



UNIVERSIDADE DOS AÇORES

DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

INFLUÊNCIA DA DATA DE FECHO NA PRIMAVERA, DO INTERVALO DE CRESCIMENTO E DA ADUBAÇÃO AZOTADA, NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA ERVA PRODUZIDA PARA SILAGEM POR UMA PASTAGEM CONSOCIADA DE *LOLIUM PERENNE*, *TRIFOLIUM REPENS* E *TRIFOLIUM PRATENSE*.

CARLA SOFIA DO COUTO LOPES

ANGRA DO HEROÍSMO

2012

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA AGRONÓMICA

INFLUÊNCIA DA DATA DE FECHO NA PRIMAVERA, DO INTERVALO DE CRESCIMENTO E DA ADUBAÇÃO AZOTADA, NA PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA ERVA PRODUZIDA PARA SILAGEM POR UMA PASTAGEM CONSOCIADA DE *LOLIUM PERENNE*, *TRIFOLIUM REPENS* E *TRIFOLIUM PRATENSE*.

AUTOR: CARLA SOFIA DO COUTO LOPES

ORIENTADOR: PROF. Dr^a ANABELA MANCEBO GOMES

**Dissertação apresentada na
Universidade dos Açores para
obtenção do grau de mestre em
Engenharia Agronómica**

ANGRA DO HEROÍSMO

2012

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à minha família (mãe e irmãos) que sempre me apoiou e depositou confiança em mim e sempre acreditou na minha capacidade de atingir os meus objectivos.

À estimada professora Dr^a Anabela Gomes, como orientadora. Pela amizade, disponibilidade, preocupação, dedicação, força, partilha de conhecimentos e toda a ajuda disponibilizada na concretização deste trabalho, tanto nos trabalhos de campo como no trabalho escrito, especialmente no tratamento estatístico dos dados.

À Cecília Amaral, Técnica do Laboratório de Análise de Solos e Plantas, pela amizade, cooperação e dedicação na realização dos trabalhos de campo e na análise laboratorial das amostras de erva.

Ao Carlos Cota pela sua amabilidade e disponibilidade em ajudar nos trabalhos de campo.

Aos funcionários da Granja pela disponibilidade e ajuda nos trabalhos de campo.

A todo o pessoal do Laboratório de Análise de Solos e aos alunos do curso de Ciências Agrárias que ajudaram nos trabalhos de campo.

Às minhas colegas de Mestrado que estiveram ao meu lado no percurso Universitário, pela cooperação, amizade e inter-ajuda.

A todos os meus professores, da Escola Superior Agrária de Santarém e da Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias, que me forneceram e transmitiram ensinamentos e conhecimentos necessários para eu ter conseguido alcançar esta etapa e muitas mais, assim espero, daqui em diante.

A todas as pessoas que, de certa forma, me apoiaram e estiveram presentes nesta etapa da minha vida e espero que continuem presentes nas próximas.

Índice

Índice de Quadros	5
Resumo.....	7
Abstract	8
I – Introdução geral/Revisão bibliográfica	9
I.I – As pastagens dos Açores	9
I.II – O Azevém (<i>Lolium perenne</i> L.).....	10
I.III – O Trevo branco (<i>Trifolium repens</i> L.).....	11
I.IV – O Trevo violeta (<i>Trifolium pratense</i> L.)	13
I.V – Consociação Gramíneas x Leguminosas.....	14
I.VI – A fertilização azotada na pastagem	16
I.VII – Eficiência de utilização e recuperação de azoto pela pastagem.....	18
I.VIII – Qualidade da pastagem para forragem	20
I.IX – Data ideal para corte.....	24
II – Material e métodos.....	26
II.I – Caracterização do local de ensaio, tratamentos e delineamento experimental	26
II.II – Determinação da produção e determinações analíticas.....	27
II.III – Análise estatística.....	28
II.IV – Dados climáticos	28
III – Resultados	29
III.I – Influência das condições climáticas na produtividade da pastagem	29
III.II – Produções de Matéria Seca obtidas.....	29
III.II.I – Nos intervalos de crescimento de 6 e 8 semanas, nas três datas de fecho.....	29
III.II.II – Nos cinco níveis de azoto utilizados em cada intervalo de crescimento, nas três datas de fecho.....	30
III.II.III – Acréscimos de produção por unidade de azoto aplicado	32

III.III – Produções de azoto e recuperação aparente de azoto	32
III.IV – Percentagem de trevos presentes nos canteiros dos diversos tratamentos, na altura do corte	34
III.V – Composição florística da pastagem na altura de corte.....	35
III.VI – Conteúdo de proteína bruta, NDF, ADF, ADL e digestibilidade	35
III.VI.I – Proteína bruta	35
III.VI.II – NDF, ADF, ADL e Digestibilidade	37
III.VII – Concentração de minerais	40
IV – Discussão.....	41
V – Conclusões	43
Referências bibliográficas	46
ANEXOS	

Índice de Quadros

Quadro I - Resultados médios das seis amostras de solo recolhidas no local do ensaio.	26
Quadro II – Datas dos cortes efectuados nos três ensaios.....	27
Quadro III – Temperaturas médias mensais e pluviosidades mensais registadas no ano em que decorreu o ensaio (2011) e médias das temperaturas mensais registadas entre 1971 e 2000 e das precipitações médias mensais registadas entre 1980 e 2009.....	28
Quadro IV – Comparação entre as produções médias de MS (kg) obtidas por hectare nos diferentes níveis de azoto utilizados (0,0 a 2,5 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹) em cada um dos intervalos de crescimento estudados (6 e 8 semanas), nas três datas de fecho (5 e 20 de Abril e 20 de Maio).	30
Quadro V – Acréscimos de produção (kg) de MS ha ⁻¹ dia ⁻¹ quando se aumenta o intervalo de crescimento de 6 para 8 semanas, nas três datas de fecho e cinco níveis de adubação azotada.	31
Quadro VI – Produções médias diárias de MS (kg) obtidas por hectare nos diferentes níveis de azoto utilizados, nos intervalos de crescimento de 6 e 8 semanas, nas três datas de fecho.....	31
Quadro VII – Acréscimos médios na produção de MS (kg) obtida por hectare por cada kg de azoto utilizado, em cada um dos dois intervalos de crescimento estudados (6 e 8 semanas), nas três datas de fecho (5 e 20 de Abril e 20 de Maio).	32
Quadro IX – Recuperação aparente de azoto (%) obtida para as três datas de fecho, para os dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas) e cinco níveis de adubação azotada.	31
Quadro X – Percentagem média de trevo obtida na altura da colheita nas três datas de fecho, nos dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas) e nos cinco níveis de adubação azotada. ...	34
Quadro XI – Concentrações médias de PB, NDF, ADF, ADL e Dig (% MS), obtidas na erva colhida nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, correspondente às três datas de fecho da pastagem.....	33
Quadro XII – Concentrações médias de PB (% MS) obtidas para cada nível de azoto utilizado por hectare e dia, nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, nas três datas de fecho. .	34
Quadro XIII – Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e Dig (% MS) obtidas nas três datas de fecho para cada nível de azoto utilizado, no intervalo de crescimento das 6 semanas.	37
Quadro XIV – Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e Dig (% MS) obtidas nas três datas de fecho para cada nível de azoto utilizado, no intervalo de crescimento das 8 semanas.	38
Quadro XV – Concentrações médias de Ca, P, K e Mg (% MS) presentes nas três datas de fecho e nos dois intervalos de crescimento.....	40

Quadro XVI – Produções médias diárias de MS ($\text{kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$) obtidas nos dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas), cada um adubado com cinco níveis de azoto, numa pastagem de <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> (ensaio realizado em 2012).....	42
Quadro XVII – Produções médias diárias de MS (kg ha^{-1}) obtidas em três anos (1987, 1988 e 1989) para três datas de fecho e dois níveis de adubação azotada, para intervalos de crescimento de 6.....	43
Quadro XVIII - Produções médias diárias de MS (kg ha^{-1}) obtidas em três anos (1987, 1988 e 1989) para duas datas de fecho e três níveis de adubação azotada, para intervalos de crescimento de 8 semanas.....	43

Resumo

Foi implementado um ensaio de campo, numa zona de altitude média na ilha Terceira, para estudar a produtividade e qualidade da erva obtida em três datas de fecho na Primavera (5 de Abril, 20 de Abril e 20 de Maio), de uma pastagem semeada no Outono com *Lolium perenne* L., *Trifolium pratense* L. e *Trifolium repens* L. Para cada data de fecho, dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas) e cinco níveis de adubação azotada por hectare e dia (0, 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg) foram estudados. Para respectivamente a primeira, segunda e terceira datas de fecho, as produções médias de matéria seca (MS) por hectare para os intervalos de crescimento de 6 semanas foram 4962, 4543 e 5395 kg. Para o intervalo das 8 semanas as produções foram 6019, 6411 e 5746 kg. As produções de MS ha⁻¹ aumentaram significativamente com o aumento da adubação azotada, excepto no intervalo de 6 semanas na terceira data de fecho.

O conteúdo de trevo aumentou à medida que a temperatura aumentou, tendo aumentado também a produção de MS ha⁻¹ nos canteiros que não foram adubados e o conteúdo de proteína bruta e de minerais da forragem. Contudo, o conteúdo de trevo diminuiu com o aumento da adubação azotada nas três datas de fecho. A qualidade da forragem diminuiu quando se aumentou o intervalo de crescimento das 6 para as 8 semanas, nas três datas de fecho, tendo aumentado as concentrações de NDF, ADF e ADL e diminuído a digestibilidade.

Palavras-chave: consociação, datas de fecho, intervalos de crescimento, níveis de azoto.

Abstract

A field experiment was implemented, on a medium altitude zone of Terceira island, to study the yield and the quality of the herbage obtained at three closing dates in the spring (5th April, 20th April and 20th May), from a pasture seeded in the previous fall with *Lolium perenne* L., *Trifolium pratense* L. and *Trifolium repens* L.. For each closing date, two growth intervals (6 and 8 weeks) x five nitrogen levels per day and hectare (0, 1.0, 1.5, 2.0 and 2.5 kg) were studied. For, respectively, the 1st, 2nd and 3rd closing dates, average yields of dry matter (DM) per hectare for the 6 weeks growth intervals were 4962, 4543 and 5395 kg. For the 8 weeks growth intervals were 6019, 6411 and 5746 kg. The yields of DM ha⁻¹ significantly increased as nitrogen levels increased, except in the 6 weeks interval of the 3rd closing date.

The clover content increased as temperature increased and also the yield of DM ha⁻¹ obtained in the unfertilized plots, and the crude protein and mineral content of the herbage. However, the clover content decreased as nitrogen levels increased for the three closing dates. Herbage quality decreased when the growth interval increased from 6 to 8 weeks, for the three closing dates, increasing NDF, ADF and ADL concentrations and decreasing digestibility.

Key words: consociation, closing dates, growth intervals, nitrogen levels.

I – Introdução geral/Revisão bibliográfica

I.I – As pastagens dos Açores

As características do clima e dos solos dos Açores favorece a diversificação do agrossistema que associa culturas típicas das regiões tropicais (banana, chá) com outras da Europa Atlântica (trigo, pastagens) e da Europa Mediterrânica (milho, vinha, citrinos) (ANUNCIADA, 1983).

Assim sendo, com um clima temperado húmido com influência marítima, aliado a solos férteis, reúnem-se excelentes condições naturais para a produção de pastagem e para o pastoreio. Com base neste elevado potencial de produção de pastagem, a base da actividade económica regional assenta na produção leiteira, salientando-se esta actividade nas ilhas Terceira, São Miguel, São Jorge, Faial e Graciosa.

A extraordinária aptidão dos Açores para a pecuária faz com que os prados se expandam cada vez mais, ocupando a maioria do terreno agrícola disponível. Actualmente 78 % da superfície total e 88 % da superfície agrícola útil dos Açores está coberta por prados e pastagens permanentes (INE, 2009), as quais se encontram com maior frequência e situando-se em zonas de média (entre 250 e 450 m) e elevada altitude (acima de 450 m), e pastagens temporárias de média duração, encontrando-se estas maioritariamente na faixa litoral (até 250 m de altitude) (BRANDÃO OLIVEIRA, 1989).

As pastagens permanentes têm geralmente mais de 20 anos e as pastagens temporárias são semeadas regularmente e mantidas durante vários anos, e exigem serem renovadas ou ressemeadas quando apresentam pouca produtividade ou quando se encontram com um elevado nível de infestação ou mesmo após uma rotação de culturas (BICKFORD, 1995 e GOMES, 2010).

As pastagens de média e elevada altitude são compostas essencialmente por espécies espontâneas com uma composição à base de gramíneas espontâneas (*Holcus lanatus* L., *Poa trivialis* L., *Agrostis castellana* L., *Anthoxanthum odoratum* L. e *Poa annua* L.), duas leguminosas (*Trifolium repens* e *Lotus pedunculatus* ou *Lotus corniculatus*) e plantas de outros géneros (*Plantago lanceolata* L., *Juncus effusus* L., *Rumex spp.*, entre outras), cujo potencial produtivo é considerado baixo comparativamente às gramíneas utilizadas actualmente nas pastagens semeadas, de baixa altitude (BRANDÃO OLIVEIRA, 1989; GOMES, 2010). As pastagens temporárias são normalmente semeadas com espécies mais produtivas, nomeadamente *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne* e o *Bromus catharticus*, incluindo trevos, geralmente *Trifolium repens* e *Trifolium pratense*. Segundo GOMES (2010), as espécies *L. perenne* e *L. multiflorum* são as mais utilizadas nestas pastagens por estarem melhor adaptadas ao sistema de pastoreio intensivo. Esta divergência de produtividade explica-se pela maior rusticidade das espécies encontradas nas pastagens permanentes que, pela maior capacidade de adaptação às condições edafo-climáticas que estas zonas oferecem, repercute-se numa menor produtividade, enquanto nas pastagens de baixa altitude, as condições edafo-climáticas são favoráveis a espécies mais produtivas.

A partir da década de 60 têm-se verificado alterações na composição florística de algumas pastagens permanentes de média altitude, devido ao aumento do uso de adubos azotados e do pastoreio, tornando-se em pastagens mais produtivas, levando ao desaparecimento de espécies gramíneas menos resistentes ao pastoreio frequente, e ignorando também a importância das espécies leguminosas (GOMES, 2010). Nas condições de pastoreio, a urina e as fezes também criam na pastagem condições de fertilidade muito heterogénea, influenciando a produção e a selecção de espécies que compõem a pastagem. De forma geral, os principais factores que maior influência exercem na composição da pastagem são o manejo, a fertilidade do solo, a humidade e o pH.

As pastagens são exploradas principalmente sob a forma de pastoreio directo rotacional, mas nas alturas de escassez de erva, mais propriamente nos Verões e Outonos secos e no Inverno, recorre-se à alimentação dos animais com silagem de erva ou de milho. A erva administrada como silagem é proveniente de cortes efectuados na altura do elevado potencial de crescimento da erva, essencialmente na Primavera ou no início do Verão nas zonas de altitudes mais elevadas. Este excesso de produção verificado na Primavera resulta da conjugação de condições climáticas favoráveis ao crescimento da erva, nomeadamente o aumento do período de luz, da temperatura e da ocorrência de precipitação geralmente adequada, acrescida da adição de azoto sob a forma de adubo (BRANDÃO OLIVEIRA, 1989; BICKFORD, 1995; FONTANELI, 2008).

Nos Açores consegue-se produzir pastagem durante todo o ano, ocorrendo flutuações normais na produção em determinadas alturas, condicionada pelas condições edafo-climáticas, mas também perante a altitude e o declive. O período de elevada seca ocorre normalmente no litoral das ilhas, em zonas baixas, no Verão (Julho a Setembro), enquanto o excesso de humidade e baixa luminosidade ocorre no Inverno, nas zonas mais altas, condicionando a produção de erva nestes períodos.

Para as pastagens de média altitude, verificam-se condições climáticas favoráveis para o crescimento quase contínuo da pastagem durante todo o ano. Não existe deficiência de água no Verão e apenas as temperaturas mais baixas no Inverno, conjugadas com menor luminosidade, fazem abrandar o ritmo de crescimento da erva (BRANDÃO OLIVEIRA, 1989). Nestas pastagens normalmente utilizam-se consociações de *L. perenne* com *T. repens*. Nas pastagens de elevada altitude as condições edafo-climáticas extremam-se, e juntamente com declives acentuados, aumenta as limitações à produção de erva. Encontra-se nestas zonas vegetação espontânea de muito baixa produtividade e de baixo valor nutritivo, sendo utilizadas para sistemas de produção extensivos, ou seja, para bovinos de carne e, no caso específico da ilha Terceira, toiros bravos (SOUSA, 2000; SIMÕES, 2001).

I.II – O Azevém (*Lolium perenne* L.)

O azevém produz forragem de elevada qualidade sendo, por isso, muito utilizado em pastagens destinadas à produção leiteira. É muito utilizado também em consociação com trevo branco e é normalmente utilizado para pastoreio, feno e/ou silagem (BARNES *et al.*, 2003). Comparado com outras espécies perenes, o *L. perenne* é fácil e rápido de se estabelecer após a

sementeira ou após as primeiras chuvas outonais (BICKFORD, 1995; HOLMES, 1989). Desenvolve-se melhor em zonas cuja precipitação seja igual ou superior a 500 mm e numa grande variedade de solos, desde que bem drenados, sendo pouco resistente ao encharcamento, mas preferindo solos com textura argilosa ou franco-argilosa (BICKFORD, 1995; BARNES *et al.*, 2003). É uma planta de climas temperados, com pouca tolerância ao frio, Invernos severos, mas também com pouca resistência ao calor e à secura estival (BARNES *et al.*, 2003). O zero vegetativo encontra-se entre os 6-7° C e possui um crescimento razoável a temperaturas superiores a 10° C. O seu crescimento óptimo exige temperaturas na ordem dos 18-20° C, reduzindo o crescimento quando se registam temperaturas acima dos 25° C (THOM, 2001).

A nível morfológico, esta espécie apresenta-se como um tufo denso de erva (BARNES *et al.*, 2003), com folhas de tom verde-escuro brilhante e a página inferior do limbo muito brilhante. A folhagem produzida desde o início do Outono até à Primavera apresenta elevada palatabilidade para os animais e possui elevado valor nutritivo (BICKFORD, 1995). O sistema radicular é muito denso e desenvolvido à superfície mas pouco profundo, conferindo a esta espécie alta competitividade em relação a outras espécies pratenses, mas alguma dificuldade em extrair água a profundidades de solo abaixo dos 20 cm (THOM, 2001).

Pastagens jovens de *L. perene* não devem ser submetidas a um pastoreio intensivo até se encontrarem bem estabelecidas, principalmente em solos leves, pois os animais têm tendência a arrancarem as jovens plantas pela raiz, enfraquecendo a pastagem desnecessariamente (BICKFORD, 1995). De uma forma geral, o azevém persiste e produz melhor num sistema de pastoreio rotacional, sendo que o período de descanso entre o pastoreio deverá ser de 2 a 6 semanas (BARNES *et al.*, 2003; CHERNEY e CHERNEY, 1998). Por outro lado, uma acumulação excessiva de biomassa pode levar a um declínio na rebentação e no crescimento das folhas devido ao ensombramento dos novos rebentos localizados na base da planta (THOM, 2001).

I.III – O Trevo branco (*Trifolium repens* L.)

O trevo branco é a espécie leguminosa mais importante nas pastagens da Europa e Nova Zelândia, pela sua excelente relação simbiótica com bactérias do género *Rhizobium* (*R. leguminosarum trifolii*), que permite uma eficaz capacidade de fixação de azoto atmosférico para as plantas (WHITEHEAD, 1995). Esta espécie é particularmente importante, em relação a outras espécies de trevo, porque desenvolve-se bem em consociação com gramíneas e é tolerante ao pastoreio, adaptando-se a uma ampla diversidade de condições climáticas (HOLMES, 1989; HARRIS *et al.*, 1996). Para além disso, é um alimento de alta qualidade nutritiva para bovinos de leite, devido ao seu elevado teor em proteína, elevada digestibilidade e menor teor em fibras estruturais, em relação ao azevém (HARRIS *et al.*, 1996).

Adapta-se a qualquer tipo de solo, preferencialmente de textura fina a média, bem ou mal drenados mas com moderada fertilidade, tolerando condições de acidez e moderadamente alcalinas. Apresenta baixa tolerância ao calor e à seca, mas suporta algum encharcamento e resiste a invernos rigorosos (BARNES *et al.*, 2003). A iniciação foliar e o desenvolvimento estão

fortemente influenciados pela luz e temperatura. A taxa de crescimento dos rebentos do trevo branco aumenta com a temperatura até cerca de 25 °C, ao contrário do azevém perene que possui um óptimo a cerca de 20 °C. O seu sistema radicular desenvolve-se a profundidades semelhantes às das raízes das gramíneas, tal como o azevém perene, embora 80% das suas raízes encontram-se principalmente nos primeiros 20 cm do solo (FRAME *et al.*, 1998).

O trevo branco é geralmente considerado uma leguminosa de pastoreio, sendo muito utilizado em pastagens permanentes (BARNES *et al.*, 2003), mas em consociação com gramíneas adequadas pode produzir silagem de boa qualidade ou até feno. Para silagem, o emurchecimento e o uso de aditivos são recomendados, para assegurar uma boa fermentação. A capacidade que o trevo branco possui para manter a digestibilidade à medida que avança a sua maturação, oferece uma certa flexibilidade nas datas de corte (LANE e WILKINSON, 1998).

O trevo branco comporta-se como uma espécie perene, principalmente quando a distribuição de chuvas é regular (DALL'AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2004), cuja reprodução vegetativa é suportada por auto-regeneração de época para época, mas apresenta baixa capacidade competitiva contra as gramíneas. Porém, comporta-se como espécie anual quando em condições de deficiência hídrica durante o período quente, em que muitas plantas morrem e a sobrevivência dos estolhos fica reduzida (DALL'AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2004).

A persistência do trevo branco em pastagens consociadas, geralmente depende muito mais da formação e enraizamento dos estolhos (ROCHON *et al.*, 2004; DALL'AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2004), do que da germinação das sementes, sendo a ramificação incentivada pelo pastoreio intermitente. Com o pastoreio intensivo, o número de sementes de trevo viáveis no solo é frequentemente baixa, pelo facto da maioria dos botões florais serem consumidos antes que as sementes se desenvolvam (WHITEHEAD, 1995). Em pastagens consociadas exploradas sob sistema de corte, o trevo branco possui capacidade de se adaptar para aumentar a altura e densidade da forragem, produzindo folhas com pecíolos mais longos (HARRIS *et al.*, 1996 e FRAME *et al.*, 1998).

O conteúdo óptimo de trevo branco numa pastagem é de 30% da produção de MS anual e pode variar entre 5% no início da Primavera e 60% em Agosto (LANE e WILKINSON, 1998). Apesar das vantagens de incluir trevo branco como componente de uma pastagem intensivamente explorada, também advêm uma série de desvantagens. A primeira surge na comparação com as gramíneas, o trevo cresce lentamente e produz menos sob as condições de frio que ocorrem no início da primavera. Em contrapartida, enquanto as gramíneas sofrem uma quebra de produção até mesmo completa senescência sob as condições de calor e secura no verão, é nesta altura que o trevo se desenvolve melhor. As suas raízes pouco desenvolvidas e pêlos radiculares mais curtos diminuem a capacidade de competirem com as gramíneas por outros nutrientes excepto pelo azoto; é mais susceptível a condições climáticas frias e húmidas e, assim, a sua proporção numa pastagem consociada tende a diminuir durante o Inverno. Em algumas combinações de trevo com gramíneas ou mesmo em condições de adubação excessiva em azoto, o trevo pode sofrer ensombramento pelas gramíneas, podendo reduzir a sua capacidade fotossintética ou a ramificação dos estolhos, reduzindo assim a sua proporção na pastagem (WHITEHEAD, 1995; THOM, 2001; ROCHON *et al.*, 2004). Outro inconveniente do trevo branco é a possibilidade de causar problemas de timpanismo, quando a sua composição na pastagem se situa acima de 25-35% (BARNES *et al.*, 2003).

I.IV – O Trevo violeta (*Trifolium pratense* L.)

O trevo violeta, embora seja uma planta vivaz, é explorado normalmente como bianual (OSÓRIO, 2008), mantendo-se durante 2 a 3 anos, constituindo prados temporários (FERNANDES, 2001). Possui uma raiz profundante e com muitas raízes secundárias, conferindo-lhe alguma resistência a déficits hídricos. Adapta-se a uma ampla série de tipos de solo, desenvolvendo-se melhor em solos de textura fina a média e com valores de pH entre 5,8 e 7,5 (FRAME *et al.*, 1998; FERNANDES, 2001; BARNES *et al.*, 2003), mas bem drenados e com boa capacidade de retenção de água (BARNES *et al.*, 2003). É uma planta de fácil e rápida instalação no solo, sendo tolerante ao ensombramento. Possui boa capacidade de competição com outras plantas, devido ao porte erecto e rápido crescimento, sendo considerada uma boa espécie para ser utilizada em consociações com gramíneas. A temperatura óptima para o seu crescimento situa-se entre os 15 e 25º C, cessando a temperaturas acima de 35-40º C e abaixo de 7º C (FRAME *et al.*, 1998 e FERNANDES, 2001).

Em termos nutritivos possui um valor energético e digestibilidade superiores à luzerna, sendo uma espécie utilizada em pastoreio mas mais recomendada para corte para feno (OSÓRIO, 2008; LANE e WILKINSON, 1998). Comparado com gramíneas, o trevo violeta normalmente apresenta concentrações mais altas de pectina, lenhina, proteína e nos minerais Ca, Mg, Fe e Co. É mais baixo em celulose, hemicelulose, carboidratos solúveis e nos minerais Cl, Mn e Si (FRAME *et al.*, 1998).

Na Primavera-Verão o momento ideal de corte é ao abotoamento/início da floração, para se obter uma elevada digestibilidade e valor nutritivo. Contudo, a floração não parece ter um efeito directo depressivo na digestibilidade. A redução da digestibilidade está relacionada com o aumento dos constituintes das paredes celulares, comparado com os constituintes celulares, para além de que a digestibilidade dos caules é mais baixa que a digestibilidade das folhas (FRAME *et al.*, 1998). Todavia, tem menor teor proteico que a luzerna, embora maiores conteúdos de glúcidos solúveis. Esta circunstância torna este trevo mais adequado para ensilar, após uma pré-secagem a 30-35% de matéria seca (FERNANDES, 2001). O aumento da temperatura do ar e o fotoperíodo mais longo estimulam o trevo violeta a produzir mais tecidos estruturais, especialmente lenhina, diminuindo a sua digestibilidade. Contudo, as folhas e os pecíolos não sofrem grande diminuição na sua digestibilidade com a maturação (BARNES *et al.*, 2003).

O trevo violeta em combinação com o *L. perenne* e o trevo branco pode atingir elevadas produções, com um baixo nível de fertilização azotada. A mistura de trevo violeta com trevo branco e azevém ultrapassa a produção de uma mistura de azevém só com trevo branco até 1 – 1,5 ton de MS ha⁻¹. Neste sistema de produção, a mistura de espécies encaixa-se perfeitamente numa rotação de pastagem temporária/milho. O trevo violeta normalmente produz bem até 2 - 4 anos, após o qual a maioria da fixação de azoto é levada a cabo pelo trevo branco. A produção e persistência deste sistema dependem da variedade de trevo violeta e da frequência de corte ou pastoreio.

Um estudo levado a cabo na Holanda em 2003 e 2004, comparando a produção de uma mistura de azevém com trevo violeta e trevo branco e outra mistura de azevém com trevo branco demonstrou que, na primeira mistura em ambos os anos se obtiveram elevadas produções, nomeadamente 15,5 e 17,3 ton de MS ha⁻¹, respectivamente, enquanto na segunda

mistura a produção de MS nos dois anos foi significativamente inferior, 11,7 e 11,9 ton de MS ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente (IEPEMA *et al.*, 2005).

As fixações anuais de azoto para culturas de trevo violeta podem variar amplamente, mas as taxas publicadas encontram-se principalmente no intervalo de 100 e 250 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹, embora taxas de fixação anuais tão altas como 390 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ tenham sido registadas no Uruguai (FRAME *et al.*, 1998).

I.V – Consociação Gramíneas x Leguminosas

A utilização de pastagens consociadas consiste no estabelecimento de gramíneas e leguminosas numa mesma área. As leguminosas, pela sua excelente adaptação, elevada capacidade de fixar azoto atmosférico, superior riqueza em proteína e minerais, especialmente cálcio (DALL’AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2004), e maior nível de ingestão pelos animais devem, sempre que possível, entrar na composição das culturas pratenses e forrageiras, associadas a gramíneas (BICKFORD, 1995). A adição de leguminosas numa pastagem estende o período de crescimento na primavera e melhora o rendimento no verão (BARNES *et al.*, 2003). É amplamente conhecido que o valor nutritivo de forragens à base de leguminosas é, em geral, superior ao valor nutritivo das gramíneas e, que pastagens à base de leguminosas são aplicáveis não só em sistemas de baixos inputs, mas também para satisfazer os requisitos nutritivos de animais de alta produção (ROCHON *et al.*, 2004). Os menores teores de fibra estrutural e alto teor de proteína em leguminosas quando comparado com gramíneas, resulta num melhor consumo voluntário e melhor processo digestivo e uma absorção mais eficiente de nutrientes (FRAME *et al.*, 1998).

Para além disso, o azoto fixado pelas leguminosas promove a produtividade destas culturas a baixo custo, incrementa a fertilidade dos solos e torna a dieta do gado mais diversificada e rica em proteínas e minerais. A maior vantagem de produzir uma leguminosa em consociação com uma gramínea corresponde ao facto do azoto fixado pela leguminosa beneficiar, não só a leguminosa em si mas também a gramínea em crescimento (WHITEHEAD, 1995). O melhor comportamento das leguminosas deve-se geralmente ao seu sistema radicular melhor desenvolvido e mais profundo que, durante o período estival consegue produções mais elevadas, para além de um melhor aproveitamento da radiação solar devido às suas folhas largas e de porte prostrado.

Segundo WHITEHEAD (1995), a consociação de gramíneas com leguminosas apresenta várias vantagens, nomeadamente utilização mais eficiente da radiação solar, dado existirem diferentes tipos de folhas; melhor aproveitamento do solo, por possuírem diferentes exigências e sistemas radiculares distintos; maior resistência ao pastoreio, resultante de diferentes hábitos vegetativos (por exemplo portes erectos e prostrados) e da formação de diferentes estratos de vegetação; acção conjugada de conservação e melhoria da fertilidade do solo; melhor equilíbrio nutritivo da biomassa disponível para pastoreio e diminuição dos acidentes metabólicos (timpanismo, acidose, entre outros).

A temperatura óptima para as leguminosas situa-se entre os 20-25°C. Algumas espécies resistem a temperaturas mais elevadas do que as gramíneas, como é o caso da luzerna e dos

trevos (QUELHAS DOS SANTOS, 1996). Assim, numa pastagem constituída por leguminosas e gramíneas, estas últimas terão maior taxa de crescimento a temperaturas amenas, nomeadamente desde o Outono até a Primavera, enquanto as leguminosas terão maior importância durante os meses quentes de Verão, sendo mais produtivas nesta estação (BARNES *et al.*, 2003).

A quantidade de azoto fixado numa pastagem de azevém-trevo reflecte, frequentemente, o vigor do crescimento do trevo, sendo geralmente limitado por factores, tais como a temperatura, disponibilidade de água ou nutrientes, competição das gramíneas (WHITEHEAD, 1995), pH baixo e níveis elevados de azoto no solo (LANE e WILKINSON, 1997). Segundo FRAME *et al.* (1998), o valor estimado de azoto fixado por espécies trifolium situa-se entre 50 a 350 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ e varia entre 45 e 673 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ para o trevo branco. O intervalo de azoto fixado citado para o trevo violeta encontra-se entre 125 e 220 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. De acordo com WHITEHEAD (1995), para o trevo branco, a quantidade de azoto fixado no solo pode variar de 0 a mais do que 500 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. Na Nova Zelândia, onde as condições são particularmente favoráveis ao trevo branco, registou-se um máximo de 670 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, durante o estabelecimento de uma pastagem de trevo-azevém, num solo suplementado com P e K adicional. No entanto, o intervalo comum para pastagens de gramíneas-trevo na Nova Zelândia situa-se entre 100 e 350 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

Em muitos estudos de pastagens de trevo-gramíneas, a quantidade de azoto fixado tem sido maior no segundo ou terceiro anos, diminuindo depois disso. Um factor para esta diminuição é que, após o desenvolvimento inicial de uma pastagem de trevo-gramíneas, há um aumento no fornecimento de azoto disponível a partir do solo, particularmente se a pastagem é pastoreada. Este aumento no azoto do solo tende a diminuir a fixação, ao mesmo tempo que aumenta o crescimento das gramíneas e, portanto, a competição com os trevos (WHITEHEAD, 1995; HARRIS *et al.*, 1996).

As principais limitações que têm sido citadas à inclusão de leguminosas nos sistemas de produção dizem respeito à baixa persistência que estas espécies apresentam na pastagem ao longo dos anos (WHITEHEAD, 1995) e as práticas inadequadas de manejo, que têm sido relatadas como determinantes da falta de sucesso ao nível do produtor (DALL'AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2004). Uma das razões pelas quais as leguminosas, neste caso os trevos, tendem a desaparecer da composição florística de uma pastagem destinada ao corte para silagem, está relacionada com o ensombramento causado pelas gramíneas, particularmente quando se adicionam elevados níveis de azoto (HOLMES, 1989), comprometendo o crescimento e desenvolvimento dos trevos e reduzindo também a sua capacidade de fixação azotada (HARRIS *et al.*, 1996) e também pelo facto do seu crescimento ser limitado no início da primavera, quando a temperatura verificada não é favorável, acabando apenas por se desenvolverem no final da estação.

Em consociações de azevém perene as cultivares tetraplóides permitem uma melhor presença do trevo branco na pastagem do que as formas diplóides. Isto deve-se ao seu hábito de crescimento que, é geralmente mais aberto do que o crescimento das cultivares diplóides, o que permite maior espaço e uma melhor penetração da luz dentro da pastagem (FRAME *et al.*, 1998).

I.VI – A fertilização azotada na pastagem

O uso de fertilizantes azotados é um factor importante na pecuária leiteira intensiva baseada em pastagem, uma vez que afecta a produção de MS e a concentração de proteína bruta da forragem (VELLINGA *et al.*, 2004), para além de encorajar o crescimento precoce na Primavera e permite manter a produção até mais tarde.

As gramíneas possuem um elevado potencial para a produção de biomassa vegetal, para além de um longo período de crescimento. Em parte, porque é colhida na fase de crescimento vegetativo, a sua resposta à fertilização azotada é maior do que a da maioria das outras culturas (WHITEHEAD, 1995). São necessárias menores quantidades de azoto para o regime de pastoreio do que para a produção de forragem recolhida como feno ou silagem, porque parte do azoto será reciclado através do estrume, urina e da pastagem não consumida.

Não é recomendado exagerar-se nas doses de azoto, devendo este ser repartido em diversas aplicações ao longo do ano, porque o azoto está sujeito a elevadas perdas por lixiviação e/ou volatilização (FRAME, 1994; QUELHAS DOS SANTOS, 1996). No caso de corte para silagem ou feno, também não são aconselhadas aplicações exageradas de azoto nem longos períodos de crescimento. A acumulação de MS pode causar o ensombramento e morte das camadas mais baixas do coberto vegetal, ou seja, trevos em desenvolvimento ou gramíneas jovens em crescimento (FRAME, 1994). Por sua vez, a adubação azotada aumenta a concentração de azoto e água na planta e reduz a concentração em hidratos de carbono solúveis (WHITEHEAD, 1995).

A altura em que as sucessivas aplicações de azoto ocorrem, influencia o padrão de crescimento da pastagem ao longo do ano. A primeira adubação é particularmente importante e a escolha da altura correcta é influenciada pelas condições climáticas, tipo de solo e a formulação do fertilizante azotado. Se a aplicação é feita demasiado cedo, existe o risco de ocorrer lixiviação e maior probabilidade de perdas do azoto por volatilização da amónia e/ou desnitrificação. Por outro lado, se a aplicação é feita demasiado tarde, o potencial de resposta é restringido (WHITEHEAD, 1995). O conhecimento da relação entre o input do fertilizante e o output da cultura é essencial para o uso económico da fertilização. Este conhecimento permite usar o fertilizante suficiente para cobrir as necessidades do solo e das plantas, além de evitar excessos desnecessários para o ambiente e qualidade da produção.

A resposta de uma determinada cultura, em termos de produção e qualidade em função do input de nutrientes, pode ser agrupada em quatro categorias (FOLLETT e WILKINSON, 1985): nível de deficiência, que condiciona a produção; nível crítico de nutrientes, em que se obtêm produções próximas do máximo com quantidades mínimas de nutrientes; adequada, quando se atinge a produção máxima sem que ocorra a possibilidade do seu aumento ou redução; declínio da produção, quando a produção é reduzida com o aumento da concentração de nutrientes, que pode ser causada por toxicidade, desequilíbrio, ou por antagonismo que conduz ao deficit de outros nutrientes.

O azoto actua, essencialmente no crescimento da pastagem permitindo-a atingir uma determinada produção em menor espaço de tempo, o que significa que as plantas atingem um desenvolvimento que lhes permita serem pastoreadas num estado vegetativo mais jovem e, por conseguinte, mais ricas em proteína e com melhor digestibilidade. A produção de gramíneas responde bem à fertilização azotada quando a erva está em crescimento activo,

nomeadamente quando as condições de luz, temperatura e disponibilidade de água são favoráveis. Diferenças entre estes factores resultam em diferentes produções e respostas à fertilização azotada, ao longo do ano e de ano para ano (WHITEHEAD, 1995). Nos Açores estas condições reúnem-se no Outono mas possuem maior expressão durante a Primavera que, por sua vez, através da adição de azoto permitem obter o máximo rendimento da pastagem, possibilitando assim, o aproveitamento do excesso de produção através de cortes e conservação sob a forma de silagem.

A quantidade de água disponível para a pastagem durante o período de crescimento é o factor mais importante nas variações da produção de ano para ano. Quando o azoto é aplicado em condições de seca, permanece na superfície do solo até ser dissolvido pela água da chuva. Uma vez no solo, o seu movimento está dependente do teor em humidade deste (WHITEHEAD, 1995). Relativo à influência que o azoto exerce sobre a morfologia da planta, salientam-se aspectos tais como: aumento do afilhamento, dando condições para que os filhos produzidos pelas plantas possam sobreviver; aumento da área foliar, através do aumento do tamanho, largura e peso das folhas, embora não aumente o número de folhas por planta, o azoto faz com que estas se desenvolvam mais, originando um aumento da fotossíntese, fazendo assim com que o valor alimentar da forragem seja mais elevada; estimula o crescimento da parte aérea, decrescendo o peso das raízes e reduzindo as quantidades de nutrientes que aí se vão acumular. Este facto faz com que se deva ter muita atenção com a data de corte, pois a pastagem só deve ser cortada quando as plantas tenham acumulado reservas nutritivas nas suas raízes e caules que lhes permitam efectuar novo crescimento. O aumento da adubação azotada estimula a absorção de outros nutrientes, nomeadamente fósforo, potássio e magnésio (FRAME, 1994; WHITEHEAD, 1995).

A resposta elevada em termos de produção de erva e, portanto, da quantidade de leite produzido por unidade de área de terreno, encorajou os agricultores a aplicarem grandes quantidades de fertilizante azotado tornando-se, por sua vez, numa dependência. A aplicação de adubos azotados, especialmente em doses elevadas, pode diminuir a resistência das plantas a condições atmosféricas adversas (secura e geadas), bem como a ataques de patógenos, nomeadamente de fungos (exemplo de ataques pelo fungo *Puccinia coronata* – ferrugem, em espécies de azevém) (WHITEHEAD, 1995).

Em pastagens consociadas, as gramíneas são mais eficientes na assimilação do azoto do solo, do que as leguminosas. A maior eficiência da utilização do azoto pelo azevém leva a um aumento do seu crescimento e da competição entre as espécies, particularmente por luz, mas também por água e nutrientes. Consequentemente, o azevém sobrepõe-se ao trevo resultando num decréscimo do seu conteúdo na pastagem. Para além disso, o crescimento do trevo no início da Primavera é mais lento do que o do azevém, colocando o trevo em desvantagem competitiva quando o azoto é aplicado nesta fase da estação (HARRIS *et al.*, 1996).

As actuais recomendações para a fertilização azotada estão, principalmente, baseadas em critérios económicos associados à matéria seca. Muitos ensaios realizados ao longo da Europa, por exemplo, têm estabelecido que o óptimo geralmente se situa num intervalo entre 200 e 400 kg de azoto ha⁻¹ ano⁻¹ (CHERNEY e CHERNEY, 1998). Se o trevo branco é desejado na constituição da pastagem, a quantidade de azoto aplicado tem de ser reduzida. Quando não são aplicados fertilizantes azotados, a proporção de trevo branco pode atingir 30% mas pode descer tanto como para zero com aplicações de azoto na ordem dos 300 Kg ha⁻¹ ano⁻¹ (ROCHON *et al.*, 2004). Na Nova Zelândia, um recente modelo de simulação de uma exploração leiteira

prevê que o máximo desempenho físico e económico de uma pastagem para gado leiteiro é melhor atingido com conteúdos de trevo na ordem dos 30-40 % e com taxas de fertilização azotada de 100-200 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (FRAME *et al.*, 1998).

Num ensaio realizado por HARRIS *et al.* (1996) na Nova Zelândia, em que comparou o conteúdo de trevo branco numa pastagem com azevém para três níveis de adubação azotada (0, 200 e 400 kg N ha⁻¹ ano⁻¹) verificou-se que, nos blocos que não receberam azoto a percentagem média de trevo foi de 16,5 %, apresentando um máximo no final do Verão e um mínimo na Primavera. Por sua vez, os blocos que receberam 200 e 400 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, a percentagem de trevo foi de 10,6 % e 2,2 %, respectivamente. Em termos morfológicos os tratamentos com o nível mais elevado de azoto, ou seja, 400 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, diminuiu o crescimento dos estolhos e inibiu a sua ramificação, uma vez que estas plantas desenvolveram menos gemas axilares. Ainda de acordo com o mesmo autor, outros trabalhos demonstraram que taxas de azoto até 100 kg ha⁻¹ ano⁻¹, não apresentaram qualquer decréscimo no conteúdo de trevo. Noutro ensaio de medição da produção de uma pastagem e alterações na sua composição, devidas a taxas de fertilização azotada na ordem dos 0, 150 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, MACKENZIE e DALY (1983) constataram que, 150 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ produziu o melhor equilíbrio entre os níveis aceitáveis de trevo e produção de forragem.

Com estes estudos, pode-se dizer que não está definido ainda e nem é fácil definir qual a quantidade certa de adubo azotado que promove o melhor equilíbrio e produção de uma pastagem à base de gramíneas e trevos. Sendo assim, para cada condição edafo-climática e consociação é importante conhecer os requisitos em adubação azotada que promova um equilíbrio na produção e persistência das espécies desejáveis na pastagem, desenvolvendo para isso, estudos de campo como o trabalho em questão.

I.VII – Eficiência de utilização e recuperação de azoto pela pastagem

O efeito da adubação azotada sob o crescimento das culturas é normalmente avaliado através da eficiência de utilização do azoto adicionado ao solo. A eficiência de utilização do azoto é definida pelo acréscimo na produção de matéria seca ou de grãos por unidade de nutriente aplicado e serve para avaliar e definir qual a quantidade de adubo mais correcta para que sejam evitadas perdas do mesmo após a sua aplicação (VELLINGA *et al.*, 2004; COSTA, 2008; ZEMENCHIK e ALBRECHT, 2002; BRITO *et al.*, 2011). A taxa de recuperação de azoto é expressa em termos da recuperação aparente, calculada a partir do acréscimo de produção total de azoto obtido na parte colhida da forragem e a aplicada na forma de adubo, expressa em percentagem. O conteúdo de azoto na forragem proveniente dos canteiros não fertilizados providencia uma estimativa do fornecimento de azoto a partir do solo, da atmosfera e das fezes e urina dos animais, no caso de estarmos numa situação de pastoreio (WHITEHEAD, 1995; BRITO *et al.*, 2011).

As fórmulas utilizadas para calcular a eficiência da utilização de azoto e a recuperação aparente de azoto foram definidas por BALIGAR *et al.*, (2001) sendo:

$$EUA = \frac{\text{Produção de MS na forragem } F \text{ (kg)} - \text{Produção de MS na forragem } C \text{ (kg)}}{\text{Quantidade de azoto aplicado em } F \text{ (kg)}}$$

$$EAR = \frac{\text{Produção de azoto na forragem } F \text{ (kg)} - \text{Produção de azoto na forragem } C \text{ (kg)}}{\text{Quantidade de azoto aplicado em } F \text{ (kg)}} \times 100$$

Onde, EUA (kg kg^{-1}) é a eficiência de utilização de azoto, EAR (%) é a eficiência aparente de recuperação de azoto, F o tratamento com adubação e C o tratamento controle (sem adubação azotada).

Grandes quantidades de matéria orgânica e de azoto são transferidas para o solo através de excreções quando a pastagem é pastoreada. Normalmente, mais azoto é excretado na urina do que na bosta e a proporção de azoto na urina aumenta à medida que aumenta a concentração de azoto na dieta (WHITEHEAD, 1995). Assume-se que, em pastoreio o retorno de azoto na urina pode ser equivalente a $160 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, podendo ser bastante superior quando existem animais a pastorear pastagens de alto rendimento e cuja concentração de azoto na erva é superior a 3 % (O'CONNOR, 1974; VAN DER MEER, 1983), como acontece nas nossas pastagens, sobretudo no Outono e Inverno (Gomes, 2010). As manchas de urina são depositadas aleatoriamente sob o solo, onde o centro recebe mais e a periferia menos, fazendo com que o azoto assim fornecido ao solo seja distribuído irregularmente, ficando partes mais beneficiadas do que outras. No caso da deposição de fezes assume-se que, se $10000 \text{ kg de MS ha}^{-1}$ de erva contendo 300 kg N for consumida, é provável que o retorno de azoto na bosta esteja compreendido entre 50 e $80 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (WHITEHEAD, 1995). Em contraste com o azoto da urina, a maioria do azoto contido na bosta encontra-se em formas orgânicas que são relativamente resistentes à decomposição e cerca de 25 % é mineralizado no primeiro ano após a sua deposição na pastagem. A razão C:N do estrume de rebanhos é tipicamente cerca de 23:1, o que significa que a mineralização do azoto orgânico não ocorre rapidamente (KIRCHMANN, 1992). A taxa a que os nutrientes da bosta são incorporados no solo dependem largamente da taxa de desintegração física e, portanto, das condições climáticas. Em climas temperados a bosta normalmente decompõe-se menos rapidamente no Verão (quando ocorre a formação de uma crosta) do que no Inverno e desaparece mais rapidamente em condições de climas quentes e húmidos (WHITEHEAD, 1995).

A recuperação aparente de azoto da pastagem está compreendida entre 50 e 80 % e, frequentemente, entre 65 e 70 % (DILZ, 1988; MORRISON *et al.*, 1980). Uma das fontes de erro do cálculo da recuperação aparente é a hipótese do azoto fornecido pelo solo ser o mesmo em canteiros fertilizados e não fertilizados. Contudo, retirando esta última hipótese, uma recuperação de 67 % na forragem colhida representaria uma absorção total do azoto proveniente da adubação, caso o azoto se encontre repartido entre a forragem, o restolho e as raízes numa relação de 2:1. Recuperações aparentes acima de 67 % podem indicar que a fixação do azoto no restolho e nas raízes foi baixa, possivelmente devido a pastoreios frequentes ou pelo adubo azotado ter aumentado a mineralização do azoto do solo (WHITEHEAD, 1995).

Para aplicações de azoto inferiores a $200 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ existe a tendência para que uma grande parte do azoto absorvido fique retido nas raízes e no restolho e, para taxas de aplicação

de azoto superiores a $350 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ a tendência é que a absorção do azoto seja incompleta. Contudo, para taxas de fertilização superiores há uma tendência para que mais azoto fique localizado na forragem do que nas raízes (DEENEN e LANTINGA, 1993; ENNIK *et al.*, 1980). Uma recuperação inferior a 45 % a partir de uma única aplicação de azoto e com um período de crescimento entre 3 e 6 semanas e uma altura de corte entre 3 a 6 cm, muito provavelmente se deve a factores como a restrição do crescimento por falta de água ou a condições anormais de clima, causando perdas de azoto por lixiviação ou volatilização. Além disso, muitas vezes ocorre uma imobilização rápida e substancial do azoto na matéria orgânica do solo, mais frequentemente com a amónia e a ureia do que com o nitrato (WHITEHEAD, 1995). Normalmente, uma porção significativa do azoto proveniente do adubo não utilizado nos primeiros 3 cortes é recuperada em cortes subsequentes (VELLINGA, *et al.*, 2004). Contudo, o conteúdo de azoto não recuperado em cortes realizados no final da estação é provável que seja perdido, uma vez que a absorção é bastante limitada no final do Verão.

Assim como acontece com a eficiência do uso de azoto ou respostas à adubação azotada, a recuperação aparente de azoto varia de local para local, sendo influenciada pelas espécies existentes na pastagem, tipo de solo, latitude, temperatura, taxa de fertilização azotada e condições de humidade do solo (ZEMENCHIK e ALBRECHT, 2002). Quando a erva se encontra em crescimento activo, a maior parte do azoto nítrico ou amoniacal é absorvido durante as primeiras 3-4 semanas após a sua aplicação. Contudo, quando a absorção é limitada pelo frio ou pela falta de água, a absorção de azoto dá-se mais lentamente (WHITEHEAD, 1995).

I.VIII – Qualidade da pastagem para forragem

São vários os critérios que definem uma forragem de qualidade, nomeadamente, coberto de folhas, caules finos, verde, elevada concentração em hidratos de carbono, elevado teor proteico, pouca fibra e elevada palatabilidade. Mais recentemente, a qualidade de uma forragem vem sendo avaliada perante as respostas biológicas dos ruminantes. Assim, as definições mais úteis de qualidade da forragem são em termos do desempenho animal ou da ingestão voluntária da erva (BARNES *et al.*, 2003; CHERNEY e CHERNEY, 1998).

As espécies forrageiras, estado de maturação e as condições de corte são os factores primários que afectam a qualidade da silagem, na maioria das situações. As influências secundárias incluem a temperatura e a humidade do solo durante o crescimento, a fertilidade do solo e a cultivar. Muitos destes factores influenciam a qualidade da forragem, porque afectam a anatomia e morfologia das plantas (BARNES *et al.*, 2003). A mudança de estações conduz a grandes alterações na composição das pastagens sobretudo na proporção que cada espécie ocupa na produção e no impacto que cada uma tem na produção total. Por sua vez, o clima exerce profunda acção sobre a composição química e valor alimentar da forragem, sendo determinante pela temperatura. A forragem que se desenvolve sob condições de temperatura elevada, normalmente apresenta qualidade mais baixa que as forragens que crescem a temperaturas mais baixas. Uma das razões é que ocorre um aumento da proporção das paredes celulares na planta e, conseqüentemente um aumento na deposição de lenhina (HODGSON, 1990; BARNES *et al.*, 2003; BARNES *et al.*, 2007). Para além disso, temperaturas

mais elevadas aumentam o teor de MS e reduz a concentração de HCS (hidratos de carbono solúveis). Por sua vez, o aumento da insolação aumenta ambas as concentrações de MS e HCS. A variação diurna das concentrações de MS e HCS na forragem reflectem a secagem da erva (evaporação da água existente) e a produção de WSC pela fotossíntese (CHERNEY e CHERNEY, 1998).

O valor nutritivo da erva nas regiões temperadas apresenta uma variação sazonal típica. Ao máximo primaveril segue-se um decréscimo com um mínimo normalmente em meados do Verão ou no Inverno e uma ligeira recuperação no final do Verão – Outono, embora sem atingir os valores obtidos na Primavera. O mesmo autor acrescenta que, as forragens primaveris possuem um teor mais elevado em HCS e mais baixo em azoto, do que as pastagens de Outono. Para além disso, as pastagens de Outono são, de um modo geral, mais ricas em água do que as de Primavera – Verão, estando associado à diminuição da qualidade e ingestão da forragem (KLAPP, 1971; BARNES *et al.*, 2003). O valor nutritivo, a digestibilidade e a palatabilidade variam consoante diferentes espécies pratenses, diferentes partes individuais da planta e diferentes estados de crescimento. Devem-se utilizar misturas de espécies, de forma a conseguir-se uma forragem rica em proteína, com óptima palatabilidade e elevado valor nutritivo, durante o maior tempo possível. Contudo, não é fácil conseguir-se manter uma mistura equilibrada de espécies na pastagem devido ao facto de algumas espécies serem dominantes sobre as outras, fazendo com que as últimas enfraqueçam e acabem por desaparecer da pastagem (BICKFORD, 1995).

À medida que aumenta a acumulação de matéria seca, a digestibilidade da forragem diminui. Durante a Primavera as cultivares de maturação precoce tendem a ser menos ricas em fibra e mais elevadas em digestibilidade, a qualquer estado de maturação, do que as cultivares de maturação tardia (BARNES *et al.*, 2003). A digestibilidade e o valor energético das gramíneas e leguminosas forrageiras ou pratenses diminuem, de forma mais ou menos acentuada, à medida que se acumula matéria seca (MS) (BROWSE *et al.*, 1984; HOLMES, 1989; FERNANDES, 1999; HODGSON, 1990). Esta diminuição resulta das alterações que ocorrem na composição da planta, resultado de alterações morfológicas, em geral a alteração da razão folhas/caules (FERNANDES, 1999). A relação folhas/caules vai diminuindo à medida que as plantas se vão aproximando da maturação. Contudo, os tecidos dos caules normalmente apresentam qualidade mais baixa do que os tecidos das folhas e a sua qualidade decresce a uma taxa mais rápida (HOLMES, 1989; BARNES *et al.*, 2007). Estas alterações reduzem o valor nutritivo da erva, particularmente em relação à digestibilidade e disponibilidade de nutrientes, mas também afectam a ingestão voluntária da erva (FRAME, 1994).

Geralmente, o material foliar é mais rico em digestibilidade, mais pobre em fibra e possui até duas vezes mais proteína bruta do que os tecidos dos caules da mesma planta (HODGSON, 1990; BARNES *et al.*, 2003). Desta forma, os elevados teores de proteína e digestibilidade verificados numa fase vegetativa precoce estão associados a maiores contribuições das folhas, pois os limbos destas são mais ricos em proteína e em água do que os caules, e menos ricos em celulose. Nesta fase a produção de matéria seca é baixa. As maiores produções de MS verificam-se a partir da floração ou do espigamento, sendo esta última indigestível pelos ruminantes. Em contrapartida, é nos caules que se verifica uma maior acumulação de hidratos de carbono solúveis, importantes para o processo de fermentação quando a erva é cortada para silagem. É também na fase de pré-espigamento que a planta se

encontra mais rica em hidratos de carbono solúveis, o que significa que forragens cortadas nesta fase produzem silagens melhor preservadas e estáveis (CROWLEY *et al.*, 2001).

As gramíneas de estação fria frequentemente apresentam valores de digestibilidade da MS acima de 80%, durante as primeiras 2/3 semanas após o início do crescimento na Primavera. Depois disso, a qualidade da forragem normalmente começa a decrescer assim que os caules se começam a desenvolver. A geral tendência é que a digestibilidade e a proteína bruta decrescem com o avanço da maturação, enquanto as concentrações de NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber) e outros componentes de fibras aumentam. Enquanto a qualidade forrageira das folhas se altera pouco à medida que os rebentos amadurecem, o conteúdo de NDF aumenta e a digestibilidade diminui nos caules em maturação (BARNES *et al.*, 2003). Segundo HODGSON (1990), a digestibilidade dos tecidos foliares decresce de um nível de 80 - 90 % em folhas jovens e em desenvolvimento, para um nível em volta de 70 % em folhas maduras. Assim, estas forragens não só são pobres em energia como o seu consumo é menor e, conseqüentemente a energia ingerida é muito inferior quando comparada com uma forragem mais jovem (WILKS, 1999). Contudo, a presença de fibra na alimentação de vacas leiteiras é indispensável, pois estimula a ruminação e conseqüente produção de saliva indispensável para a manutenção de um adequado pH do rúmen, assim como também evitar problemas de timpanismo. Segundo o NRC (2001), os valores referência de NDF, ADF e Lenhina encontrados numa pastagem composta por gramíneas de estação fria são 45,8%, 25,0% e 2,1% respectivamente. Segundo GARCIA (1977), a percentagem de celulose na erva pode ser inferior a 20% no princípio da Primavera e pode ultrapassar os 40% na erva que produziu sementes. O conteúdo em água decresce de 85% para 70% e, às vezes até 65%.

A concentração em proteína é também usada como indicadora da qualidade da forragem. Pode variar de 30 - 35 % da MS nas folhas jovens das gramíneas e 5 - 10 % em tecidos em estado avançado de maturação, encontrando a sua maior concentração nas folhas do que nos caules (FRAME, 1994). Tipicamente, segundo HODGON (1990), o conteúdo em azoto da MS de forragem jovem encontra-se entre os 3 e 4 %, diminuindo para um valor tão baixo como 1 % em forragem muito madura, dando um intervalo de extremos do conteúdo de proteína bruta de 6 - 25 %. Para uma pastagem intensivamente explorada, composta por gramíneas de estação fria, o valor referência de proteína bruta é de 26,5%, com uma percentagem de MS na ordem dos 20,1% (NRC, 2001). A proteína bruta nas forragens tem quantidades variáveis de azoto proteico e não proteico. De acordo com OSBOURN (1980) e FRAME (1994), 70 a 90 % do azoto total das gramíneas está na forma de proteínas e o restante como azoto não proteico. A concentração de azoto na planta tende a diminuir com o avanço do estado de maturação, principalmente devido ao aumento que ocorre na proporção do conteúdo das paredes celulares e a correspondente diminuição do citoplasma que contém as proteínas enzimáticas, os ácidos nucleicos e a clorofila (WHITEHEAD, 1995).

O conteúdo em minerais das forragens é também importante para os animais, uma vez que a sua deficiência poderá provocar desequilíbrios, quer no seu desenvolvimento, quer no seu desempenho. Assim, o estado de maturação da planta afecta a concentração de minerais, em que geralmente ocorre uma grande absorção de minerais durante a fase inicial do crescimento e uma diluição gradual à medida que a planta entra em maturação (RICH, 1999). Contudo, a composição mineral da forragem está sempre dependente da fertilização e da disponibilidade em minerais do solo. Segundo BARNES *et al.* (2003), os macronutrientes são os minerais essenciais que excedem, normalmente 0,1% de MS e incluem o azoto (1 - 5 %),

potássio (2 - 4 %), cálcio (0,4 - 1 %), magnésio (0,25 %), fósforo (0,25 %) e enxofre (0,2 %). Contudo, estes valores são atribuídos à cultura da luzerna que, por sua vez, é muito mais rica em minerais e é normalmente cultivada em solos muito fertilizados nos Estados Unidos, o que torna imprecisa a comparação entre os valores obtidos para uma pastagem de azevém e trevos instalada nos solos dos Açores. Neste caso, consideram-se valores ligeiramente inferiores. Para uma pastagem intensivamente explorada com gramíneas de estação fria, os valores referência das concentrações de Ca, P, Mg e K são respectivamente 0,56%, 0,44%, 0,20% e 3,36% (NRC, 2001).

No caso específico das explorações leiteiras, à medida que se aumentam os níveis de produção, o valor energético das forragens torna-se mais crítico, tendo-se de recorrer a concentrados para fornecer energia, por vezes proteína bruta e minerais. Esta prática sai mais cara, pois o custo dos concentrados é superior ao custo da produção de uma forragem de elevada qualidade, e as vacas alimentadas com proporções de concentrados são mais vulneráveis a acidose, à redução da gordura no leite e à redução da ingestão e em última instância à redução da produção (WILKS, 1999).

Em termos de composição florística, o controlo da produção e da qualidade é mais difícil em pastagens consociadas do que nas puras, pois não existe uma resposta constante à adubação azotada e o manejo da pastagem é mais exigente (CLARK e JANS, 1995). Geralmente utilizam-se consociações para aumentar a produção, melhorar a qualidade e a distribuição sazonal da produção. Não há grande diferença entre a concentração proteica e a concentração em fibra de gramíneas e leguminosas forrageiras (DUTHIL, 1976; GARCIA, 1977). No entanto, as leguminosas contêm uma proporção maior de proteína bruta, ácidos orgânicos e elementos minerais, e o valor energético e a digestibilidade dos constituintes solúveis das células são maiores do que os apresentados na maioria das farinhas cereais. No geral, as leguminosas são mais ricas em qualidade do que as gramíneas. Em estados de maturação comparáveis, as gramíneas e as leguminosas frequentemente apresentam concentrações de ADF e valores de digestibilidade da MS similares. Contudo, as gramíneas apresentam valores de NDF superiores e possuem níveis de ingestão voluntária mais baixos (BARNES *et al.*, 2003).

Uma forma importante de melhorar o valor nutritivo do azevém perene é incluir trevo branco na pastagem (CLARK e JANS, 1995) e/ou outras leguminosas, por exemplo trevo violeta. O mesmo autor sugere que, para pastagens consociadas de azevém perene com trevo branco, a produção de leite aumenta 0.30 - 0.45 kg vaca⁻¹ dia⁻¹ por cada acréscimo de 10% de trevo branco na pastagem. A forragem proveniente de consociações de gramíneas com leguminosas quase sempre apresenta níveis de NDF mais baixos do que a mesma forragem sem leguminosas para além de apresentar também melhores níveis de proteína bruta (BARNES *et al.*, 2003). As leguminosas, como já referido anteriormente, para além do benefício da fixação azotada, têm geralmente maiores concentrações em cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês, contribuindo para um maior valor nutritivo da forragem. As misturas complexas de espécies têm algumas vantagens porque fornecem aos animais uma alimentação mais equilibrada e mais rica em macro e micronutrientes (SANDERSON *et al.*, 2003).

A fertilização afecta directamente a flora da pastagem, pois quando esta aumenta com recurso a aplicações regulares, permite a sementeira e manutenção de espécies mais produtivas e de maior qualidade. Em pastagens com diversas espécies de gramíneas, adubações azotadas moderadas a altas usualmente encorajam as espécies mais produtivas, tais como o azevém em detrimento de espécies menos produtivas (WHITEHEAD, 1995). GARCIA

(1977) afirma que, a adubação azotada influencia mais a produção do que a qualidade da pastagem. Esta depende mais da escolha do período ideal para o corte da erva para silagem do que da fertilização.

Pequenas quantidades de azoto, aplicadas em pastagens com algum nível de carência neste nutriente, promovem um acréscimo no crescimento da erva não exercendo necessariamente influência na sua concentração em azoto. À medida que se aumenta a quantidade de azoto aplicado, tanto a produção como a concentração deste aumentam até que a produção atinja o máximo. A partir deste momento, a concentração de azoto na erva continua a aumentar em detrimento da produção que mostra pouca alteração (WHITEHEAD, 1995). O mesmo autor afirmou que, a concentração total de azoto na erva alcança um pico poucos dias antes da emergência das hastes florais, assim, antes de alcançar o máximo rendimento da forragem. A adubação azotada normalmente tem pouco ou nenhum efeito na concentração de azoto no trevo branco e no trevo violeta. Quando existe consociação de gramíneas e trevos, sem existirem adubações azotadas, a concentração de azoto é normalmente maior no trevo do que na gramínea (KLAPP, 1971; WHITEHEAD, 1995).

Segundo OSBOURN (1980), o incremento das aplicações de azoto aumentam a proporção de proteína bruta e reduzem a proporção de hidratos de carbono solúveis e de celulose em gramíneas. CHERNEY e CHERNEY (1998) afirmam também que, o azoto aplicado pode reduzir o teor de MS e a concentração de WSC e aumenta o poder tampão, agravando-se os efeitos com o aumento dos níveis de azoto e à medida que os intervalos de aplicação diminuam. Em contrapartida, a adubação azotada geralmente tem reduzido efeito sobre a quantidade de fibra na erva quando esta é colhida com intervalos de tempo uniformes (WHITEHEAD, 1995; GOMES, 2010). Ao mesmo tempo, há normalmente um efeito insignificante nos materiais constituintes da fibra, nomeadamente celulose e lenhina. Isto acontece essencialmente porque, a adubação azotada permite às gramíneas serem colhidas num intervalo de tempo mais curto, a erva tende a estar num estado vegetativo mais precoce e a ter menores teores em fibra no momento do corte (WHITEHEAD, 1995).

I.IX – Data ideal para corte

A conservação da erva é o principal método para reduzir o efeito da sazonalidade. CROWLEY *et al.* (2001) afirmou que, a data ideal para se efectuar o corte da forragem é determinada pela qualidade pretendida. É importante, portanto compreender como a produção e a qualidade são afectadas pela fisiologia das plantas forrageiras em desenvolvimento e pelo manejo da pastagem na Primavera. O período de crescimento por corte influencia a produção de MS, a digestibilidade e a concentração de azoto da forragem, bem como a qualidade posterior da pastagem e o seu recrescimento (VELLINGA *et al.*, 2004).

Na primavera, fechar cedo a pastagem para se obter um bom crescimento antes do espigamento, é uma forma de se obter silagem de qualidade (CROWLEY *et al.* 2001). Ainda diz o mesmo autor que, a altura ideal correspondente é a cerca de 6 semanas de crescimento após o fecho da pastagem, mas antes do espigamento, aumentando o intervalo de crescimento caso a pastagem tenha sido fechada mais cedo ou se utilizada uma variedade de azevém tardio.

Fechar a pastagem tarde na primavera pode resultar num menor volume de erva para ensilar e pode pôr em causa a oportunidade de se obter uma silagem de qualidade.

Após o pastoreio ou corte, a acumulação de MS da pastagem segue um padrão sigmoidal, daí o crescimento ininterrupto de 6-7 semanas resultar num maior rendimento total do que em pastoreios curtos rotativos (BROWSE *et al.*, 1984). A partir daí a acumulação de MS continua até cerca das 10 semanas mas os acréscimos são menores.

A qualidade da forragem quase sempre declina à medida que avança a maturação ou quando se inicia o período reprodutivo. De facto, a maturidade à colheita é normalmente considerada o primeiro factor que afecta a qualidade da forragem (BARNES *et al.*, 2003). Sendo assim, a escolha da altura ideal para se efectuar o corte da erva, deverá compreender uma fase em que as plantas não sejam demasiado jovens nem se encontrem em estados avançados de maturação, pois a sua qualidade seria muito inferior. Desta forma, o óptimo será função do valor nutritivo da erva e, principalmente do estado fenológico e não do período de crescimento da forragem. É neste momento que a planta contém o máximo de açúcares solúveis e o seu valor nutritivo ainda não baixou significativamente, permitindo obter uma forragem suficientemente rica e equilibrada e elevada produção de MS (FERNANDES, 1999). Quando as plantas estão numa fase inicial do seu desenvolvimento têm elevada digestibilidade, entre 70 - 80% e 25 - 30% de proteína bruta (WILSON e WATSON, 1985).

Em teoria, o corte das gramíneas e leguminosas deve processar-se na fase do ciclo vegetativo que, corresponde à intercepção das curvas respectivas ao rendimento de MS e do valor nutritivo. Para as gramíneas a intercepção da curva corresponde ao estado fenológico do início do espigamento e, no caso das leguminosas à formação do botão floral. Contudo, existem vários factores que desviam esta correlação, no âmbito do maior aproveitamento produtivo em detrimento do valor nutritivo (FERNANDES, 1999), nomeadamente pouco conhecimento por parte dos produtores, condições climáticas adversas, indisponibilidade de maquinaria, desequilíbrio entre o estado vegetativo das gramíneas e das leguminosas, entre outros.

A altura do dia que a forragem é cortada também influencia o teor de matéria seca e a concentração em hidratos de carbono. Assim, a forragem que é colhida durante a manhã apresenta um teor mais elevado de humidade mas valores mais baixos de hidratos de carbono solúveis, do que a forragem que é colhida durante a tarde (BARNES *et al.*, 2007).

Em termos produtivos, os melhores níveis de produção de MS de uma pastagem de azevém perene e trevo branco atingidos através de cortes pouco frequentes, encontram-se normalmente entre 7 e 11 ton MS ha⁻¹. Estudos mostram que, a produção total de forragem a partir de pastagens consociadas, geralmente aumenta à medida que o intervalo entre cortes é alongado. Em contrapartida, a proporção de trevo branco no total de forragem pode decrescer ou ser pouco afectada (FRAME *et al.*, 1998).

II – Material e métodos

III – Caracterização do local de ensaio, tratamentos e delineamento experimental

Este estudo foi conduzido durante um ano (2011) na Granja Universitária do Departamento de Ciências Agrárias, que funciona como Exploração Agrícola destinada ao ensino prático e apoio à investigação. A Granja localiza-se a 38º 41' 55'' N, 27º 10'14'' W e a uma altitude média de 377 metros, no interior da ilha Terceira (Anexo 1).

Para os ensaios escolheu-se uma pastagem ampla, com pouco declive e uniforme em termos de solo e de espécies vegetais que a compunham. A pastagem tinha sido semeada no Outono de 2010 com 35 kg ha⁻¹ de *Lolium perenne* tetraploide semi-tardio/tardio (cv. Barnauta), 3 kg ha⁻¹ de *Trifolium repens* de folha larga (cv. Alice) e 2 kg ha⁻¹ de *Trifolium pratense* (cv. Lemmon).

Durante o Inverno e a Primavera, a pastagem foi pastoreada por vacas leiteiras e o último pastoreio ocorria cerca de oito dias antes de cada data de fecho, após o qual se procedia a um corte de limpeza. Antes de se montar o ensaio colheram-se diversas amostras de terra para analisar, com uma profundidade até 10 cm. O solo apresenta uma textura areno-franca, pH 5,3 e fertilidade média em P e alta em K. Os valores de Ca e Mg são baixos e o teor de MO é alto.

Quadro I - Resultados médios das seis amostras de solo recolhidas no local do ensaio.

pH	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	MO %
5,3	32	110	308	39	8,9

No dia 19 de Março o local do ensaio foi adubado com 45 kg ha⁻¹ P₂O₅ e 90 kg ha⁻¹ K₂O. Nesta pastagem montaram-se três ensaios, com tratamentos idênticos mas que diferiam na data de início. As datas escolhidas para o início dos ensaios foram 5 de Abril, 20 de Abril e 20 de Maio. Cada ensaio consistia em 10 tratamentos, com uma área de 8 x 2 m² para cada canteiro. Os tratamentos foram dois períodos de crescimento (6 e 8 semanas) e diversos níveis de adubação azotada. Os níveis de azoto utilizados foram cinco (0; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹), com uma única aplicação após o fecho da pastagem, e o adubo utilizado foi o Nitrolusal 27% (Anexo 2). A adubação foi feita à mão efectuando duas passagens em cada canteiro, em sentidos opostos. No quadro I encontram-se indicadas as datas de corte da erva, para cada um dos dois intervalos de crescimento estudados.

Quadro II – Datas dos cortes efectuados nos três ensaios.

	Data de fecho	Intervalo de crescimento	Data de corte
Ensaio 1	05 Abril	6 semanas	19 Maio
		8 semanas	01 Junho
Ensaio 2	20 Abril	6 semanas	01 Junho
		8 semanas	15 Junho
Ensaio 3	20 Maio	6 semanas	06 Julho
		8 semanas	20 Julho

II.II – Determinação da produção e determinações analíticas

Em cada canteiro foi cortada uma faixa central de 8 m x 1,15 m, a aproximadamente 5 cm do solo, utilizando uma motogadanhadeira. Juntou-se a erva utilizando vassouras de relva seguindo-se a pesagem numa balança dinamómetro (precisão de 0,1 kg) montada num tripé, para a determinação da produção de matéria verde por hectare.

Após a pesagem da erva em verde, esta foi bem misturada e tiraram-se dez sub-amostras, num total de cerca de 500 gramas de erva, para o cálculo da matéria seca e para se efectuarem diversas determinações analíticas. Retirou-se também uma segunda amostra com a mesma composição da primeira, guardando-a em sacos de plástico, com o único objectivo de determinar a percentagem de trevo presente em cada canteiro. A matéria seca da erva foi determinada por secagem desta a 65 °C, em estufa com corrente de ar forçada, até se atingir peso constante. Após a desidratação a erva foi moída (moinho Wiley Mills, Model 4), para passar num crivo de 1mm e guardada em frascos até ser analisada.

A produção de matéria seca (MS) obtida por hectare foi calculada multiplicando o peso verde da erva de cada canteiro, pela percentagem da matéria seca obtida na erva proveniente do mesmo canteiro.

As determinações analíticas efectuadas na erva foram a proteína bruta (PB), calculada a partir do valor do azoto (N) obtido pelo método de Kjeldahl (AOAC, 2000), e multiplicado pelo factor de conversão 6,25. As fibras NDF (Neutral Detergent Fiber), ADF (Acid Detergent Fiber) e ADL (Acid Detergent Lignin) obtidas pelo método descrito por GOERING e VAN SOEST (1970); as cinzas totais e a sílica obtidas por calcinação em mufla a 500 °C, durante pelo menos 5 horas; e os nutrientes cálcio, fósforo, potássio e magnésio por espectrofotometria de absorção atómica.

A digestibilidade da MS (DMS) foi calculada a partir da seguinte fórmula descrita por GOERING e VAN SOEST (1970):

$$DMS (\%) = [((0,98*(100 - NDF)) + NDF *(1,373 - (0,789*LOG((ADL/ADF)*100))) - 12,9)]$$

Nas análises de terra, determinou-se o pH em água e KCl (PEECH, 1965), o carbono pelo método de Walkey Black (WALKEY E BLACK, 1934), o fósforo pelo método de Olsen (OLSEN, *et al.*, 1954), o potássio, o cálcio e o magnésio pelo método de Mehlich (MEHLICH, 1953).

As amostras guardadas em sacos de plástico foram conservadas em fresco, no frigorífico, tendo-se procedido posteriormente à separação dos trevos do azevém, colocando ambas as partes em sacos diferenciados e levando-os a secar em estufa nas mesmas condições que as primeiras amostras, de modo a calcular a percentagem de cada um na produção de MS total.

II.III – Análise estatística

Os resultados obtidos (produção de MS, concentrações de PB, NDF, ADF, ADL, P, K, Ca, Mg) foram submetidos a análises de variância, verificando-se a significância de dois factores (intervalo de crescimento x nível de azoto) e de três factores (data de fecho x intervalo de crescimento x nível de azoto) e as suas interacções. O programa utilizado foi o StatPlus: Mac 2004, da AnalystSoft, versão 5.8.3.8. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey-Kramer, para uma significância de $P < 0,05$.

II.IV – Dados climáticos

Os dados climáticos foram fornecidos pela estação meteorológica montada na Granja, próximo do local do ensaio. No quadro III são apresentados os valores médios da temperatura e os valores totais da precipitação registados em cada mês, desde Janeiro a Agosto de 2011. Para fins comparativos, apresentam-se também valores médios da temperatura mensal registados entre 1971 e 2000 e a precipitação média mensal entre 1980 e 2009 (dados cedidos pelo Observatório Meteorológico José Agostinho).

Quadro III – Temperaturas médias mensais e pluviosidades mensais registadas no ano em que decorreu o ensaio (2011) e médias das temperaturas mensais registadas entre 1971 e 2000 e das precipitações médias mensais registadas entre 1980 e 2009.

Mês	Temperatura média mensal (°C)	Precipitação mensal (mm)	Temperatura média mensal (°C)	Precipitação média mensal (mm)
	2011		1971-2000	1980-2009
Janeiro	11,1	151	11,3	191
Fevereiro	11,7	92	11,1	173
Março	11,0	143	11,6	192
Abril	11,7	80	12,2	105
Maio	12,7	114	13,6	95
Junho	15,8	20	15,8	60
Julho	18,5	22	18,3	61
Agosto	20,7	11	19,4	77

III – Resultados

III.I – Influência das condições climáticas na produtividade da pastagem

Conforme se observa no quadro da temperatura e de precipitação relativos ao ano de 2011, os registos de temperaturas entre os meses de Janeiro e Abril estiveram compreendidas entre 11,0 e 11,7 °C, valores considerados baixos para o crescimento dos *T. repens* e *T. pratense* e do *L. perenne*. As temperaturas registadas a partir de Abril foram favoráveis ao crescimento do *L. perenne* verificando-se um aumento do seu crescimento e produção, bem como o maior desenvolvimento dos trevos.

As precipitações ocorridas, nomeadamente desde o mês de Janeiro até ao mês de Maio foram adequadas ao crescimento da pastagem, tendo-se registado valores de precipitação mensal entre 80 e 151 mm. No mês de Maio quase toda a precipitação se concentrou nos dias 9 e 10 (64 e 32 mm respectivamente). A partir de 10 de Maio os valores da precipitação estiveram abaixo do normal para a zona, estimando-se que em Junho e Julho as espécies componentes da pastagem tenham estado sujeitas a stress hídrico.

III.II – Produções de Matéria Seca obtidas

III.II.I – Nos intervalos de crescimento de 6 e 8 semanas, nas três datas de fecho

Em cada uma das primeiras datas de fecho (5 Abril e 20 Abril), as produções de matéria seca obtidas nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, com médias de respectivamente, 4962 e 6019 kg MS ha⁻¹ corte⁻¹ (5 Abril) e de 4543 e 6243 kg MS ha⁻¹ (20 Abril) foram significativamente diferentes. Na terceira data de fecho (20 Maio) as médias foram semelhantes, com produções de 5395 kg MS ha⁻¹ corte⁻¹ no intervalo das 6 semanas e de 5746 kg MS ha⁻¹ corte⁻¹ no intervalo das 8 semanas.

No intervalo de crescimento das 6 semanas, as produções médias de MS obtidas por hectare e corte das três datas de fecho (5 e 20 de Abril e 20 de Maio) foram de, respectivamente, 4962, 4543 e 5395 kg. Foram estatisticamente diferentes apenas as produções médias obtidas em 20 de Abril (4543 kg ha⁻¹) das obtidas em 20 de Maio (5395 kg ha⁻¹). No intervalo de crescimento das 8 semanas as produções médias de MS obtidas por hectare e corte nas mesmas datas de fecho foram de, respectivamente, 6019, 6411 e 5746 kg. Também foram estatisticamente diferentes apenas as produções médias obtidas em 20 de Abril (6411 kg MS ha⁻¹) das obtidas em 20 de Maio (5746 kg MS ha⁻¹).

III.II.II – Nos cinco níveis de azoto utilizados em cada intervalo de crescimento, nas três datas de fecho

No intervalo de crescimento das 6 semanas, na data de fecho de 5 Abril houve diferenças significativas nas produções de MS obtidas por hectare quando se adubou com 1,0 e 2,0 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ em relação aos canteiros não adubados. Contudo as produções de MS obtidas por hectare nos canteiros adubados foram estatisticamente semelhantes. No mesmo intervalo de crescimento, na data de fecho de 20 de Maio, as diferenças significativas foram apenas entre os canteiros adubados e os não adubados. Na data de fecho de 20 de Maio não houve diferenças significativas entre as produções de matéria seca obtidas com os diferentes níveis de azoto utilizados (Quadro IV).

Quadro IV – Comparação entre as produções médias de MS (kg) obtidas por hectare nos diferentes níveis de azoto utilizados (0,0 a 2,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹) em cada um dos intervalos de crescimento estudados (6 e 8 semanas), nas três datas de fecho (5 e 20 de Abril e 20 de Maio).

Intervalo de crescimento	Data fecho/corte	Azoto (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)					Média
		0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	
6 Semanas	05 Abril/19 Maio	3922 ^a	5527 ^b	5045 ^{ab}	5296 ^b	5019 ^{ab}	4962
	20 Abril/01 Junho	3378 ^a	4611 ^b	4754 ^b	4924 ^b	5049 ^b	4543
	20 Maio/06 Julho	5213 ^a	5107 ^a	5459 ^a	5538 ^a	5656 ^a	5395
8 Semanas	05 Abril/01 Junho	4720 ^a	6247 ^b	6481 ^b	6444 ^b	6203 ^b	6019
	20 Abril/15 Junho	4415 ^a	6356 ^b	6934 ^{bc}	6567 ^b	6945 ^{bc}	6243
	20 Maio/20 Julho	5234 ^a	5640 ^a	5963 ^a	6263 ^a	5630 ^a	5746

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças entre as médias para $P \leq 0,05$.

No intervalo de crescimento das 8 semanas, na data de fecho de 5 Abril as diferenças significativas foram apenas entre os canteiros adubados e os não adubados. Na data de fecho de 20 Abril houve diferenças significativas nas produções de MS obtidas por hectare quando se utilizou azoto. Nesta data as produções significativamente mais elevadas foram as obtidas com as doses de 1,5 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹. Tal como aconteceu no intervalo de crescimento das 6 semanas, na data de fecho de 20 Maio não houve diferenças significativas entre as produções de matéria seca obtidas com os diferentes níveis de azoto utilizados (Quadro IV).

As regressões lineares que prevêm a produção de MS (kg ha⁻¹) de acordo com o nível de adubação azotada (kg ha⁻¹ dia⁻¹), para cada intervalo de crescimento e data de fecho foram as seguintes:

Produção de MS 6 semanas (5 Abril)	$4371 + 413 * \text{kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	$R^2 = 0.25, P < 0.05$
Produção de MS 6 semanas (20 Abril)	$3631 + 651 * \text{kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	$R^2 = 0.53, P < 0.001$
Produção de MS 6 semanas (20 Maio)	$5111 + 202 * \text{kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	$R^2 = 0.17, P < 0.01$
Produção de MS 8 semanas (5 Abril)	$5175 + 603 * \text{kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	$R^2 = 0.35, P < 0.01$

Produção de MS 8 semanas (20 Abril)	$4859 + 953 \cdot \text{kg N ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$	$R^2 = 0.58, P < 0.001$
Produção de MS 8 semanas (20 Maio)	$5381 + 260 \cdot \text{kg N ha}^{-1} \text{ day}^{-1}$	$R^2 = 0.22, P < 0.05$

No anexo 3 anexo estão os gráficos representativos destas rectas de regressão.

Embora as produções médias de matéria seca obtidas por hectare e corte tenham sido mais elevadas nos cortes de 8 semanas do que nos cortes de 6 semanas, as produções médias de matéria seca obtidas por hectare e dia foram mais elevadas no intervalo de crescimento das 6 semanas, nas datas de 5 Abril e 20 de Maio e mais baixas em 20 de Abril para os níveis de adubação azotada de 1,0; 1,5 e 2,5 $\text{kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$. As diferenças obtidas em 5 de Abril situaram-se entre os + 4 e + 20 $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, em 20 de Abril entre os 0 a -11 $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ e em 20 de Maio entre os + 20 a + 34 $\text{kg MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Quadro V).

Quadro V – Produções médias diárias de MS (kg) obtidas por hectare nos diferentes níveis de azoto utilizados, para os intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, nas três datas de fecho estudadas (5 e 20 de Abril e 20 de Maio).

Intervalo de crescimento	Data fecho/corte	Azoto ($\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)					Média
		0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	
6 Semanas	5 Abril/19 Maio	93	132	120	126	120	118
	20 Abril/01 Junho	80	110	113	117	120	108
	20 Maio/06 Julho	124	122	130	132	135	128
8 Semanas	5 Abril/01 Junho	84	111	116	115	111	107
	20 Abril/15 Junho	79	114	124	117	124	111
	20 Maio/20 Julho	93	101	106	112	101	103

Verificou-se também que os acréscimos de produção de matéria seca, por hectare e dia, entre as 6 e as 8 semanas apenas foram superiores às produções médias de MS obtidas no intervalo de crescimento das 6 semanas na data de fecho de 20 de Abril (Quadro VI) e que foram mesmo substancialmente inferiores na data de fecho de 20 de Maio. Os acréscimos de produção médios foram de 76, 121 e 25 para, respectivamente, as datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio.

Quadro VI – Acréscimos de produção (kg) de $\text{MS ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ quando aumentou o intervalo de crescimento de 6 para 8 semanas, nas três datas de fecho e cinco níveis de adubação azotada.

Data de fecho/corte	Acréscimo por dia (das 6 para as 8 semanas)					Média
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	
05 Abril/19 Maio	57	51	103	82	85	76
20 Abril/01 Junho	74	125	156	117	135	121
20 Maio/06 Julho	2	38	36	52	-2	25

III.II.III – Acréscimos de produção por unidade de azoto aplicado

Nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas verificou-se que, nas duas primeiras datas de fecho (5 e 20 de Abril), os acréscimos de produção de MS obtidos por cada quilo de azoto utilizado são decrescentes, quando se vai aumentando a dose de azoto de 1,0 para 2,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Quadro VII). Isto acontece porque as produções de MS obtidas por hectare foram estatisticamente semelhantes para os quatro níveis de azoto utilizados por hectare e dia (1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg ha⁻¹). Na data de fecho de 20 de Maio não houve resposta estatisticamente significativa à adubação azotada, daí os acréscimos de produção serem baixos, especialmente no intervalo de crescimento das 6 semanas.

Quadro VII – Acréscimos médios na produção de MS (kg) obtida por hectare por cada kg de azoto utilizado, em cada um dos dois intervalos de crescimento estudados (6 e 8 semanas), nas três datas de fecho (5 e 20 de Abril e 20 de Maio).

Intervalo de crescimento	Data fecho/corte	Azoto (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)			
		1,0	1,5	2,0	2,5
6 Semanas	5 Abril/19 Maio	38	18	16	10
	20 Abril/01 Junho	29	22	18	16
	20 Maio/06 Julho	-3	4	4	4
8 Semanas	5 Abril/01 Junho	27	21	15	11
	20 Abril/15 Junho	35	30	19	18
	20 Maio/20 Julho	7	9	9	3

III.III – Produções de azoto e recuperação aparente de azoto

As produções de azoto não apresentaram grandes discrepâncias entre o intervalo de crescimento das 6 e das 8 semanas nas datas de fecho de 5 de Abril e 20 de Maio, embora na data de fecho de 20 de Abril as produções de azoto tenham sido superiores no intervalo de crescimento das 8 semanas (devido a uma maior produção de matéria seca). A tendência geral foi para que as produções de azoto aumentassem com o aumento da adubação azotada (Quadro VIII).

Quadro VIII – Produções de azoto obtidas por hectare nos dois intervalos de crescimento estudados (6 e 8 semanas), cada um adubado com cinco níveis de adubação azotada, para as três datas de fecho da pastagem.

		Produção de azoto (kg ha⁻¹ corte⁻¹)				
Total N aplicado (kg ha⁻¹ corte⁻¹)		0	42	63	84	105
Data fecho/corte	Semanas					
05 Abril/19 Maio	6	83	135	124	152	147
20 Abril/01 Junho	6	72	97	118	128	141
20 Maio/06 Julho	6	111	125	134	159	165
Total N aplicado (kg ha⁻¹ corte⁻¹)		0	56	84	112	140
05 Abril/19 Maio	8	85	119	132	143	149
20 Abril/15 Junho	8	102	122	151	145	158
20 Maio/20 Julho	8	100	109	126	138	134

A recuperação aparente de azoto foi, de um modo geral, superior nos intervalos de crescimento das 6 semanas, em comparação com os das 8 semanas, nas três datas de fecho. A tendência foi para que a recuperação aparente de azoto diminuísse à medida que se adiantava a data de fecho. Nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril, no intervalo de crescimento de 6 semanas, a recuperação aparente oscilou entre 59 a 123 %, enquanto no intervalo de crescimento das 8 semanas a recuperação aparente, nestas duas datas de fecho, oscilou entre 37 e 61 % %. Na data de fecho de 20 de Maio, as recuperações de azoto foram baixas em ambos os intervalos de crescimento, mas sobretudo no intervalo de crescimento das 8 semanas (Quadro IX).

Quadro IX – Recuperação aparente de azoto (%) obtida para as três datas de fecho, para os dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas) e cinco níveis de adubação azotada.

		Recuperação Aparente de Azoto (%)			
Total N aplicado (kg ha⁻¹ corte⁻¹)		42	63	84	105
Data fecho/corte	Semanas				
05 Abril/19 Maio	6	123	64	82	60
20 Abril/01 Junho	6	59	74	66	66
20 Maio/06 Julho	6	34	37	58	52
Total N aplicado (kg ha⁻¹ corte⁻¹)		56	84	112	140
05 Abril/19 Maio	8	61	55	52	46
20 Abril/15 Junho	8	37	59	39	40
20 Maio/20 Julho	8	16	31	34	24

III.IV – Percentagem de trevos presentes nos canteiros dos diversos tratamentos, na altura do corte

A percentagem média de trevos (trevo branco e trevo violeta) presentes na altura do corte, nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio foi de, respectivamente, 4, 7 e 16. Em média a 1ª e 2ª datas de fecho tiveram quantidades de trevo estatisticamente semelhantes entre si mas significativamente diferentes dos obtidos na 3ª data de fecho. Em média o intervalo de crescimento das 6 semanas teve uma percentagem de trevos significativamente inferior à obtida no intervalo de crescimento das 8 semanas, 7 vs 11 %. Os canteiros não fertilizados com azoto tiveram uma percentagem média de trevo branco de 15, significativamente diferente das percentagens de trevo branco obtidas nos canteiros adubados (9; 8; 7 e 6, para, respectivamente, os tratamentos 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹). Em média não houve diferenças significativas entre a percentagem média de trevo obtida nos canteiros adubados (Quadro X).

Em média a percentagem de trevos nos canteiros não fertilizados com azoto foi, na 1ª, 2ª e 3ª datas de fecho, de respectivamente, 5; 10 e 15 (intervalo de crescimento de 6 semanas) e de 12; 15 e 34 (intervalo de crescimento de 8 semanas). A percentagem média de trevos presentes, na altura do corte nos canteiros adubados para, respectivamente, as 1ª, 2ª e 3ª datas de fecho foi de 2; 6 e 10 (intervalo de crescimento das 6 semanas) e 3, 5 e 17 (no intervalo de crescimento das 8 semanas).

Quadro X – Percentagem média de trevo obtida na altura da colheita nas três datas de fecho, nos dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas) e nos cinco níveis de adubação azotada.

		Azoto (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)					
Intervalo	Data fecho	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	Média
6 semanas	05 Abril	5	3	2	2	2	3
	20 Abril	10	8	9	4	3	7
	20 Maio	15	13	8	12	8	11
8 semanas	05 Abril	12	4	3	2	5	5
	20 Abril	15	6	5	6	4	7
	20 Maio	34	20	22	15	13	21

No intervalo de crescimento das 6 semanas as correlações entre as quantidades de trevo existentes nos canteiros (à colheita) e os níveis de azoto utilizados foram de -0,51 (5 de Abril); -0,58 (20 de Abril) e -0,41 (20 de Maio). No intervalo de crescimento das 8 semanas estas correlações foram de -0,58 (5 de Abril); -0,43 (20 de Abril) e -0,61 (20 de Maio).

De uma maneira geral, a quantidade de trevos foi mais elevada no intervalo de crescimento das 8 semanas, mas a diferença foi mais consistente e elevada na 3ª data de fecho, onde os trevos continuaram a crescer até às 8 semanas, mas o azevém estagnou o crescimento por volta das 4 semanas, altura em que já estava completamente espigado e, também muito afectado por um ataque de ferrugem (*Puccinia coronata*).

III.V – Composição florística da pastagem na altura de corte

Na altura da colheita do primeiro ensaio, nos cortes das 6 e das 8 semanas de crescimento, o *L. perenne* ainda se encontravam no estado fenológico de encanamento e no intervalo das 8 semanas, em algumas plantas já se via a parte superior da espiga. Os trevos (*T. repens* e *T. pratense*), nos cortes das 6 e 8 semanas encontravam-se no estado fenológico vegetativo. Na colheita do segundo ensaio, no corte das 6 semanas de crescimento o *L. perenne* já se encontrava no início do espigamento e no corte das 8 semanas de crescimento o *L. perenne* já se encontrava completamente espigado. Quanto aos trevos, às 6 semanas, o trevo branco já se encontrava no início da floração enquanto o trevo violeta ainda se encontrava no estado de botão floral e às 8 semanas, ambos os trevos já estavam em floração. Na colheita do terceiro ensaio (20 Maio), tanto no corte das 6 como das 8 semanas de crescimento, o *L. perenne* estava espigado (desde as 4 semanas de crescimento) e os trevos (trevo branco e trevo violeta) encontravam-se em floração bastante avançada.

III.VI – Conteúdo de proteína bruta, NDF, ADF, ADL e digestibilidade

III.VI.I – Proteína bruta

Os teores médios de proteína bruta (P.B.) para a erva colhida no 1º, 2º e 3º ensaios foram de respectivamente 14,5; 14,4 e 14,6 %, valores estatisticamente semelhantes. Na média dos 3 ensaios, o intervalo de crescimento das 6 semanas teve 15,7 % P.B., um valor estatisticamente superior ao obtido no intervalo de crescimento das 8 semanas, que foi de 13,2%. Os intervalos de crescimento das seis e das oito semanas tiveram níveis de proteína bruta significativamente diferentes em todos os ensaios. Os valores foram de 16,0 vs 13,0 % no 1º ensaio, 15,1 vs 13,6 % no 2º ensaio e 16,0 vs 13,2 % no 3º ensaio, para respectivamente, os intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas. Para cada intervalo de crescimento os níveis médios de P.B. foram estatisticamente semelhantes nos 3 ensaios (Quadro XI).

Quadro XI – Concentrações médias de PB, NDF, ADF, ADL e Dig (% MS), obtidas na erva colhida nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, correspondente às três datas de fecho da pastagem.

% MS	6 Semanas			8 Semanas		
	05-Abr	20-Abr	20-Mai	05-Abr	20-Abr	20-Mai
PB	16,0 ^a	15,1 ^a	15,6 ^a	13,0 ^a	13,6 ^a	13,2 ^a
NDF	46,6 ^a	47,9 ^a	58,8 ^b	54,0 ^a	57,6 ^{ab}	61,2 ^b
ADF	26,7 ^a	27,7 ^a	34,1 ^b	29,7 ^a	34,7 ^b	35,7 ^b
ADL	2,3 ^a	2,1 ^a	4,0 ^b	2,2 ^a	4,2 ^b	5,0 ^b
Dig	71,4 ^a	71,0 ^a	58,7 ^b	69,0 ^a	58,7 ^b	53,7 ^b

Letras diferentes na mesma linha e no mesmo intervalo de crescimento indicam diferenças entre as médias para $P \leq 0,05$.

Na data de fecho 5 Abril, no intervalo de crescimento das 6 semanas, os níveis de adubação azotada de 2,0 e 2,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹ originaram concentrações de P.B. na erva estatisticamente mais elevados do que os obtidos nos canteiros não adubados com azoto (respectivamente 18,0 % e 18,3 % vs. 13,3 %). Contudo, embora as concentrações de P.B. obtidas nestes tratamentos tenham sido elevadas, estatisticamente não foram significativamente diferentes das obtidas com os níveis de adubação azotada mais baixos (1,0 e 1,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹). Na data de fecho 20 de Abril, no intervalo de crescimento das 6 semanas, a concentração de P.B. na erva aumentou significativamente quando se aumentou a adubação azotada, mais propriamente do nível 0,0 e 1,0 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ para os níveis de 1,5; 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ e dos níveis 1,5 e 2,0 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ para os níveis superiores. Na data de fecho 20 de Maio do intervalo de crescimento das 6 semanas, embora a concentração de P.B. na erva tenha aumentado com o aumento da adubação azotada, estatisticamente esses aumentos foram significativos apenas entre os canteiros não adubados e os adubados com 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹. No intervalo de crescimento das 8 semanas, na 1ª data de fecho (5 Abril) os níveis de adubação azotada de 2,0 e 2,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹ originaram concentrações de P.B. na erva estatisticamente mais elevados do que os obtidos nos canteiros não adubados com azoto (respectivamente 13,8 % e 15,0 % vs. 11,2 %). Nas 2ª e 3ª datas de fecho não houve respostas estatisticamente significativas à adubação azotada (Quadro XII).

Quadro XII – Concentrações médias de PB (% MS) obtidas para cada nível de azoto utilizado por hectare e dia, nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, nas três datas de fecho.

Níveis de azoto		0,0	1,0	1,5	2,0	2,5	Médias
6 Semanas	05 Abril	13,3 ^a	15,3 ^{ab}	15,3 ^{ab}	18,0 ^b	18,3 ^b	16,0
	20 Abril	13,3 ^a	13,1 ^a	15,6 ^b	16,2 ^b	17,5 ^c	15,1
	20 Maio	13,2 ^a	15,3 ^a	15,8 ^a	16,3 ^a	16,1 ^a	15,6
8 Semanas	05 Abril	11,2 ^a	12,0 ^a	12,7 ^{ab}	13,8 ^b	15,0 ^b	13,0
	20 Abril	14,4 ^a	12,0 ^a	13,6 ^a	13,8 ^a	14,2 ^a	13,6
	20 Maio	11,9 ^a	12,1 ^a	13,2 ^a	13,8 ^a	14,9 ^a	13,2

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças entre as médias para $P \leq 0,05$.

As correlações entre a adubação azotada e a concentração de proteína bruta na erva foram todas positivas e de: 0,70; 0,43 e 0,43 no intervalo de crescimento das 6 semanas e de 0,44; 0,12 e 0,16, no intervalo de crescimento das 8 semanas, para respectivamente as datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio. As correlações entre a quantidade de trevo branco na produção de matéria seca (%) e a concentração de PB na erva foram de -0,37; -0,49 e -0,06 no intervalo de crescimento das 6 semanas e de -0,33; +0,38 e +0,11 no intervalo de crescimento das 8 semanas, para respectivamente as datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio.

III.VI.II – NDF, ADF, ADL e Digestibilidade

→ NDF

Em geral, as diferenças verificadas na concentração de fibras na erva e na digestibilidade foram estatisticamente diferentes apenas entre as três datas de fecho e os dois intervalos de crescimento.

As concentrações médias de NDF na forragem foram de 50,3; 52,8 e 60,0 %, para, respectivamente, as 1ª, 2ª e 3ª datas de fecho e foram todas significativamente diferentes entre si. A concentração média de NDF para o intervalo de crescimento das 6 semanas (51,1 %) foi significativamente mais baixa do que a obtida no intervalo de crescimento das 8 semanas (57,6 %). As concentrações médias de NDF para os intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, para as datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio foram de, respectivamente, 46,6 vs 54,0 %; 47,9 vs 57,6 % e 58,8 vs 61,2 % (Quadro XI). As concentrações médias de NDF entre os dois intervalos de crescimento foram significativamente diferentes nas duas primeiras datas de fecho e semelhantes na última data de fecho.

No intervalo de crescimento das 6 semanas, apenas houve diferenças significativas na concentração do NDF, devido à adubação azotada, na data de fecho de 5 de Abril (Quadro XIII). O nível de adubação zero teve uma concentração de 41,4 %, significativamente mais baixa do que as obtidas com os níveis de adubação de 1,5 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ (48,6 % nos dois cortes). No intervalo de crescimento das 8 semanas, apenas houve diferenças significativas na concentração do NDF na data de fecho de 20 de Abril (Quadro XI). Nesta data as concentrações obtidas nos canteiros não adubados (53,4 %) foram significativamente inferiores às obtidas nos canteiros adubados com 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ (59,5 e 60,1 %, respectivamente).

Quadro XIII – Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e Dig (% MS) obtidas nas três datas de fecho para cada nível de azoto utilizado, no intervalo de crescimento das 6 semanas.

6 Semanas		0,0	1,0	1,5	2,0	2,5
NDF	05 Abril	41,4 ^a	46,6 ^{ab}	48,6 ^b	47,6 ^{ab}	48,6 ^b
	20 Abril	47,1 ^a	45,9 ^a	48,4 ^a	48,3 ^a	49,7 ^a
	20 Maio	58,9 ^a	58,7 ^a	57,1 ^a	60,5 ^a	58,9 ^a
ADF	05 Abril	24,5 ^a	27,1 ^{ab}	27,1 ^{ab}	27,3 ^{ab}	27,6 ^b
	20 Abril	26,8 ^a	26,3 ^a	28,6 ^a	28,0 ^a	28,8 ^a
	20 Maio	35,3 ^a	35,1 ^a	34,2 ^a	31,5 ^a	34,3 ^a
ADL	05 Abril	2,1 ^a	2,1 ^a	2,0 ^a	2,8 ^a	2,5 ^a
	20 Abril	2,2 ^a	1,8 ^a	2,3 ^a	1,9 ^a	2,2 ^a
	20 Maio	3,9 ^a	4,1 ^a	3,9 ^a	4,1 ^a	4,0 ^a
Dig	05 Abril	71,3 ^a	70,7 ^a	71,0 ^a	71,9 ^a	72,0 ^a
	20 Abril	69,9 ^a	72,9 ^a	69,7 ^a	72,3 ^a	70,0 ^a
	20 Maio	59,9 ^a	58,6 ^a	59,8 ^a	56,2 ^a	58,8 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças entre as médias para $P \leq 0,05$.

Quadro XIV – Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e Dig (% MS) obtidas nas três datas de fecho para cada nível de azoto utilizado, no intervalo de crescimento das 8 semanas.

8 Semanas		0,0	1,0	1,5	2,0	2,5
NDF	05 Abril	51,5 ^a	53,6 ^a	55,4 ^a	53,8 ^a	55,7 ^a
	20 Abril	53,4 ^a	56,9 ^{ab}	58,2 ^{ab}	59,5 ^b	60,1 ^b
	20 Maio	57,3 ^a	63,0 ^a	62,0 ^a	61,8 ^a	61,9 ^a
ADF	05 Abril	27,8 ^a	29,0 ^a	29,9 ^a	30,3 ^a	31,5 ^a
	20 Abril	32,4 ^a	33,7 ^{ab}	35,2 ^{abc}	35,6 ^{bc}	36,6 ^c
	20 Maio	35,2 ^a	36,6 ^a	35,4 ^a	35,8 ^a	35,6 ^a
ADL	05 Abril	2,0 ^a	2,1 ^a	2,2 ^a	2,2 ^a	2,6 ^a
	20 Abril	3,9 ^a	4,1 ^{ab}	4,3 ^{ab}	4,1 ^{ab}	4,5 ^b
	20 Maio	4,9 ^a	5,3 ^a	4,9 ^a	5,1 ^a	5,0 ^a
Dig	05 Abril	69,7 ^a	69,5 ^a	69,2 ^a	69,4 ^a	67,4 ^a
	20 Abril	60,8 ^a	59,0 ^a	58,0 ^a	58,5 ^a	57,2 ^a
	20 Maio	56,0 ^a	52,2 ^a	53,7 ^a	53,1 ^a	53,4 ^a

Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças entre as médias para $P \leq 0,05$.

→ ADF

As concentrações médias de ADF na forragem foram significativamente diferentes entre as 3 datas de fecho, aumentando à medida que se adiantava a data de fecho. As concentrações foram de 28,4; 31,2 e 34,9 %, para, respectivamente, as datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio. Os intervalos de crescimento das 6 semanas tiveram uma concentração média de ADF de 29,6 %, significativamente inferior à obtida no intervalo de crescimento das 8 semanas, que foi de 33,4 %. As concentrações médias de ADF para os intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio foram de, respectivamente, 27,1 vs 29,7 %; 27,7 vs 34,7 % e 34,1 vs 35,7%. As concentrações médias de ADF entre os dois intervalos de crescimento foram significativamente diferentes apenas no ensaio 2 (Quadro XI).

Tal como para o NDF, no intervalo de crescimento das 6 semanas, apenas houve diferenças significativas na concentração do ADF devido à adubação azotada na data de fecho de 5 de Abril (Quadro XIII). O nível de adubação zero teve uma concentração de 24,5 %, significativamente mais baixa do que a obtida com o nível de adubação de 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ (27,6 %). No intervalo de crescimento das 8 semanas, também tal como aconteceu para o NDF, as diferenças significativas, devido à adubação azotada, verificaram-se apenas nas datas de fecho de 20 de Abril (Quadro XIV). Nesta data as concentrações obtidas nos canteiros não adubados (32,4 %) foram significativamente inferiores às obtidas nos canteiros adubados com 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ (35,6 e 36,6 %, respectivamente).

→ ADL

As concentrações de ADL na forragem foram diferentes em todos os ensaios, aumentando significativamente à medida que se adiantava a data de fecho. As concentrações foram de 2,3; 3,1 e 4,5 % para, respectivamente, as datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio. Houve diferenças significativas entre as concentrações obtidas nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, com valores de, respectivamente 2,8 e 3,8 %. As concentrações médias de ADL nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio foram de, respectivamente, 2,4 vs 2,2 %; 2,1 vs 4,2 % e 4,0 vs 5,0 %. As concentrações médias de ADL entre os dois intervalos de crescimento foram significativamente superiores no intervalo das 8 semanas, nas datas de fecho de 20 de Abril e 20 de Maio (Quadro XI). No intervalo de crescimento das 6 semanas não houve diferenças significativas entre as concentrações de ADL obtidas nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril, respectivamente 2,3 e 2,1 %, mas ambos tiveram concentrações significativamente inferiores às obtidas na data de fecho de 20 de Maio (4,0 %). No intervalo de crescimento das 8 semanas as diferenças significativas ocorreram entre a data de fecho de 5 de Abril (2,2 %) e as datas de fecho de 20 de Abril e 20 de Maio com, respectivamente, 4,2 e 5,0 % (Quadro XI). A adubação azotada não influenciou as concentrações de ADL no intervalo de crescimento das 6 semanas e, no intervalo de crescimento das 8 semanas, apenas influenciou (negativamente) na data de fecho de 20 de Abril quando se utilizaram $2,5 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Quadros XIII e XIV).

→ Digestibilidade

Os valores das digestibilidades médias da forragem nas três datas de fecho foram de, respectivamente, 74,2; 70,1 e 62,2 % e decresceram significativamente à medida que se adiantou a data de fecho de 5 de Abril para 20 e Maio. Houve também diferenças muito acentuadas entre os dois intervalos de crescimento, com valores de 71,4 e 66,2 % para, respectivamente, as 6 e as 8 semanas. A digestibilidade nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril e 20 de Maio foram de, respectivamente, 71,4 vs 69,0 %; 71,0 vs 58,7 % e 58,7 vs 53,7 %. As concentrações médias da digestibilidade entre os dois intervalos de crescimento foram significativamente inferiores no intervalo das 8 semanas, nas datas de fecho de 20 de Abril e 20 de Maio (Quadro XI).

No intervalo de crescimento das 6 semanas, a data de fecho de 20 de Maio teve uma digestibilidade (58,7 %) significativamente inferior às digestibilidades obtidas nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril (semelhantes entre si) com, respectivamente, 71,4 e 71,0 % (Quadro XI). No intervalo de crescimento das 8 semanas, a data de fecho de 5 de Abril teve uma digestibilidade (69,0 %) significativamente mais elevada do que as digestibilidades obtidas nas datas de fecho de 20 de Abril e 20 de Maio com, respectivamente 58,7 e 53,7 % (que foram semelhantes entre si). Os diferentes níveis de adubação azotada nunca influenciaram a digestibilidade (Quadros XIII e XIV).

III.VII – Concentração de minerais

→ Cálcio

Em relação à concentração média de cálcio (Ca) na erva colhida, os valores médios foram significativamente mais baixos na 1ª data de fecho (0,44 %) em relação à 2ª e 3ª datas de fecho com, respectivamente, 0,50 e 0,51 %. Não houve influência dos níveis de adubação azotada na concentração média de Ca na forragem. Nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril a concentração de cálcio na erva foi estatisticamente semelhante nos intervalos de crescimento das 6 e das 8 semanas, respectivamente 0,44 vs 0,45 % (5 Abril) e 0,47 vs 0,53 % (20 Abril), mas foi significativamente mais alta no intervalo de crescimento das 6 semanas da data de fecho de 20 de Maio (0,56 vs 0,46 %), Quadro XV.

No intervalo de crescimento das 6 semanas, as concentrações médias de Ca na erva foram significativamente mais altas na 3ª data de fecho (0,56 %) dos que as obtidas nas 1ª e 2ª datas de fecho (respectivamente 0,44 e 0,47 %). No intervalo de crescimento das 8 semanas, não houve diferenças significativas nas concentrações de Ca obtidas na erva das três datas de fecho.

Quadro XV – Concentrações médias de Ca, P, K e Mg (% MS) presentes nas três datas de fecho e nos dois intervalos de crescimento.

% MS	6 Semanas			8 Semanas		
	05 Abril	20 Abril	20 Maio	05 Abril	20 Abril	20 Maio
Ca	0,44 ^a	0,47 ^a	0,56 ^b	0,45 ^a	0,53 ^a	0,46 ^a
P	0,29 ^a	0,23 ^b	0,24 ^b	0,24 ^a	0,22 ^a	0,23 ^a
K	1,42 ^a	1,53 ^{ab}	1,82 ^b	1,36 ^a	1,67 ^{ab}	1,67 ^b
Mg	0,15 ^a	0,15 ^a	0,17 ^a	0,15 ^a	0,16 ^a	0,17 ^a

Letras diferentes na mesma linha e no mesmo intervalo de crescimento indicam diferenças entre as médias para $P \leq 0,05$.

→ Fósforo

A concentração média de fósforo (P) na erva foi estatisticamente mais elevada na 1ª data de fecho (0,26 %) que na 2ª e 3ª datas de fecho, que tiveram concentrações médias de, respectivamente, 0,22 e 0,23 %. Em média no intervalo de crescimento das 6 semanas a erva teve uma concentração de fósforo de 0,25 %, significativamente mais elevada do que a obtida no intervalo de crescimento das 8 semanas (0,23 %). Os diferentes níveis de adubação azotada utilizados não influenciaram a concentração de P na forragem. Também não houve diferenças significativas entre as concentrações de P obtidas na erva dos dois intervalos de crescimento, para a mesma data de fecho.

No intervalo de crescimento das 6 semanas apenas a 1ª data de fecho teve uma concentração média de fósforo na erva significativamente mais alta (0,29 %) do que as obtidas

nas 2ª e 3ª datas de fecho com, respectivamente, 0,23 e 0,24 % (Quadro XI). No intervalo de crescimento das 8 semanas, as concentrações de P obtidas na erva das três datas de fecho foram estatisticamente semelhantes (Quadro XI).

→ Potássio

As concentrações médias de potássio (K) na erva foram significativamente diferentes nas três datas de fecho, aumentando à medida que se adiantava a data de fecho de 5 de Abril para 20 de Maio, respectivamente, 1,39; 1,60 e 1,74 %. Os intervalos de crescimento e a adubação azotada não influenciaram a concentração de K na erva. Dentro da mesma data de fecho as concentrações de K na erva foram sempre estatisticamente semelhantes para os dois intervalos de crescimento. No intervalo de crescimento das 6 semanas, a data de fecho de 5 Abril teve uma concentração média de K na erva (1,42 %) estatisticamente inferior à obtida na data de fecho de 20 Maio (1,82 %). No intervalo das 8 semanas de crescimento, também a data de fecho de 5 Abril (1,36 %) teve uma concentração média de K estatisticamente inferior à obtida na data de fecho de 20 Maio (1,67 %) (Quadro XI).

→ Magnésio

A concentração média de magnésio na erva (Mg) foi significativamente superior na 3ª data de fecho (0,17 %), do que as obtidas nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril (ambas iguais a 0,15 %). Em média não houve influência dos intervalos de crescimento, nem dos níveis de adubação azotada, na concentração de Mg na erva. Também não houve diferenças entre as concentrações de Mg obtidas na erva colhida nos dois intervalos de crescimento, dentro da mesma data de fecho. (Quadro XI).

No Anexo 4 encontram-se os quadros com as concentrações médias de Ca, P, K e Mg obtidas para os intervalos de crescimento das 6 e 8 semanas, nas três datas de fecho e para os cinco níveis de adubação azotada.

IV – Discussão

Apesar do intervalo de crescimento das 8 semanas ter tido produções de matéria seca estatisticamente mais elevadas do que as obtidas no intervalo de crescimento das 6 semanas, nas datas de fecho de 5 e 20 de Abril, esse aumento de produção deveu-se na data de fecho de 5 de Abril apenas ao facto de ter ficado mais tempo no terreno, pois o acréscimo de matéria seca verificado por hectare e dia das 6 para as 8 semanas foi sempre inferior à produção de matéria seca por hectare e dia obtida no intervalo de crescimento das 6 semanas. Atendendo a que na data de fecho de 5 de Abril a digestibilidade da erva diminui apenas 2,4 unidades percentuais quando se deixou a erva crescer até às 8 semanas (71,4 para 69 %) e o teor

proteico (15,1 para 13 %), se o lavrador tiver planeado fazer um corte para silagem às 8 semanas terá que estar preparado para esta diminuição da qualidade. Se o lavrador desejar fazer um segundo corte, o mais vantajoso seria provavelmente cortar a erva às 6 semanas e fazer outro corte 6 semanas depois, porque não só aproveitava as melhores condições de crescimento primaveril, como teria uma erva de melhor qualidade e garantias de melhor crescimento da erva após o corte.

Na data de fecho de 20 de Abril, prolongar o crescimento da erva por mais duas semanas conduziu, para alguns níveis de azoto, a elevados acréscimos de produção de matéria seca por hectare e dia. Contudo, esses elevados acréscimos de produção diária de matéria seca foram, pelo menos em parte, devidos ao facto de o *L. perenne* ter espigado, o que conduziu, juntamente com a entrada em floração do *T. pratense* a uma diminuição acentuada da digestibilidade da erva colhida (a qual baixou de 71 % para 58,7 e do teor proteico (que baixou em média de 15,1 para 13,6 %). Isto faz com que, uma silagem feita com erva desta qualidade seja pouco adequada para animais em produção de leite ou em engorda.

Na data de fecho de 20 de Maio, prolongar o crescimento da erva das 6 para as 8 semanas, não trouxe vantagens, porque não só os acréscimos de produção foram baixos como a digestibilidade, que já era baixa às 6 semanas (média de 58,7 %) caiu para valores extremamente baixos (média de 53,7 %). A proteína bruta também decresceu de valores médios de 16,0 para 13,2 %. Este elevado decréscimo da qualidade deveu-se essencialmente ao facto do *L. perenne* estar espigado e os trevos em plena floração, mas também devido a um ataque severo de ferrugem no *L. perenne*, pelo que consideramos que a cultivar de *L. perenne* utilizada (Barnauta) não é adequada para as zonas de média altitude dos Açores, dado a elevada susceptibilidade demonstrada às ferrugens. Nesta data de fecho, embora numa pastagem com trevos origine uma produção de matéria seca elevada, tem uma qualidade não aceitável, neste caso por estar demasiado perto da data de espigamento do *L. perenne*, que ocorre na primeira semana de Junho.

Comparando com os dados de um ensaio realizado por MEDEIROS (2012), nas mesmas condições e mesmos tratamentos, mas com apenas uma data de fecho (28 Março de 2012), pode-se dizer que a produção média diária de MS obtida por MEDEIROS comportou-se de forma semelhante, quando comparado com a primeira data de fecho deste ensaio (5 Abril), isto é, tendo-se produções médias diárias de MS tendencialmente superiores no intervalo de crescimento das 6 semanas, embora as produções de MS obtidas por MEDEIROS tenham sido menores (Quadro XV), o que atribuímos essencialmente ao facto da erva ter sido cortada mais cedo na Primavera (8 dias).

Quadro XVI – Produções médias diárias de MS ($\text{kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$) obtidas nos dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas), cada um adubado com cinco níveis de azoto, numa pastagem de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* e *Trifolium pratense* (ensaio realizado em 2012).

Tratamentos	(kg N ha ⁻¹ dia ⁻¹)				
	0,0	1,0	1,5	2,0	2,5
6 Semanas	58	87	97	101	96
8 Semanas	51	86	84	97	104

Nota: Dados retirados de MEDEIROS (2012).

Ainda comparando os dados com outro trabalho realizado por GOMES (2010), durante três anos, na mesma exploração, para datas de fecho e níveis de adubação azotada aproximados, cujas espécies utilizadas foram o *L. perenne* (cv. Vigor) e o *T. repens* (cv. Olwen), a produção diária de MS comportou-se de forma semelhante, tendo aumentado ligeiramente a produção de MS com o aumento da adubação azotada de 1,2 para 2,4 kg N ha⁻¹ dia⁻¹. Podemos ainda verificar que num ano com características climáticas semelhantes ao do ano deste estudo (1988) obtiveram-se às 6 semanas produções de MS ha⁻¹ dia⁻¹ bastante semelhantes às obtidas neste ensaio, na data de fecho de 1 de Abril (Quadro XVI). Ainda quando se comparam as produções médias diárias de MS da terceira data de fecho deste ensaio (20 Maio) com os dados obtidos na data de fecho de 13 Maio, GOMES (2010), em qualquer dos três anos observa-se que as produções diárias obtidas no intervalo de crescimento das 6 e das 8 semanas deste ensaio são superiores (Quadro XVII). Esta diferença, em nossa opinião, está relacionada com o facto de neste ensaio também se ter incluído na composição da pastagem o trevo violeta e pela elevada contribuição para a produção de MS que esta espécie deu a partir de Maio.

Quadro XVII – Produções médias diárias de MS (kg ha⁻¹) obtidas em três anos (1987, 1988 e 1989) para três datas de fecho e dois níveis de adubação azotada, para intervalos de crescimento de 6.

(kg N ha ⁻¹ dia ⁻¹)	1987		1988		1989	
	1,2	2,4	1,2	2,4	1,2	2,4
18 Março a 24 Abril	45	63	78	84	63	89
1 Abril a 13 Maio	31	60	118	126	82	149
29 Abril a 11 Junho	49	59	67	72	56	72
13 Maio a 24 Junho	63	83	46	54	58	59

Nota: Dados retirados de GOMES (2010).

Quadro XVIII - Produções médias diárias de MS (kg ha⁻¹) obtidas em três anos (1987, 1988 e 1989) para duas datas de fecho e três níveis de adubação azotada, para intervalos de crescimento de 8 semanas.

(kg N ha ⁻¹ dia ⁻¹)	1987			1988			1989		
	0,9	1,8	2,7	0,9	1,8	2,7	0,9	1,8	2,7
18 Março a 13 Maio	39	60	88	85	92	94	64	121	130
13 Maio a 10 Julho	75	95	102	68	86	97	69	74	70

A recuperação aparente de azoto foi superior na primeira e segunda datas de fecho no intervalo de crescimento das 6 semanas, encontrando-se os valores de recuperação aparente deste ensaio dentro do intervalo referido por DILZ, (1988) e MORRISON *et al.*, (1980) para pastagens, ou seja, entre 50 e 80 %. No intervalo de crescimento das 8 semanas, sobretudo nas duas últimas datas de fecho, e na última data de fecho do intervalo de crescimento das 6 semanas, a recuperação aparente de azoto foi menor, em nossa opinião devido à maior

quantidade de trevos que existiam nos canteiros não adubados e provavelmente ao aumento da taxa de mineralização que se verifica com o avançar da Primavera, devido a condições mais favoráveis ao desenvolvimento das bactérias nitrificantes. Nestes cortes a produção de azoto nos canteiros não adubados atingiu valores de 100 a 120 kg ha⁻¹ corte⁻¹ (valores que incluem além da fixação azotada o contributo do azoto da urina, das fezes e do solo) versus os 83 a 85 kg N ha⁻¹ verificados no início da Primavera quando as quantidades de trevos eram baixas e a taxa de mineralização era menor. Com tão elevada quantidade de azoto no sistema é de esperar uma baixa resposta à adubação azotada e uma menor recuperação do azoto aplicado. Para além disso, quando se aduba com azoto uma pastagem à base de gramíneas e trevos, a fixação de azoto pelos trevos é reduzida e as repostas em termos de produção por unidade de azoto aplicado são menores, quando comparado com uma pastagem à base de gramíneas (WHITEHEAD, 1995).

Os trevos, que constituíram uma percentagem muito baixa da produção total de MS, sobretudo na primeira data de fecho e baixa na segunda data de fecho, na terceira data de fecho já apareceram em maior quantidade, sobretudo nos canteiros não adubados e no intervalo de crescimento das 8 semanas. Isto aconteceu, porque a partir de finais de Maio - início de Junho as condições de temperatura a esta altitude passam a ser favoráveis ao crescimento dos trevos e geralmente mantêm-se favoráveis até finais de Outubro. Nesta última data atribui-se aos trevos a elevada produção de MS obtida, bem como a manutenção de um teor proteico superior ao que obteríamos se tivéssemos apenas uma pastagem de *L. perenne* naquele estado avançado de maturação, pois os trevos são espécies acumuladoras de P.B. e minerais (DALL'AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2004). Contudo, verificou-se que o conteúdo de trevo diminuiu com o aumento da adubação azotada. Isto acontece porque, à medida que se aumentam as doses de aplicação de azoto no solo, favorece-se o crescimento do *L. perenne* em detrimento dos trevos (sobretudo o branco) e o facto de o *L. perenne* crescer mais rapidamente, provoca competição entre ambas as espécies principalmente pela luz e, assim, o trevo não se desenvolve tão bem devido ao ensombramento causado pelo *L. perenne* (FRAME, 1994; HARRIS *et al.*, 1996).

De uma maneira geral, observou-se que a concentração média de P.B. na erva apresentou valores significativamente mais baixos quando se aumentou o intervalo de crescimento de 6 para 8 semanas. Isto acontece devido ao efeito de diluição provocado pelo aumento das fibras (hemicelulose, celulose e lenhina) à medida que a planta se aproxima do espigamento e da maturação. Como já era de esperar, a concentração de P.B. na erva está positivamente correlacionada com o nível de adubação azotada, sobretudo numa pastagem de gramíneas. Neste ensaio verificamos que na presença de elevada quantidade de trevos deixa de haver essa correlação. Em relação às fibras (NDF, ADF e ADL) as concentrações na erva foram aumentando da 1ª para a 2ª data de fecho, mas o aumento mais significativamente aconteceu na terceira data de fecho. Isto deve-se ao facto de no 3º ensaio, na altura da colheita, o *L. perenne* estar completamente espigado às 6 semanas e perto da maturação às 8 semanas, bem como os trevos estarem em plena floração. Estes parâmetros da composição da erva são os grandes responsáveis pelo declínio da digestibilidade verificado na última data de fecho. À medida que as plantas se vão aproximando da maturação, a relação folhas/caules vai diminuindo e, uma vez que o material foliar tem maior digestibilidade, maior concentração em proteína e menor em fibras do que os tecidos dos caules, a qualidade da erva decresce

(HOLMES, 1989; HODGSON, 1990; BARNES *et al.*, 2007). Tal como verificado por GOMES (2010) a adubação azotada não teve grande influência na concentração das fibras.

As concentrações de minerais na erva, principalmente de cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg) tiveram tendência para aumentar à medida que se avançava a data de fecho. Enquanto o Ca apresentou concentrações mais elevadas na segunda e terceira datas de fecho, o K e o Mg apresentaram concentrações mais elevadas principalmente na terceira data de fecho. As concentrações destes minerais na erva aumentaram, cremos nós, que devido à maior quantidade de trevos existente na pastagem nos cortes das segunda e terceira datas de fecho, pelo facto destes serem mais ricos em minerais, especialmente em cálcio e magnésio (DALL'AGNOL e SCHEFFER-BASSO, 2004). Já a concentração de fósforo (P) teve a tendência a diminuir com o avanço da data de fecho (já que as leguminosas não acumulam tanto este mineral) tendo-se registado a concentração mais elevada no intervalo de crescimento das 6 semanas da primeira data de fecho (0,29 %). Segundo RICH (1999), o estado de maturação da planta afecta a concentração de minerais, em que geralmente ocorre uma grande absorção de minerais durante a fase inicial de crescimento e uma diminuição gradual à medida que a planta entra em maturação.

V – Conclusões

De acordo com os resultados obtidos neste trabalho, a nossa recomendação para os lavradores que produzem erva em terrenos localizados a altitudes médias é que, fechem as parcelas cedo, isto é, logo no início do mês de Abril de modo a obterem elevadas produções de matéria seca por hectare e dia aliadas a uma forragem de elevada qualidade. Para além de fechar cedo as parcelas, o intervalo de crescimento da erva não deverá ultrapassar as 6 semanas, uma vez que, a partir daí a qualidade da erva começa a diminuir. Colhendo às 6 semanas de crescimento, conseguem-se também boas produções de erva e de boa qualidade quando se fecha a parcela a 20 de Abril. Fechar a 20 de Maio, apesar do elevado contributo dos trevos, deu origem a uma forragem de má qualidade, porque quer o *L. perenne* quer os trevos estavam em avançado estado de maturação.

Quanto à adubação azotada verificou-se que esta é vantajosa enquanto os trevos se encontravam em baixa proporção na pastagem (datas de fecho 5 e 20 de Abril) e havia menos azoto disponível no sistema. Fechando cedo a pastagem, os níveis de adubação azotada compreendidos entre 1,0 e 1,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹, na nossa opinião, são suficientes para uma pastagem sujeita a pastoreio antes de ser fechada.

Segundo NRC (1989), uma vaca leiteira com 600 kg de peso vivo e a produzir diariamente entre 20 e 30 litros de leite necessitaria entre 15 a 16 % de P.B.; 0,51 a 0,58 % de Ca; 0,33 a 0,37 % de P; 0,20 % de Mg e 0,9 % de K. Sendo assim seria necessário suplementar vacas leiteiras a comerem elevadas quantidades de silagens feitas com ervas desta qualidade em Ca, P e magnésio.

Referências bibliográficas

- ANUNCIADA, L. (1983). *A escolha de um oófito Trichogramma para o controlo biológico de Mythimna unipuncta*. Tese de doutoramento em Biologia (Especialidade: Ecologia animal). Ponta Delgada. pp. 12 – 15.
- AOAC (2000). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemist (17nd ed.). Gaitheersburg, EUA.
- BALIGAR, V.S., FAGERIA, N.K. AND HE, Z.L. (2001). Nutrient Use Efficiency in Plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, **32**, **7**, 921 – 950. In: COSTA, L.S. (2008). *Modificação das características agrometeorológicas do sorgo pela adubação azotada*. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. pp. 7
- BARNES, R. F., NELSON, C. J., COLLINS, M., MOORE, K. J. (2003). *FORAGES. An Introduction to Grassland Agriculture*. Volume I, 6th Edition. Blackwell Publishing. Iowa. pp. 125 – 388.
- BARNES, R. F., NELSON, C. J., COLLINS, M., MOORE, K. J. (2007). *FORAGES. The Science of grassland agriculture*. Volume II, 6th Edition. Blackwell Publishing. Iowa. pp. 529 – 538.
- BICKFORD, R. (1995). *Pasture Management*. Practical farming. INKATA PRESS. Australia.
- BRANDÃO OLIVEIRA J.N. (1989.) *A pastagem permanente da ilha de S. Miguel (Açores): Estudo fitossociológico, fitoecológico e primeira abordagem do ponto de vista agronómico*. Tese de Doutoramento em Botânica (Fitossociologia). Universidade dos Açores. Angra do Heroísmo. pp. 27 – 38.
- BRITO, L.M., FERNANDES, A., AMARO, A.L. E MOURÃO, I. (2011). *Recuperação de azoto de origem orgânica e inorgânica pela cultura da couve repolho (Brassica oleracea var. capitata)*. *Revista de Ciências Agrárias* vol.34 no.2 Lisboa.
- BROWSE, J. A., *et al.*, (1984). *Factors influenciig the yield and feeding value of pasture grown for conservation*. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*. Vol. 12: 7 – 18.
- CHERNEY, J. H., CHERNEY, D. J. R. (1998). *Grass for Dairy Cattle*. CABI Publishing. USA. pp. 33 – 93; 223 – 241.
- CLARK, D. A. e JANS, F. (1995). *High forage use in sustainable dairy systems*. In “Recent Developments in the Nutrition of Herbivores”. Edited by M. Journet, E. Grenet M-H Farce, M. Theriez e C. Demarquilly. Proc. Of the IV International Symposium of the Nutrition of Herbivores. Clermont-Ferrand, France, September 11-15. INRA editions. Citado por SOUSA (2000).

COSTA, L.S. (2008). Modificação das características agrometeorológicas do sorgo pela adubação azotada. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. pp. 102.

CROWLEY, D. *et al.*, (2001). *Fix closing date for pasture silage by the quality needed*. Country Wide. Disponível em: [http://www.country-wide.co.nz/cgi-bin/article.cgi?cmd=show&article_id=2705&view=view_printable&border=None], consultado a 9/02/2012.

DALL'AGNOL, M. e SCHEFFER-BASSO, S.M. (2004) Utilização de recursos genéticos de leguminosas para ruminantes. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41. 2004. Campo Grande: SBZ/EMBRAPA Gado de corte. pp. 115-129.

DEENEN, P.J.A.G. AND LANTINGA, E.A. (1993). Herbage and animal production responses to fertilizer nitrogen in perennial ryegrass swards. 1. Continuous grazing and cutting. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 41, 179 – 203.

DILZ, K. (1988). Efficiency of uptake and utilization of fertilizer nitrogen by plants. In: JENKINSON, D.S. AND SMITH, K.A. (eds) *Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils*. Elsevier, London, pp. 1 – 26.

ENNIK, G.C., GILLET, M. AND SIBMA, L. (1980). Effect of high nitrogen supply on sward deterioration and root mass. In: WHITEHEAD, D.C. (1995). *Grassland Nitrogen*. CAB International. Wallingford, UK. Pp. 200 – 214.

FERNANDES, A. (1999). *Variação do potencial alimentar da erva*. Em “A vaca leiteira”. Revista da Associação Portuguesa dos Criadores de Raça Frísia. Abr./Mai./Jun.

FERNANDES, A. (2001). *TREVO VIOLETA*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Ficha técnica 94. Disponível em: [http://www.drapn.min-agricultura.pt/drapn/conteudos/FICHAS_DRAEDM/Ficha_tecnica_094_2001.pdf], consultado a 22/03/12.

FOLLET, R. F. e WILKINSON, S. R. (1985). *Soil fertility and fertilization of forages*. In: Forages: the science of grassland agriculture. 4th edition. M. E. Health, R. F. Barnes e D. S. Metcalf (eds.). The Iowa State University Press, Ames, Iowa. Citado por REBELO, O. (2000).

FONTANELI, R. S. (2008). *Planejamento de pastagens: melhor caminho para produção de leite com qualidade e menor custo*. Revista Plantio Direto. Disponível em: [http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=849], consultado a 26/09/2011.

FRAME, J. (1994). *Improved Grassland Management*. 2ª edição. United Kingdom.

FRAME, J., CHARLTON, J. F. L., LAIDLAW, A. S. (1998). *Temperate Forage Legumes*. CAB INTERNATIONAL. pp. 1-8, 15-77, 181-208.

GARCIA, A. G. (1977). *Cultivos herbáceos extensivos*. Ediciones Mundi-Prensa. Citado por SOUSA, P. (2000).

GOMES, A. (2010). *Produtividade e Qualidade de uma pastagem de Lolium perenne e Trifolium repens e de uma pastagem à base de espécies espontâneas, instaladas numa zona de média altitude da ilha Terceira (Açores)*. Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo. pp 3 - 8.

GOERING H.K. and VAN SOEST P.J. (1970). Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). In: *United States Department of Agriculture (ed), A. R. S., Agricultural Handbook Nº 379*, Washington, D. C.

HARRIS, S. L., et al. (1996). *Nitrogen fertiliser effects on white clover in dairy pastures*. Dairying Research Corporation, Private Bag 3123, Hamilton.

HODGSON, J. (1990). *Grazing Management*. Science Into Practice. Longman Hand books in Agriculture. UK. pp. 38 – 64.

HOLMES, W. (1989). *GRASS. Its production and utilization*. Second Edition. Published for The British Grassland Society by Blackwell Scientific Publications. Oxford London Edinburg Boston Melbourne.

IEPEMA, G. et al. (2005). *Production and persistency of red clover (*Trifolium pratense*) varieties when grown in mixtures*. Louis Bolk Institute, Hoofdstraat 24, 3972 LA Driebergen. The Netherlands. Grassland Science in Europe, Vol 11.

INE (2009). Instituto Nacional de Estatística. Statistics Portugal. Disponível em: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpgid=ine_main&xpid=INE], consultado a 14/05/2012.

KLAPP, E. (1971). *PRADOS E PASTAGENS*. 2ª Edição. FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN, Lisboa.

LANE, G.P.F. and WILKINSON, J.M. (1998). *Alternative Forages for Ruminants*. Papers presented at a conference held at the Royal Agricultural College, Cirencester, UK. Chalcombe Publications.

MACKENZIE, G. H.; DALY, M. (1983). *Nitrogen use on perennial ryegrass-white clover swards*. Grass and Forage Science. 37: 181 – 183.

MEHLICH A. (1953) Determination of P, K, Na, Ca, Mg and NH₄. Soil Test Division Mimeo, Raleigh, NC USA, North Carolina Department of Agriculture.

MORRISON, J. (1980). The influence of climate and soil on the yield of grass and its response to fertilizer nitrogen. In: WHITEHEAD, D.C. (1995). *Grassland Nitrogen*. CAB International. Wallingford, UK. Pp. 397.

NRC (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Edition. National Research Council. Washington, D.C., USA: National Academy Press, pp. 293, 306.

O'CONNOR, K. F. (1974). Nitrogen in agrobiosystems and its environmental significance. *New Zealand Agricultural Science* 8, 137 – 148.

OLSEN S.R., WATANABLE COLE F.S., DEAN L.A. (1954) Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circular Nº 939, Washington DC, USA, US Government Printing Office.

OSBOURN, D. F. (1980). The Feeding value of grass and grass products. In HOLMES W. (ed) *Grass : Its Production and Utilization*, Chap 3. Blackwell Scientific Publications, Oxford.

OSÓRIO, C. (2008). *Leguminosas perenes. Sementes Forrageiras, Sementes de qualidade/Produções excepcionais. Disponível em: [http://ucaforrageiras.blogs.sapo.pt/1293.html]*, consultado a 22/03/12.

PEECH M. (1965) Lime requirement In: Black C.A. *Methods of soil analysis* VOL. 2., Madison, WI, USA, American Society of Agronomy pp. 927-932.

REBELO, O. (2000). *Ensaio de adaptação de cultivares de Lolium multiflorum Lam. em prados temporários da ilha de São Miguel*. Relatório de estágio. Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo. pp. 14 – 21.

RICH, T. D. (1999). *Variation in trace mineral concentration of native grasses*. MoorMan's Feed Facts-Beef **3**(9). Citado por REBELO, (2000).

ROCHON, J.J., et al., (2004). *Grazing legumes in Europe: a review of their status, management, benefits, research needs and future prospects*. Blackwell Publishing Ltd. Grass and Forage Science, **59**, 197-214.

QUELHAS DOS SANTOS, J. (1996). *Fertilização, Fundamentos da Utilização dos Adubos e Correctivos*. 2ª Edição. Publicações Europa-América.

SANDERSON, M.A., LABREVEUX, M., HALL, M.H. and ELWINGER, G.F. (2003). Nutritive Value of Chicory and English Plantain Forage. *Crop Science Society of America*, **43**, 1797-1804.

SIMÕES, A. (2001). *Desenvolvimento do parasitóide Exorista larvarum (L.) (Díptera – Tachinidae) em três noctúdeos comuns no Arquipélago dos Açores*. Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo. pp. 14-16.

SOUSA, P. (2000). *Avaliação da Qualidade da Pastagem para Pastoreio em 8 bacias leiteiras da Ilha Terceira*. Universidade dos Açores – Departamento de Ciências Agrárias. Angra do Heroísmo. Pp 12 - 90.

THOM, E. (2001). *How much pasture can we really grow?* Dairying Research Corporation, Private Bag 3123, Hamilton.

VAN DER MEER, H.G. (1983). Effective use of nitrogen on grassland farms. *British Grassland Society, Occasional Symposium* No. 14, 61 – 68. Proceedings 9th General Meeting European Grassland Federation, Reading.

VELLINGA, TH.V., ANDRÉ, G., SCHILS, R.L.M. and OENEMA, O. (2004). *Operational nitrogen fertilizer management in dairy farming systems: identification of criteria and derivation of fertilizer application rates*. Blackwell Publishing Ltd. *Grass and Forage Science*, **59**, 364-377.

VIRO P.J. (1955) Utilization of EDTA in soil analysis. I. Experimental. *Soil Science*, **79**, 459-465.

ZEMENCHIK, R.A. and ALBRECHT, K.A. (2002). Nitrogen Use Efficiency and Apparent Nitrogen Recovery of Kentucky Bluegrass, Smooth Bromegrass and Orchardgrass. Published in *Agron. J.* 94:421 – 428.

WALKEY A. and BLACK I.C. (1934). Examination of the Degtjare method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid nitration method. *Soil Science*, **7**, 29-38.

WHITEHEAD, D.C. (1995). *Grassland Nitrogen*. CAB International. Wallingford, UK. Pp. 397.

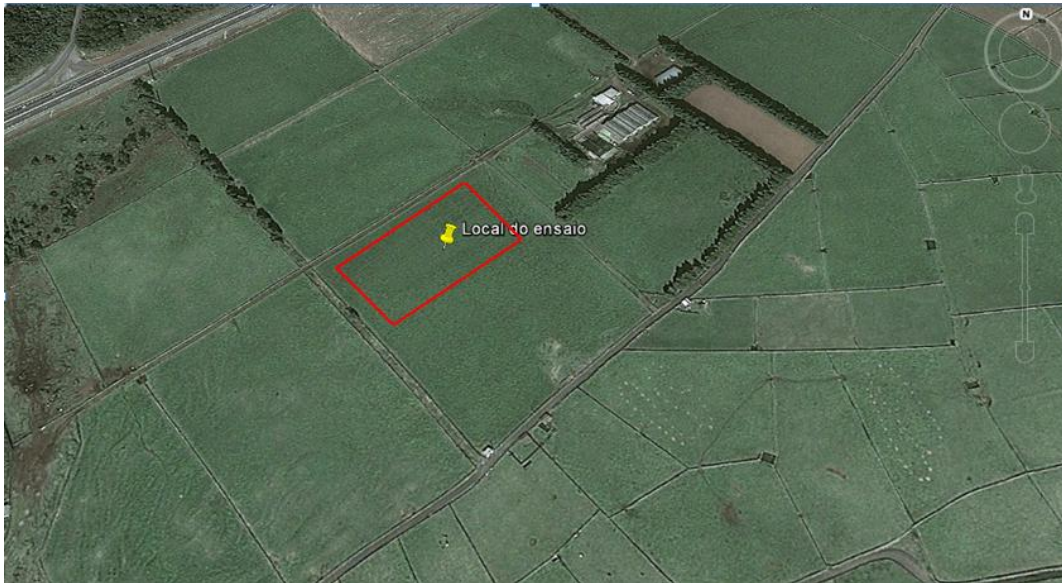
WILKS, D.L. (1999). *Forage quality and it's effect on profitability*. MoorMan's Feed Facts-Dairy **2**(9). Citado por REBELO, (2000).

WILSON, L.L. e WATSON, V.H. (1985). *Beef Cow-Calf Forage Utilization*. Em "Forages: the science of grassland agriculture". Editorial authorship of Maurice E. Health, Robert F. Barnes e Darrel S. Metcalfe. Iowa State University Press.

ANEXOS

ANEXO 1

Local do ensaio – Granja Universitária do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade dos Açores.



Fonte: Google Earth

ANEXO 2

Esquema geral da disposição do ensaio no terreno para as três datas de fecho.

R1	8 (1,5)	6 (1)	8 (2,5)	6 (0)	6 (2)	8 (1)	6 (2,5)	8 (0)	6 (1,5)	8 (2)
corredor										
R2	6 (1,5)	8 (1)	8 (2)	8 (0)	6 (2)	8 (2,5)	6 (1)	8 (1,5)	6 (0)	6 (2,5)
corredor										
R3	6 (2,5)	8 (0)	6 (1)	8 (1,5)	6 (0)	6 (1,5)	8 (1)	8 (2)	6 (2)	8 (2,5)
corredor										
R4	8 (2)	6 (0)	8 (1,5)	6 (1)	6 (2)	8 (2,5)	6 (1,5)	8 (1)	8 (0)	6 (2,5)

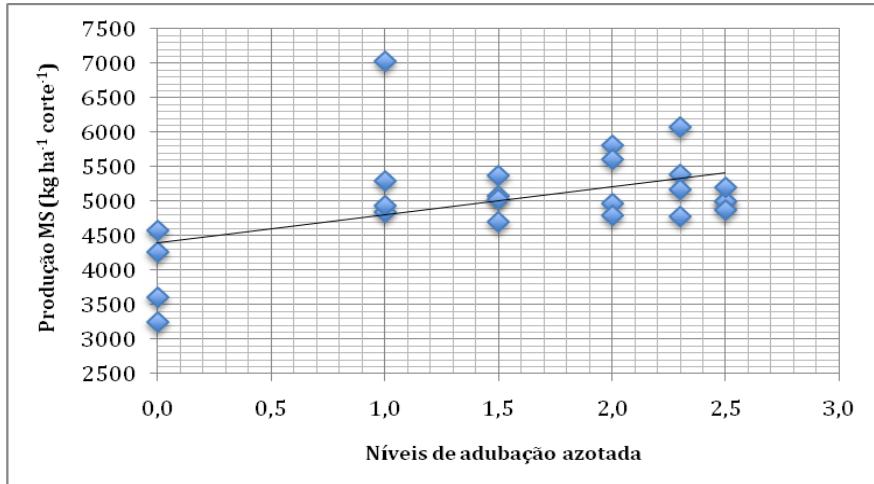
Legenda:

- R1, R2, R3, R4 – Repetições dos mesmos tratamentos dentro do bloco
 - 6/8 – Semanas de crescimento
 - 0; 1; 1,5; 2 e 2,5 – Unidades de azoto aplicadas
- ➔ A disposição aleatória dos tratamentos demonstrada neste esquema foi aplicada para a primeira data de fecho (5 Abril), sendo diferentes para as restantes datas de fecho (20 Abril e 20 Maio).

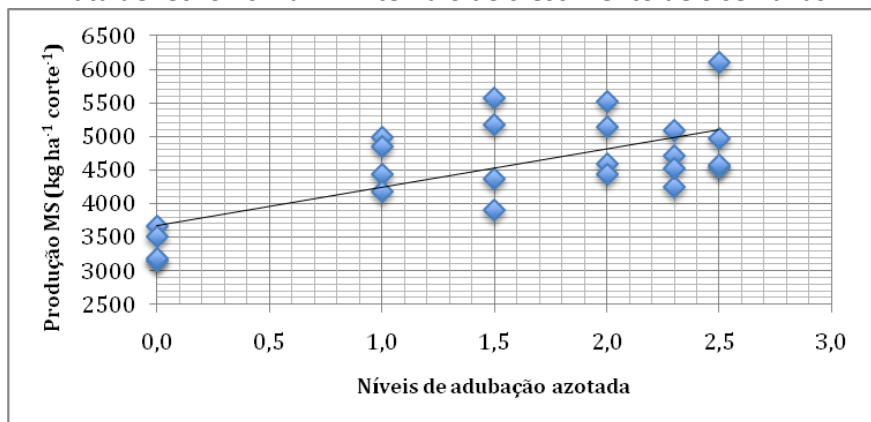
ANEXO 3

REGRESSÕES LINEARES Produção de MS e níveis de adubação azotada

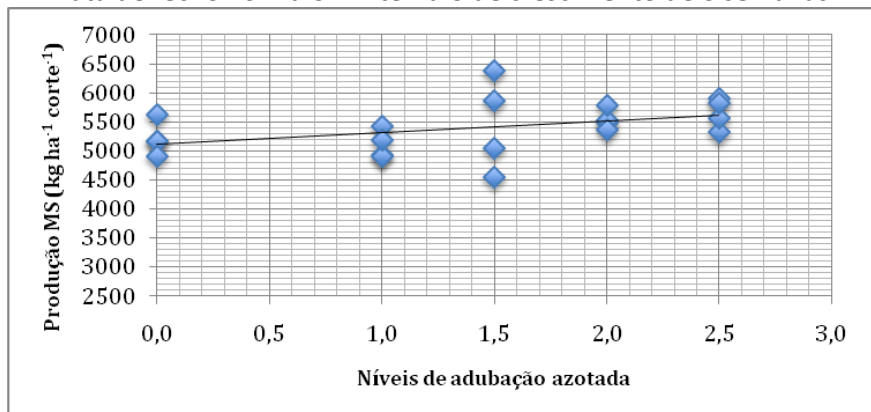
Data de fecho 5 Abril – Intervalo de crescimento de 6 semanas



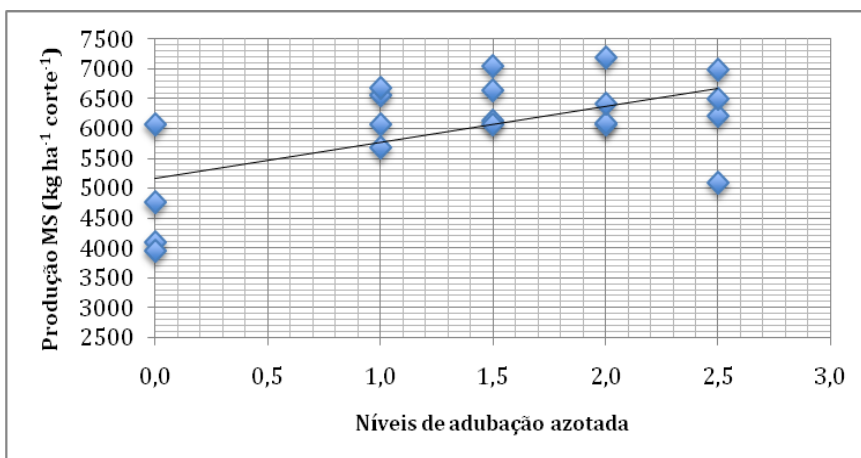
Data de fecho 20 Abril – Intervalo de crescimento de 6 semanas



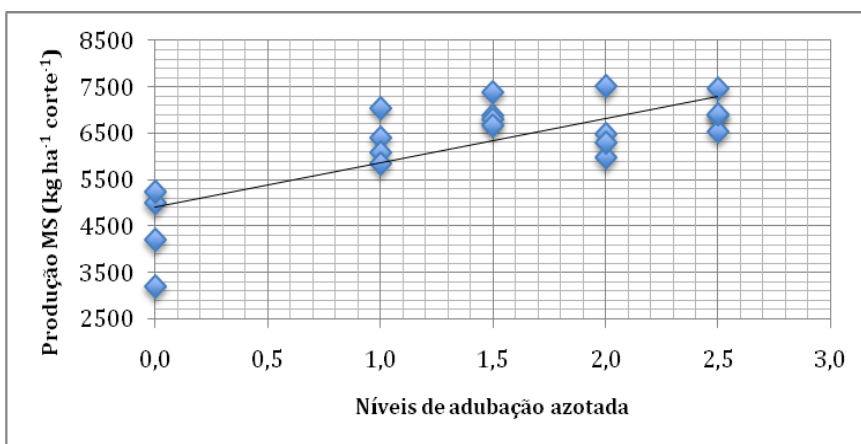
Data de fecho 20 Maio – Intervalo de crescimento de 6 semanas



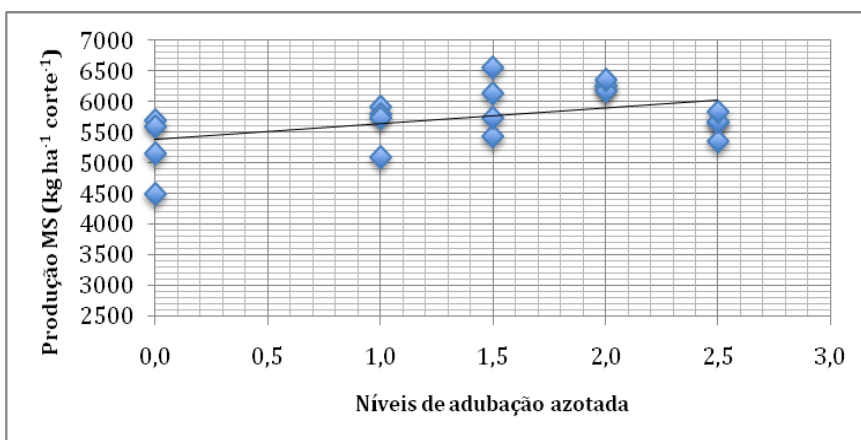
Data de fecho 5 Abril – Intervalo de crescimento de 8 semanas



Data de fecho 20 Abril – Intervalo de crescimento de 8 semanas

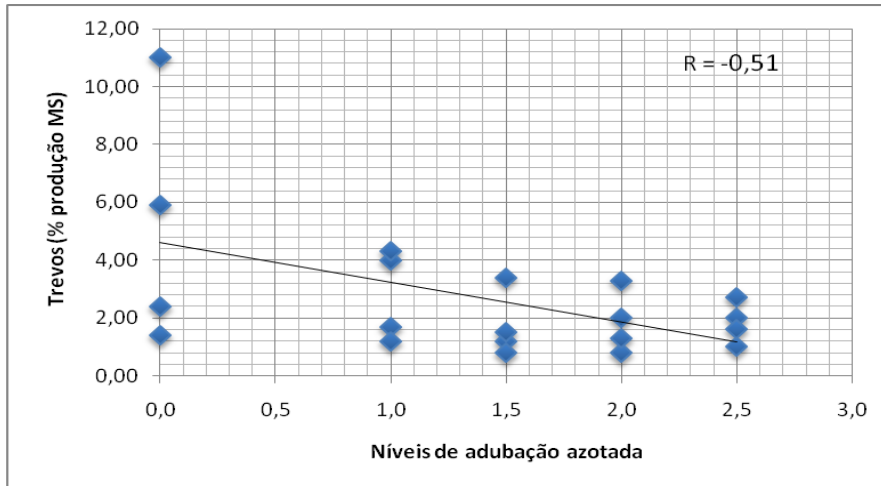


Data de fecho 20 Maio – Intervalo de crescimento de 8 semanas

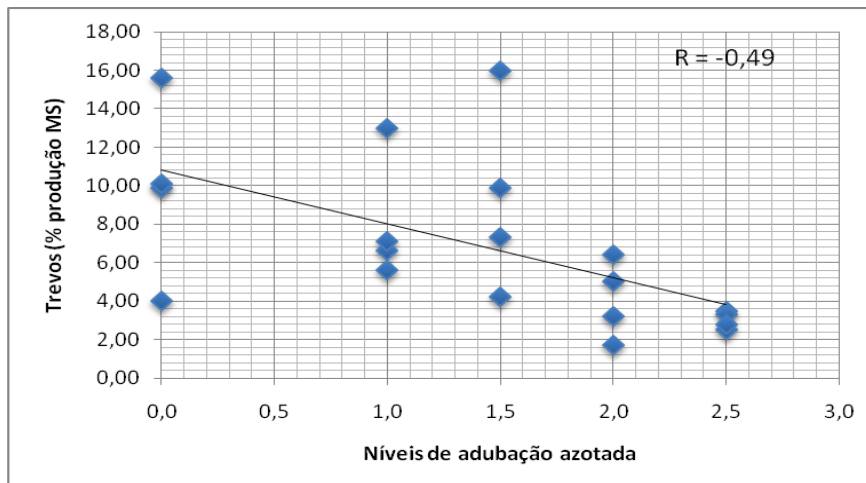


Percentagem de trevos e níveis de adubação azotada

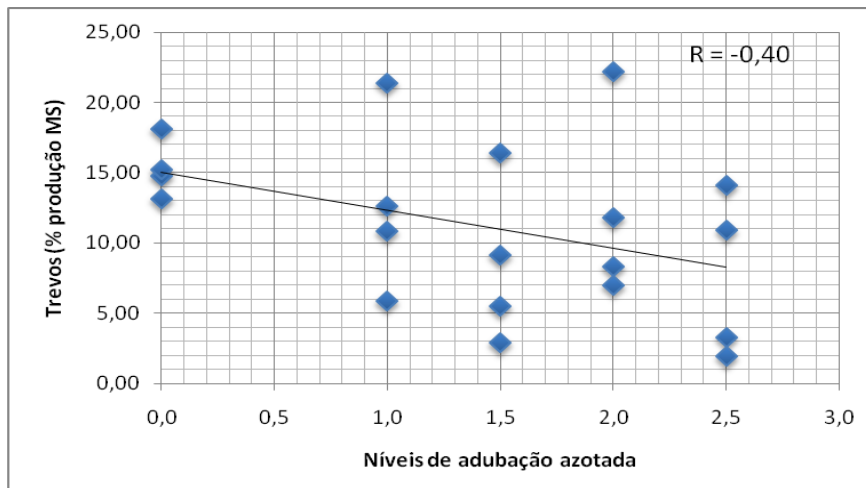
Data de fecho 5 Abril – Intervalo de crescimento de 6 semanas



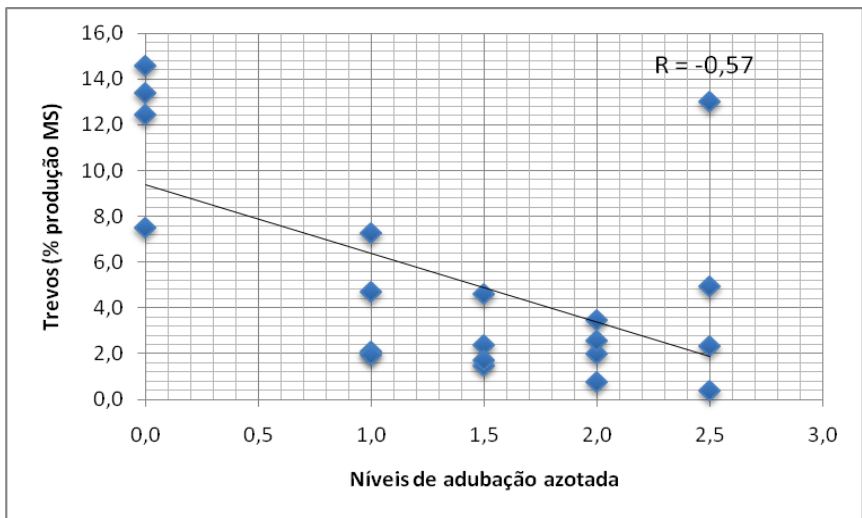
Data de fecho 20 Abril – Intervalo de crescimento de 6 semanas



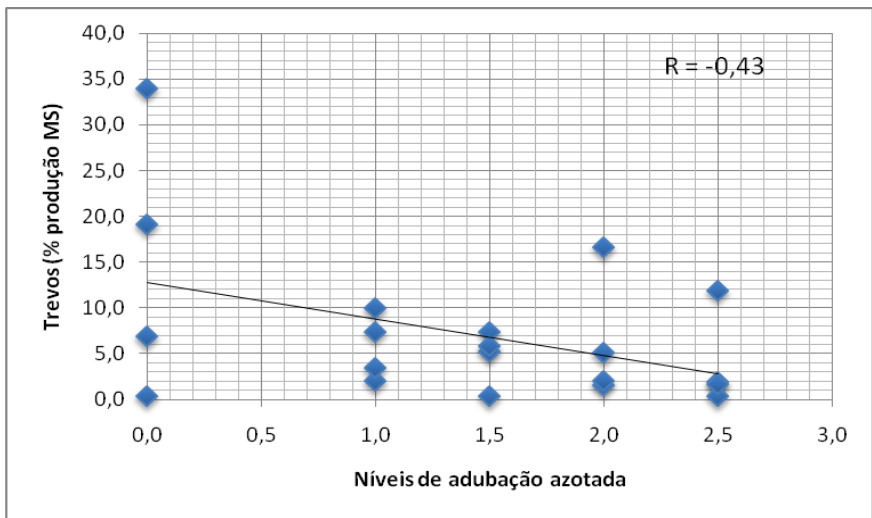
Data de fecho 20 Maio – Intervalo de crescimento de 6 semanas



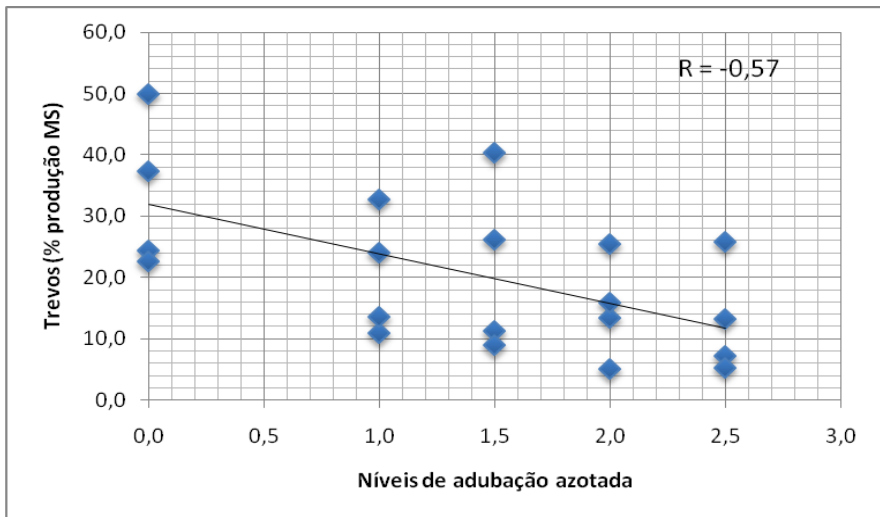
Data de fecho 5 Abril – Intervalo de crescimento de 8 semanas



Data de fecho 20 Abril – Intervalo de crescimento de 8 semanas



Data de fecho 20 Maio – Intervalo de crescimento de 8 semanas



ANEXO 4

Anexo 4.1 - Concentrações médias de Ca, P, K e Mg (% MS) presentes nas três datas de fecho, nas 6 semanas de crescimento e para cinco níveis de adubação azotada.

%	6 Semanas	Azoto (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)				
		0,0	1,0	1,5	2,0	2,5
Ca	05 Abril	0,47	0,43	0,42	0,47	0,44
	20 Abril	0,39	0,47	0,52	0,51	0,46
	20 Maio	0,43	0,51	0,66	0,57	0,62
P	05 Abril	0,27	0,28	0,31	0,30	0,28
	20 Abril	0,23	0,22	0,26	0,22	0,21
	20 Maio	0,26	0,25	0,25	0,25	0,23
K	05 Abril	1,35	1,53	1,42	1,42	1,36
	20 Abril	1,20	1,62	1,64	1,57	1,64
	20 Maio	1,88	1,79	1,90	1,66	1,85
Mg	05 Abril	0,15	0,14	0,14	0,18	0,16
	20 Abril	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15
	20 Maio	0,15	0,17	0,19	0,17	0,18

Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias para $P < 0,05$.

Anexo 4.2 – Concentrações médias de Ca, P, K e Mg (% MS) presentes nas três datas de fecho, nas 8 semanas de crescimento e para cinco níveis de adubação azotada.

%	8 Semanas	Azoto (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)				
		0,0	1,0	1,5	2,0	2,5
Ca	05 Abril	0,49	0,35	0,45	0,38	0,44
	20 Abril	0,58	0,56	0,48	0,50	0,53
	20 Maio	0,53	0,33	0,51	0,51	0,44
P	05 Abril	0,25	0,24	0,25	0,22	0,24
	20 Abril	0,24	0,23	0,20	0,21	0,23
	20 Maio	0,26	0,24	0,17	0,21	0,21
K	05 Abril	1,44	1,08	1,40	1,22	1,32
	20 Abril	1,58	1,70	1,72	1,67	1,67
	20 Maio	1,72	1,52	1,69	1,70	1,72
Mg	05 Abril	0,13	0,16	0,15	0,14	0,16
	20 Abril	0,16	0,15	0,16	0,16	0,16
	20 Maio	0,18	0,13	0,19	0,18	0,17

Não foram encontradas diferenças significativas entre as médias para $P < 0,05$.