



Universidade dos Açores

Departamento de Ciências Agrárias

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Estudo do efeito de dois intervalos de crescimento e seis níveis de azoto na
produção de matéria seca e na qualidade de uma pastagem de *Lolium*
perenne, em consociação com *Trifolium repens* e *Trifolium pratense*

Aluna: Mónica Medeiros

Orientadora: Professora Doutora Anabela Gomes

Angra do Heroísmo
Dezembro de 2015

Agradecimentos

Neste último ano, dedicado a este trabalho, muitas foram as pessoas que incansavelmente me apoiaram e colocaram novos desafios de forma a superar-me.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Professora Doutora Anabela Gomes, por ter aceite ser minha orientadora nesta tese, pela sua disponibilidade, dedicação, incentivo, ensino e empenho neste trabalho. Pelos dias de trabalho de campo que muito conhecimento me transmitiram e pela sua experiência e partilha.

Ao meu marido, César Medeiros, pelo seu auxílio e companhia nos dias de trabalho de campo. Pela paciência nos dias dedicados exclusivamente a este trabalho. Pelo companheirismo sempre demonstrado ao longo desta jornada.

À minha querida mãe, Osvalda Azevedo, por ouvir os meus desabafos nos momentos mais críticos e pelo incentivo. Aprecio também todo o apoio e tempo que dedicou para que estivesse disponível para este estudo.

Ao meu irmão, Hugo Azevedo, por acreditar e se orgulhar de mim.

À Cecília Amaral pela disponibilidade no trabalho laboratorial dentro e fora de horas, pelo trabalho de campo, pelo ensinamento das técnicas laboratoriais e pela imensa educação e simpatia que tem para comigo.

À Eng.^a Cristiana Maduro Dias e Professor Doutor Alfredo Borba por me terem disponibilizado os aparelhos para efetuar parte das determinações analíticas das minhas amostras no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal.

À minha colega e amiga, Carina Ornelas, pela amizade, pela troca de conhecimentos, pelas palavras de apoio e motivação.

Não poderia deixar de agradecer também, ao meu querido pai, Eutimo Azevedo, por sempre ter acreditado em mim, por me ter influenciado a enveredar por esta área que tanto aprecio e por sempre se orgulhar de sua família.

Índice

Resumo	8
Abstract	10
I-Introdução/ Revisão Bibliográfica	12
I.I- O Azevém (<i>Lolium perenne</i> L.)	12
I.II- O Trevo Branco (<i>Trifolium repens</i> L.)	13
I.III- O Trevo Violeta (<i>Trifolium pratense</i> L.)	14
I.IV- Consociação gramíneas x leguminosas	15
I.V- Fixação azotada na pastagem	17
I.VI- Fertilização azotada na pastagem	18
I.VII- Efeito do intervalo de corte na qualidade da pastagem	21
I.VII- Recuperação e eficiência de utilização de azoto	22
II- Material e métodos	24
II-I Caracterização do local do ensaio, tratamentos e delineamento experimental	24
II.II- Observações das produções no campo	25
II.III- Determinação da produção e determinações analíticas	25
II.IV- Análise estatística	27
II.V- Dados climáticos	27
III- Resultados	28
III.I- Influência da precipitação sobre a produção de matéria seca por hectare	28
III.II- Produção de matéria seca obtida por hectare	28
III.II.I- 1º Intervalo de crescimento de 6 semanas (entre 3 abril e 15 maio 2014)	28
III.II.II- 2º Intervalo de crescimento de 6 semanas (29 maio a 10 julho 2014)	30
III.II.III- 1º Intervalo de crescimento de 8 semanas (entre 3 abril e 29 maio 2014)	32
III.II.IV- 2º Intervalo de crescimento de 8 semanas (entre 15 maio e 10 julho)	33
III.II.V- Comparação entre o 1º intervalo de crescimento de 6 semanas e o 1º intervalo de crescimento das 8 semanas, ambos com início em 3 de abril	36
III.II.VI- Produção de matéria seca às 14 semanas, de 3 abril a 10 de julho.	37
III.III- Influência dos tratamentos na percentagem de trevos e azevém	37

III.IV- Qualidade da erva nos intervalos de crescimento das 6 e 8 semanas _____	38
IV- Discussão _____	41
V- Conclusões _____	47
VI- Referências Bibliográficas _____	48
IV- Anexos	
Anexo I. Resultados das análises ao solo da pastagem da Granja Universitária, situada no interior da ilha Terceira de latitude 38° 19'N; longitude 27° 5'W; altitude 390 m, a.n.m realizadas a 3 de abril de 2014. _____	52
Anexo II. Esquema geral do ensaio de campo realizado numa pastagem de <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> numa zona de média altitude para os primeiros cortes dos intervalos de crescimento de 6 e 8 semanas. _____	53
Anexo III. Esquema geral do ensaio de campo realizado numa pastagem de <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> numa zona de média altitude para o segundo corte dos intervalos de crescimento de 6 e 8 semanas. _____	54
Anexo IV. Estatística descritiva e teste de Tukey–Kramer de diferenças entre as médias entre tratamentos no 1º corte das 6 semanas, realizado a 15 de maio de 2014. _____	55
Anexo V. Estatística descritiva e teste de Tukey–Kramer de diferenças entre as médias entre tratamentos no 2º corte das 6 semanas, realizado a 10 de julho de 2014. _____	56
Anexo VI. Estatística descritiva e teste de Tukey–Kramer de diferenças entre as médias entre tratamentos no 1º corte das 8 semanas, realizado a 29 de maio de 2014. _____	57
Anexo VII. Estatística descritiva e teste de Tukey–Kramer de diferenças entre as médias entre tratamentos no 2º corte das 8 semanas, realizado a 10 de julho de 2014. _____	58
Anexo VIII. Análise estatística às 14 semanas (6+8 e 8+6), realizado de 3 abril a 10 de julho. _____	59

Índice de Gráficos

- Gráfico I.** Produção de matéria seca obtida por hectare e dia (kg) no intervalo de crescimento das 6 semanas (3 de abril a 15 de maio 2014), para as diferentes doses de azoto utilizadas (0; 21; 42; 63; 84 e 105 kg ha⁻¹). _____ 29
- Gráfico II.** Acréscimos de produção de MS (kg) obtidos por quilo de azoto utilizado, em adubações de 21, 42, 63, 84 e 105 kg N ha⁻¹, no intervalo de crescimento de 6 semanas, entre 3 de abril e 15 de maio 2014. _____ 30
- Gráfico III.** Produção de matéria seca obtida por hectare e dia (kg) no intervalo de crescimento das 6 semanas (29 maio a 10 julho 2014), para diferentes doses de azoto utilizadas (0; 21; 42; 63; 84 e 105 kg ha⁻¹). _____ 31
- Gráfico IV.** Acréscimos de produção de MS (kg) obtidos por quilo de azoto utilizado, em adubações de 21, 42, 63, 84 e 105 kg N ha⁻¹, no intervalo de crescimento de 6 semanas, entre 29 de maio e 10 julho. _____ 30
- Gráfico V.** Produção de matéria seca obtida por hectare e dia (kg) no intervalo de crescimento das 8 semanas (3 de abril a 29 de maio), para as diferentes doses de azoto utilizadas, (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹). _____ 32
- Gráfico VI.** Acréscimos de produção de MS (kg) obtidos por quilo de azoto utilizado, em adubações de 28, 56, 84, 112 e 140 kg N ha⁻¹, no intervalo de crescimento de 8 semanas, entre 3 de abril e 29 de maio. _____ 33
- Gráfico VII.** Produção de matéria seca obtida por hectare e dia (kg) no intervalo de crescimento das 8 semanas (15 de maio a 10 de julho), para as diferentes doses de azoto utilizadas (0, 28, 56, 84, 112 e 140 kg N ha⁻¹), correspondentes a 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹. _____ 34
- Gráfico VIII.** Acréscimos de produção de MS (kg) obtidos por quilo de azoto utilizado, em adubações de 28, 56, 84, 112 e 140 kg N ha⁻¹, no intervalo de crescimento de 8 semanas, entre 15 de maio e 10 julho. _____ 35
- Gráfico IX.** Produções de matéria seca obtidas por hectare e dia, nos intervalos de crescimento de 6 e 8 semana, para os diversos níveis de azoto (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹) e produções de matéria seca obtidas por cada quilo de azoto utilizado. _____ 36

Gráfico X. Produção de MS/ha/dia obtida para os níveis de azoto utilizados por hectare e dia, nas 14 semanas de duração do ensaio. _____ 37

Gráfico XI. Acréscimos de produção de MS obtidos em 14 semanas por quilo de azoto utilizado nesse período (49, 98, 147, 196 e 245 kg N/ha). _____ 38

Índice de Quadros

Quadro I: Datas do 1º e 2º cortes nos intervalos de crescimento de 6 e 8 semanas. ___	24
Quadro II: Temperaturas médias mensais e pluviosidades mensais registadas no ano de 2014 e temperaturas médias mensais entre 1970 e 2000 e precipitações mensais entre 1980 e 2009 para referência. _____	27
Quadro III: Percentagem de <i>Lolium perenne</i> L., <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> associadas aos tratamentos de 0,0 e 0,5 kg/N/ha/dia no 2º corte do intervalo de crescimento das seis semanas. _____	38
Quadro IV: Percentagem de <i>Lolium perenne</i> L., <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> associadas aos tratamentos de 0,0 e 0,5 kg/N/ha/dia no 2º corte do intervalo de crescimento das oito semanas. _____	39
Quadro V: Médias das concentrações de PB, NDF, ADF, ADL, cinzas e sílica (% MS) obtidas na erva colhida no intervalo de crescimento das 6 e 8 semanas, na pastagem de <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> . _____	37
Quadro VI: Concentrações médias de PB, NDF, ADF, ADL, cinzas e sílica (% MS) obtidas na erva colhida no intervalo de crescimento das 6 semanas, na pastagem de <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> . _____	41
Quadro VII: Concentrações médias de PB, NDF, ADF, ADL, cinzas e sílica (% MS) obtidos na erva colhida no intervalo de crescimento das 8 semanas, da pastagem de <i>Lolium perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> e <i>Trifolium pratense</i> . _____	42

Resumo

O ensaio no qual se baseou a presente dissertação realizou-se numa pastagem de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* e *Trifolium pratense*, situada numa zona de média altitude (400m) na ilha Terceira.

Para o estudo da produtividade e da qualidade da erva foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições e os tratamentos consistiram em dois intervalos de crescimento (6 e 8 semanas) e 6 níveis de azoto (0,0 com refugo; 0,0 sem refugo; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 kg ha⁻¹ dia⁻¹). O período de estudo durou 14 semanas e em cada canteiro efetuaram-se dois cortes para silagem. Numa parcela do ensaio realizou-se um corte de 6 semanas seguido de outro de 8 semanas (6+8). Na outra metade, um corte de 8 semanas, seguido de outro de 6 semanas (8+6).

As produções médias de matéria seca (MS) obtidas no 1º corte do intervalo de crescimento das 6 semanas foram de 1883, 2048, 2117, 2452, 2692 e 2713 kg ha⁻¹ para, respetivamente, os níveis de azoto de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹. No 2º corte do mesmo intervalo, obtiveram-se produções médias de, respetivamente, 885, 1155, 1717, 2009, 1970 e 2042 kg MS ha⁻¹ para os mesmos níveis de azoto. Para os mesmos níveis de azoto em estudo as produções médias de MS no 1º corte do intervalo de crescimento das 8 semanas foram de 2997, 3966, 4357, 4605, 4451 e 4957 kg ha⁻¹, enquanto no 2º corte se obtiveram produções médias de 1334, 2047, 2655, 2881, 2918 e 2979 kg ha⁻¹. Em ambos os intervalos de crescimento as produções médias de MS ha⁻¹ foram superiores no 1º corte.

A produção de MS às 14 semanas para os intervalos de crescimento 6+8 foi de 2970, 4117, 4664, 5426, 5564 e 5711 kg ha⁻¹ para os níveis de azoto de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ e nos intervalos 8+6 se obtiveram produções médias de MS de 3882, 5120, 6075, 6612, 6421, 7000 kg ha⁻¹, para os mesmos níveis de azoto.

Os acréscimos de produção para 1º corte das 6 semanas foram baixos variando entre 6 e 9 kg MS para cada quilo de N utilizado e no 2º corte obtiveram-se acréscimos entre os 11 e os 13 kg MS. Neste último, a eficiência da adubação baixou a partir dos 42 kg N ha⁻¹.

No 1º corte das 8 semanas a eficiência da adubação azotada diminuiu à medida que as doses aumentaram e foram de 35, 24, 19, 13 e 14 kg MS por cada quilo de azoto utilizado para as adubações de, respetivamente, 28, 56, 84, 112 e 140 kg N/ha/corte. O

2º corte seguiu a mesma tendência, embora com acréscimos mais baixos, 25, 24, 18, 14, 12 para as adubações azotadas de, respetivamente, 28, 56, 84, 112, 140 kg N/ha/corte.

Os teores proteicos da erva foram mais elevados no intervalo de crescimento das 6 semanas.

Nas fibras não se verificaram diferenças estatisticamente significativas, à exceção de casos pontuais como o NDF e ADF a 29 de maio e ADF a 10 de julho no intervalo de crescimento das 8 semanas. No entanto, entre intervalos de crescimento, as concentrações médias (% MS), das fibras apresentaram diferenças estatisticamente diferentes, nomeadamente o NDF e ADL que as apresentaram entre o primeiro e segundo cortes de ambos os intervalos. Este resultado também se verificou para o ADF no intervalo de crescimento das 8 semanas.

Palavras-chave: Azevém, trevos, intervalo de crescimento, azoto.

Abstract

The experiment on which the present work was based, carried out in a *Lolium perenne*, *Trifolium repens* and *Trifolium pratense* pasture, located at an average altitude zone (400m) on the Terceira Island.

For the herb productivity and quality study, it was used a randomized block design with four replications and the treatments consisted on two growth intervals (6 and 8 weeks) and 6 levels of nitrogen (0,0 with waste; 0,0 previously submitted to a cleaning cut; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 kg ha⁻¹ day⁻¹). The study period lasted 14 weeks and on each site two silage cuts were done. In one experiment portion was made a 6 week cut followed by another cut (6+8). On the other half it was made a 8 week cut, followed by another 6 week cut (8+6).

The dry matter (DM) average production obtained in the 6 week growth interval harvested in May 15th, were 1883, 2048, 2117, 2452, 2692 and 2713 kg for the nitrogen levels of 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 N kg ha⁻¹ day⁻¹. In the 2nd cut of the same growing interval the average yields of DM were 885, 1155, 1717, 2009, 1970 and 2042 kg for the same nitrogen treatments. For the nitrogen levels in study (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 N kg ha⁻¹ day⁻¹) the production of DM per hectare on the 8 week growth interval harvested in the 29th May were 2997, 3966, 4357, 4605, 4451 e 4957 kg ha⁻¹, while in the 2nd cut were 1334, 2047, 2655, 2881, 2918 e 2979 kg ha⁻¹. In both growth intervals there were higher DM average production in the 1st cut.

The DM production on the 14 weeks, 6+8, was 2970, 4117, 4664, 5426, 5564 e 5711 kg ha⁻¹ for, respectively, the 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 kg N ha⁻¹ day⁻¹, while for the 8+6 the DM average production were 3882, 5120, 6075, 6612, 6421, 7000 kg ha⁻¹.

For 1st 6 week cut growth interval the DM yield (kg) for each kg of nitrogen used was between 6 and 9 and for the 2nd cut, was between 11 and 13.

Also in the 1st 8 week cut nitrogen fertilization efficiency decreased as the N rate increased and was 35, 24, 19, 13, 14 kg of DM for each kg of nitrogen used, respectively, the fertilization of 28, 56, 84, 112, 140 kg N ha⁻¹ cut⁻¹. The 2nd cut followed the same trend, although with lower growth productions 25, 24, 18, 14, 12 kg DM for nitrogen fertilization, respectively, 28, 56, 84, 112, 140 kg N ha⁻¹ cut⁻¹.

The grass protein levels were higher on the 6 week growth interval. For the fibers there were no significant statistically differences, except for special cases such as NDF and ADF on may 29th and ADF on July 10th in the eight weeks growth

range. However, between growth intervals, the average concentrations (DM %), the fibers were statistically different, with NDF and ADL showing this fact between the first and second cut of both growth intervals. This result was also found for the ADF on 8 week interval growth.

Keywords: ryegrass, clovers, growth interval, nitrogen.

I-Introdução/ Revisão Bibliográfica

I.I- O Azevém (*Lolium perenne* L.)

O *Lolium perenne* L. é considerado atualmente a gramínea pratense mais importante em todo o mundo encontrando-se naturalizada em diversas regiões de clima temperado. Teve origem na Euro-Ásia (Barnes *et al.*, 2007) e está distribuído um pouco por todo o globo, incluindo a Nova Zelândia e a Austrália. Na Europa é de entre as espécies forrageiras a mais melhorada, como tal possui mais de 300 cultivares (<http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/catalogues/agri2011/21.html>). É uma cultura utilizada em regimes de pastoreio devido à sua elevada capacidade de regeneração e elevada qualidade quando conservada na forma de fenos e sobretudo silagens (Barnes *et al.*, 2003). Adaptada a climas temperados de invernos amenos e verões frescos, tem preferência por solos com textura média a fina com boa drenagem. Tolerante a solos húmidos mas não encharcados. Não tolera baixa fertilidade, secas e invernos severos (Peeters, 2004). O zero vegetativo encontra-se entre os 6-7°C e possui um crescimento razoável a temperaturas superiores a 10°C. O crescimento ótimo desta planta exige temperaturas na ordem dos 18-20°C, reduzindo o crescimento quando se registam temperaturas acima dos 25°C (Thom, 2001). Tem média tolerância à salinidade do solo e é intolerante à sombra. O pH ótimo para o seu desenvolvimento situa-se entre 6 e 6,5.

A morfologia da planta segundo Barnes *et al.* (2003), apresenta pré-folheação conduplicada, tem lâminas foliares planas, lisas de tom verde escuro brilhante. Do outono à primavera a folhagem produzida apresenta elevada palatabilidade para os animais e elevado valor nutritivo (Bickford, 1995). A bainha da folha é achatada e tem tons de vermelho a arroxeados perto da base. As aurículas são pequenas e as lígulas são membranosas e arredondadas. Os caules crescem de forma ereta, até uma altura de cerca de 90 cm. A inflorescência é uma espiga de espiguetas sésseis, longa e estreita com espiguetas achatadas, cada uma contendo entre 3 a 10 flores. O sistema radicular é fasciculado, fibroso, bastante ramificado mas superficial que assim confere à cultura alguma dificuldade em extrair água a profundidade do solo abaixo dos 20 cm (Thom, 2001; Barnes *et al.*, 2003).

Jovens pastagens de *Lolium perenne* L. não devem ser pastoreadas intensivamente até se encontrarem bem estabelecidas, principalmente em solos leves. A tendência é para os animais arrancarem as jovens plantas pela raiz enfraquecendo a pastagem (Bickford, 1995).

O *L. perenne*, de forma geral, persiste e produz melhor num sistema de pastoreio rotacional, sendo que o período de descanso de pastoreio deverá situar-se entre as 2 a 6 semanas (Barnes *et al.*, 2003; Cherney e Cherney, 1998). No entanto, uma acumulação excessiva de biomassa pode levar a um decréscimo na rebentação e crescimento das folhas devido ao ensombramento dos novos rebentos localizados na base da planta (Thom, 2001).

I.II- O Trevo Branco (*Trifolium repens* L.)

De uma forma global, o *Trifolium repens* L. (trevo branco) é a espécie de trevo mais importante para as pastagens dentro do género *Trifolium*. Este género contém cerca de 240 espécies e é encontrado na maior parte das regiões temperadas, tais como o Mediterrâneo (Frame, *et al.*, 1998). Também Whitehead (1995) defende que é uma leguminosa importante nas pastagens da Europa e da Nova Zelândia, pela sua excelente relação de simbiose com bactérias do género *Rhizobium*, que permite uma eficaz capacidade de fixação de azoto atmosférico para as plantas. É uma leguminosa cultivada principalmente em consociação com gramíneas e utilizada em pastagens permanentes, essencialmente para pastoreio (Holmes, 1989; Harris *et al.*, 1996). Se consociada com as gramíneas adequadas também pode produzir silagem de boa qualidade a até feno (Barnes *et al.*, 2003). 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).

Esta leguminosa está adaptada a climas temperados e húmidos. Tem boas performances em solos com uma textura média a fina. Requer uma fertilidade moderada mas tolera solos com condições moderadamente ácidas ou alcalinas. Não tolera bem o calor e a seca mas suporta algum encharcamento e é resistente a baixas temperaturas (Barnes *et al.*, 2003). Segundo Frame (1998), a iniciação foliar e o desenvolvimento são fortemente influenciados pela luz e temperatura e a taxa de crescimento dos rebentos aumenta com a temperatura até aproximadamente 25°C. O sistema radicular desenvolve-se a profundidades semelhantes às das raízes das gramíneas.

Como características esta espécie apresenta folhas com três folíolos achatados na parte superior e com uma mancha branca. As flores estão dispostas em capítulos e são de cor branco rosado (Barnes *et al.*, 2003).

O trevo branco apresenta a capacidade de manter a digestibilidade à medida que avança a sua maturação o que oferece uma flexibilidade nas datas de corte (Lane e Wilkinson, 1998).

Apesar de todas as vantagens mencionadas esta leguminosa apresenta algumas contrapartidas. A primeira surge no início da primavera em consociação com gramíneas quando o trevo se desenvolve lentamente sob as condições de frio; durante o Inverno a sua proporção na pastagem tende a diminuir devido às condições climáticas frias e húmidas; em situações de adubação excessiva o ensombramento das gramíneas provoca também a diminuição da sua proporção devido à redução da capacidade fotossintética ou a ramificação dos estolhos (Whitehead, 1995; Thom, 2001; Rochon *et al.*, 2004). Uma outra desvantagem é a possibilidade de causar problemas de timpanismo, quando a sua composição na pastagem é superior a 25-35% (Barnes *et al.*, 2003).

I.III- O Trevo Violeta (*Trifolium pratense* L.)

O *Trifolium pratense* L. (trevo violeta) é uma das mais importantes forragens leguminosas na agricultura de zonas temperadas, principalmente na Europa e na América de Norte (Frame *et al.*, 1998). É uma espécie perene de curta duração, normalmente explorada com bianual sendo muito produtiva durante os 2 anos e por vezes até 3 anos, constituindo pardos temporários (Osório, 2008; Fernandes, 2001; Frame *et al.*, 1998). O crescimento ereto de trevo violeta bem como o valor energético e digestibilidade torna-o adequado para feno ou silagem de corte, mas também é um componente útil para pastoreio, onde tem uma alta aceitabilidade no pisoteio. (Frame *et al.*, 1998; Osório, 2008; Fernandes, 2001).

O trevo violeta é de fácil e rápida instalação no solo, sendo tolerante ao ensombramento. É considerada uma espécie de boa capacidade de competição, por possuir porte erecto e crescimento rápido, daí ser consociada com gramíneas. Tem uma temperatura ótima de crescimento entre os 15 e os 25°C, cessando a temperaturas superiores a 35-40°C e inferiores a 7°C. (Frame *et al.*, 1998; Fernandes, 2001). De crescimento ereto, prospera bem em diversas condições ambientais e do solo, contudo prefere solos com boa drenagem e com pH entre 6-7 (McBratney, 1987). A raiz forma uma coroa à superfície ou ligeiramente acima do solo. Na coroa há uma acumulação de gomos que dão origem a caules que se formam na base da planta. Estes gomos (designados basais) produzem caules ocos, eretos e com pelos e são geralmente mais

numerosos nas cultivares tardias do que nas precoces. As folhas são trifoliadas, alternas, pubescentes e com uma marca esbranquiçada em forma de V invertido a meio da folha. A raiz principal vai até 1 metro ou mais de profundidade, mas plantas mais velhas têm raízes laterais ou adventícias que se formam a partir dos gomos. As inflorescências terminais nos caules principais e nos laterais consistem em racimos ovais com flores violetas. A polinização é entomófila (Puri e Laidlaw, 1984).

Nas estações primavera-verão o momento ideal de corte é ao abotoamento/início da floração, para que se obtenha uma elevada digestibilidade e valor nutritivo. A floração não parece ter um efeito direto 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 inferior à digestibilidade das folhas (Frame *et al.*, 1998). 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).

I.IV- Consociação Gramíneas x Leguminosas

Nas últimas décadas, os apoios dos governos, como o subsídio aos adubos inorgânicos, favoreceram a produção intensiva na agricultura. Em muitas zonas da Europa foi registado um declínio na utilização de leguminosas forrageiras desde o ano de 1980, apesar do valor da importância das leguminosas nos baixos consumos da pecuária nos sistemas de produção (Rochon *et al.*, 2004).

Pastagem consociada consiste na partilha numa mesma área de gramíneas e leguminosas.

As leguminosas, pela excelente adaptação, elevada capacidade de fixar azoto atmosférico, 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 (Bickford, 1995).

Sistemas de pastoreio à base de leguminosas possuem a capacidade de reduzir os problemas ambientais através do aumento da eficiência do azoto (N) e evitando o excesso de minerais de N no solo (Frame, 1993).

Na perspectiva da nutrição pecuária, quando as leguminosas contêm níveis moderados de componentes secundários, tais como taninos condensados e flavonoides, oferecem vantagens consideráveis no aumento da eficiência da utilização de N no sistema digestivo, reduzindo a incidência do timpanismo e incrementando a resiliência a parasitas. Os menores teores de fibra estrutural e alto valor em proteína em leguminosas quando comparadas com as gramíneas, resulta num maior consumo voluntário e melhor processo digestivo e numa absorção mais eficiente de nutrientes (Frame, 1993; Frame, 1998).

As leguminosas forrageiras são utilizadas em muitas áreas do mundo em rotação com culturas arvenses, a importância surge principalmente devido à possibilidade de fixarem azoto atmosférico através da simbiose e devido ao seu valor nutricional (Frame, 1993). Também Whitehead (1995) defende que o maior benefício do crescimento de uma leguminosa associada com a erva é o facto de o azoto fixado pela leguminosa beneficiar não só a própria planta como também o crescimento das gramíneas, e esta mistura oferece, muitas vezes, uma melhor dieta pecuária que a leguminosa por si só.

A adição de leguminosas numa pastagem de gramíneas estende o período de crescimento da erva na primavera e melhora o rendimento no verão. Estas últimas terão maior taxa de crescimento a temperaturas amenas, nomeadamente desde o outono à primavera, enquanto as leguminosas terão maior produtividade durante os meses de verão (Barnes *et al.*, 2003).

Segundo Lopes (2013), o trevo violeta em combinação com o azevém 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.

Iepema *et al.* (2005) referiu que num 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.

De uma forma geral, são várias as vantagens provenientes desta consociação, Whitehead (1995) apresenta as seguintes: maior eficiência da radiação solar, dado existirem diferentes tipos de folhas; melhor aproveitamento do solo por possuírem distintas exigências e sistemas radiculares; maior resistência ao pastoreio, devido à formação de dissemelhantes estrados de vegetação e hábitos vegetativos; acção conjugada de conservação e melhoria na fertilidade do solo; melhor equilíbrio nutritivo da biomassa disponível para o pastoreio e diminuição dos acidentes metabólicos (timpanismo, acidose, entre outros).

No entanto, tais benefícios são contrabalançados nas regiões temperadas e do Mediterrâneo pelas dificuldades de estabelecimento, manutenção e gestão em pastoreio (Rochon *et al.*, 2004). A baixa persistência que as leguminosas apresentam na pastagem ao longo dos anos (Whitehead, 1995) e as práticas inadequadas de manejo, têm sido relatadas como determinantes da falta de sucesso para o agricultor (Dall'agnol e Scheffer-Basso, 2004). Outra razão pela qual os trevos tendem a desaparecer da composição florística das pastagem está relacionada com o ensombramento causado pelas gramíneas, principalmente quando se adicionam elevados níveis de azoto (Holmes, 1989), comprometendo o crescimento e desenvolvimento dos mesmos e reduzindo a capacidade de fixação azotada (Harris *et al.*, 1996). Mas, em comparação com os prados explorados em cortes, os animais em pastoreio têm efeitos mais graves na pastagem à base de leguminosas de diversos modos, incluindo o impacto físico no solo e nas plantas através do pisoteio, redistribuição de nutrientes através das fezes e urina, e desfolhamento.

I.V- Fixação azotada na pastagem

Segundo Whitehead (1995), a fixação biológica é uma fonte de azoto para a produção agrícola, evita a utilização de combustíveis fósseis e em vez disso é dependente da energia da fotossíntese. As bactérias fixadoras de N mais importantes são as do género *Rhizobium*, que vivem simbioticamente nas raízes das plantas leguminosas como os trevos, as ervilhas e os feijões. Para pastagens de zonas temperadas, o trevo branco é mais importante em áreas onde o pastoreio é a forma mais importante de aproveitamento da pastagem, enquanto a luzerna e o trevo violeta são utilizados em

prados onde a intenção é realizar cortes de erva em vez de pastoreio. Também Menner *et al.* (2004), defende que a habilidade do trevo de fixar azoto atmosférico é uma das principais vantagens em consociação com gramíneas, e o processo é fundamental para explorações leiteiras biológicas que dependem unicamente desta fonte de azoto.

A porção de azoto fixado numa pastagem de azevém-trevo reflete, muitas vezes, 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. Whitehead (1995), refere que 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 (fósforo) e K (potássio) adicional. No entanto, o intervalo comum para pastagens de gramíneas-trevos na Nova Zelândia situa-se entre 100 e 350 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

Diversos estudos sobre pastagens de trevo-gramíneas, afirmam que a quantidade de azoto fixado é superior no segundo ou terceiro anos, diminuindo após este tempo. Um factor que justifica 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, principalmente se a pastagem é pastoreada. Este aumento no azoto do solo tende a diminuir a fixação e simultaneamente aumenta o crescimento das gramíneas e, deste modo, a competição com os trevos (Whitehead, 1995; Harris *et al.*, 1996).

I.VI- Fertilização azotada na pastagem

Segundo Barnes *et al.* (2003), o solo fornece diversos benefícios para as plantas, incluindo suporte mecânico, água e um habitat para os microorganismos, assim a fertilidade do solo é um dos factores mais importantes na produção de forragem.

A fertilidade é a capacidade que o solo tem de providenciar os nutrientes necessários para o crescimento das plantas. Embora a fertilidade do solo seja

primariamente determinada pela composição química do solo, também é afectada pela estrutura física e biológica do mesmo. Os nutrientes são libertados de partículas do material de origem do solo pelos processos químicos e físicos associados ao intemperismo. Esta capacidade para o abastecimento de nutrientes do solo depende de: composição química do material de origem; textura do solo; clima (Barnes *et al.*, 2003).

A fertilização é a ferramenta de gestão mais prática que os agricultores possuem para suprir as deficiências nutricionais e melhorar a produção. Os gastos em fertilizantes justificam-se quando existe um retorno económico através do aumento na produção de forragem, na produção pecuária ou quando melhora a qualidade da forragem (Barnes *et al.*, 2003).

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 permitir manter a produção até mais tarde (Lopes, 2013).

O azoto é essencial para a síntese de aminoácidos e proteínas na formação de ácidos nucleicos. Também é parte integral da clorofila e necessário para a fotossíntese. Deficiências de azoto resultam em atrofiamento, folhas com aspecto amarelado, acumulação de hidratos de carbono e redução o conteúdo de proteína. Deficiências severas neste constituinte provocam folhas castanhas, que iniciam este processo desde a ponta da planta até à base (Barnes *et al.*, 2007).

De acordo com Barnes *et al.* (2003), o azoto é o nutriente mais limitante na agricultura forrageira. As razões são as seguintes: (a) elevada utilização de N no crescimento da planta (cerca de 6% de MS); (b) elevada solubilidade das formas absorvíveis pela planta (NH_4^+ , NO_3^-), tornando o N sujeito à lixiviação; (c) numerosas formas de perda de azoto através do pastoreio quando comparado com outros nutrientes; (d) o abastecimento de N indiretamente pelo solo, com a principal fonte sendo a atmosfera.

A acumulação em excesso do N em plantas forrageiras pode lesar ou mesmo matar animais. A concentração crítica de N depende da quantidade de forragem ingerida, condição corporal do animal e se a mudança na dieta foi abrupta ou gradual. Níveis forrageiros acima de 2100 ppm de nitrato são potencialmente letais (Barnes *et al.*, 2007).

Não são aconselhadas adubações com elevados níveis de azoto, este deverá ser repartido em diversas aplicações ao longo do ano, visto que está sujeito a elevadas perdas por lixiviação e/ ou volatilização (Frame, 1994; Quelhas dos Santos, 1996). A acumulação de MS pode causar o ensombramento e morte das camadas mais baixas do coberto vegetal, como trevos em desenvolvimento e gramíneas jovens em crescimento (Frame, 1994). Também a adubação azotada aumenta a concentração de azoto e água na planta e reduz a concentração de hidratos de carbono solúveis (Whitehead, 1995).

Numa pastagem constituída por muitas espécies, aumentar a fertilidade favorece as espécies altamente competitivas e reduz a diversidade (Lambert *et al.*, 1986). As espécies mais competitivas em elevados níveis de fertilidade e maior frequência de pastoreio são as gramíneas *A. stolonifera*, *D. glomerata*, *H. lanatus*, *L. perenne*, *P. annua* e *P. trivialis* e entre as leguminosas o *T. repens* (Hopkins e Holz, 2006). Em pastagens consociadas, as gramíneas são mais eficientes na assimilação de azoto do solo que as leguminosas (Harris *et al.*, 1996). Também Whitehead (1995) defende que as gramíneas possuem um elevado potencial para a produção de biomassa vegetal e um longo período de crescimento. Este facto justifica-se em parte, porque uma vez que são colhidas na fase de crescimento vegetativo, a sua resposta à fertilização azotada é superior à maioria das outras culturas quando as condições de luz temperatura e disponibilidade de água são favoráveis.

Segundo Lopes (2013), a adubação azotada verificou-se ser vantajosa enquanto os trevos se encontravam em baixa proporção na pastagem (datas de fecho 5 e 20 de abril) e enquanto a erva de encontrava num estado fenológico anterior ao espigamento. Num ensaio realizado na mesma exploração, Medeiros (2012), concluiu que a quantidade de trevos (% MS total) é influenciada pela quantidade de azoto, assim canteiros com níveis de azoto mais elevados continham menor percentagem de trevos. O mesmo comprovou Frame *et al.* em 1998 que disse que a manutenção de uma percentagem elevada de trevo branco nas consociações é geralmente difícil porque à medida que aumentam as adubações azotadas a quantidade de trevo geralmente decresce, o que se atribui a uma maior competitividade das gramíneas a doses de azoto elevadas.

As fertilizações alteram o padrão de crescimento de uma pastagem ao longo do ano, assim a primeira adubação é especialmente importante, bem como a escolha da data correta que é influenciada pelas condições climáticas, tipo de solo e formulação do fertilizante azotado. Numa aplicação demasiado cedo, há o risco de ocorrência de

lixiviação e maior probabilidade de perdas de azoto por volatilização de amónia e/ou desnitrificação. Numa aplicação demasiado tarde, o potencial de resposta é restringido (Whitehead, 1995).

O azoto atua, principalmente no crescimento da pastagem, para que esta atinja determinada produção de MS num menor espaço de tempo. Assim as culturas do prado são pastoreadas num estado vegetativo mais jovem logo, mais rico em proteína e com melhor digestibilidade (Whitehead, 1995).

Nos Açores as condições favoráveis às fertilizações azotadas reúnem-se no outono mas possuem maior expressão durante a primavera quando é permitida a obtenção do máximo rendimento da pastagem, possibilitando o aproveitamento do excesso de produção através de cortes e conservação sob silagem (Lopes, 2013).

As recomendações para os níveis de adubação azotada prendem-se principalmente com questões económicas associadas à matéria seca. Se o trevo branco é desejado na constituição da pastagem, a quantidade de azoto a aplicar terá de ser reduzida. Rochon *et al.*, (2004) mostrou que quando não são aplicados fertilizantes azotados, a proporção de trevo branco pode atingir 30%, no entanto, pode descer para zero com aplicações na ordem dos 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Estudos realizados nos Açores numa pastagem de *L. perenne* consociada com *T. repens* e *T. pratense* de média altitude no período da primavera concluíram que adubações acima de 2,0 kg N/ha/dia não são rentáveis (Medeiros, 2012). Nas mesmas condições de ensaio Lopes (2013) concluiu que níveis de adubação compreendidos entre 1,0 e 1,5 kg N/ha/dia são suficientes para uma pastagem sujeita a pastoreio antes de ser fechada.

I.VII- Efeito do intervalo de corte na qualidade da pastagem

A conservação de erva é o método principal para a redução do efeito da sazonalidade. O excedente de produção de MS das pastagens nas épocas de maior crescimento é conservado para que em épocas de escassez de alimento seja utilizado.

Segundo Crowley *et al.* (2001), a data ideal para corte da forragem é determinada pela qualidade pretendida. 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).

Diversos estudos (Swift *et al.*, 1992; Elgersma e Schlepers, 1997; Schils *et al.*, 1998; Unkovich *et al.*, 1998) referem que o corte ou o pastoreio afeta a quantidade de

biomassa colhida bem como a proporção de gramíneas-trevo em pastagem e a fixação de N.

Segundo Corsi (1990), colheitas de forragens em estado fenológico mais avançado implicam a obtenção de um alimento com baixa proporção de hidratos de carbono solúveis e de menor digestibilidade, devido ao decréscimo da relação folha/caule, que parece ser o principal fator de perda de qualidade da forragem com a aproximação da maturação. Em relação à variação do valor nutritivo da forragem, intervalos de corte mais frequentes originam uma forragem com um teor de proteína bruta mais elevado do que os com intervalos menos frequentes (Drubi & Favoretto, 1987). Longos intervalos de crescimento resultam em maior deposição de fibra (celulose e lenhina), diminuição do valor nutritivo e menor capacidade de ingestão pelos ruminantes e herbívoros.

Intervalos de corte menos frequentes reduzem a produção de matéria seca, diminuem as reservas das espécies e afetam o potencial de rebentamento (Canto *et al*, 1984). Lopes (2013), recomenda para terrenos localizados a médias altitudes de regiões temperadas que, sejam fechadas 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 e que o intervalo de corte não seja superior a seis semanas. O mesmo observou Medeiros (2012), que de acordo com o acréscimo médio semanal da produção de matéria seca por hectare e dia para intervalo de crescimento (em semanas), não compensou manter a erva na pastagem mais duas semanas, exceto para o nível 2,5 kg N/ha/dia.

Resultados obtidos por Gomes (2010), Medeiros (2012) e Lopes (2013) mostram que, para terrenos localizados à mesma altitude o importante é fechar as parcelas para silagem logo no início da primavera para a obtenção de um primeiro corte de erva com a máxima qualidade. Este primeiro corte manterá uma qualidade da erva elevada até às seis semanas e aceitável até às oito semanas. Ao fechar as parcelas mais tarde, a erva colhida às oito semanas estará espigada e a qualidade diminui consideravelmente.

A escolha da data de corte deverá compreender uma fase em que as plantas não sejam demasiado jovens nem se encontrem em estados avançados de maturação. O ótimo será em 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 desceu

significativamente, permitindo assim a obtenção de uma forragem suficientemente rica e equilibrada e elevada produção de MS (Fernandes, 1999).

Em pastagens consociadas a data ideal para corte torna-se difícil de determinar visto que há um desequilíbrio entre o estado vegetativo das gramíneas e das leguminosas. Nas gramíneas o corte deve ser efetuado aquando do início do espigamento, enquanto nas leguminosas deve ser realizado quando acontece a formação do botão floral (Fernandes, 1999).

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

I.VIII- Recuperação e eficiência de utilização de azoto

O efeito da adubação azotada sobre o crescimento da cultura é predominantemente examinado através da sua eficiência de utilização (Costa, 2008; Lopes, 2013). Embora a eficiência nutricional tenha uma definição distinta entre diversos autores, de uma forma geral, expressa a relação entre a produção obtida e os nutrientes aplicados, o que significa que a eficiência nutricional é a quantidade de matéria seca ou grãos produzida por unidade de nutriente aplicado (Costa, 2008; Fageria, 1998). Segundo Lopes (2013), a taxa de recuperação de azoto é expressa em termos da recuperação aparente, calculada a partir do acréscimo total de azoto obtido na parte colhida da forragem e aplicada na forma de adubo, expressa em percentagem.

Baligar *et al.*, (2001) definiu as seguintes fórmulas para calcular a eficiência de azoto e a recuperação aparente de azoto:

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

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

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 controlo (sem adubação azotada).