sementeira com o tipo de fertilização.

Tabela 4: Resultado da análise de variância de matéria orgânica (MO) em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0,001$ ; \*:  $p < 0,05$ .

	MO
Sementeira	*
Fertilização	***
Sementeira(Fertilização)	*

Os valores de matéria orgânica expressa em percentagem na Figura 10, mostram que o teor de variação foi de 3,00 a 4,55%, que se consideraria um valor médio ( $2\% < MO < 5\%$ ) (Costa, 1991) e que são ligeiramente superiores aos valores obtidos a quando da implementação do ensaio (2,8-3,9%). Os resultados mostram que as parcelas em que se aplicou fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), alcançaram os maiores

valores de percentagem de MO no solo, do que nas parcelas em que não se aplicou fertilização (T).

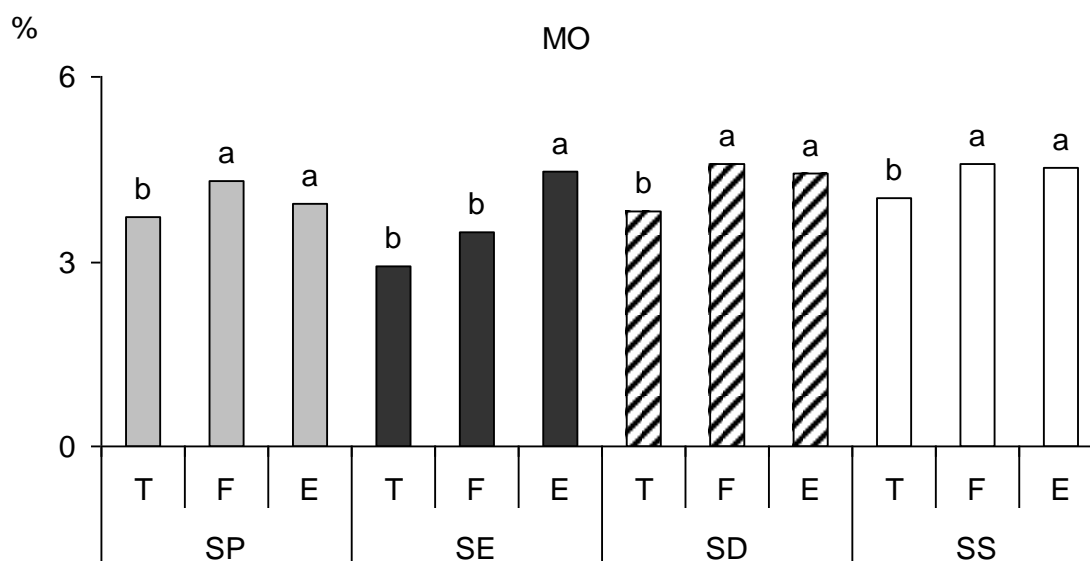


Figura 10: Percentagem de matéria orgânica, onde: SS: sem sementeira; SE: Sementeira com escarificação; Sp sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F: fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos de fertilização dentro da mesma sementeira.

Contudo, no tratamento SE registaram-se diferenças significativas entre os três tipos de fertilização, onde as maiores percentagens de MO no solo se relacionaram com a aplicação de fertilização orgânica (E). Estas diferenças poderão estar relacionadas com o fato de a mobilização superficial do solo acelerar a decomposição da matéria orgânica do solo, e como tal nos tratamentos onde não houve reposição com a estrumeação (T e F) os valores são mais baixos do que nas restantes técnicas de sementeira. Outra explicação pode estar relacionada com a maior produção de pasto obtida nos tratamentos com fertilização. Este aumento na produção de pasto traduzir-se-ia numa decomposição continuada de MO associada ao desenvolvimento radicular e à decomposição de matéria morta (Carvalho, 2012).

#### 4.1.3 Capacidade de troca catiónica efetiva (CTCe) e Grau de saturação

A CTCe é a soma da quantidade de Ca, Mg, K, Na e acidez de troca (AT) presentes no complexo de troca (Saña-Vilaseca *et al.* 1996). Os resultados das análises de variância não mostraram efeitos significativos dos tratamentos aplicados sobre a CTCe. Contudo, os resultados obtidos (Figura 11) mostraram que, no caso dos tratamentos sementeira com pisoteio (SP) e sementeira com escarificação (SE) a CTCe tende a aumentar naquelas parcelas em que se aplicou fertilização tanto orgânica (E) como inorgânica (F). Por outro lado, no caso dos tratamentos sementeira a lanço (SD) e não sementeira (SS), a CTCe tende a aumentar nas parcelas em que não se aplicou fertilização. A CTCe é um índice da fertilidade do solo, e neste estudo variou entre 4,1 e 7,4 cmol(+)/kg (Figura 10) o que segundo o autor Fuentes-Yagüe (1999) corresponderia a solos pouco férteis ( $CTCe < 10 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ ) onde, segundo o mesmo autor, é de esperar que se produza uma importante lixiviação de bases de troca.

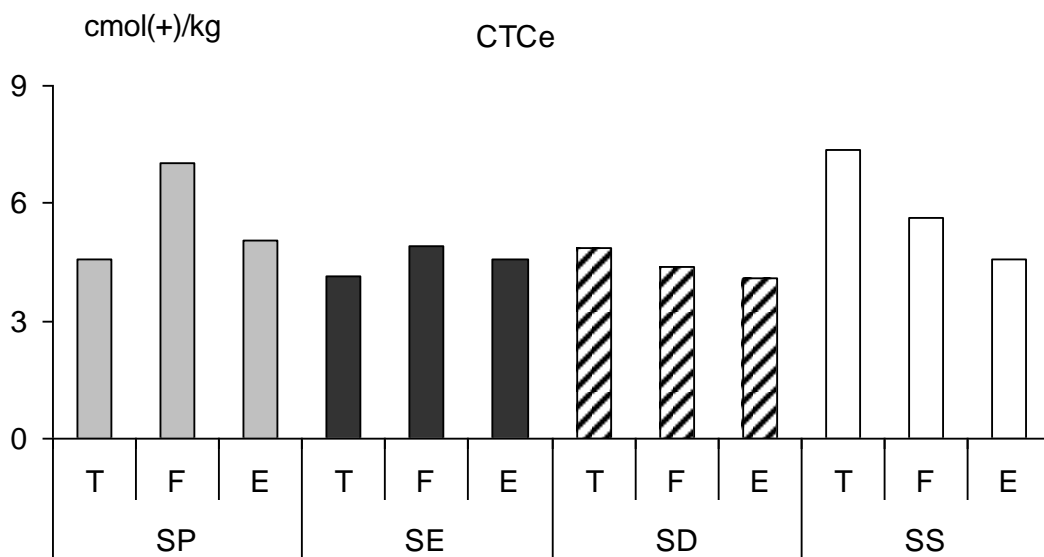


Figura 11: Capacidade de troca catiónica do solo, expressa em  $\text{cmol}(+)/\text{kg}$  onde: SS: sem sementeira; SE: Sementeira com escarificação; Sp sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrupe bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização.

Por outro lado, as análises de variância realizadas para o grau de saturação mostram que existiu um efeito significativo do tratamento de fertilização e da sementeira sobre a acidez de troca (AT) assim como um efeito significativo da fertilização sobre o grau de saturação de Ca e Mg (Tabela 5). A acidez de troca (AT) foi significativamente reduzida nos tratamentos de fertilização tanto orgânica (E) como inorgânica (F) em comparação com o tratamento de sem fertilização (T) (Figura 12).

Tabela 5: Resultado da análise de variância para a acidez de troca (AT) e o grau de saturação de bases (Ca, Mg, K, Na) em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0,001$ ; ns: não significativo.

	AT	%Ca	%Mg	%K	%Na
Sementeira	*	ns	ns	ns	ns
Fertilização	***	***	***	ns	ns
Sementeira(Fertilização)	ns	ns	ns	ns	ns

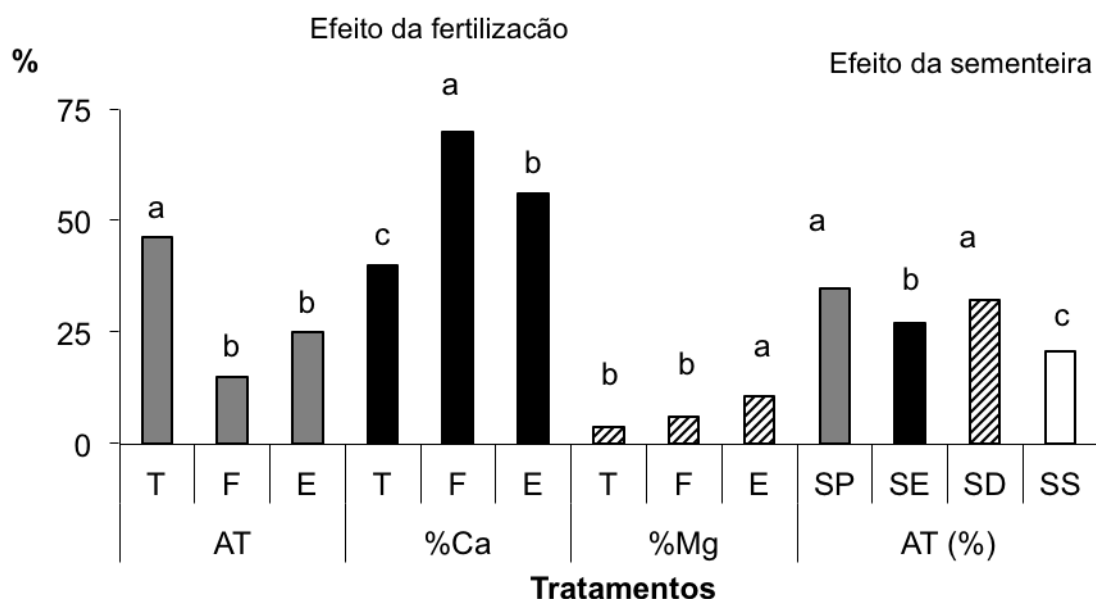


Figura 12: Efeito dos tratamentos sobre a acidez de troca (AT) e percentagem de saturação de Ca e Mg, em que: E: Fertilização orgânica (estrume bovino); F: fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os tratamentos.

Para este efeito as percentagens que contribuíram significativamente foram as de Ca e Mg, Os resultados mostram que a aplicação de fertilizantes (E ou F) aumentou o grau de saturação de Ca em comparação com o tratamento sem fertilização (T). Tendo

em conta este caso, o maior grau de saturação obtém-se através da aplicação da fertilização inorgânica (F).

No caso Mg, os maiores graus de saturação associam-se à aplicação da fertilização orgânica (E). Finalmente, a AT viu-se reduzida naquelas parcelas onde se realizou sementeira com escarificação (SE) e nas que não foram sementadas (SS) em comparação com a sementeira com pisoteio (SP) e sementeira a lanço (SD).

O grau de saturação para o Ca variou entre 36 e 78%, para o Mg entre 3 e 12%, para o K entre 2 e 5%, para o Na entre 3,5 e 9,0% e para a acidez de troca entre 7,6 e 51% (Figura 13). Se se comparar estes valores de variação com os estabelecidos por Fuentes-Yagüe (1999), este solo apresentaria um baixo conteúdo de K (5%) e Mg (10-20%) e um conteúdo excessivo de Na (0,5-3%). É de referenciar que, determinados elementos apresentam efeitos antagónicos entre si, por exemplo, o excesso de Ca interfere na disponibilidade de Mg provocando a sua diminuição no complexo de troca (Fuente-Yagüe, 1999), esta situação que verifica-se neste ensaio, onde a presença de Ca é superior aos restantes elementos.

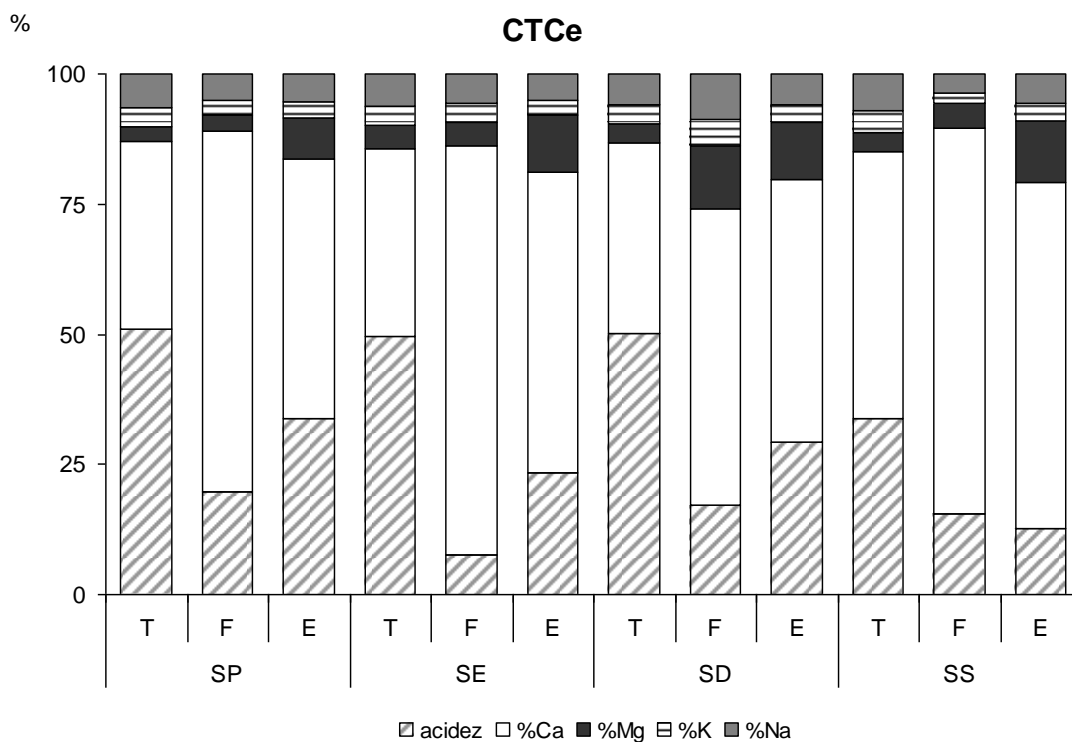


Figura 13: Capacidade de troca catiónica expressa em percentagem, onde: SS: sem sementeira; SE: sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de sementes através de pisoteio de ovinos; SD: sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização; acidez: acidez de troca; %Ca: percentagem de cálcio, %Mg: percentagem de magnésio, %K: percentagem de potássio, %Na: percentagem de sódio.

Finalmente, é de assinalar também que na maior parte das parcelas estabelecidas, a sequência seguida pelas percentagens de saturação foram Ca>AT>Mg>Na>K à exceção das parcelas em que não se aplicou fertilização (T) e se realizou sementeira com pisoteio (SP), sementeira com escarificação (SE) e sementeira a lanço (SD) onde a sequência obtida foi AT>Ca>Na>K>Mg. A explicação pode residir no fato de o conteúdo de matéria orgânica obtido ser menor que o encontrado no resto dos tratamentos. Como é sabido, a matéria orgânica retira o Al do complexo de troca e este substitui o Ca.

## 4.2 Resultados pastagem

### 4.2.1 Produção anual

O resultado da análise de variância para avaliar o efeito dos distintos tratamentos sobre a produção anual de pasto e referida na Tabela 6, indica que ocorreu um efeito significativo da interação entre *fertilização x sementeira* na produção de pasto anual.

Tabela 6: Resultado da análise de variância para a produção anual de pasto em que o nível de significância corresponde: \*\*:  $p < 0,01$ ; \*\*\*:  $p < 0,001$ .

	Produção anual
Sementeira	**
Fertilização	***
Sementeira(Fertilização)	**

A produção de pasto anual variou entre 560-1646 kg MS/ha; 365-1679 kg MS/ha; 509-2309 kg MS/ha e 191-1298 kg MS/ha para as parcelas em que se aplicou sementeira com pisoteio (SP), sementeira com escarificação (SE), sementeira a lanço (SD) e sem sementeira (SS), respetivamente (Figura 14). Os resultados obtidos mostram um aumento da produção de pasto, em todos os tipos de sementeira (SP, SE, SD, SS), quando se aplica fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), em relação ao tratamento sem fertilização (T). Para além disso, no caso das parcelas em que se aplicou sementeira com escarificação (SE), sementeira a lanço (SD) o sem sementeira (SS), a aplicação de fertilização orgânica (E) aumentou significativamente a produção de pasto, quando em comparação com a aplicação de fertilização inorgânica (F). O efeito positivo

da aplicação de fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), nas pastagens de sequeiro em zonas de montanha do nordeste de Portugal, relaciona-se com a maior disponibilidade de nutrientes no solo, realizado com este tipo de tratamentos em comparação com a ausência de fertilização (Fernández-Núñez *et al.* 2012).

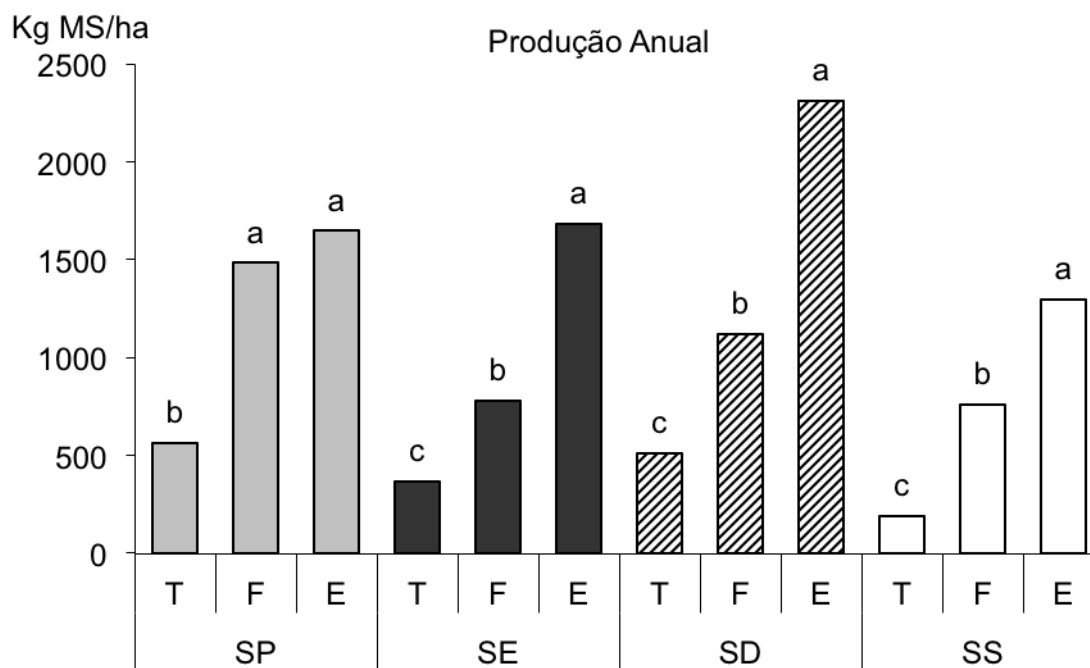


Figura 14: Produção anual de pasto (kg MS/ha) onde: SS: sem sementeira; SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos de fertilização dentro do mesmo tipo de sementeira.

Por outro lado, os resultados mostraram que, a aplicação de fertilização orgânica (E) aumentou a produção de pasto anual em comparação com a aplicação de fertilização inorgânica (F). A aplicação de estrume, neste caso proveniente de bovinos, é uma fonte de nutrientes para as plantas, sobretudo de N:P:K e fornece MO ao solo, o que pressupõe uma melhoria da capacidade de retenção de água, quando em comparação com a fertilização inorgânica (F). É importante salientar que, do ponto de vista do agricultor, a eficiência obtida com a aplicação de fertilização orgânica (E) se traduziria num aumento da rentabilidade do sistema de produção, quando em comparação com a aplicação de fertilização inorgânica (F).

Resumindo é importante salientar que a produção de pasto anual, nos quatro tipos de sementeira estabelecida, foi aumentada através da aplicação de fertilização (F ou E), sobretudo através da aplicação de fertilização orgânica (E).

#### 4.2.2 Produção sazonal

O resultado da análise de variância para avaliar o efeito dos distintos tratamentos sobre a produção sazonal de pasto, em que compreende os períodos de Maio e Junho, é referida na Tabela 7, indicando que ocorreu um efeito significativo no tratamento de fertilização no mês de Maio. Recordar que durante o mês de Maio, nos tratamentos que referem a sementeira com pisoteio (SP) e sem sementeira (SS) combinados com o tratamento sem fertilização (T) a produção de pasto era praticamente inexistente e por isso não foi possível obter amostras.

*Tabela 7: Resultado da análise de variância para a produção sazonal de pasto em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0,001$ ; ns: não significativo.*

	Produção	
	Maio	Junho
Sementeira	ns	ns
Fertilização	***	ns
Sementeira(Fertilização)	ns	ns

Na Figura 15 é possível observar a produção de pasto correspondente aos meses de Maio e Junho. Os resultados mostram que a produção durante o mês de Maio variou entre 250 e 1054 kg MS/ha, e no caso do mês de Junho a produção variou entre 191 e 1256 kg MS/ha. Por outro lado, os resultados refletem um aumento da produção de pasto nas parcelas onde foi aplicada fertilização orgânica (E) quando em comparação com a fertilização inorgânica (F) em todos os tipos de sementeira realizados. É importante indicar que este efeito positivo foi significativo no primeiro corte de ano (Maio). O mesmo efeito, ainda que não seja significativo voltou a ser encontrado no segundo corte do ano (Junho) ainda que neste caso, os resultados refletem que a aplicação de fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F) tendem a aumentar a produção em relação ao tratamento de não fertilização (T). O efeito positivo que a aplicação de estrumes tem sobre a produção sazonal de pasto refletiu-se naturalmente na produção de pasto anual.

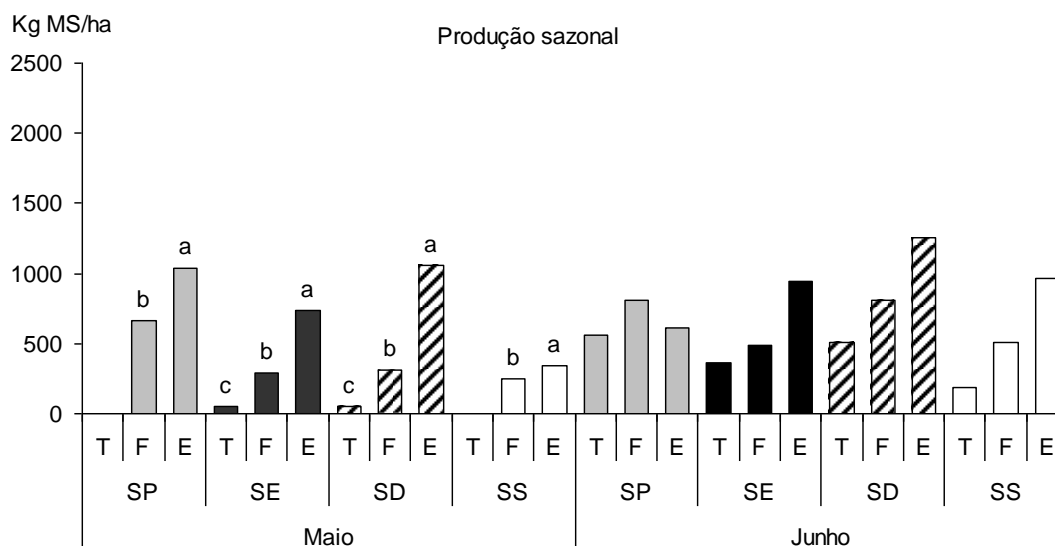


Figura 15: Produção sazonal de pasto (kg/ha) onde:SS: sem sementeira; SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T:sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

Em suma, a produção de pasto sazonal foi maior durante o mês de Junho, e foi reforçada pelos tratamentos de fertilização, sobretudo, através da fertilização orgânica (E).

É de realçar que a fertilização tanto química e orgânica, reduziram a sazonalidade da produção de biomassa. Isto é, a diferença de produção entre Maio e Junho foi atenuada quando comparada com o tratamento testemunha onde não se aplicou fertilização.

## 4.3 Nutrientes na pastagem

### 4.3.1 Macronutrientes

#### Fósforo (P)

A análise de variância realizada para o conteúdo de P (%), indica a existência de um efeito significativo no tratamento de fertilização na percentagem de P durante o mês de Junho (Tabela 8) de forma que, o conteúdo de P no pasto teve um aumento

significativo através da aplicação de fertilização orgânica (E) em comparação com a fertilização inorgânica (F) e o tratamento sem fertilização (T) (Figura 15).

Tabela 8: Resultado da análise de variância para o P(%), no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*:  $p < 0,01$ ; ns: não significativo.

	Maio	Junho
Sementeira	ns	ns
Fertilização	ns	**
Sementeira(Fertilização)	ns	ns

O efeito positivo da aplicação de fertilização orgânica (E) sobre o P poderá relacionar-se com a menor acidez de troca (AT) encontrada neste tratamento em consequência de uma menor formação de compostos de P com Al deixando assim o P disponível para as plantas. Por outro lado, esta resposta positiva da aplicação de fertilização orgânica (E) sobre o conteúdo de P no pasto foi anteriormente corroborada por Zhao *et al.* (2009) e Fernández-Núñez *et al.* (2012).

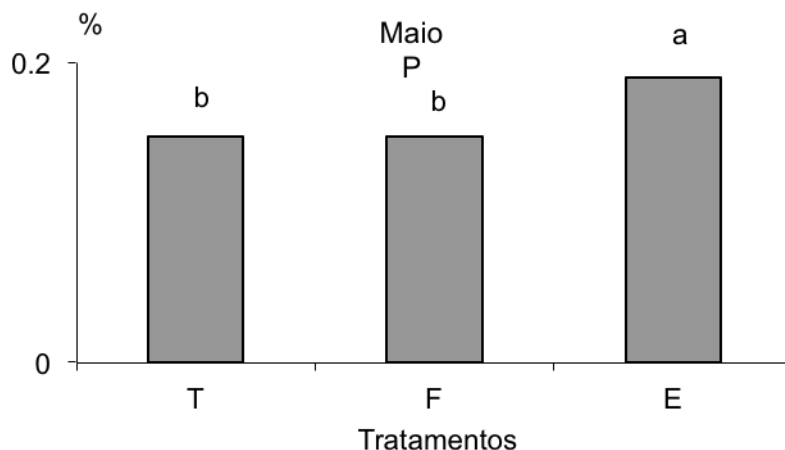


Figura 16: Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de P na pastagem durante o mês de Maio. E fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

Através da Tabela 9 é possível observar que o P, durante o mês de Maio tem valores no pasto que variam entre de 0,17-0,34%, sendo que o valor mínimo obtido ocorre na sementeira a lanço (SD), quando sujeita a um tratamento de fertilização orgânica (E), e atinge o seu valor máximo quando não existe sementeira (SS) aliada ao

tratamento de fertilização inorgânica (F). Durante o mês de Junho os valores existentes no pasto variam entre 0,13-0,20%, sendo que o valor mínimo obtido ocorre na sementeira a lanço (SD), quando esta não sofre qualquer tipo de fertilização (T), e atinge o seu máximo quando é utilizada a técnica de sementeira com pisoteio (SP) aliada ao tratamento de fertilização orgânica (E). É de referir que os conteúdos de P nos dois meses de estudo foram similares aos encontrados por autores como Piñeiro-Andión (1992) (0,15-0,60%).

*Tabela 9: Percentagem de fósforo (%P) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização.*

	%P											
	SP			SE			SD			SS		
	T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	0,21	0,19	0,23	0,19	0,20	0,23	0,19	0,17	-	0,34	0,19
Junho	0,17	0,16	0,20	0,16	0,15	0,17	0,13	0,17	0,17	0,16	0,15	0,17

Em relação às necessidades nutricionais dos animais para P existente no pasto, este revela-se suficiente para o gado bovino (0,18%: NRC, 2000) e ovino (0,16-0,37%: NRC, 1985). Não seria necessário fazer suplementações em P durante o ano.

### **Potássio (K)**

A análise de variância realizada para o conteúdo de K (%), indica a existência de um efeito significativo da interação sementeira x fertilização na percentagem de P durante o mês de Maio (Tabela 10).

*Tabela 10: Resultado da análise de variância para percentagem de K, no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*:  $p < 0,01$ ; \*:  $p < 0,5$ ; ns: não significativo.*

	Maio	Junho
Sementeira	*	ns
Fertilização	**	ns
Sementeira(Fertilização)	*	ns

Assim, durante o mês de Maio nas parcelas em que se estabeleceu sementeira com escarificação (SE) ou sementeira a lanço (SD), o conteúdo de K aumentou significativamente nos tratamentos de fertilização orgânica (E) quando em comparação com a fertilização inorgânica (F), e o tratamento sem fertilização (T) (Tabela 11). Esta resposta pode ser explicada pelo efeito positivo que a aplicação de estrumes tem sobre as leguminosas. Assim, estudos recentes realizados no nordeste de Portugal indicam que as leguminosas semeadas beneficiaram assinalavelmente da aplicação de estrumes à sementeira, apresentando um grau de cobertura de 35 % na Primavera, enquanto que na fertilização mineral (Ca + P + K) os graus de cobertura alcançam percentagens de apenas um 15 % (Aguiar *et al.* 2010). Como é sabido, as espécies dicotiledóneas apresentam, normalmente, um maior conteúdo de K que as monocotiledóneas (Hopkins *et al.* 1994). Durante o mês de Junho, ainda que os resultados não tenham sido significativos, observa-se uma tendência de redução da percentagem de K na pastagem fertilizada com fertilização inorgânica (F).

Através da Tabela 11 é possível observar que o potássio, durante o mês de Maio apresenta valores no pasto que variam entre de 0,20-0,41%, e durante o mês de Junho os valores existentes no pasto variam entre 0,19-0,26%. De registar que estes valores são inferiores aos determinados por Whitehead (2000) (1,80 - 4,10%).

*Tabela 11: Percentagem de potássio (%K) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.*

	%K											
	SP			SE			SD			SS		
	T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	0,27	0,32	0,22b	0,32b	0,41a	0,33b	0,2b	0,38a	-	0,33	0,41
Junho	0,20	0,19	0,22	0,21	0,19	0,26	0,22	0,25	0,19	0,21	0,19	0,25

Em relação às necessidades nutricionais dos animais com o K este revela-se insuficiente para a dieta do gado bovino (0,6%: NRC 2000) e o gado ovino (0,5-0,8%: Lamand, 1981). Sendo assim necessário fazer suplementações em K durante o ano.

## Cálcio (Ca)

A análise de variância realizada para o conteúdo de Ca (%), indica a existência de um efeito significativo da interação *sementeira x fertilização* na percentagem de Ca durante o mês de Junho (Tabela 12) de forma que a aplicação de fertilização tanto orgânica (E), como inorgânica (F), aumentou a percentagem de Ca em relação ao tratamento em que não se aplicou qualquer tipo de fertilização (T). Situação que pode ser explicada através da adição de Ca que é feita com estes dois tipos de fertilização, na qual se traduziria numa maior disponibilidade deste nutriente para a vegetação.

Tabela 12: Resultado da análise de variância para a percentagem de Ca , no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0.00$ ; ns: não significativo.

	Maio	Junho
Sementeira	ns	***
Fertilização	ns	***
Sementeira(Fertilização)	ns	***

Através da Tabela 13 é possível observar que o cálcio Ca, durante o mês de Maio tem valores no pasto que variam entre de 0,42-0,74%, sendo que o valor mínimo obtido ocorre na sementeira com pisoteio (SP), quando sujeita a um tratamento de fertilização orgânica (E), e atinge o seu valor máximo na sementeira a lanço (SD) aliada ao tratamento de fertilização inorgânica (F). Durante o mês de Junho os valores existentes no pasto variam entre 0,17-0,72%, sendo que o valor mínimo obtido ocorre na sementeira com escarificação (SE), quando esta não sofre qualquer tipo de fertilização (T), e atinge o seu máximo quando é utilizado o tratamento de fertilização inorgânica (F). De referir que, autores como Whitehead (1995) definem que os conteúdos de Ca no pasto variam entre 0,5-3,0%, sendo estes valores semelhantes, em muitos dos tratamentos, aos valores obtidos neste estudo.

Tabela 13: Percentagem de cálcio (%Ca) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lançar; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

		%Ca											
		SP			SE			SD			SS		
		T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	0,57	0,42	0,50	0,72	0,43	0,68	0,74	0,50	-	0,65	0,65	
Junho	0,28	0,54	0,38	0,17	0,72	0,43	0,26	0,61	0,50	0,29	0,35	0,36	

Em relação às necessidades nutricionais dos animais, o cálcio existente no pasto nos meses de Maio e de Junho, seria suficiente para a dieta de gado bovino (0,18-0,44%: NRC, 2000). Para o gado ovino este nutriente é também considerado viável já que as necessidades deste tipo de animal varia entre os 0,21-0,52% (NRC, 1985). Não seria necessário fazer qualquer tipo de suplementação neste nutriente.

### Magnésio (Mg)

A análise de variância realizada para o conteúdo de Mg (%), indica a existência de um efeito significativo do tratamento de fertilização na percentagem de magnésio durante o mês de Maio (Tabela 14) de forma que, o conteúdo de Mg no pasto sofre uma redução significativa quando se aplica fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), em comparação com tratamento sem fertilização (T) (Figura 16).

Tabela 14: Resultado da análise de variância para a percentagem de Mg, no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0.001$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.5$ ; ns: não significativo.

	Maio	Junho
Sementeira	ns	ns
Fertilização	**	ns
Sementeira(Fertilização)	ns	ns

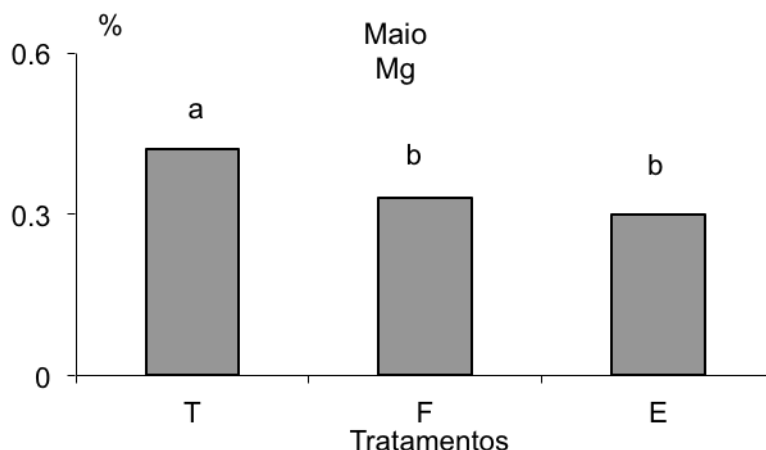


Figura 17: Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de Mg na pastagem durante o mês de maio. E fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T:sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

O magnésio, durante o mês de Maio tem valores no pasto que variam entre 0,11-0,17% (Tabela 17), sendo que o valor mínimo obtido ocorre na sementeira a lanço (SD) e na sementeira com escarificação (SE), ambas quando sujeitas a um tratamento de fertilização orgânica (E), e atinge o seu valor máximo em sementeira a lanço (SD) aliada à ausência de fertilização (T).

Tabela 15: Percentagem de magnésio (%Mg) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização.

	%Mg											
	SP			SE			SD			SS		
	T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	0,13	0,13	0,16	0,12	0,11	0,17	0,14	0,11	-	0,15	0,12
Junho	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11	0,12	0,11	0,11	0,10	0,11

Durante o mês de Junho os valores existentes no pasto variam entre 0,10-0,12%, sendo que o valor mínimo obtido ocorre na sementeira com escarificação (SE), e sem sementeira (SS) quando é utilizado o tratamento de fertilização inorgânica (F), e atinge o seu máximo quando é utilizada a técnica de sementeira com pisoteio (SP) aliada ao tratamento de fertilização inorgânica (F). De referir que, autores como Norton (1982) e

Whitehead (2000) definem que os conteúdos de magnésio no pasto variam entre 0,15-0,45%, sendo estes valores semelhantes, aos valores obtidos neste estudo.

Em relação às necessidades nutricionais dos animais, o Mg existente no pasto nos meses de Maio e de Junho revela-se insuficiente para a dieta de gado bovino > 0,20% (NRC, 2000). Para o gado ovino este nutriente já pode ser considerado viável pois as necessidades deste tipo de animal varia entre os 0,09-0,10% (NRC, 2000).

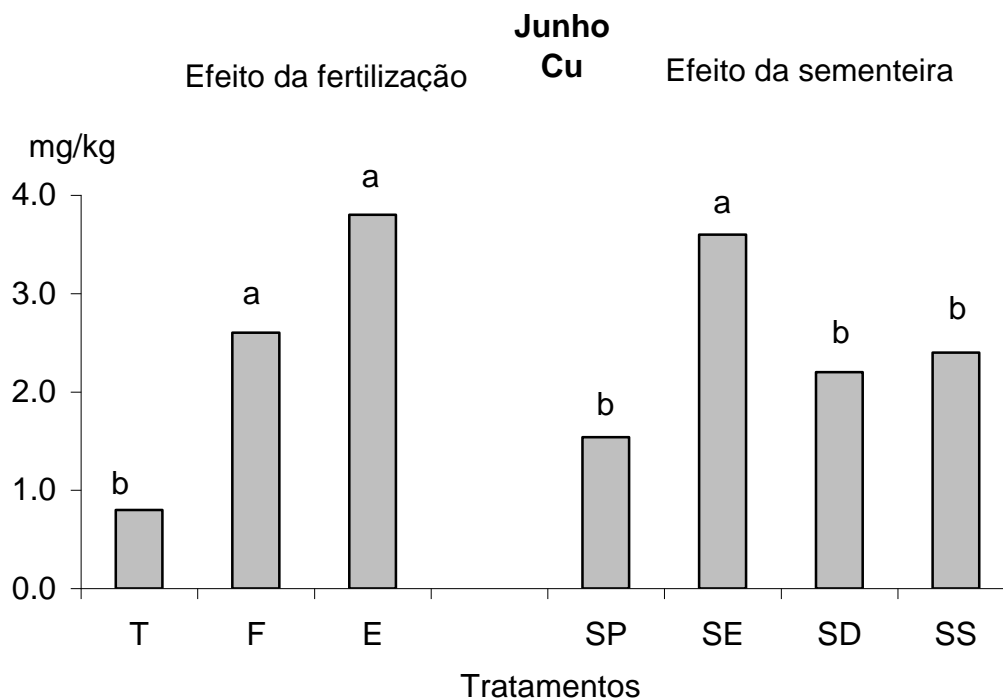
### 4.3.2 Micronutrientes

#### Cobre (Cu)

A análise de variância realizada para o conteúdo de cobre (mg/kg), indica a existência de um efeito significativo no tratamento de fertilização e do tipo de sementeira no conteúdo de Cu durante o mês de Junho (Tabela 16). O conteúdo em Cu no pasto aumentou significativamente através da aplicação de fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), quando em comparação com o tratamento sem fertilização (T) (Figura 18). Por outro lado, obteve-se um efeito positivo da sementeira com escarificação sobre o conteúdo de Cu em pasto, quando comparado com as outras sementeiras (SP, SD e SS).

*Tabela 16: Resultado da análise de variância para o conteúdo em Cu, no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0.001$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.5$ ; ns: não significativo.*

	Maio	Junho
Sementeira	ns	**
Fertilização	ns	***
Sementeira(Fertilização)	ns	ns



*Figura 18: Efeito dos tratamentos sobre o conteúdo de Cu, na pastagem durante o mês de Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F: fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.*

Através da Tabela 17, é possível observar que o teor de cobre na pastagem, no mês de Maio, varia entre 2,0-5,4 mg/kg, sendo que os valores mínimos ocorrem no tratamento de sementeira com escarificação (SE) associada ao tratamento de fertilização inorgânica (F), e atinge o seu valor máximo nos tratamentos de sementeira com escarificação (SE) associada ao tratamento de fertilização orgânica (E). Para o mês de Junho os seus valores variam entre 0,4-5,4 mg/kg, sendo que o valor mínimo ocorre no tratamento de sementeira a lanço (SD) associado à ausência de fertilização (T), e atinge o seu valor máximo no tratamento de sementeira com escarificação (SE) associado à fertilização orgânica (E). Segundo Kabata-Pendías (1985), Louè (1988) e Domínguez-Vivancos (1997), os intervalos do conteúdo deste nutriente na vegetação são suficientes para valores situados entre 5-30 mg/kg, 10-80 mg/kg, 3-100 mg/kg, valores muito superiores aos encontrados no neste estudo.

Tabela 17: Concentração de cobre (Cu (mg/kg)) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com esscarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização.

	Cu (mg/kg)											
	SP			SE			SD			SS		
	T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	3,1	3,3	2,7	2,0	5,4	5,3	2,3	2,7	-	4,6	2,3
Junho	1,1	2,4	2,1	0,9	3,2	5,4	0,4	2,6	2,7	0,9	2,4	3,4

Em relação às necessidades nutricionais dos animais, os teores de cobre existentes no pasto nos meses de Maio e de Junho revelam não ser suficiente para a dieta de gado bovino, pois a necessidade de bovinos é de 10 mg/kg (NRC 1978), e para as necessidades nutricionais dos ovinos este revela-se marginal para a dieta destes sendo que as suas necessidades nutricionais situam-se entre 4,6-7,4 mg/kg (NRC, 1985). Será necessário fazer suplementações de Cu pelo menos em parte do ano, para o caso dos bovinos.

### Ferro (Fe)

A análise de variância realizada para o conteúdo de ferro (mg/kg), indica a existência de um efeito significativo do tratamento de fertilização no conteúdo de Fe durante o mês de Maio (Tabela 18) de forma que, o conteúdo de Fe no pasto foi significativamente inferior com a fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), em comparação com tratamento sem fertilização (T) (Figura 19).

Tabela 18: Resultado da análise de variância para conteúdo em Fe (mg/kg), no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0.001$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.5$ ; ns: não significativo.

	Maio	Junho
Sementeira	ns	ns
Fertilização	***	ns
Sementeira(Fertilização)	ns	ns

De acordo com Whitehead (1995), o nível de ferro existente no pasto relaciona-se com a forma de fertilizante aplicado e o seu efeito sobre a acidez do solo, de tal

forma que, se a fertilização aumenta o pH, como ocorreu neste estudo, a disponibilidade de ferro sofre uma redução, daí o pasto apresentar valores inferiores deste nutriente.

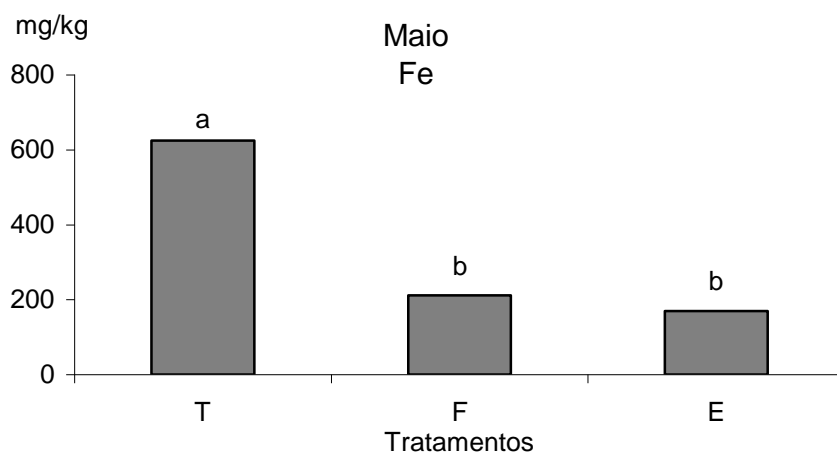


Figura 19: Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de Fe na pastagem durante o mês de maio. E fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

Através da Tabela 19, é possível observar que os teores de Fe na pastagem, no mês de Maio, variam entre 75-784 (mg/kg), sendo que o valor mínimo ocorre no tratamento sem sementeira (SS), associada ao tratamento de fertilização orgânica (E), e atinge o seu valor máximo no tratamento de sementeira a lanço (SD), quando não é aplicado qualquer tipo de fertilização (T). Para o mês de Junho os seus valores variam entre 106-340 (mg/kg) sendo que o valor mínimo ocorre no tratamento: sementeira com pisoteio de ovino (SP) associado ao tratamento de fertilização orgânica (E), e atinge o seu valor máximo no tratamento sem sementeira (SS), associado ao tratamento de fertilização orgânica (E).

Tabela 19: Concentração de ferro (mg/kg) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização.

	Fe (mg/kg)											
	SP			SE			SD			SS		
	T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	247	125	466	229	270	784	220	206	-	146	75
Junho	164	128	106	201	129	270	285	151	206	129	176	340

Em relação às necessidades nutricionais dos animais, os teores de ferro no pasto para gado bovino e ovino nos meses de Maio e de Junho, revelam serem suficientes para a dieta destes animais, pois a necessidade de bovinos é de 10 mg/kg, e para os ovinos é entre 30-40 mg/kg.

### Zinco (Zn)

A análise de variância realizada para o conteúdo de zinco (mg/kg), indica a existência de um efeito significativo do tratamento de fertilização no conteúdo de Zn durante o mês de Maio (Tabela 20).

Tabela 20: Resultado da análise de variância para o conteúdo em Zn (mg/kg), no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0.001$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.5$ ; ns: não significativo.

	Maio	Junho
Sementeira	ns	ns
Fertilização	**	ns
Sementeira(Fertilização)	ns	ns

Assim, o conteúdo de Zn no pasto foi reduzido significativamente pela fertilização, tanto orgânica (E) como inorgânica (F), em comparação co tratamento sem fertilização (T) (Figura 20). Esta resposta negativa do Zn à aplicação de fertilização poderá relacionar-se com a maior presença de Ca encontrada na capacidade de troca catiônica presente nestes solos, a qual reduziria a disponibilidade de Zn para as plantas.

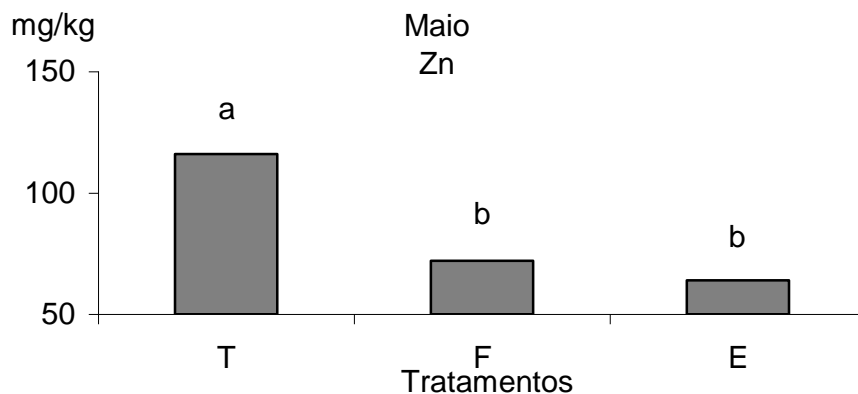


Figura 20: Efeito do tratamento de fertilização sobre o conteúdo de Zn na pastagem durante o mês de maio. E fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

Através da Tabela 21, é possível observar que os teores de zinco na pastagem, no mês de Maio, variam entre 28-134 mg/kg, sendo que o valor mínimo ocorre no tratamento sem sementeira (SS), associado ao tratamento de fertilização orgânica (E), e atinge o seu valor máximo na zona onde é aplicada sementeira a lanço (SD), quando não é aplicado qualquer tipo de fertilização (T). Para o mês de Junho os seus valores variam entre 46-106 mg/kg, sendo que o valor mínimo ocorre no tratamento de sementeira a lanço (SD), associado ao tratamento de fertilização inorgânica (F), e atinge o seu valor máximo também na zona de sementeira com escarificação (SE), associado ao tratamento de fertilização orgânica (E). Estudos realizados por Jones (1972) afirmam que os conteúdos de zinco na planta variam entre 20-500 mg/kg indicando ainda que, quando o conteúdo supera os 500 mg/kg, alcança-se o nível tóxico da planta. Neste estudo é possível observar que as amostras de pasto não superaram estes níveis, logo estão dentro dos valores limite especificados pelo autor, e portanto, nunca chegam a ser tóxicos para a planta.

Tabela 21: Concentração de zinco (Zn (g/kg)) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização. Letras diferentes mostram que existem diferenças significativas entre os tratamentos.

	Zn (mg/kg)											
	SP			SE			SD			SS		
	T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	74	58	98	92	106	134	58	62	-	62	28
Junho	54	56	70	62	78	106	90	46	62	82	58	60

Em relação às necessidades nutricionais dos animais, os teores de zinco existente no pasto nos meses de Maio e de Junho revela-se mais que suficiente para a dieta do gado bovino e ovino, sendo que as necessidades nutricionais dos bovinos situa-se entre 20-30 mg/kg (NRC, 2000), e para os ovinos é entre 35-50 mg/kg. Não seria necessário fazer qualquer tipo de suplementação neste nutriente.

## Manganês (Mn)

A análise de variância realizada para o conteúdo de manganês (mg/kg), mostra a inexistência de efeito dos tratamentos estabelecidos sobre este micronutriente (Tabela 22).

Tabela 22: Resultado da análise de variância para o conteúdo em Mn (mg/kg), no mês de Maio e Junho, em que o nível de significância corresponde: \*\*\*:  $p < 0.001$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; \*:  $p < 0.5$ ; ns: não significativo.

	Maio	Junho
Sementeira	ns	ns
Fertilização	ns	ns
Sementeira(Fertilização)	ns	ns

Através da Tabela 23, é possível observar que a existência de Mn na pastagem, no mês de Maio, varia entre 28-134 mg/kg, sendo que o valor mínimo ocorre no tratamento sem sementeira (SS), associada ao tratamento de fertilização orgânica (E), e atinge o seu valor máximo no tratamento onde é aplicada sementeira com escarificação

(SE), quando ocorre o tratamento de fertilização orgânica (E). Para o mês de Junho os seus valores variam entre 128-236 mg/kg, sendo que o valor mínimo ocorre no tratamento de sementeira com escarificação (SE), associado à ausência de fertilização (T), e atinge o seu valor máximo também na zona sementeira com escarificação (SE), mas associado ao tratamento de fertilização orgânica (E). O manganês é um micronutriente essencial para os animais e plantas (Loué, 1988), que habitualmente apresenta uma concentração entre 20 e 300 mg/kg, pelo que se considera viável neste estudo, pois situa-se entre os 28-236 mg/kg (Jones, 1972; Domínguez-Vivancos, 1977; Davies, 1980; Loué, 1988; Whitehead, 1995; Mosquera e González, 2000). Contudo, os conteúdos em pasto superiores aos 300 mg/kg podem indicar toxicidade para as plantas (Jones, 1972), valor que não foi alcançado em nenhum dos cortes realizados neste ensaio.

*Tabela 23: Concentração de manganês (Mn (g/kg)) obtido nas amostras de pasto (Maio e Junho) SE: Sementeira com escarificação; SP sementeira com incorporação de semente através de pisoteio de ovinos; SD: Sementeira a lanço; E: fertilização orgânica (estrume bovino); F fertilização inorgânica (Ca+P+K); T: sem fertilização.*

	Mn (mg/kg)											
	SP			SE			SD			SS		
	T	F	E	T	F	E	T	F	E	T	F	E
Maio	-	132	166	162	150	236	188	156	178	-	234	120
Junho	202	178	162	128	130	236	202	162	178	186	210	178

Em relação às necessidades nutricionais dos animais, os teores de manganês existentes no pasto nos meses de Maio e de Junho revela-se mais que suficiente para a dieta do gado bovino e ovino, sendo que as necessidades nutricionais dos bovinos situa-se entre é de 20 mg/kg (NRC, 2000), e para os ovinos entre 20-40 mg/kg (NRC, 1985). Não seria necessário fazer qualquer tipo de suplementação neste nutriente.

## 5. Conclusões

O solo do deste estudo classifica-se como um solo muito ácido ( $\text{pH} < 5,5$ ), com um conteúdo em matéria orgânica médio ( $2\% > \text{MO} < 5\%$ ) e pouco fértil ( $\text{CTCe} < 10 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$ ). Apesar disto, a fertilização, sobre todo a inorgânica, conseguiu melhorar alguns parâmetros de fertilidade, como a diminuição da acidez do solo e da acidez de troca, o aumento dos teores de matéria orgânica, em comparação com o tratamento de sem fertilização. Salienta-se ainda que a fertilização orgânica aumentou o grau de saturação de Ca e Mg.

Na produção anual de pasto verificou-se, que a combinação dos diferentes tipos de sementeira, e tipos de fertilização, tiveram diferenças significativas entre si. Sendo que dentro dos tipos de sementeira, a sementeira a lanço aliada à fertilização orgânica conseguiu atingir o maior valor de produção de pastagem. De referir também que dentro de cada tipo de sementeira, os tratamentos de fertilização tanto orgânica como inorgânica apresentaram sempre melhorias de produção de pasto, quando comparado com os tratamentos às quais não se realizou qualquer tipo de fertilização. Logo para conseguir obter uma maior produção é importante utilizar tratamentos de fertilização, sendo a fertilização orgânica a mais viável, pois não só obtém os maiores valores de produção, como, à partida se torna também mais rentável para o agricultor, evitando a aquisição de fertilizantes.

Considerando o efeito independente das técnicas de sementeira verificaram-se também diferenças significativas entre si, sendo que a sementeira a lanço com incorporação da semente com pisoteio de gado ovino, consegui valores de produção mais consistentes, ao passo que a realização de sementeira a lanço teve valores de produção mais variáveis, contudo foi onde se revelou o valor de produção mais elevado.

No caso da produção sazonal é de referir que foi no mês de Junho, que se obtiveram maiores produções independentemente dos tratamentos (técnicas de sementeira e fertilização).

No caso dos macronutrientes (P, K, Ca e Mg), os tratamentos de fertilização tanto orgânica como inorgânica, melhoraram os teores de nutrientes no solo no caso do, fósforo, do potássio, e do cálcio. Contudo, em relação ao Mg verificou-se uma diminuição da sua disponibilidade nas plantas. É também possível observar que a

quantidade de macronutrientes no caso do P, Ca disponíveis no pasto, são suficientes para a dieta dos animais que pastoreiam esta área, e para o caso do K e do Mg seria necessário aplicar a suplementação destes nutrientes pelo menos uma vez ao ano.

No caso dos micronutrientes (Cu, Fe, Zn e Mn), os tratamentos de fertilização provocaram um efeito contrário ao dos macronutrientes, à exceção do cobre. É também possível observar que a quantidade de cobre disponíveis no pasto, não são suficientes para a dieta dos animais (bovinos e ovinos), sendo assim necessária a sua suplementação com estes nutrientes, pelo menos em parte do ano. No caso do zinco e do manganês estes encontram-se disponíveis no pasto em quantidades elevadas, sendo assim suficientes para satisfazer a dieta dos animais, e não apresentarem níveis de toxicidade.

## Bibliografia

- Abdel-Magid, A.H., Schuman, G.E., Hart, R.R., 1987: *Soil bulk density and water infiltration as affected by grazing systems*. J. Range Manag., 40: 307–309.
- Agroconsultores e Coba (1991). *Carta dos Solos do Nordeste de Portugal*. UTAD, Vila Real.
- Aguiar, C., Pires, J., Rodrigues, M.A., Honrado J., Fernández-Núñez E. (2010). *Efeito da fertilização mineral e orgânica e do uso de misturas simples e complexas de sementes na instalação de pastagens anuais ricas em leguminosas*. In *Pastos: fuente natural de energía. Reunión ibérica de pastagens e forragens*. Zamora. p. 323-329.
- Amiri, I.F., Ariapour, A., Fadai, S., (2008): *Effects of Livestock Grazing on Vegetation Composition and Soil Moisture Properties in Grazed and Non-Grazed Range Site*. J. Biol. Sci., 8: 1289–1297.
- Azevedo, J.C., Moreira C.; Castro, J.P.; Loureiro, C. (2011) - *Agriculture abandonment, land-use change and fire hazard in mountain landscapes in Northeastern Portugal*. In Li, C.; Laforteza, R. ; Chen, J. (eds.) *Landscape Ecology in Forest Management and Conservation: Challenges and Solutions for Global Change*. New York: Springer. p. 329-351.
- Barber, S.A. (1995). *Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach*, 2nd edn. New York, USA, John Wiley & Sons. 417 pp.
- Brea-Froiz, T. (1993). *Efecto del pastoreo rotacional y continuo en un sistema de producción con vacas de carne y su posible influencia en las características de la pradera*. Tese doctoral, 314 pp.
- Bremner, J.M. (1996). Nitrogen – Total. In *Methods of Soil Analysis. Part 3-Chemical Methods*. SSSA Book Series(5):1085- 1121.
- Carballeira, A., Devesa, C., Retuerto, R., Santillán, E., Ucieda, F. (1983). *Bioclimatología de Galicia*. Fundación Pedro Barrié de la Maza-Conde de Fenosa. La Coruña. 391 pp.
- Costa, J.B. (1991). *Caracterização e Constituição do Solo*. Lisboa. Fundação Caloute Gulbenkian.
- Davies, E.D. (1980). *Applied soil trace elements*. Wiley and Sons, Incorporated.
- Domínguez-Vivancos, A. (1997). *Tratado de Fertilización*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (Espanha).

- Eagleson, M. (1994). *Concise Encyclopaedia Chemistry*. Walter de Gruyter (ed) Berlin.
- Edmeades D.C. (2003). The long-term effects of manures and fertilisers on soil productivity and quality: a review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 66, 165-180.
- Edmeads, D.C., Perrot, K.W. (2004). *The calcium requirements of pastures in New Zealand: A review*. *New Zealand Journal Agricultural Research* 47, 11-21.
- Earl, J.; Jones, C. (1996) *The need for a new approach to grazing management- is cell grazing the answer?* *Rangelands Journal*, 18:327-325
- Fernández Nuñez, E., Rodrigues M.A., Arrobas M., Aguiar C.F., Cuiña-Cotarelo R., Mosquera-Losada M.R., Rigueiro-Rodríguez A., Moreira, Pires J.M. (2012). Fertilização de pastagens de sequeiro em modo de produção biológico. In *Forum CIMO – Ciência e desenvolvimento*: 79-86.
- Frame, J., Charlton, J.F.L., Laidlaw, A.S. (1986). *Temperate forage legumes*. CAB International.
- Freixial, R.J.M.C. (2010). *Pastagens e Forragens – A base da Alimentação dos Ruminantes*. 2ª Jornadas Hospital Veterinário Muralha de Évora.
- Fuentes-Yagüe, J.L. (1994). *El suelo y los fertilizantes*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Instituto Nacional de reforma y desarrollo agrario. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (Espanha).
- Gilibert, J., Mathieu, A. (1997). *Une méthode de notation visuelle rapide de l'état des prairies*. *Fourrages* 150, 191-207.
- Grime, J. P. (1988). *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. London.
- Hill, G. E, Holman, J. (2000). *Chemistry in context*. Fifth edition Ed: Nelson Thornes LTD. Cheltenham. United Kingdom. 605 pp.
- Hopkins, A., Adamson, A.H., Bowling, P.J. (1994). Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen. 2 Effects on concentrations of Ca, Mg, K, Na, S, P, Mn, Zn, Cu, Co, and Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*, 9-20.
- Jones, J. B. (1972). Plant tissue analysis for micronutrients. In *Micronutrients in Agriculture*. Soil Science Society of America, Madison. USA.
- Jones, J. J. (2001). *Laboratory Guide for Conducting. Soil Tests and Plant Analysis*. London, New York, Washington, DC: CRC Press, Boca Raton.
- Kabata, A., Pendías, H. (1985). *Trace elements in soils and plants*. CRC Press, Inc.

- MAP e LQARS (1977). Ministério da Agricultura e Pescas, Laboratório Químico-Agrícola Rebelo da Silva, 1977. Sector Fertilidade do Solo. *Documentação 2*. D.G.S.A. – Divulgação.
- Macedo, M.C.M. (1999). Degradação de pastagens; conceitos e métodos de recuperação In: Sustentabilidade da pecuária de leite no Brasil. *Juiz de Fora*, 137-150.
- Moreira, N. (1986). *O melhoramento das pastagens de montanha*. Ed. UTAD, Vila Real, 73 pp.
- Moreira, N. (1998). *Melhoramento das pastagens de montanha. Pastagens e Forragens* 19, 51-60.
- Mosquera-Losada, M. R., González-Rodríguez, A. (2000). Fertilización nitrogenada potásica en pradera mixta: I. Efecto sobre la composición botánica, el contenido en proteína y el nivel de macroelementos. *Pastos* 2, 241-260.
- Mosquera M.R., Rigueiro-Rodríguez, A., López-Díaz, M.L., Rodríguez-Barreira, S. (2001). Efecto del sombreado y la época de siembra en el establecimiento y producción de varias especies pratenses. *Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal* 16(2), 169-186.
- Norton, B. W. (1982). Differences between species in forage quality. **In** *Proceedings of an International Symposium held at St. Lucia, 1981, "Nutritional Limits to Animal Production from Pastures"*: 91-109.
- NRC (National Research Council) (1985). *Nutrient requirements of sheep*. National Academic Press. Washington, USA.
- NRC (National Research Council) (2000). *Nutrient requirements of beef cattle*. The National Academic Press. Washington, USA.
- INE (1983). *Recenseamento agrícola do Continente 1979*. INE, Lisboa.
- INE (2001). *Recenseamento agrícola do Continente 1999. Trás-os-Montes*. INE, Lisboa.
- INE (2011). *Recenseamento agrícola 2009. Análise dos principais resultados*. INE, Lisboa.
- INE (2012). *Estatísticas agrícolas 2011*. INE, Lisboa.
- Kumm, K.I. (2003). Sustainable management of Swedish seminatural pastures with high species diversity. *Journal for Nature Conservation* 11, 117-125.
- Lamand, M. (1981). Metabolis et besoins en oligoelements des chèvres. **In** *Proceedings of International Conference of Nutrition and Feeding Systems*. Tours, França.

- Le Houérou, H.N., 1986 : *La régénération des steppes algériennes*. Paris: Institut national de la recherche agronomique, 45 pp.
- Le Houérou, H.N., 1992: *The grazing Land of Mediterranean Basin*. In Coupland, R.T. (ed.), *Natural grassland. Ecosystem of the world*. Vol. 8. Elsevier, Amsterdam, p. 171–196
- Loué, A. (1988). *Los microelementos en la agricultura*. Ed. Mundi-Prensa.
- Pikälä, J. (2005). Plant species responses to cattle grazing in mesic semi-natural grassland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 108, 109 – 117.
- Piñeiro, J., González, E., Pérez, M. (1977). Acción de fósforo, potasio y cal en el establecimiento de praderas en terrenos procedentes de monte. In *III Seminario INIA*. 53-83.
- Piñeiro-Andión, J., Pérez-Fernández, M. (1992). Especies pratenses y modo de aprovechamiento. I Efecto sobre el contenido de proteína bruta, fósforo y potasio. *Pastos*, 255-260.
- Pires J.M., Aguiar Pinto, P., Tavares Moreira, N. (1994). *Lameiros de Trás-os-montes: Perspectivas de futuro para estas pastagens de montanha*. Instituto Politécnico de Bragança. Serie Estudos. 96 pp.
- Pires, J., Aguiar, C., Moreira, N. (2001). *Medidas agro-ambientais. 3.3 Lameiros e outros prados e pastagens de elevado valor florístico- pastagens de montanha*. Manual Técnico. Ed RURIS/DGDR. Lisboa, 47 pp.
- Pires, J, Rodrigues, M.A., Sousa, F, Moreira, N. (2004a). Introdução do modo de produção biológico em explorações agro-pecuárias de bovinos das raças Mirandesa e Barrosã. In *I Conferencia internacional ecológica en el sur de Europa*: 54-56.
- Pires, J. M., Fernandes, A., Pires, J., Moreira, N. (2004b). Pasture improvement in the Mediterranean Mountains of the Northeast of Portugal. Yield and botanical composition. *Options Méditerranéennes* 62, 457-461.
- Porta, J., López-Acevedo, M., Roquero, C. (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa. Espanha.
- Raposo, J.A., Centeno, M.S.L., Pires, J.M., de Carvalho, M.J.R. (1990a). Efeito da fertilização na produção de lameiros. I – Região Planáltica de Bragança. *Pastagens e Forragens* 11 (2), 41 – 53.

- Raposo, J.A., Centeno, M.S.L., Pires, J.M., de Carvalho, M.J.R. (1990b). Efeito da fertilização na produção de lameiros. II – Região da Serra da Falperra. *Pastagens e Forragens* 11 (2), 55 – 66.
- Rodríguez-Barreira, S. (2000). *Estudio de la influencia de la intensidad luminosa sobre la composición química y desarrollo fenológico de distintas especies pratenses*. Proyecto fin de carrera. EPS Lugo, USC.
- Sanã-Vilaseca, J., M-Ramos, J.C., Cohí-Ramón, A. (1996). *La gestión de la fertilidad de los suelos*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Santos, J.Q. (1996). *Fertilização. Fundamentos da utilização dos Adubos e Corretivos*. 2ª ed., Publicações Europa-América.
- SAS. (2001). *SAS/Stat User's Guide: Statistics* Ed. SAS Institute Inc., Cary, NC. USA.
- Thompson-Louis. M., Troeh Frederick, R. (1988). *Los suelos y su fertilidad*. Reverté, D.L.
- Van Reeuwijk, L. P. (2002). *Procedures for soil analysis*. Technical Paper 9 (Sixth ed.). ISRIC, FAO of the United Nations.
- Vough, L.R., Decker, A.M, Taylor, T.H. (1995). Forage establishment and renovation. In *Forages. The Science of Grassland Agriculture. Volume II*, Robert F. Barnes, Darrel A. Miller and C. Jerry Nelson (eds.), 5th edition, Iowa State University Press, Ames (USA) pp.29-43.
- Whitehead, D.C. (1995). *Grassland Nitrogen*. CAB international. Wallingford. UK, 397 pp.
- Whitehead, D.C. (2000). *Nutrient elements in grassland. Soil-Plant- Animal Relationships*. CAB international. Wallingford. UK, 369 pp.
- Zhao, Y., Wang, P., Li, J., Chen, Y., Ying, X., Liu, S. (2009). The effect of two organic manures on soil properties and crop yields on a temperate calcareous soil under a wheat-maize cropping system. *European Journal of Agronomy* 31, 36-42.