

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Acompanhamento técnico-científico da variação do
valor nutritivo das pastagens na ilha Terceira –
Açores**

Relatório de estágio do Mestrado em Engenharia Zootécnica

Alícia Catarina da Costa Ferreira

Orientadores: Professor Doutor Luís Miguel Mendes Ferreira
Engenheiro Paulo Jorge Ferreira Carvalho



Vila Real, 2020

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**Acompanhamento técnico-científico da variação do valor nutritivo das
pastagens na ilha Terceira – Açores**

Relatório de estágio do Mestrado em Engenharia Zootécnica

Alicia Catarina da Costa Ferreira

Orientadores: Professor Doutor Luís Miguel Mendes Ferreira
Engenheiro Paulo Jorge Ferreira Carvalho

Composição do júri:

Vila Real, 2020

“As doutrinas expostas no presente trabalho são da exclusiva responsabilidade da autora.”

Este relatório de estágio foi elaborado com vista à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Zootécnica apresentado à Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

AGRADECIMENTOS

Em primeiro, de uma forma muito especial quero agradecer à minha família, pais e irmão, que com sacrifício e muita saudade me proporcionaram a realização deste curso. Pelo amor, apoio e incentivo que sempre demonstraram no decorrer destes últimos 5 anos.

Agradecer ao Professor Doutor Luís Ferreira por toda a transmissão de conhecimentos, ajuda, disponibilidade, ensinamento, críticas e sugestões. À Engenheira Elizabeth Gouveia e Engenheira Luísa Silva, obrigada pela amizade, confiança e carinho, pelo acompanhamento, conhecimentos partilhados e vontade de ajudar na realização deste trabalho.

Agradecer ao Engenheiro Paulo Carvalho e à Professora Doutora Maria José pelo acompanhamento, conselhos e pela disponibilidade em ajudar sempre que pedi.

Agradecer à UNICOL - Cooperativa Agrícola, CRL em nome do Doutor Soares, por me proporcionar a realização deste estágio. A todos os técnicos e funcionários desta empresa pela simpatia demonstrada. E a todos os agricultores associados a esta cooperativa pela atenção, boa vontade e disponibilidade na partilha de dados, que sem eles e as suas explorações este trabalho não teria sido possível.

Agradecer ao Jorge e à Tânia pela amizade, carinho, alegria, boa disposição, apoio, motivação e paciência ao longo de todos os meses de estágio. Obrigada por terem sido os meus pais Terceirenses.

Agradecer ao Engenheiro José Viana pela enorme simpatia, paciência, conhecimentos partilhados e tempo disponibilizado.

Aos meus amigos e colegas que acompanharam o meu percurso académico, obrigada por toda a amizade, companheirismo, apoio e motivação.

A todos aqueles que não mencionei e que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de pré-secagem (24 e 48 horas após o corte) na composição química (matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e teor em açúcares) das forragens produzidas em algumas explorações pecuárias da ilha Terceira (Açores). Para tal, foi realizado o acompanhamento do corte das forragens e da composição química até se proceder à sua conservação em silagem convencional ou em rolos plastificados. Na primeira parte do trabalho foi efetuada uma revisão bibliográfica sobre o sistema agropecuário dos Açores, com especial ênfase, sobre as pastagens açorianas, uma caracterização geral das espécies pratenses mais comuns nesta região e os principais processos de conservação das forragens com destaque para os efeitos da duração da pré-secagem no caso da ensilagem. Na segunda parte, é apresentado o trabalho prático desenvolvido na UNICOL, que envolveu 11 explorações pecuárias entre 18 de março e 31 de maio de 2019. Em geral, os resultados obtidos indicam que o tempo de pré-secagem apenas influenciou os teores em matéria seca (MS) e em açúcares. De facto, os teores médios em MS aumentaram de 19,0% (no momento de corte, D0), para 29,5% (24 h após corte, D1) e para 36,4% (48 h após o corte, D2). Estes resultados indicam que para as explorações da ilha Terceira incluídas neste estudo, o período de pré-secagem de 24 h não permitiu obter forragens com teores ideais de MS indicados para processos de ensilagem realizados em rolos plastificados. Para a generalidade das explorações, estes valores (35-40%) foram apenas conseguidos com um tempo de pré-secagem (48 h) mais longo. Relativamente aos açúcares, os teores médios aumentaram de 8,6°Bx (Brix) (D0), para 11,6°Bx (D1) e para 12,7°Bx (D2). Podemos concluir que a utilização de um tempo de pré-secagem até 48 h não afetou de forma significativa os parâmetros proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (NDF) e fibra em detergente ácido (ADF).

Palavras-chave: Açores, forragens, pré-secagem, composição química.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effect of pre-wilting time (24 and 48 hours after cutting) on chemical composition (dry matter, crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber and sugar content) of forages produced in some livestock farms of Terceira Island (Azores). For that, the forage chemical composition was monitored until forages were ensiled in conventional silos or in plastic bales. Firstly, a bibliographical review of the Azores agricultural system was performed, with special emphasis, on the Azorean pastures, a general characterization of the most common forage species in this region and the main conservation processes of forages, highlighting the effects of pre-wilting on silage. In the second part, the practical work carried out at UNICOL, which involved 11 livestock farms between march 18 and 31 may 2019, is presented. In general, the results obtained indicate that the pre-wilting time only influenced the dry matter (DM) and sugar contents. In fact, the average DM content increased from 19.0% (at the time of cutting, D0), to 29.5% (24 h after cutting, D1) and to 36.4% (48 h after cutting, D2). These results indicate that for the livestock farms of Terceira Island included in this study, the 24 hour pre-wilting period was not sufficient to achieve the optimal DM content indicated for ensiling processes performed on plastic bales. For the generality of farms, these values (35-40%) were only achieved with a longer pre-wilting time (48 h). Regarding sugars, the average contents increased from 8,6°Bx (Brix) (D0), to 11.6°Bx (D1) and to 12.7°Bx (D2). It is possible to conclude that the use of a pre-wilting time up to 48 h did not affect ($P>0.05$) the crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) parameters.

Keywords: Azores, forages, pre-wilting, chemical composition.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
ÍNDICE DE QUADROS	xv
LISTA DE ABREVIATURAS	xvi
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1. Caracterização do sistema agropecuário	3
1.1. Pastagens	4
1.2. Distribuição das pastagens por altitudes	8
2. Culturas pratenses e forrageiras	11
2.1. Gramíneas	11
2.2. Leguminosas	14
2.3. Consociações	16
3. Fertilização	17
3.1. Adubação azotada	17
3.2. Adubação fosfórica e potássica	18
4. Conservação	18
4.1. Momento do corte	19
4.2. Fenação	23
4.3. Ensilagem	23
4.3.1. Pré-secagem	25
III. TRABALHO EXPERIMENTAL	31
1. Material e métodos	31
1.1. Explorações	31

1.2. Análise da composição química das forragens	32
1.3. Análise estatística	33
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
1. Composição química das forragens analisadas durante o período experimental	35
V. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	41
VI. BIBLIOGRAFIA	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Carta hipsométrica da ilha Terceira (Fonte: PGRH-Açores, 2016).	9
Figura 2: Pastagens com gramíneas e leguminosas. (a) Azevém-perene consociado com trevo-branco; (b) Azevém-perene consociado com trevo-violeta e trevo-branco (Fonte: cedido por Eng.º José Viana).	16
Figura 3: Silagem em rolos com pré-secagem (Fonte própria e cedido por Eng.º José Viana).	24
Figura 4: Pré-secagem da erva (Fonte própria).....	26
Figura 5: Imagens representativas dos métodos de análise da composição química da forragem. (a) Espectrómetro NIR, (b) Composição química de uma forragem analisada; (c) Refratómetro. (Fonte própria).....	33

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Gramíneas mais comuns presentes na ilha Terceira.	11
Quadro 2: Evolução da composição química do <i>Lolium multiflorum</i> (Abreu <i>et al.</i> 2000 citado por Tavares, 2014).....	12
Quadro 3: Produção de matéria seca (MS), digestibilidade <i>in vitro</i> (DIV) e proteína bruta (PB) da <i>Dactylis sp</i> (adaptado de Lopes & Santos, 2002).....	13
Quadro 4: Composição da matéria seca da <i>Medicago sativa</i> (adaptado de McDonald <i>et al.</i> , 2010).....	15
Quadro 5: Composição e valor nutritivo do <i>Lolium perenne</i> colhido em três estados de maturidade (adaptado de McDonald <i>et al.</i> , 2010).....	20
Quadro 6: Composição nutritiva do <i>Lolium multiflorum</i> (McCormick <i>et al.</i> 2002 citado por Bernard, 2014).....	21
Quadro 7: Composição química e características da fermentação do <i>Lolium multiflorum</i> cortado na primavera e colhido em diferentes estados de maturidade, antes da ensilagem e após conservação (adaptado de Andrighetto <i>et al.</i> , 1997).....	22
Quadro 8: Composição típica de silagens bem preservadas feitas de <i>Lolium perenne</i> (adaptado de McDonald <i>et al.</i> , 2010).....	26
Quadro 9: Teores de MS, PB, NDF, ADF e pH de forragens pré-ensiladas e conservadas de <i>Lolium multiflorum</i> com diferentes tempos de pré-secagem e diferentes estados fenológicos (adaptado de Fluck <i>et al.</i> , 2018).....	27
Quadro 10: Classificação das forragens quanto à zona agro-climática, variedade e adubação.	32
Quadro 11: Variação da composição química das forragens em 11 explorações pecuárias da ilha Terceira no momento do corte (D0) e 24 h após o corte (D1).	36
Quadro 12: Variação da composição química das forragens em 7 explorações pecuárias da ilha Terceira 24 h após o corte (D1) e 48 h após o corte (D2).	39

LISTA DE ABREVIATURAS

ADL - Lenhina em detergente ácido

ADF - Fibra em detergente ácido

cm - Centímetros

DIV - Digestibilidade *in vitro*

FB - Fibra bruta

g - Gramas

h - Horas

ha – Hectares

HC - Hidratos de carbono

kg - Quilograma

km²- Quilómetro quadrado

m - Metros

MJ – Megajoule

mm - Milímetro

MO - Matéria orgânica

MS - Matéria seca

N - Azoto

NDF - Fibra em detergente neutro

Nt - Azoto total

PB - Proteína bruta

t - Tonelada

I. INTRODUÇÃO

O objetivo principal das pastagens nos sistemas de produção animal com ruminantes é o fornecimento de alimento, sendo estas o suporte da produção animal mais barata e de qualidade (Rodrigues, 2018). Os Açores em geral, e a ilha Terceira em particular, apresenta um clima temperado marítimo, caracterizado por precipitação abundante e temperaturas moderadas. O clima, associado à fertilidade dos solos, propicia a produção abundante de pastagem que é a base da alimentação das vacas leiteiras. Porém, a produção de pastagem não é constante ao longo do ano, podendo existir alturas em que a produção é baixa ou até mesmo nula e, por vezes, o valor nutritivo baixo (Moreira, 2002). Desta forma, é necessário a conservação de forragens para fazer face aos períodos de maior escassez alimentar (Rego, 2014).

Existem duas formas principais de se conservar forragem para ser usada no período de escassez: conservação por desidratação natural (fenação) e conservação por acidificação (ensilagem). A pré-secagem é uma técnica utilizada para aumentar o sucesso do processo de ensilagem através de uma desidratação parcial da forragem antes de ser ensilada (Mari, 2017). Nos últimos anos, a quantidade de silagem conservada em rolos plastificados com pré-secagem, geralmente pesando de 500 a 750 kg, aumentou significativamente (McDonald *et al.*, 2010). Os rolos ensilados têm uma densidade mais baixa e uma área de superfície maior do que a típica silagem obtida nos silos trincheira (Givens *et al.* 1993 citado por Andrighetto *et al.*, 1997).

Nos Açores, a produção de silagem com pré-secagem é muito comum e consiste no corte da erva que posteriormente é deixada no terreno a perder humidade por umas horas (variando em função das condições atmosféricas) para que, ao ensilar, apresente 30 a 40% de MS (Viana, 2012). Trata-se de um material que atinge teores de matéria seca (MS) variáveis dependendo do tipo de forragem, tempo de secagem e condições climáticas no momento do corte (Mari, 2017).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de pré-secagem (24 e 48 horas após o corte) na composição química (matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e teor em açúcares) das forragens produzidas em algumas explorações pecuárias da ilha Terceira (Açores). Este estudo foi desenvolvido na UNICOL – Cooperativa Agrícola, CRL com acompanhamento do setor de Nutrição Animal.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Caracterização do sistema agropecuário

O arquipélago dos Açores é um exemplo de uma região onde as pastagens são utilizadas tradicionalmente para a alimentação animal, sobretudo na produção leiteira (Borges, 2009). As pastagens permanentes nos Açores são o elemento definidor de um ecossistema único na Europa. Devido à sua localização no Atlântico Norte e à origem vulcânica dos solos, combinada com um clima oceânico temperado e elevada pluviosidade, as pastagens açorianas possuem produções mais elevadas que as pastagens continentais de sequeiro (Morais *et al.*, 2018). A criação de gado leiteiro nos Açores evoluiu ao longo do tempo sem a necessidade de alojamento dos animais (Souto *et al.*, 2011). No entanto, atualmente já se verifica alguma intensificação da produção. Todavia, devido às suas condições climáticas únicas, a maior parte da produção de leite nos Açores envolve algum nível de pastoreio (Morais *et al.*, 2018).

No que diz respeito ao manejo dos animais, desde muito jovens, os vitelos são deixados a pastar numa área delimitada, de modo a existir um controlo da quantidade diária de alimento ingerido individualmente. Posteriormente, as novilhas ficam em pastoreio livre, delimitado por uma cerca elétrica, de forma a controlar a quantidade de erva ingerida pelos animais. Geralmente, estes animais pastoreiam em zonas de média e alta altitude, por vezes com acessos difíceis e onde as condições atmosféricas são mais agrestes. As vacas adultas são exploradas em regime de pastoreio durante todo o ano, sendo a ordenha realizada diretamente na pastagem graças à utilização de máquinas de ordenha móveis. Contudo alguns agricultores já possuem sala de ordenha fixa. É durante a ordenha que é administrado o concentrado às vacas leiteiras (Almeida *et al.*, 2016). A produção média varia entre 15 e 25 litros de leite por dia, com um custo mais baixo que na restante Europa Comunitária (Amorim *et al.*, n.d.).

O sistema de produção de leite nos Açores tem como características específicas a ausência de uma estrutura coberta, de estruturas de armazenamento de forragens, maior parte das vezes a inexistência de sala de ordenha fixa e reduzido número de estruturas de recolha de dejetos. Outra das particularidades é a utilização de cercas elétricas para delimitar a área de pastoreio permitindo uma condução mais funcional dos animais na pastagem, as parcelas dos agricultores delimitadas tipicamente por muros de pedra basáltica que impedem o escoamento da água e funcionam como proteção contra os ventos. Também a conservação de forragem primavera em rolos acondicionados em plástico e as máquinas de ordenha móveis que podem ter desde 2 pontos de ordenha até 10-12 pontos de ordenha revelando-se ser uma grande vantagem para as explorações agrícolas que possuem terrenos com muitas parcelas, dispersas

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

por vários locais. A exploração de vacas leiteiras em pastoreio, segundo este sistema, conserva as características agroambientais e fornece aos consumidores produtos saudáveis e de alta qualidade organolética (Amorim *et al.*, n.d.).

Num clima favorável, caracterizado por uma boa pluviosidade, bem distribuída ao longo de todo o ano, a produção de pastagem nos Açores não é realizada em regime de regadio e as adubações são em quantidades reduzidas, já que os nutrientes provenientes das excreções dos animais contribuem para a fertilidade dos solos.

A agricultura, nomeadamente bovinicultura leiteira, tem sido o principal vetor do desenvolvimento socioeconómico dos Açores devido às características de facilidade de implantação e reprodução, ligadas a um pequeno investimento económico (Amorim *et al.*, n.d.). É de salientar que os Açores, com uma área de 2.332 km², representam 2,5% do território português, mas em termos produtivos contribuem com cerca de 30% da produção total de leite em Portugal (Amorim *et al.*, n.d.; Silva *et al.*, 2014; INE, 2015; Teixeira, 2015).

1.1. Pastagens

A produção agrícola nos Açores, nomeadamente na ilha Terceira, é claramente dominada pelo setor animal, destacando-se a relevância do setor leiteiro onde as vacas pastoreiam todo o ano, com poucas estruturas para estabulação e para armazenamento de alimentos, uma vez que a base da alimentação é a pastagem natural. De modo a assegurar uma correta gestão da pastagem natural o pastoreio é rotativo, prevenindo dessa forma um excesso de pisoteio que impede a destruição da camada vegetal (Amorim *et al.*, n.d.).

O animal em pastoreio encontra-se num ambiente dinâmico onde a quantidade e valor nutritivo da pastagem é determinante para os seus níveis produtivos (Tavares, 2014). As pastagens possuem um papel importante, não apenas como fonte de alimento para os animais, mas também no estabelecimento de rotações de culturas, protegem os solos contra a erosão ao manterem um coberto vegetal permanente, a forma de aproveitamento através do pastoreio direto permite a reciclagem de nutrientes, fazem o sequestro de carbono reduzindo a emissão de gases com efeito de estufa para a atmosfera, contribuindo para a qualidade do ar e desempenham um importante papel na manutenção da harmonia da paisagem (Freixial & Barros, 2012). O facto de as pastagens desempenharem um papel na recuperação da fertilidade das terras, com a conseqüente recuperação económica no que respeita à produção e aproveitamento agrícola desses solos, confere-lhes uma elevada importância (Monteiro *et al.*, 2014).

As culturas pratenses, prados ou pastagens, são culturas com uma ou mais espécies normalmente herbáceas, aproveitadas diretamente no próprio local em que crescem por herbívoros em pastoreio, nomeadamente ruminantes, constituindo, juntamente com as forragens, a base de alimentação destes animais (Tavares, 2014). A erva deve vir fundamentalmente da pastagem, porém como a quantidade e qualidade da pastagem não é constante ao longo do ano, existindo mesmo alturas em que não é possível obter produções equilibradas, torna-se necessário recorrer a forragens conservadas e alimentos concentrados como complemento alimentar ao pastoreio (Souto *et al.*, 2011; Tavares, 2014).

Denominam-se por pastagens permanentes, as pastagens que ocupam o terreno por longos períodos de tempo, ou seja, tantos anos quantos os que o potencial quantitativo, qualitativo e capacidade de persistência permitem. As pastagens permanentes não possuem desta forma uma duração fixa em termos de número de anos e como tal, não se encontram numa rotação de culturas. Quando o seu potencial e persistência se perdem, são geralmente melhoradas ou substituídas por outra pastagem semeada (Freixial & Barros, 2012).

As pastagens permanentes situam-se sobretudo na zona de média a alta altitude (100 até 750 m) e são pastagens cujo coberto vegetal se mantém inalterável. As pastagens temporárias estão limitadas a um anel em torno da ilha até à cota dos 100 m e estão normalmente incluídas em rotações agronomicamente coerentes com outras culturas, tendo por isso uma duração mais curta e variável, em função dos objetivos e critérios adotados para a rotação (Elias & Dias, 2003).

Acima dos 700-800 m de altitude, as culturas pratenses adquirem uma importância relativa nestas áreas de montanha, uma vez que as alternativas culturais para substituir as pastagens são bem reduzidas (Moreira, 2002). Nas pastagens de altitude predominam as gramíneas uma vez que as leguminosas necessitam de temperaturas mais elevadas e solos mais férteis (Monteiro *et al.* 2001 citado por Ribeiro & Monteiro, 2014).

Segundo Gomes (2010), 78 % da superfície total e 87 % da superfície agrícola útil dos Açores está coberta por pastagens permanentes e temporárias de média duração. As pastagens permanentes têm frequentemente mais de 20 anos e as pastagens temporárias são semeadas regularmente e mantidas durante vários anos, até que o agricultor as considere demasiado infestadas ou pouco produtivas e decida proceder à sua renovação. As pastagens semeadas normalmente estão incorporadas numa rotação com o milho (*Zea mays*) destinado a silagem, e raramente são ressemeadas imediatamente após a destruição da pastagem existente.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Relativamente ao regime hídrico, as pastagens podem ser classificadas em pastagens de sequeiro se beneficiam apenas para a sua produção da água que é proveniente da precipitação, limitando assim o potencial produtivo e as épocas de utilização. O regadio permite através do fornecimento de água, a constituição de pastagens de regadio que asseguram uma oferta alimentar quantitativamente superior e mais regular ao longo do ano, visto que são utilizadas espécies distintas das usadas nas pastagens de sequeiro (Freixial & Barros, 2012).

As pastagens apresentam maior duração de cultivo que as forragens, são constituídas por plantas de estrutura baixa, com porte prostrado, logo com menor desenvolvimento em altura e maior concentração de biomassa perto do solo, com resistência ao pastoreio e pisoteio dos animais (Tavares, 2014).

A utilização de pastagens na produção de herbívoros gera vantagens, destacando-se o baixo custo, dado que o aproveitamento é feito pelo próprio animal. Contudo, é necessário que o manejo da pastagem possibilite a manutenção do seu potencial produtivo, respeitando as exigências nutricionais dos animais (Hodgson 1990 citado por Olivo *et al.*, 2009). Isto porque a nutrição do animal em pastoreio é muito exigente, visto que a dieta é variável consoante a composição botânica das pastagens e porque há enorme variabilidade ao longo do tempo, pois espécies distintas podem crescer em diferentes épocas do ano, e até uma única espécie muda de composição e valor nutritivo à medida que cresce até à maturidade (McDonald *et al.*, 2010).

As pastagens, no início do desenvolvimento, apresentam máximo valor nutritivo e baixa taxa de crescimento. À medida que segue o desenvolvimento, perdem valor nutritivo devido ao aumento do teor em constituintes da parede celular e, conseqüente, redução de digestibilidade e palatabilidade, apresentando no entanto um aumento de produção de forragem. Dessa forma, o manejo da pastagem deve visar à manutenção de uma situação intermédia, otimizando o valor nutritivo e a produtividade da pastagem (Blaser 1982 citado por Olivo *et al.*, 2009). O manejo da pastagem, ao permitir um controlo sobre a quantidade e qualidade de erva disponível, torna-se muito importante para o valor nutritivo, que por sua vez é determinante na dieta animal (Tavares, 2014).

O crescimento das pastagens é fortemente condicionado pelas condições ambientais, em particular pela altitude, declive, solo, exposição, e variação climática interanual, mas também pelas condições do manejo (Monteiro *et al.*, 2014). As condições climáticas variam muito com a altitude bem como as características dos solos. Geralmente, os solos a maior cota são mais pesados, mais húmidos e de menor pH, devido ao arrastamento das bases (Viana, 2012). O tipo de solo pode influenciar a composição da pastagem, principalmente o seu conteúdo mineral. As

plantas geralmente reagem a uma deficiência mineral no solo, limitando o crescimento e/ou reduzindo a concentração desse elemento nos seus tecidos (McDonald *et al.*, 2010).

A disponibilidade de água é crucial para um bom desenvolvimento e crescimento das espécies pratenses, sendo a produção de pastagens superior em locais com maiores níveis de precipitação. O tipo de solo e as suas características, tais como a fertilidade, estrutura, textura e reação afetam também a produtividade das pastagens e forragens. Com a altitude decresce a fertilidade dos solos devido à baixa mineralização da matéria orgânica (MO) e solos muito pesados são desfavoráveis ao desenvolvimento de espécies pratenses e forrageiras de qualidade.

O manejo é de extrema importância e pode comprometer a produção pratense, os animais em pastoreio afetam as características do solo e o desenvolvimento das espécies pratenses, com o pisoteio acentuado. O pastoreio, que ocorre ao longo de todo o ano nas explorações da ilha Terceira (pastoreio contínuo), tem influência na estrutura do solo, o que irá influenciar o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, a absorção de água pelas plantas (Castro, 2017).

O pastoreio é muito importante na composição e na produtividade da pastagem e pode ter mais impacto numa espécie do que noutras. As espécies são mais sensíveis ao pastoreio em determinados momentos do seu ciclo, sendo os períodos mais críticos geralmente após a sementeira, após um período de dormência ou após a floração. De forma a manter as espécies mais desejáveis na pastagem, a regra é reduzir ou suspender a frequência de pastoreio nos períodos mais sensíveis para essas espécies e aumentar a pressão nos períodos em que as espécies menos desejáveis estão mais vulneráveis (Parsons *et al.*, 1988; Kemp & Dowling, 2000).

O pastoreio bem conduzido é uma maneira de produzir alimento para os animais de uma forma sustentável. Se as pastagens forem sobreutilizadas (sobrepastoreio), a produção animal diminuirá como consequência da redução de alimento disponível. No entanto, se forem subutilizadas (subpastoreio) a produção animal poderá também diminuir, mas neste caso como consequência da diminuição do valor nutritivo da pastagem disponível (Correia, 1986). Em períodos de elevada disponibilidade de pastagem, o pastoreio rotacional é eficaz na manutenção da quantidade e valor nutritivo da pastagem, porque permite retirar parcelas da rotação, possibilitando que os animais continuem a ter a máxima ingestão de matéria seca (MS) e os excessos sejam conservados em forma de silagem ou fenos (Smetham 1990 citado por Gomes, 2010).

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2. Distribuição das pastagens por altitudes

Existem quatro zonas agro-climáticas na ilha Terceira, a zona baixa ou costeira a altitudes de 0 a 250m, a zona média ou de pastagem permanente de 251 a 400m, a zona alta de pastagens frias de 401 a 600m e a zona marginal de pastagens para altitudes superiores a 600m (Viana, 2012).

O clima vai variando em função da altitude e à medida que a altitude aumenta verifica-se uma maior precipitação, menor temperatura média, maior velocidade do vento e menor fertilidade dos solos devido à baixa mineralização da matéria orgânica (MO). Consequentemente, o tipo de agricultura, o manejo das explorações e as espécies vegetais que constituem as pastagens diferem com a altitude, sendo que a maiores altitudes não é possível produzir determinadas culturas que necessitam de temperaturas mais elevadas para o seu desenvolvimento. No período estival, as pastagens de baixa altitude cessam o crescimento enquanto as pastagens em altitudes mais elevadas atingem a sua maior velocidade de crescimento na primavera/verão.

De uma forma geral, as explorações agropecuárias açorianas encontram-se distribuídas por mais do que uma zona agro-climática, oferecendo uma melhor disponibilidade alimentar ao longo do ano diminuindo as necessidades em forragens conservadas. Como as curvas de produção das pastagens são diferentes com a altitude, a disponibilidade de erva ao longo do ano aumenta consideravelmente para as explorações que possuem dispersão em altitude. No período outono/inverno os animais permanecem a cotas mais baixas, geralmente entre os 0-300m e normalmente em pastagens anuais, e quando se inicia a primavera começam a subir a “montanha” (acima dos 300m).

Na ilha Terceira, conforme mostra a Figura 1, a distribuição da superfície por altitude é variável. Observa-se que 72% da superfície insular tem cotas inferiores a 400m e 27% situa-se entre 400m e 800m de altitude, estando os restantes 1% acima deste valor (PGRH-Açores, 2016).

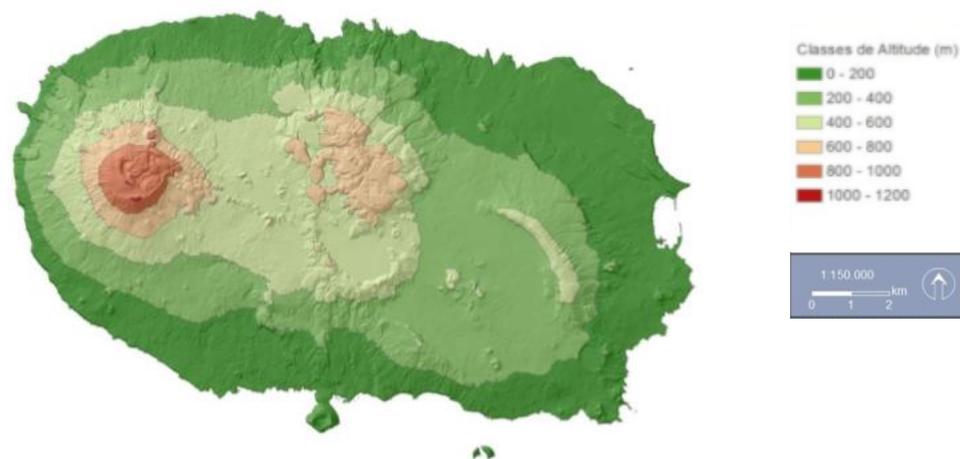


Figura 1: Carta hipsométrica da ilha Terceira (Fonte: PGRH-Açores, 2016).

Zona baixa ou zona costeira – 0 a 250m

A zona baixa situada entre os 0 e os 250m é a zona privilegiada para os agregados habitacionais e onde se pratica todo o tipo de agricultura (pastagens, forragens, fruticultura, viticultura, floricultura, horticultura ao ar livre e sob coberto, entre outras). Isto porque o clima é mais ameno, com um verão mais seco e invernos mais moderados, uma temperatura média anual de 17°C e uma pluviosidade média anual de cerca de 1000mm, relativamente bem distribuídos, exceto no verão (Viana, 2012).

Predominam as pastagens anuais estemes em azevém-anual (*Lolium multiflorum*) ou azevém-da-terra (*Lolium hybridum*) em rotação com a cultura do milho forrageiro (*Zea mays*). Nesta zona agro-climática, o crescimento das pastagens permanentes e temporárias cessa nos meses do verão, à exceção do milho e da luzerna (*Medicago sativa*) que são culturas forrageiras que continuam o seu ciclo produtivo, pois resistem melhor às temperaturas mais elevadas, uma vez que desenvolvem raízes aprumadas e de maior comprimento, capazes de obter água a uma maior profundidade. Tem-se verificado que cada vez mais os produtores consociam as gramíneas com mistura de trevos anuais o que é uma mais-valia porque as pastagens que, na sua composição florística, apresentam leguminosas mantêm-se em produção durante mais tempo, além de diminuir os encargos com fertilizantes azotados.

As características climáticas desta zona permitem produções na ordem dos 18 a 25t MS/ha para o milho forrageiro acrescidos de 6 a 8t MS/ha para a erva-castelhana (*Lolium multiflorum*) ou, em alternativa, uma produção de 16t de MS/ha para a pastagem permanente, normalmente consociada com duas gramíneas (azevém-aveia (*Bromus willdenowii*) e azevém-perene (*Lolium perene*)) e uma leguminosa (trevo-branco (*Trifolium repens*)) e mais raramente

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

trevo-violeta (*Trifolium pratense*)). Quanto à luzerna são observadas produções interessantes da ordem das 17t MS/ha (Viana, 2012).

Esta zona é a mais valorizada e procurada pelos produtores devido ao elevado potencial produtivo que permite altas produtividades por hectare (ha) e à possibilidade de diversificação.

Zona média ou de pastagem permanente – 251 a 400m

Esta zona agro-climática é caracterizada por, raramente os solos apresentarem déficit hídrico e por as temperaturas não serem limitantes ao crescimento das plantas permitindo que as pastagens temporárias e permanentes não parem o crescimento. As pastagens mantêm-se verdes todo o ano tendo dois picos de produção, um na primavera (principal) e outro no outono (bastante menor). É a zona de pastagem permanente por excelência com pastoreio ao longo de todo o ano.

É frequente encontrar nesta zona pastagens melhoradas com azevém-perene e trevo-branco com produções mais elevadas (12 a 14t MS/ha) quando comparadas com pastagens degradadas de erva-mole (*Holcus lanatus*) e trevo-branco (8 a 9t MS/ha). As pastagens são protegidas do vento por cortinas de abrigo, constituídas por criptomérias (*Cryptomeria japonica*) ou hortências (*Hydrangea macrophyllia*) (Viana, 2012).

A estas altitudes é frequentemente cultivado o milho forrageiro com bastante sucesso quando utilizadas variedades mais precoces para que a colheita se realize antes de ocorrerem situações climáticas adversas, nomeadamente chuva e ventos fortes que podem dificultar a maturação do grão e causar a acama das plantas (Castro, 2017).

Zona alta de pastagens frias – 401 a 600m

Na zona alta de pastagens frias, o crescimento inicia-se no início da primavera, atingindo um pico de crescimento em maio/junho e outro menor no início do outono. Normalmente, existe uma paragem do crescimento ou um crescimento diminuto nos meses de inverno.

A maioria das pastagens desta zona encontram-se degradadas sendo constituídas por gramíneas de baixo valor alimentar, como a erva-mole e feno-de-cheiro (*Anthoxanthum odoratum*) em consociação com o trevo-branco espontâneo apresentando produtividades de 7 a 8t de MS/ha, menos 40% quando comparadas com pastagens melhoradas de azevém-perene e trevo-branco. Desta forma, as pastagens poderiam ser melhoradas ou ressemeadas para aumentar as disponibilidades forrageiras das explorações (Viana, 2012).

Zona marginal – > 600m

Acima desta zona agro-climática, situa-se a zona marginal para pastagens tão bem caracterizada pelas baixas temperaturas, aliada ao excesso de água no solo e aos ventos fortes. Devido a estas condições adversas existem limitações para a produção de erva a altitudes superiores a 600m, verificando-se uma paragem de crescimento durante maior parte do ano. O período de crescimento da erva só se inicia em junho, que é quando a temperatura do solo se eleva, e termina muito cedo, em fins de setembro/início de outubro. As pastagens normalmente apresentam-se muito degradadas e, conseqüentemente, com baixo valor produtivo (Viana, 2012).

2. Culturas pratenses e forrageiras**2.1. Gramíneas**

As gramíneas que prevalecem na ilha Terceira encontram-se descritas no Quadro 1:

Quadro 1: Gramíneas mais comuns presentes na ilha Terceira.

Gramíneas		
Nome comum	Nome científico	Pastagens
Azevém-da-terra	<i>Lolium hybridum</i>	Melhoradas
Azevém-perene	<i>Lolium perene</i>	Melhoradas
Azevém-anual	<i>Lolium multiflorum</i>	Melhoradas
Panasco/azevém-bolota	<i>Dactylis glomerata</i>	Melhoradas
Festuca	<i>Festuca arundinaceae</i>	Melhoradas
Azevém-aveia	<i>Bromus willdenowii</i>	Melhoradas
Erva-branca/erva-mole	<i>Holcus lanatus</i>	Degradadas e de alta altitude
Feno-de-cheiro	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Degradadas e de alta altitude

O azevém-da-terra é a gramínea pratense com maior presença nas pastagens dos Açores. É originário da ilha de São Miguel mas rapidamente se tem disseminado por todas as ilhas, uma vez que está muito bem adaptado ao clima e é muito resistente às ferrugens (Viana, 2012). Está perfeitamente adaptado a climas húmidos, sendo que a partir dos 800m de altitude é dificilmente encontrado (Castro, 2017). A temperatura é um fator limitante tanto para o azevém-da-terra como para o azevém-perene ocorrendo nestas condições a paragem do crescimento e uma redução na produção (Viana, 2012; Castro, 2017).

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Relativamente ao azevém-perene, trata-se de uma gramínea vivaz que possui muita apetência por parte dos animais, uma elevada produtividade e digestibilidade, o que leva a ser considerada muitas das vezes como a rainha das gramíneas perenes pratenses (Viana, 2012). Planta de porte ereto, de fácil instalação, com crescimento inicial rápido e pode ser cultivada tanto para forragem como em pastagem permanente (Salgueiro 1982 citado por Tavares, 2014). Tanto a zona média como a zona alta de pastagens frias apresentam condições ótimas para o seu crescimento, desde que se assegure a escolha de variedades resistentes às ferrugens (*Puccinias*), com duração de 10 a 20 anos nas condições dos Açores (Viana, 2012).

Vulgarmente conhecido como erva-castelhana ou azevém-italiano, o azevém-anual ocupa os terrenos em baixa altitude até à sementeira do milho, obtendo-se produções na ordem das 6 a 8t MS/ha (Viana, 2012). Tem grande aptidão forrageira, excelente qualidade e é muito apetecível para os animais (Lopes *et al.*, 2006). Possui um elevado poder de recrescimento após o corte, particularmente no período da primavera, proporcionando produções de MS interessantes em sistemas de cortes frequentes (Quadro 2) (Goulart, 2013). Esta cultura, como qualquer gramínea, para manifestar o seu potencial produtivo, necessita de fertilização azotada que favorece o número de rebentos e o número de folhas (Hannaway *et al.*, 1999a; Lourenço *et al.*, 2010).

Quadro 2: Evolução da composição química do *Lolium multiflorum* (Abreu *et al.* 2000 citado por Tavares, 2014).

Estado fenológico	MS (%)	Composição química (% MS)				
		PB	FB	NDF	ADF	ADL
1º ciclo	12,2	19,3	24,5	47,3	29,1	3,2
2º ciclo	12,6	15,8	26,6	54,1	34,6	4,5
3º ciclo	20,7	8,0	34,5	67,3	42,2	5,6

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; FB, fibra bruta; NDF, fibra em detergente neutro; ADF, fibra em detergente ácido; ADL, lenhina em detergente ácido.

O panasco ou azevém-bolota é uma planta perene que se adapta a uma grande variedade de climas podendo ser encontrada tanto na zona baixa como na zona alta de pastagens frias. Na zona baixa, quando as outras gramíneas cessam o seu crescimento, o azevém-bolota continua o crescimento graças ao seu sistema radicular extenso muito desenvolvido nos 30 cm de solo superficiais. A estas cotas, produções de 16 a 18t de MS/ha/ano são alcançáveis, porém em

altitude essa produção fica pelas 10 a 12t. O espigamento desta gramínea é rápido pelo que o primeiro corte deve ser deixado para conservação (Viana, 2012). A partir do início do espigamento, existe um decréscimo acentuado na proteína bruta (PB) relacionado com a queda da percentagem de folhas, que reduz a digestibilidade acentuando-se com a idade da planta (Quadro 3) (Lopes & Santos, 2002).

Quadro 3: Produção de matéria seca (MS), digestibilidade *in vitro* (DIV) e proteína bruta (PB) da *Dactylis sp.*.

Estado	MS (kg/ha)	DIV (%)	PB (%)
Vegetativo	2016	76,4	23,2
Alongamento dos entre nós	2874	74,7	13,3
Espigamento	3911	71,2	11,0
Início da maturação da semente	5958	51,8	6,6

Fonte: Adaptado de Lopes & Santos (2002).

A festuca apresenta um longo período de crescimento e apresenta elevada dispersão em altitude (Khashij *et al.*, 2018). É resistente ao pastoreio e em zona alta de pastagens frias raramente pára o crescimento, apenas diminui a velocidade de crescimento sendo considerada a espécie com maior estabilidade na produção ao longo do ano (Viana, 2012). Apresenta um elevado potencial de rendimento de forragem e possui um sistema radicular extenso, profundo e fibroso (Hannaway *et al.*, 1999b).

O azevém-aveia é uma gramínea perene comum tanto em pastagens permanentes de baixa como de média altitude, geralmente consociada com outras gramíneas e com o trevo-branco (Viana, 2012). O elevado potencial do azevém-aveia para o aumento da produção de MS das pastagens levou à sua utilização, especialmente por produtores de leite (Crush *et al.*, 1989). O azevém-aveia e o azevém-bolota são as gramíneas presentes nas pastagens açorianas com maior resistência à seca (Viana, 2012).

Nos Açores, a erva-mole é a gramínea prevalecente das pastagens degradadas de média e alta altitude, todavia pode ser encontrada a baixa altitude e nas zonas marginais. Está particularmente bem adaptada a solos frios e húmidos de climas temperados (Márquez *et al.*, 2010), e consegue sobreviver a períodos moderados de seca, porém a seca severa pode reduzir acentuadamente o seu crescimento (Thompson & Turkington, 1988). A silagem proveniente de pastagens à base de erva-mole é de baixa qualidade e de baixa apetência (Viana, 2012).

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O feno-de-cheiro é uma gramínea perene, pouco produtiva, aparecendo em pastagens degradadas especialmente na zona alta de pastagens frias, normalmente presente com a erva-mole, muito frequente em pastagens na ilha de São Miguel e nas zonas mais altas da ilha Terceira. A sua presença indica geralmente baixa fertilidade, especialmente em fósforo e/ou pH ácido. Devido à dormência das suas sementes no solo, que podem germinar passados alguns anos, é difícil a sua total erradicação após tratamento químico (Viana, 2012).

2.2. Leguminosas

Na ilha Terceira, dentro das leguminosas destacam-se o trevo-branco (*Trifolium repens*), trevo-violeta (*Trifolium pratense*), trevo-amarelo (*Lotus pedunculatus*) e a luzerna (*Medicago sativa*). O trevo-branco é uma das leguminosas forrageiras mais importantes e amplamente distribuídas no mundo (Kicel & Wolbis, 2012). Nos Açores, é a leguminosa pratense perene mais comum e de maior expansão em pastagens semeadas e seminaturais da região temperada e está adaptada a uma grande diversidade de situações edafoclimáticas. Pode ser cultivada estreme mas geralmente é semeada em consociação com gramíneas, sendo frequente o seu aparecimento de forma espontânea (Gomes, 2010). É extremamente importante para a agricultura devido ao seu rápido crescimento e associação simbiótica com bactérias fixadoras de azoto (Burdon, 1983). *T. repens* é rico em proteína (22-28% PB) e minerais (Lim, 2014b) e o período de crescimento máximo dá-se no verão de junho a agosto (Burdon, 1983).

Existem três tipos de trevo-branco: tipo anão de folhas miúdas e o mais comum nas pastagens açorianas; tipo holandico de folhas médias com maior interesse para as pastagens dos Açores e o tipo ladino de folhas grandes, de grande produtividade mas menos adaptado ao pisoteio. Este último poderá ser utilizado para cortes mecânicos (Viana, 2012). Normalmente, o trevo-branco que surge nas pastagens açorianas não é semeado mas sim, de aparecimento espontâneo e do tipo anão (muito pouco produtivo).

O trevo-violeta é usado mundialmente como planta forrageira devido ao seu elevado vigor de crescimento, valor nutricional e bom rendimento (Van Minnebruggen *et al.*, 2012). É bem adaptado a uma ampla variedade de tipos e condições de solo (Lim, 2014a). Devido à fraca persistência desta planta (Herbert *et al.*, 2019), ela geralmente é mais escassa no segundo e no terceiro ano do que no primeiro, o que leva à redução do potencial de rendimento das espécies (Merker, 1984).

No passado, o trevo-amarelo era uma leguminosa comum na constituição das pastagens açorianas mas com o aparecimento de variedades de trevo-branco muito mais produtivas, caiu

em desuso. Embora possa ser encontrado em zonas de baixa altitude, prefere solos mais húmidos de maior altitude. Atualmente, o trevo amarelo não é utilizado em consociações, aparecendo apenas nas pastagens mais antigas (Viana, 2012).

A luzerna é uma planta ereta, vivaz e apelidada como a rainha das plantas forrageiras pois constitui forragens nutritivas de elevada palatibilidade para todo o tipo de animais e apresenta adaptabilidade a diferentes condições climáticas (Viana, 2012; Kebede *et al.*, 2018; Kapadia, 2019). Apresenta uma raiz aprumada que se desenvolve a grande profundidade (pode atingir um metro) e adapta-se bem aos verões quentes, e mesmo à seca através do seu profundo sistema radicular (Viana, 2012). É uma excelente planta forrageira que floresce durante grande parte do ano e pode ser encontrada em terras agrícolas e terrenos baldios, até 2000m de altitude. É uma cultura de regadio que pode ser mantida durante vários anos, voltando a crescer após o corte (González-Tejero *et al.*, 2018). O número de cortes varia em função do clima e pode oscilar entre os seis perto da costa marítima e os dois ou três em altitudes superiores a 700m (Dalmau, 1979).

Esta leguminosa perene é uma das culturas forrageiras mais importantes pois apresenta produção abundante, alta qualidade de forragem, plasticidade (Lorenzo *et al.*, 2019) e é uma rica fonte de proteína, fibra, minerais e vitaminas usada na dieta de ruminantes (Kebede *et al.*, 2018). Como se pode observar no Quadro 4, o teor de proteína é relativamente alto e diminui lentamente com a maturidade da planta (McDonald *et al.*, 2010).

Quadro 4: Composição da matéria seca da *Medicago sativa* (adaptado de McDonald *et al.*, 2010).

	Pré- abotoamento	Em abotoamento	Floração precoce
Fibra bruta (g/kg)	220	282	300
Cinzas (g/kg)	120	82	100
Proteína bruta (g/kg)	253	205	171
Digestibilidade da MO (g/kg)	670	620	540
Energia metabolizável (MJ/kg)	10,2	9,4	8,2

MO, matéria orgânica.

2.3. Consociações

A composição de uma boa pastagem deve rondar os 65-75% de gramíneas, 20-25% de leguminosas e 5-10% de outras (Figura 2) (Viana, 2012).



Figura 2: Pastagens com gramíneas e leguminosas. (a) Azevém-perene consociado com trevo-branco; (b) Azevém-perene consociado com trevo-violeta e trevo-branco (Fonte: cedido por Eng.º José Viana).

As duas principais razões para o declínio da utilização de leguminosas na Europa tem sido a elevada disponibilidade de azoto a preços compensadores e a constatação por parte dos agricultores que as pastagens respondem bem e de forma consistente às adubações azotadas. Porém, as pressões para reduzir a poluição ambiental e o consumo de combustíveis, aumentar a sustentabilidade das explorações e aumentar a biodiversidade, conduzem à necessidade urgente de se introduzirem mais leguminosas nas pastagens. A perspetiva de um aquecimento global também favorecerá as produções das leguminosas (que têm maiores exigências em calor) em relação às gramíneas, especialmente nas zonas de maior altitude ou latitude (Rochon *et al.*, 2004; Gomes, 2010).

Um dos aspetos mais importantes das pastagens ricas em leguminosas é a relação de simbiose com a bactéria do género *Rhizobium* que dá origem a nódulos nitrificantes nas raízes onde o azoto atmosférico é fixado. Posteriormente o azoto é utilizado pelas plantas, não só pelas leguminosas como também pelas gramíneas em consociação, o que permite dispensar, no todo ou em parte, os adubos azotados contribuindo para a redução de alimentos concentrados (Crespo, 2011; Monteiro *et al.*, 2014). Por outro lado, as consociações melhoram as performances dos animais pelo aumento do teor em proteína, fibra, sais minerais, digestibilidade porque é maior a relação folhas/caules, ingestão voluntária e palatabilidade. Possibilita ainda o aumento do período de pastoreio, resultando em melhor rendimento animal (Olivo *et al.*, 2009).

O uso de misturas ricas em leguminosas em pastagens e forragens beneficia de forma notável a fertilidade do solo (maior riqueza em nutrientes, melhor estrutura, maior capacidade de retenção de água, maior biodiversidade, etc.) com efeitos positivos sobre os rendimentos das culturas e, conseqüentemente, sobre o seu custo de produção (Crespo, 2011). Por último, a inclusão de leguminosas mantém o nível adequado de proteína na dieta animal, através do efeito direto da ingestão de leguminosas ou pelo efeito indireto do acréscimo de azoto à gramínea (Almeida *et al.*, 2003).

3. Fertilização

Tendo em conta que as plantas não crescem uniformemente durante todo o seu ciclo vegetativo, o conhecimento das épocas em que o crescimento é mais intenso tem grande interesse, uma vez que, quando a taxa de crescimento é maior, é também mais elevada a taxa de absorção de nutrientes. Este facto, como é lógico, será importante no planeamento da utilização dos fertilizantes. Alguns elementos minerais são necessários às plantas em quantidades mais elevadas e na maior parte dos solos, não se encontram em quantidades suficientes, tornando-se assim indispensável aplica-los sob a forma de adubos e corretivos. São os chamados macronutrientes principais, nomeadamente azoto, fósforo e potássio (Santos, 2002).

A adubação em pastagens tem efeito positivo na produção de forragem (Ávila *et al.*, 2019). No caso da cultura do azevém, o objetivo da fertilização mineral é o de assegurar nutrientes às plantas durante todo o ciclo produtivo, com fertilizações fosfóricas e/ou potássicas na instalação da cultura e adubação azotada após cada corte (Nogueira *et al.*, 1999).

3.1. Adubação azotada

De todos os nutrientes, o azoto (N) é o elemento que tem maior impacto no crescimento das plantas sendo na maioria dos casos determinante da produção (Diehl, 1989; Buxton & Fales, 1994), razão pela qual é considerado o primeiro entre os macronutrientes principais (Santos, 2002). É um nutriente essencial necessário em grandes quantidades pelas espécies de gramíneas (Cecagno *et al.*, 2017; Rechiñean *et al.*, 2018) e a sua aplicação sob a forma de fertilizantes azotados é normalmente a maneira mais fácil de garantir a produção máxima das pastagens (Vogeler & Cichota, 2015). É fundamental para o desenvolvimento inicial das plantas, favorecendo o rápido crescimento, o afilhamento, o encanamento e a maturação dos grãos.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A adubação excessiva de azoto pode influenciar a produção e a qualidade da forragem obtida e prejudicar o aproveitamento do último corte, pois como conduz a um crescimento elevado, aumenta a massa verde produzida e dificulta a secagem durante a fenação ou pré-fenação (Nogueira *et al.*, 1999). Para além disso pode provocar a acama das plantas resultando em problemas na colheita e em muito casos tende a retardar a maturação, fenómeno que se pode atribuir ao facto de as folhas se manterem verdes durante mais tempo e existir um menor teor em glúcidos livres (Santos, 2002).

No caso da cultura de luzerna consociada ou não com gramíneas e pastagens ricas em leguminosas, desde que disponham no solo de uma estirpe de *Rhizobium* eficiente, não necessitam da adição de adubos azotados dado que, o azoto fixado pelos rizóbios é geralmente, mais que suficiente para todas as plantas que constituem a pastagem (Correia, 1986; Viana, 2012). A adição destes adubos numa pastagem mista pode mesmo eliminar os trevos (Correia, 1986).

3.2. Adubação fosfórica e potássica

O fósforo é também macronutriente principal sobretudo porque na maioria dos solos e culturas, não se encontra disponível em quantidades suficientes, sendo necessário a sua aplicação sob a forma de fertilizantes (Santos, 2002). Este elemento é muito importante porque influencia o desenvolvimento das raízes, a floração, frutificação, formação de semente e a maturação. O fósforo acumula-se sobretudo nas sementes e nos órgãos jovens sendo fator de precocidade e de qualidade. Indiretamente é muito relevante para o crescimento e o estado de saúde dos animais (Éliard, 1979).

Relativamente ao potássio, é considerado um macronutriente principal porque é absorvido pelas plantas em elevadas quantidades e a sua aplicação sob a forma de fertilizantes é geralmente necessária (Santos, 2002). Uma conveniente nutrição potássica melhora a saúde da planta, tornando-a mais resistente ao frio, à acama, ao ataque de doenças e pragas, além de que desempenha o papel de economizador de água ao limitar a transpiração (Éliard, 1979; Santos, 2002).

4. Conservação

De acordo com Dalmau (1979), a produção de alimentos e forragens no campo é sazonal enquanto o consumo por parte dos animais é regular, o que levou à necessidade de conservar alimentos. As necessidades em alimentos conservados são tanto menores quanto melhor

distribuída for uma exploração pelas diferentes zonas agro-climáticas (Viana, 2012). Quando comparada com a utilização da erva em verde, a conservação significa obrigatoriamente perdas e custos acrescidos na obtenção de unidades forrageiras (Moreira, 2002). As forragens conservadas são utilizadas como opção para garantir a alimentação e a estabilidade da produção animal nos momentos de maior carência alimentar na pastagem (Fluck *et al.*, 2018). Existem dois processos de conservação da erva, a fenação que se trata de conservação por via seca e a ensilagem onde a conservação é feita por via húmida. A pré-secagem é uma técnica utilizada para aumentar o sucesso do processo de ensilagem através de uma desidratação parcial da forragem antes de ser ensilada (Mari, 2017). A adoção por parte dos agricultores por um dos processos de conservação depende das condições ambientais, da dimensão do efetivo pecuário, dos sistemas de agricultura, do grau de intensificação e da maquinaria disponível (Moreira, 2002).

Nos Açores, a maior produção de erva ocorre na primavera e é sobretudo nesta altura que os agricultores procuram conservar alimentos forrageiros para períodos de déficit alimentar dos animais (Rego, 2014). Na ilha Terceira, a principal forma de conservar os excedentes de erva é sob a forma de silagem em rolos plastificados com pré-secagem, surgindo por vezes também a silagem convencional. A ensilagem, tanto de erva como de milho, é o processo mais largamente utilizado na ilha porque é o que melhor preserva as qualidades nutritivas das forragens, se bem executado (Viana, 2012).

4.1. Momento do corte

Em geral, o agricultor faz a escolha do momento adequado para se realizarem os cortes da forragem para silagem tendo em conta dois fatores: a quantidade e valor nutritivo da erva que deseja obter e as necessidades dos animais em erva para pastoreio antes e após os cortes. Todavia, está dependente das condições climáticas e por diversas vezes têm que se adiar os cortes para silagem. De forma a obter um elevado valor nutritivo nas silagens, a forragem deve ser cortada no estado fenológico ótimo e de seguida deve-se ter em consideração todos os procedimentos para se evitarem perdas de MS e de energia durante o processo de ensilagem (Gomes, 2010). Segundo Kozloski *et al.* (2005), a maturidade é fator primário para o declínio do valor nutricional das plantas forrageiras. Ao longo do desenvolvimento das plantas, verifica-se que com o crescimento ocorre uma diminuição da densidade e da proporção de folhas e um aumento da proporção de caule, ou seja, ocorre um aumento dos teores de compostos estruturais que compõem a parede celular (celulose, hemicelulose e lenhina) e, paralelamente, uma

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

diminuição da concentração de conteúdos celulares, prejudicando o consumo e a digestibilidade (Quadro 5) (Júnior *et al.*, 2007).

Quadro 5: Composição e valor nutritivo do *Lolium perenne* colhido em três estados de maturidade (adaptado de McDonald *et al.*, 2010).

	<i>Lolium perenne</i>		
	24 maio	7 julho	4 agosto
Proporção de folhas	0,63	0,29	0,27
MS (g/kg)	165	338	300
Componentes da MS (g/kg MS)			
PB	143	69	48
Cinzas	88	68	74
ADF	227	316	347
Lenhina	16	41	49
Matéria orgânica			
Digestibilidade	0,80	0,68	0,59

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; ADF, fibra em detergente ácido.

O avançar do ciclo da planta resulta no aumento dos teores de MS na forragem (Beck *et al.*, 2009), o que é uma vantagem para o processo de perda de água visto que leva à diminuição do tempo de secagem, conforme o avanço da idade da planta. Todavia, o avanço no estado de desenvolvimento é prejudicial em termos de valor nutritivo da forragem pois passa a acumular componentes de menor digestibilidade, como NDF e ADF, em detrimento da proteína (Quadro 5 e 6) (Pereira & Reis, 2001). Também o teor em açúcares difere consoante o estado de maturação sendo que a sua concentração diminui com o avançar da maturidade, sendo mais difícil a conservação de forragens a partir de plantas mais maduras (Quadro 6) (Bernard, 2014). O teor em açúcares é mais baixo em leguminosas, tende a aumentar da manhã para a tarde, por efeito da radiação, e ao longo da primavera, e reduz-se por efeito da adubação azotada (O'Kiely & Muck 1998 citado por Moreira, 2002). No processo de ensilagem, o corte deve ser realizado ao final da tarde para maximizar o conteúdo de açúcares (Germinal, n.d.).

Quadro 6: Composição nutritiva do *Lolium multiflorum* (McCormick *et al.* 2002 citado por Bernard, 2014).

Estado de maturação	PB	Açúcares solúveis	ADF
		—— % de MS ——	
Estado vegetativo	18,8	15,4	27,6
Encanamento	18,7	26,6	33,1
Emborrachamento	13,1	26,5	35,6
Início da maturação do grão	11,9	24,3	35,4
Maturação avançada	8,6	11,6	39,2

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; ADF, fibra em detergente ácido.

Estudos elaborados por Andrighetto *et al.* (1997) avaliaram o efeito de dois diferentes estados de maturidade (estado vegetativo avançado e em plena floração) na composição química e no valor nutritivo na colheita do azevém-italiano (*Lolium multiflorum*) (Quadro 7). As forragens foram sujeitas a uma pré-secagem no campo antes de ensilar, e devido às diferenças de temperatura nas duas datas de colheita, a secagem no campo durou 2 dias no estado vegetativo e apenas 1 dia no estado de floração. Posteriormente, as forragens foram ensiladas em grandes fardos redondos envolvidos em filme plástico. O estudo demonstrou que o corte da forragem no estado vegetativo reduziu significativamente o rendimento de MS em comparação ao estado de floração (5,6 vs. 10,5t MS/ha). Todavia, a composição química da forragem cortada no estado vegetativo antes e após a ensilagem apresenta valores mais elevados de PB e de hidratos de carbono não estruturais e menor quantidade de parede celular (NDF) do que a forragem cortada no estado de floração. Na silagem cortada no estado de floração observou-se um pH mais alto e as características da fermentação confirmam a sua baixa qualidade, com teores mais elevados de ácido butírico, propiónico e menor concentração de ácido láctico (Quadro 7) (Andrighetto *et al.*, 1997).

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Quadro 7: Composição química e características da fermentação do *Lolium multiflorum* cortado na primavera e colhido em diferentes estados de maturidade, antes da ensilagem e após conservação (adaptado de Andrighetto *et al.*, 1997).

Maturidade	Forragem pré-ensilada		Forragem conservada	
	Vegetativo	Floração	Vegetativo	Floração
MS (%)	36,4	38,7	39,9	40,6
Composição química (% MS)				
PB	10,2	7,1	11,4	8,2
Cinzas	9,8	9,1	11,7	14,6
NDF	47,7	61,7	47,1	64,1
ADF	28,5	40,9	21,8	45,8
HC não estruturais	29,6	20,3	25,7	10,4
Características da fermentação				
pH			4,82	5,16
Ácido láctico (% MS)			6,6	2,9
Ácido acético (% MS)			1,0	1,5
Ácido propiónico (% MS)			0,1	0,9
Ácido butírico (% MS)			0,7	4,4
Etanol (% MS)			1,8	0,4

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; NDF, fibra em detergente neutro; ADF, fibra em detergente ácido; HC, hidratos de carbono.

Dadas as condições climáticas das zonas de média altitude dos Açores conservar na forma de silagem é a melhor opção, pois permite uma maior flexibilidade na escolha da data de corte e um produto geralmente de maior valor nutritivo do que o feno. Um dos problemas que surgem para se realizar silagens de erva no início da primavera é o excesso de pluviosidade que dificulta o corte da erva no estado fenológico adequado e prejudica a acumulação de açúcares. Embora nas zonas de baixa altitude muitas silagens de erva sejam efetuadas no início da primavera, nas zonas de média altitude as silagens continuam a ser feitas tardiamente e com a erva num estado fenológico avançado. Isto acontece porque os lavradores retiram tardiamente do pastoreio as parcelas destinadas a cortes para silagem e alongam para oito e por vezes até dez semanas os períodos de crescimento da erva para ensilar (Gomes, 2010).

Recomendações práticas indicam, para plantas forrageiras em condições ideais de adubação, que o corte do azevém seja feito quando as plantas alcançam 25-30 cm de altura. É

adequado que o corte da forragem seja feito entre 6 a 7-8 cm do solo, para que o rebrotamento e consequente produção de MS no corte seguinte não sejam prejudicadas (Janssen e Giardini 1995 citado por Pereira & Reis, 2001; Viana, 2012; Pereira, 2014). No caso do azevém, o período do corte para conservação situa-se entre o início do espigamento e o pleno espigamento, não devendo ultrapassar o início da floração. Para a produção de silagem, o corte deverá ser feito no início do espigamento, não devendo ultrapassar o espigamento médio. Para a produção de feno, o corte deve ocorrer entre o início e o fim do espigamento (Queirós, n.d.).

4.2. Fenação

A fenação é a técnica mais comum de conservar forragens em todo o mundo, apesar de nos Açores não ser tão habitual, por causa das condições climáticas, como a humidade, dado que leva a uma maior propensão para a formação de bolores patogénicos (Rego, 2014). O processo de fenação consiste em diminuir o teor inicial de humidade de 80-85% para valores próximos de 15-20%, de forma a cessar a atividade das enzimas vegetais e microbianas e garantir a conservação quando armazenado. Esta redução de humidade é conseguida através da exposição da forragem aos fatores climáticos, particularmente à radiação solar, temperatura e ao vento (Nogueira *et al.*, 1999). Porém, a perda de água no campo é também influenciada pelas características das forragens e pelas características da sua distribuição no campo. A fenação apresenta diversas vantagens tais como a facilidade de armazenamento, manuseamento, transporte e consequentemente de comercialização. A principal desvantagem associada a este processo é a elevada dependência das condições meteorológicas, que pode conduzir a perdas muito elevadas (Moreira, 2002).

4.3. Ensilagem

A silagem é um produto resultante do processo de ensilagem e este, é um método de conservação das forragens por via húmida em fermentação anaeróbia, que visa salvaguardar o valor alimentar da forragem no momento do corte. Um bom processo de ensilagem deve diminuir ao máximo as perdas de MS e de valor nutritivo, a fim de proporcionar uma silagem com boa apetência, e consequentemente, com uma boa ingestão voluntária (Viana, 2012). A ensilagem dita convencional supõe o corte das forragens em fase de desenvolvimento que varia conforme as culturas, e o seu recorte imediato. Em seguida é realizado o carregamento e transporte para os silos, deposição em camadas sucessivas e compactação/calçamento pelos

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

rodados do trator nos silos horizontais, e selagem do silo com filme de polietileno, recoberto com materiais que exercem pressão à superfície do plástico sem o danificar.

Na ilha Terceira o método de conservação de forragens mais comum é a ensilagem em rolos plastificados que assume um modo de proceder algo diferente (Figura 3). Consta de uma pré-secagem no campo após o corte até teores de MS variáveis e enfardagem em geral em rolos cilíndricos. Posteriormente, realiza-se o envolvimento em malha de fio ou rede, transporte para o local de armazenamento, que muitas vezes é numa estrema da parcela. Por fim, o enrolamento com filme plástico é feito logo ou poucas horas após a enfardagem, para que a condição interna do rolo seja de anaerobiose e, portanto, haja uma fermentação similar à encontrada nos silos convencionais (Fernandes 2000 citado por Moreira, 2002). De acordo com Horst *et al.* (2017), a desidratação torna-se importante para forragens cujo teor em MS se encontre abaixo de 28% no momento do corte.



Figura 3: Silagem em rolos com pré-secagem (Fonte própria e cedido por Eng.º José Viana).

A ensilagem realizada em rolos plastificados apresenta diversas vantagens, principalmente no que diz respeito à facilidade de transporte e comercialização (Demarchi, 2002), isto porque possibilita o transporte de pequenas quantidades de forragem conservada sem abertura de silos e não requer investimento em estruturas de conservação (silos) (Pereira & Reis, 2001).

Ambos os procedimentos destinam-se a criar condições de anaerobiose, pela diminuição do volume do ar na massa armazenada através do recorte e compactação, e pelo fecho hermético através do filme plástico, sendo o oxigénio residual consumido na respiração da forragem ensilada (Moreira, 2002). O objetivo é o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico a partir de substratos como açúcares solúveis, ácidos orgânicos e compostos azotados

solúveis. Durante este processo ocorre uma diminuição do pH da massa ensilada, um aumento de temperatura e de azoto amoniacal e os microrganismos que provocam a deterioração do valor nutricional da silagem são inibidos, criando-se assim condições para se conservar o alimento por um período relativamente longo. A silagem permanece preservada, enquanto não existir entrada de ar e para minimizar a infiltração de ar contribui a adequada compactação das culturas e a selagem correta do silo (Rego, 2014).

De maneira geral, para fazer silagem o objetivo deve ser cortar a forragem com 16-20% de MS. A pré-secagem deve conduzir a forragem a teores de MS da ordem de 30-35% no caso de conservação em silos horizontais e a valores de 35-40% nas ensilagens em rolos plastificados (Moreira, 2002). Retardar o corte para ensilagem, como tantas vezes se verifica, aumenta o rendimento, porém observa-se uma diminuição significativa do valor nutritivo da forragem (Fluck *et al.*, 2018). O processo de ensilagem tem como principal vantagem ser menos dependente das condições meteorológicas, facilitando dessa forma o corte da forragem no estado vegetativo ótimo para assegurar o melhor valor nutritivo (Moreira, 2002).

4.3.1. Pré-secagem

É comum recorrer a uma técnica de pré-secagem da forragem em que, após o seu corte, a forragem fica estendida no solo por um período variável (Figura 4), dependendo do teor de água da forragem, do teor de MS que se pretenda e das condições climáticas, especialmente temperatura e vento, no momento do corte (Nogueira *et al.*, 1999; Uslu *et al.*, 2017). Também a radiação solar e a humidade do ar são fatores que exercem influência na perda de água da forragem desidratada no campo (Pereira & Reis 2001; Demarchi & Bernardes, 2002). Normalmente, as plantas forrageiras quando cortadas apresentam teores de humidade que variam entre 80 a 85% (Pereira & Reis, 2001).

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA



Figura 4: Pré-secagem da erva (Fonte própria).

A pré-secagem tem como finalidade diminuir a concentração de água da forragem a ensilar para se obter uma melhor fermentação, aumentando assim, o teor de MS da forragem antes de ensilar. Este procedimento reduz a extensão dos processos fermentativos, consoante o aumento da MS, refletindo-se nos valores de pH e nos hidratos de carbono solúveis que serão mais elevados e nos níveis mais baixos de ácidos de fermentação como se pode observar no Quadro 8 (McDonald *et al.*, 2010).

Quadro 8: Composição típica de silagens bem preservadas feitas de *Lolium perenne* (adaptado de McDonald *et al.*, 2010).

	Silagem de erva	
	Sem pré-secagem	Com pré-secagem
MS (g/kg)	186	316
pH	3,9	4,2
Total N /g/kg MS)	23,0	22,8
Azoto proteico (g/kg Nt)	235	289
N-Amónia (g/kg Nt)	78	79
Hidratos de carbono solúveis (g/kg MS)	10	47
Ácido acético (g/kg MS)	36	24
Ácido butírico (g/kg MS)	1,4	0,6
Ácido láctico (g/kg MS)	102	59
Etanol (g/kg MS)	12	6,4

MS, matéria seca; N, azoto; Nt, azoto total.

Estudos realizados por Fluck *et al.* (2018) avaliaram o efeito do tempo de pré-secagem (0, 4 e 7 horas de pré-secagem) e do estado fenológico (vegetativo, pré-floração e floração) da planta na composição química e qualidade da silagem de azevém-anual (*Lolium multiflorum*). De referir que os autores para a forragem em pré-floração apenas utilizaram 2 tempos de pré-secagem (0 e 4 horas), enquanto para a forragem em floração, dado o seu baixo teor em humidade, não houve pré-secagem, sendo a forragem ensilada logo após o corte. Os resultados indicaram que, para as forragens antes de serem ensiladas, os tempos de pré-secagem mais longos resultaram num aumento dos teores de MS. Adicionalmente, os autores observaram uma diminuição dos teores em proteína à medida que a forragem avançava no seu estado fenológico e com tempos de pré-secagem mais longos. Pelo contrário, os valores mais elevados de NDF e ADF foram observados na forragem num estado fenológico mais avançado (floração) independentemente do tempo de pré-secagem utilizado. No que diz respeito às silagens de azevém obtidas os autores observaram diferenças significativas nos teores de MS entre os distintos tempos de pré-secagem e estados fenológicos. O processo de pré-secagem influenciou a concentração de PB, observando-se uma tendência para a sua diminuição com o aumento do tempo de pré-secagem da forragem. Da mesma forma, o estado fenológico da forragem influenciou o teor de PB da forragem ensilada, uma vez que a concentração diminuiu quase 64% entre o estado vegetativo e a floração. Por último, e tal como seria de esperar, o pH da silagem aumentou com o tempo de pré-secagem para a forragem no estado vegetativo (Quadro 9).

Quadro 9: Teores de MS, PB, NDF, ADF e pH de forragens pré-ensiladas e conservadas de *Lolium multiflorum* com diferentes tempos de pré-secagem e diferentes estados fenológicos (adaptado de Fluck *et al.*, 2018).

	Estado vegetativo			Pré-floração		Floração
	0 h	4 h	7 h	0 h	4 h	0 h
Forragem pré-ensilada						
MS (%)	14,38	25,29	32,12	51,09	48,58	48,82
PB (% MS)	19,63	16,64	15,23	12,20	11,08	7,67
NDF (% MS)	36,98	37,87	38,72	40,15	42,58	53,52
ADF (% MS)	22,21	22,22	23,66	23,82	24,84	34,98
Forragem conservada						
MS (%)	13,87	25,14	29,32	23,31	29,29	44,59

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PB (% MS)	18,23	16,48	16,79	11,32	11,17	6,59
NDF (% MS)	36,73	36,92	38,19	39,82	41,74	52,94
ADF (% MS)	21,85	22,24	23,36	23,86	24,91	34,93
pH	3,78	4,20	4,33	3,67	3,76	3,71

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; NDF, fibra em detergente neutro; ADF, fibra em detergente ácido.

A eficiência e a rapidez do processo de secagem das forragens podem variar de acordo com as características estruturais da espécie forrageira, especialmente espessura do caule e relação folhas/caules (Neres *et al.*, 2011). É de frisar que as folhas das gramíneas perdem água 15 vezes mais rápido que os caules, devido a terem uma estrutura mais fina que desidrata mais rapidamente do que os caules (Pereira & Reis, 2001). Verifica-se assim uma dinâmica de secagem diferente entre as várias partes da planta e ao esperar que os caules atinjam o mesmo grau de secagem corre-se o risco de uma excessiva desidratação das folhas e maiores perdas mecânicas. Este facto tem especial importância no caso das leguminosas, mais do que nas gramíneas (Nogueira *et al.*, 1999).

De acordo com Rego (2014), a duração ótima da pré-secagem é de 24 horas para alcançar um teor de MS na ordem dos 30%. A forragem ao perder humidade fica com uma maior concentração de constituintes solúveis e aumenta por isso a pressão osmótica que é desfavorável ao desenvolvimento de todos os microrganismos, mas em especial, aos clostrídeos (Viana, 2012).

A secagem prévia da forragem a valores superiores a 35% de MS reduz a atividade das bactérias butíricas (Jarrige, 1988), observando-se também menores concentrações em ácido láctico (Nogueira *et al.*, 1999). No entanto, numa forragem ensilada com teores em MS elevados a eficiência de algumas das operações (por exemplo a compactação da forragem no silo) é menor tornando difícil a sua conservação pelo processo de ensilagem. Por outro lado, o excesso de humidade reduz a qualidade da conservação, resultando muitas vezes em silagens com reduzida palatabilidade e digestibilidade dos nutrientes com maior suscetibilidade de surgir fermentações indesejáveis, refletindo-se acentuadamente nas perdas (Amaral & Bernardes, 2010; Castro *et al.*, 2014). Assim, Nogueira *et al.* (1999) recomendam teores máximos de 35-45% de MS para as forragens a serem ensiladas.

Quando a forragem é sujeita a um processo de pré-secagem são de esperar três tipos de perdas: mecânicas resultantes do manuseamento da erva, bioquímicas devido à respiração e atuação das enzimas da planta enquanto a forragem estiver no campo e por lixiviação que

acontece quando ocorre precipitação durante o período de secagem, conduzindo à perda de nutrientes da planta. Segundo Nogueira *et al.* (1999), as perdas mecânicas, bioquímicas e por lixiviação são da ordem dos 1,5% da MS por cada dia de permanência da forragem no campo. De acordo com McDonald *et al.* (2010), em culturas cortadas e ensiladas no mesmo dia as perdas de nutrientes são insignificantes e, mesmo durante um período de 24 horas podem ser esperadas perdas de MS de não mais que 1-2%. Períodos de pré-secagem por mais de 48 h pode levar a perdas consideráveis de nutrientes, dependendo, porém, das condições climáticas.

Uma pré-secagem apresenta menores perdas se for rápida, visto que uma pré-secagem prolongada com más condições climáticas, elevada humidade ou mesmo precipitação, favorece a proteólise enzimática e conduz a elevadas perdas de campo. Desta forma, a pré-secagem bem conduzida reduz as perdas de efluentes, diminui os riscos de fermentação butírica, reduz o transporte de água para o silo, melhora o valor alimentar da silagem, tem vantagens ambientais e evita o uso de aditivos. Segundo Henderson (1993), a pré-secagem é mesmo considerada como uma alternativa ao uso de aditivos. Como pontos negativos destaca-se os riscos de perdas no campo e o aumento das perdas aeróbicas por contacto e infiltração de ar (Moreira, 2002).

III. TRABALHO EXPERIMENTAL

O presente trabalho teve início no dia 18 de março de 2019 e prolongou-se até ao dia 31 de maio de 2019, tendo sido apoiada e acompanhada pelo setor de Nutrição Animal da UNICOL – Cooperativa Agrícola, CRL. A UNICOL apresenta-se como uma União das Cooperativas de Laticínios Terceirense que intervém em áreas tão distintas como a recolha e o tratamento do leite, o fabrico de rações, a comercialização de fatores de produção, a venda e distribuição de gasóleo agrícola, a comercialização de carne bovina, a assistência veterinária, a inseminação artificial, a transferência de embriões, a podologia bovina, o aconselhamento agrícola onde se destaca o setor de nutrição animal, entre outros. A sede está situada na Vinha Brava, freguesia da Conceição, concelho de Angra do Heroísmo, e as instalações estão distribuídas pelas áreas geográficas de maior influência como Angra do Heroísmo, Praia da Vitória e Santa Cruz da Graciosa. Fazem parte desta união 23 cooperativas, 22 da ilha Terceira e uma da ilha da Graciosa.

1. Material e métodos

1.1. Explorações

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do tempo de pré-secagem (24 e 48 horas após o corte, D1 e D2, respetivamente) na composição química (MS, PB, NDF, ADF e teor em açúcares) de forragens produzidas em 11 explorações pecuárias da ilha Terceira (Açores). Para tal, foi realizado o acompanhamento do corte das forragens e avaliação da composição química até se proceder à sua conservação em silagem convencional ou em rolos plastificados. De referir que o momento de corte (D0) não foi realizado no mesmo dia nas diferentes explorações. Este momento de corte variou entre 25 de março e 20 de maio de 2019.

As 11 explorações encontram-se associadas à UNICOL e estão localizadas em diferentes freguesias do concelho da Praia da Vitória e de Angra do Heroísmo, tendo sido seleccionadas de forma aleatória. As amostras de forragens foram recolhidas de forma aleatória, de modo a que a sua recolha coincidissem com o período deste estudo.

As forragens recolhidas estavam distribuídas por diferentes zonas agro-climáticas, sendo que a maior parte se encontrava na zona baixa ou zona costeira (0 a 250m), seguida pela zona média ou de pastagem permanente (251 a 400m) e por último pela zona alta de pastagens frias (401 a 600m). As misturas comerciais (azevéns e trevos) foram muito utilizadas pelos agricultores tendo surgido também misturas de festuca (*Festuca arundinacea*), panasco (*Dactylis glomerata*) e luzerna (*Medicago sativa*). No caso das forragens em cultura estreme a

III. TRABALHO EXPERIMENTAL

maioria utilizou o típico azevém-da-terra (*Lolium hybridum*), seguido pelo azevém-anual (*Lolium multiflorum*). Foram recolhidas, em menor quantidade, amostras de azevém-aveia (*Bromus willdenowii*) e azevém-bianual. A maioria dos agricultores utilizou na fertilização das forragens adubos compostos ternários (NPK), seguido por adubos azotados (N) e fosfatados (P). Mais raramente, utilizaram os adubos binários e houve um agricultor que no 1º corte não utilizou qualquer tipo de adubo (Quadro 10). A maioria dos agricultores conservou as forragens em forma de silagem em rolos plastificados (apenas um agricultor conservou as forragens em forma de silagem convencional – exploração MTC).

Quadro 10: Classificação das forragens quanto à zona agro-climática, variedade e adubação.

Exploração	Amostras analisadas	Zona agro-climática	Variedade	Adubo
ALA	2	Alta	Azevém-da-terra	Binário (1) Fosfatado (1)
DN	3	Média	Azevém-da-terra	Azotado
FA	3	Baixa	Azevém-anual	Ternário
FM	2	Média	Mistura de azevém-aveia e trevos	Ternário
HIL	2	Média	Mistura de azevém-perene, azevém-da-terra e trevo branco	Ternário
JA	6	Média	Mistura de festuca, panasco e luzerna (4); Mistura de aveia, azevéns e trevos anuais (1); Mistura de azevém-perene, azevém-da-terra e trevo branco (1)	Sem adubo (2) Fosfatado (3) Azotado (1)
LAU	2	Alta	Azevém-da-terra	Ternário (1) Ternário + azotado (1)
LEM	9	Baixa	Azevém-anual (8); Azevém-da-terra (1)	Ternário (4) Azotado (5)
MM	5	Baixa	Mistura de azevém bianual com trevos (3); Azevém-aveia (2)	Fosfatado
MTC	4	Baixa	Azevém-da-terra	Ternário
TEL	2	Média	Azevém bianual (1); Mistura de azevéns e trevos (1)	Ternário

1.2. Análise da composição química das forragens

As amostras analisadas neste estudo foram recolhidas nas diferentes explorações no momento de corte (D0), com 24 (D1) e 48 h (D2) de pré-secagem da forragem. De referir que apenas 7 explorações prolongaram o tempo de pré-secagem das forragens até às 48 h. A composição química (MS, PB, NDF, ADF e cinzas) das amostras das forragens recolhidas neste estudo foi avaliada recorrendo a um espectrómetro NIR (AgriNIR, Analyzer W). O teor em açúcares foi avaliado com recurso a um refratómetro (os resultados apresentados estão

expressos em Brix - °Bx). Para tal, as amostras recolhidas foram espremidas de modo a se obter o seu suco, sendo este posteriormente colocado no refratómetro (Figura 5).

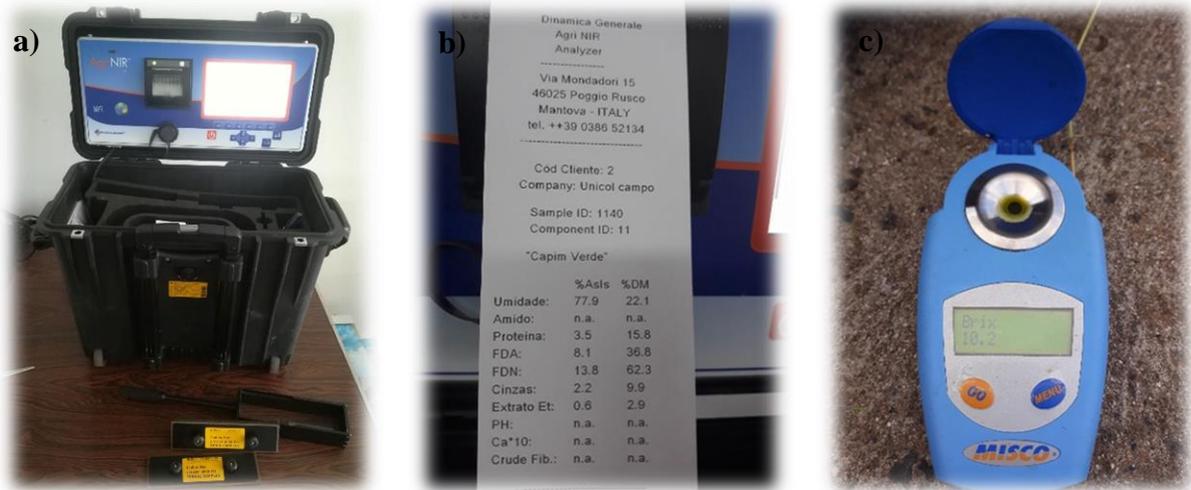


Figura 5: Imagens representativas dos métodos de análise da composição química da forragem. (a) Espectrómetro NIR, (b) Composição química de uma forragem analisada; (c) Refratómetro. (Fonte própria).

1.3. Análise estatística

As análises estatísticas foram efetuadas com recurso ao programa estatístico JMP 9.0 (2018). O efeito do tempo de pré-secagem (24 e 48 horas após o corte) na concentração de MS, PB, ADF, NDF, cinzas e açúcares foi avaliado através da análise de variância (ANOVA). A comparação de médias foi efetuada utilizando o teste de Tukey para um nível de significância de 5%.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Composição química das forragens analisadas durante o período experimental

No Quadro 11 é apresentada a composição química das forragens das diferentes explorações pecuárias no momento do corte (D0) e 24 h após o corte (D1). Em geral, e tal como era esperado, o teor em MS das forragens foi superior 24 h após o corte (D1=29,5 vs. D0=19,0; $P<0,001$), variando entre 14,7 (exploração DN no dia D0) e 47,6% (exploração FA no dia D1). O teor em MS variou significativamente entre explorações ($P<0,001$), variando entre 16,0 (exploração DN) e 32,8% (exploração FA). Este facto poderá ficar a dever-se ao estado fenológico em que se encontrava a forragem no momento do corte nas distintas explorações, uma vez que existiram explorações a cortar precocemente, e outras em que as forragens se encontravam num estado fenológico mais avançado. Para além disso, as distintas condições climáticas no D0 e D1 nas diferentes explorações poderão também explicar estas diferenças. Nogueira *et al.* (1999) sugerem que as condições do campo e do clima e, essencialmente o estado de maturação da planta são responsáveis pelas variações no teor em MS das forragens no momento do seu corte, visto que à medida que as plantas avançam no seu estado fenológico o teor de MS aumenta (Andrighetto *et al.*, 1997; Beck *et al.*, 2009; McDonald *et al.*, 2010). A exploração DN apresentou o valor de MS mais baixo, facto que se poderá dever à utilização de adubos azotados durante o crescimento da forragem. De facto, Correia (1986) e O'Kiely & Muck (1998) citado por Moreira (2002) relataram que o teor em MS é mais baixo em forragens intensamente fertilizadas com azoto. De referir que na exploração FM, contrariamente às restantes explorações, observou-se uma diminuição do teor em MS do momento de corte para o tempo D1. Este facto poderá dever-se às condições climáticas ou erro de amostragem nesta exploração. Como resultado deste diferente comportamento entre explorações observou-se uma interação significativa ($P=0,0021$) entre os efeitos tempo de pré-secagem e exploração.

Um aspeto que gostaríamos de salientar é que o teor em MS médio das diferentes explorações no tempo D1 (29,5% de MS) está abaixo do valor indicado por Moreira (2002) como ideal para ensilar forragens. De facto, este autor sugere valores de 30-35% e 35-40% de MS para forragens a serem ensiladas em silos horizontais e rolos plastificados, respetivamente. De acordo com estes valores de referência, das explorações que faziam parte deste estudo, e que ensilam a forragem em rolos plastificados, apenas a MM e TEL apresentavam valores ideais de MS da forragem para ser ensilada. De referir que na exploração FA o teor em MS (47,6%) da forragem com 24 h de pré-secagem já ultrapassava o valor ideal para a ensilagem da forragem.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quadro 11: Variação da composição química das forragens em 11 explorações pecuárias da ilha Terceira no momento do corte (D0) e 24 h após o corte (D1).

Exploração	Dia	MS (%)	PB (%)	NDF (%)	ADF (%)	Cinzas (%)	Açúcares (°Bx) *
ALA	D0	18,8	13,6	57,8	33,2	9,5	7,6
	D1	25,5	15,9	59,3	33,0	9,3	9,3
DN	D0	14,7	17,1	56,7	35,2	11,8	7,3
	D1	17,2	17,1	55,5	31,6	10,4	8,6
FA	D0	17,9	16,9	54,8	32,2	10,4	7,2
	D1	47,6	15,6	60,1	33,5	9,9	17,7
FM	D0	20,4	14,7	57,9	34,2	9,7	8,2
	D1	19,7	17,4	56,4	31,3	9,9	11,1
HIL	D0	17,1	14,0	55,7	32,0	9,2	7,5
	D1	21,4	14,4	60,1	33,0	10,0	7,6
JA	D0	22,4	15,7	60,7	36,6	9,9	12,2
	D1	31,5	17,7	64,0	38,5	10,4	10,5
LAU	D0	25,4	15,9	58,0	32,7	9,3	9,0
	D1	33,9	16,2	57,8	30,6	8,8	13,8
LEM	D0	17,4	16,4	55,7	33,9	10,8	9,1
	D1	31,2	17,1	57,5	32,0	10,1	16,7
MM	D0	19,5	16,7	57,4	33,6	9,6	7,9
	D1	39,6	16,2	59,5	33,0	9,6	10,8
MTC	D0	16,7	14,8	58,1	34,5	9,6	8,2
	D1	22,5	16,7	53,6	29,4	9,3	12,1
TEL	D0	19,0	15,0	56,8	33,5	10,6	10,4
	D1	34,6	16,4	58,5	33,9	11,0	9,7
Efeitos (P)	E	<0,001	0,4705	0,1550	0,0248	<0,001	0,0025
	T	<0,001	0,0900	0,3425	0,2103	0,3664	<0,001
	E × T	0,0021	0,8110	0,7940	0,5688	0,2285	0,0016

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; NDF, fibra em detergente neutro; ADF, fibra em detergente ácido; E, efeito exploração; T, efeito tempo; *Brix.

Em relação ao teor em PB, observou-se uma tendência (D1=16,4 vs. D0=15,5; P=0,090), para um aumento do seu teor com o processo de pré-secagem, variando entre 13,6 (exploração ALA no dia D0) e 17,7% (exploração JA no dia D1). Os valores de PB observados na exploração JA poderão ficar a dever-se à diferente composição botânica com maior participação de leguminosas na forragem desta exploração. Não houve efeito significativo da exploração no teor em PB (P=0,4705), e os valores variaram entre 14,2 (exploração HIL) e 17,1% (na exploração DN). Os valores mais baixos de PB observados na exploração HIL poderão ter ficado a dever-se ao corte mais tardio da forragem. Da mesma forma, Andrighetto *et al.* (1997), McDonald *et al.* (2010) e Fluck *et al.* (2018), relatam que quanto mais avançado o estado fenológico da forragem no momento de corte, menor é o seu teor em proteína. As adubações azotadas realizadas na exploração DN poderão também explicar os valores mais

elevados em PB observados nesta exploração. Também Lv *et al.* (2017) e Ávila *et al.* (2019) referem que uma das vantagens da aplicação de adubos azotados é o aumento dos teores de proteína da forragem como resultado do aumento da sua área foliar e a taxa fotossintética (McDonald *et al.*, 2010).

Para os componentes da parede celular (NDF e ADF), não houve efeito do tempo de pré-secagem nos seus teores (D1=58,4 vs. D0=57,2; P=0,3425 e D1=32,7 vs. D0=33,8; P=0,2103 para NDF e ADF, respectivamente). O teor de NDF variou entre 53,6 (exploração MTC no dia D1) e 63,9% (exploração JA no dia D1) e o teor de ADF variou entre 29,4 (exploração MTC no dia D1) e 38,5% (exploração JA no dia D1). Não se observou um efeito significativo ($P > 0,05$) da exploração no teor em NDF (P=0,1550) variando de 55,8 (exploração MTC) e 62,3% (exploração JA). No entanto, é de salientar que houve efeito da exploração no teor em ADF (P=0,0248) variando de 31,6 (exploração LAU) e 37,5% (exploração JA). Este efeito poderá ter ficado a dever-se à exploração JA que apresentou um valor médio em ADF 15% superior à média das outras explorações. Tal como referido anteriormente para os parâmetros MS e PB, o momento de corte desta exploração (i.e. mais tardio) poderá ser o responsável por este teor mais elevado na fração ADF. Também Andrighetto *et al.* (1997), Júnior *et al.* (2007) e Fluck *et al.* (2018) referem que o corte da forragem num estado de maturação mais avançado resulta em teores em NDF e ADF mais elevados, pois ocorre um aumento dos teores de compostos estruturais que compõe a parede celular, tais como celulose, hemicelulose e lenhina.

Relativamente ao teor em cinzas, observou-se uma tendência para uma diminuição quantitativa do seu teor com o processo de pré-secagem (D1=9,9 vs. D0=10,0; P=0,3664) variando de 8,8 (exploração LAU no dia D1) e 11,8% (exploração DN no dia D0). Porém, houve efeito da exploração no teor de cinzas (P<0,001) variando de 9,1 (exploração LAU) e 11,1% (exploração DN). Na nossa opinião, esta variação entre explorações poderá ser explicada por dois fatores: 1) distinta altura de corte da forragem, apresentando as explorações que realizam cortes da forragem mais baixos, valores em cinzas mais elevados, e/ou 2) processo de recolha das amostras com maior ou menor proporção de solo.

Por último, no que diz respeito ao teor em açúcares, observou-se um aumento do seu teor de D0 para D1 (D1=11,6 vs. D0=8,6; P<0,001), variando entre 7,2 (exploração FA no dia D0) e 17,7°Bx (exploração FA no dia D1). O teor em açúcares variou significativamente entre explorações (P=0,0025), variando entre 7,6 (exploração HIL) e 12,9°Bx (exploração LEM). Os teores mais baixos observados na exploração HIL podem ficar a dever-se ao facto de ter sido

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

efetuado um corte da forragem num estado mais avançado de maturação, mas também ao facto de durante o processo de pré-secagem nesta exploração ter ocorrido precipitação. De facto Bernard (2014) refere que as concentrações de açúcar diminuem com o avanço da maturidade da forragem. Os teores mais elevados em açúcares observados na exploração LEM poderão dever-se ao facto de esta exploração ter procedido ao corte das forragens no momento adequado, isto é, com as plantas numa fase jovem, e/ou devido às condições climáticas (i.e. dias ensolarados). Do mesmo modo, também McDonald *et al.* (2010) referem que a concentração de açúcares é influenciada acentuadamente pela radiação solar recebida pela planta, apresentando teores mais baixos em dias nublados quando comparado com dias ensolarados. No Quadro 11 podemos observar que existiram 2 explorações, nomeadamente JA e TEL, em que, contrariamente às restantes explorações, o teor de açúcares diminuiu do dia D0 para o dia D1. Este facto poderá dever-se ao momento do dia em que foi recolhida a amostra, uma vez que os açúcares tendem a aumentar da manhã para a tarde (O'Kiely & Muck 1998 citado por Moreira, 2002). Como resultado deste diferente comportamento entre explorações observou-se uma interação significativa ($P=0,0016$) entre os efeitos tempo de pré-secagem e exploração no teor em açúcares.

No Quadro 12 é apresentada a composição química das forragens das diferentes explorações pecuárias 24 h após o corte (D1) e 48 h após o corte (D2). Neste quadro apenas são apresentadas as 7 explorações que utilizaram um período de pré-secagem das forragens de 48 h. Relativamente ao teor em MS, tal como era esperado, os valores mais elevados foram observados 48 h após o corte ($D2=36,4$ vs. $D1=26,4$; $P=0,0063$), variando entre 17,2 (exploração DN no dia D1) e 57,4% (exploração TEL no dia D2). O teor em MS variou significativamente ($P=0,0040$) entre explorações, variando entre 19,8 (exploração DN) e 46,0% (exploração TEL). Este facto poderá ficar a dever-se às diferentes condições climáticas verificadas entre as 24 e 48 h após o corte, tendo em conta que os cortes das forragens não foram realizados no mesmo dia. Para este tempo de pré-secagem (D2), o teor médio em MS das diferentes explorações (36,4% de MS) encontra-se dentro dos valores indicados por Moreira (2002) como ideais para ensilar forragens. De referir que nas explorações DN, FM e HIL, mesmo após um período de pré-secagem de 48 h, as forragens continuaram a apresentar teores em MS abaixo do valor indicado como ideal para ensilar em rolos plastificados (35-40%,

Moreira, 2002). Assim, para estas explorações a duração do processo de pré-secagem deveria ter sido alongado.

Quadro 12: Variação da composição química das forragens em 7 explorações pecuárias da ilha Terceira 24 h após o corte (D1) e 48 h após o corte (D2).

Exploração	Dia	MS (%)	PB (%)	NDF (%)	ADF (%)	Cinzas (%)	Açúcares (°Bx) *
DN	D1	17,2	17,1	55,5	31,6	10,4	8,6
	D2	22,3	16,6	60,3	35,0	10,1	9,2
FM	D1	19,7	17,4	56,4	31,3	9,9	11,1
	D2	28,2	16,3	56,7	31,5	10,2	12,1
HIL	D1	21,4	14,4	60,1	33,0	10,0	7,6
	D2	26,3	18,6	62,7	35,3	10,4	10,3
JA	D1	31,5	17,7	63,9	38,5	10,4	10,5
	D2	38,2	16,4	62,3	38,1	9,2	12,9
LAU	D1	33,9	16,2	57,8	30,6	8,8	13,8
	D2	46,9	18,1	53,7	29,2	10,4	14,0
LEM	D1	26,5	16,1	60,9	34,9	10,1	12,6
	D2	35,8	16,7	57,1	32,3	10,5	15,3
TEL	D1	34,6	16,4	58,5	33,9	11,0	9,7
	D2	57,4	17,5	50,8	26,5	10,8	15,0
Efeitos (P)	E	0,0040	0,9987	0,1175	0,0022	0,8763	0,0035
	T	0,0063	0,4411	0,4819	0,5077	0,7670	0,0147
	E × T	0,8544	0,6889	0,6600	0,3997	0,7013	0,8217

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; NDF, fibra em detergente neutro; ADF, fibra em detergente ácido; E, efeito exploração; T, efeito tempo; *Brix.

Em relação ao teor em PB, observou-se uma tendência para um aumento do seu teor com o processo de pré-secagem (D2=17,2 vs. D0=16,5; P=0,4411), variando entre 14,4 (exploração HIL no dia D1) e 18,6% (exploração HIL no dia D2). Em nossa opinião, este valor elevado de PB observado nesta exploração em D2 poderá ter resultado de um mau processo de amostragem. Não se observaram diferenças entre explorações para o teor em PB (P=0,9987), variando os valores entre de 16,4 (exploração LEM) e 17,1% (na exploração LAU).

Para os componentes da parede celular (NDF e ADF) não se observou um efeito significativo do tempo de pré-secagem nos seus teores (D2=57,6 vs. D1=59,0; P=0,4819 e D2=32,5% vs. D1=33,4; P=0,5077 para NDF e ADF respetivamente). O teor de NDF variou entre 50,8 (exploração TEL no dia D2) a 63,9% (exploração JA no dia D1) e o teor de ADF variou entre 26,5 (na exploração TEL no dia D2) a 38,5% (exploração JA no dia D1). Não houve efeito significativo da exploração no teor em NDF (P=0,1175) variando de 54,6 (exploração TEL) e 63,1% (exploração JA). Porém, é de salientar que novamente houve efeito da exploração no teor em ADF (P=0,0022) variando de 29,9 (exploração LAU) e 38,3%

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

(exploração JA). Tal como referido anteriormente, quando se comparou o teor em ADF entre D0 e D1, este efeito poder-se-á ter ficado a dever ao facto de a exploração JA apresentar um valor de 19% superior à média das outras explorações, provavelmente, como resultado de um corte mais tardio da forragem.

Por último, no que diz respeito ao teor em açúcares, observou-se, novamente, um aumento das 24 para as 48 h de pré-secagem (D2=12,7 vs. D1=10,5; P=0,0147) variando entre 7,6 (exploração HIL no dia D1) e 15,3°Bx (exploração LEM no dia D2). O teor em açúcares variou significativamente entre explorações (P=0,0035), variando entre 8,9 (exploração DN) e 13,9°Bx (exploração LEM). O facto da exploração DN apresentar em termos médios valores mais baixos do teor em açúcares poderá dever-se ao facto de ter utilizado fertilizações azotadas. De facto, McDonald *et al.* (2010) e Moreira (2002) referem que o teor em açúcares tende a diminuir como consequência da adubação azotada.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos indicam que para as explorações da ilha Terceira incluídas neste estudo, o período de pré-secagem de 24 h não permitiu obter forragens com teores ideais de MS indicados para processos de ensilagem realizados em rolos plastificados. Para a generalidade das explorações, estes valores (35-40%) foram apenas conseguidos com um tempo de pré-secagem (48 h) mais longo. Os resultados obtidos indicam também que a utilização do processo de pré-secagem com duração até 48 h após o corte aumentou os teores em açúcares, sem alterações significativas dos outros parâmetros (PB, ADF, NDF e cinzas). Devemos salientar que neste estudo apenas foram analisadas forragens pré-ensiladas e não as resultantes do processo de ensilagem. De facto, uma pré-secagem mais longa poderá conduzir a maiores perdas de campo e conseqüentemente a uma diminuição do valor nutritivo da silagem resultante. Assim, estudos futuros deveriam incluir a análise do valor nutritivo das silagens resultantes dos diferentes períodos de pré-secagem.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Almeida, B., Silva, E., Silva, F., & Costa, A. M. (2016). Impacto da produtividade leiteira e qualidade morfológica das vacas leiteiras na rentabilidade económica das explorações. *Revista de Ciências Agrárias*, 39(2), 291–299.
- Almeida, R. G., Euclides, V. P. B., Junior, D. N., Macedo, M. C. M., Fonseca, D. M., Brâncio, P. A., & Barbosa, R. A. (2003). Consumo, Composição Botânica e Valor Nutritivo da Dieta de Bovinos em Pastos Tropicais Consorciados sob Três Taxas de Lotação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32(1), 29–35.
- Amaral, R. C. do, & Bernardes, T. F. (2010). Uso restrito de silagem pré-secada no Brasil. MilkPoint, 3 pp. Retrieved September 22, 2019, from <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/uso-restrito-de-silagem-presecada-no-brasil-61592n.aspx>
- Amorim, F., Alves, M. M., Manaças, P., & Miranda, P. (n.d.). *Vacas leiteiras em pastoreio - Um modelo de agricultura sustentável*. Açores, Portugal. 14 pp.
- Andrighetto, I., Berzaghi, P., Cozzi, G., Gottardo, F., & Zancan, M. (1997). Conservation of Spring Cut Italian Ryegrass as Round Bale Silage: Effect of Stage of Maturity on Ensiling Characteristics and Forage Nutritive Value. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 179(4), 251–256.
- Ávila, M. R., Nabinger, C., Schneider-Canny, R., & Fedrigo, J. K. (2019). Botanical composition of a natural rangeland overseeded with annual ryegrass under N fertilization. *Scientia Agropecuaria*, 10(2), 303–305.
- Beck, P. A., Stewart, C. B., Gray, H. C., Smith, J. L., & Gunter, S. A. (2009). Effect of wheat forage maturity and preservation method on forage chemical composition and performance of growing calves fed mixed diets. *Journal of Animal Science*, 87(12), 4133–4142.
- Bernard, J. K. (2014). *Feeding Ryegrass Silage in the South East US*. The University of Georgia, Department of Animal and Dairy Science. pp 45-51.
- Borges, P. A. V. (2009). Prados e Pastagens. In *Açores: um retrato natural / Azores: a natural portrait*. Ponta Delgada, Açores. 83 pp.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Burdon, J. J. (1983). Biological flora of the British Isles: *Trifolium Repens* L. *Journal of Ecology*, 71, 307–330.
- Buxton, D. R., & Fales, S. L. (1994). Plant Environment and Quality. In *Forage Quality, Evaluation and Utilization*. Chapter 4, pp. 155–199.
- Castro, C. P. S. (2017). *Contributo para a caraterização do sistema agropecuário da ilha do Faial, Arquipélago dos Açores*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica. 105 pp.
- Castro, J. J., Mullis, N., Bernard, J. K., & West, J. W. (2014). *Effect of ryegrass silage dry matter content on the performance of lactating holstein cows*. *Animal & Dairy Science Reports*. Coll. Agric. Environ. Sci. Georgia Univ. 8 pp.
- Cecagno, D., Anghinoni, I., Costa, S. E. V. G. de A., Brambilla, D. M., Martins, A. P., Magiero, E. C., Bagatini, T., Assmann, J. M., & Nabinger, C. (2017). Long-term nitrogen fertilization in native pasture with Italian ryegrass introduction - Effects on soil health attribute indicators. *Ciência Rural*, 47(5), 1–6.
- Correia, A. A. D. (1986). *Bioquímica nos solos, nas pastagens e forragens*. Fundação Calouste Gulbenkian. Manuais Universitários. 789 pp.
- Crespo, D. G. (2011). Em tempos de crise qual o papel das pastagens e forragens no desenvolvimento da agricultura. *Agrotec - Revista Técnico-Científica Agrícola*, 1 (Dezembro), 30–32.
- Crush, J. R., Evans, J. P. M., & Cosgrove, G. P. (1989). Chemical composition of ryegrass (*Lolium perenne* L.) and prairie grass (*Bromus willdenowii* Kunth) pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 32(4), 461–468.
- Dalmau, M. O. (1979). *Exploração Bovina: planificação e funcionamento*. Litexa Editora. Biblioteca agrícola litexa. 299 pp.
- Demarchi, J. J. A. de A. (2002). Silagem pré-secada - Parte 1/2. MilkPoint, 3 pp. Retrieved September 22, 2019, from <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/silagem-presecada-parte-12-8195n.aspx>
- Demarchi, J. J. A. de A., & Bernardes, T. F. (2002). Silagem pré-secada - Parte 2/2. MilkPoint, 4 pp. Retrieved September 22, 2019, from <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago->

fernandes-bernardes/silagem-presecada-parte-22-8196n.aspx

- Diehl, R. (1989). *Agricultura Geral* (2ª Edição). Clássica Editora. Nova Coleção Técnica Agrária. 580 pp.
- Éliard, J.-L. (1979). *Manual Geral de Agricultura* (2ª Edição). Publicações Europa-América, LDA. Euroagro. 280 pp.
- Elias, S. A. V. S., & Dias, E. M. F. (2003). *Elementos estruturais e funcionais de sucessões antropogénicas em turfeiras de sphagnum sp.* Univeridade dos Açores - Departamento das Ciências Agrárias (Angra do Heroísmo). 90 pp.
- Fluck, A. C., Júnior, J. S., Júnior, H. A., Costa, O. A. D., Farias, G. D., Scheibler, R. B., Rizzo, F. A., Manfron, J. A. S., Fioreze, V. I., & Rösler, D. C. (2018). Composição química da forragem e do ensilado de azevém anual em função de diferentes tempos de secagem e estádios fenológicos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, 70(6), 1979–1987.
- Freixial, R. M. C., & Barros, J. F. C. (2012). *Pastagens, Texto de apoio para as Unidades Curriculares de Sistemas e Tecnologias Agropecuários, Noções Básicas de Agricultura e Tecnologia do Solo e das Culturas*. Universida de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia - Departamento de Fitotecnia (Évora). 38 pp.
- Germinal. (n.d.). *The Value of Grass: A guide to the nutritional composition of grazed and ensiled grass*. Germinal-Seeds. Ireland. 23 pp.
- Gomes, A. M. (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). Doutoramento na área de Ciências Agrárias, na especialidade de Fitotecnia. 181 pp.
- González-Tejero, R., Porcel, M. C., Mesa, J. M., & Cruz, G. B. (2018). *Medicago sativa L. Inventario Español de los Conocimientos Tradicionales relativos a la Biodiversidad*. Fase II (3). Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente (Madrid). pp 211-220.
- Goulart, M. J. F. N. (2013). *Gestão da água na produção de leite na Ilha do Faial*. Universidade dos Açores - Departamento de Ciências Agrárias (Angra do Heroísmo). Tese do Mestrado

VI. BIBLIOGRAFIA

em Engenharia do Ambiente. 69 pp.

- Hannaway, D., Fransen, S., Cropper, J., Teel, M., Chaney, M., Griggs, T., Halse, R., Hart, J., Cheeke, P., Hansen, D., Klinger, R. G., & Lane, W. (1999a). *Orchardgrass (Dactylis glomerata L.)*. Oregon State University. 17 pp.
- Hannaway, D., Fransen, S., Cropper, J., Teel, M., Chaney, M., Griggs, T., Halse, R., Hart, J., Cheeke, P., Hansen, D., Klinger, R. G., & Lane, W. (1999b). *Tall Fescue (Festuca arundinacea Schreb.)*. Oregon State University. 19 pp.
- Henderson, N. (1993). Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*, 45, 35–56.
- Herbert, D. B., Gross, T., Rupp, O., & Becker, A. (2019). *Transcriptional changes suggest a major involvement of Gibberellins in Trifolium pratense regrowth after mowing*. Project: The effect of mowing on red clover (*Trifolium pratense*). 39 pp.
- Horst, E. H., Neumann, M., Mareze, J., Leão, G. F. M., & Dochwat, A. (2017). Silagem pré-secada de cereais de inverno em estágio de pré-florescimento: Revisão. *Pubvet*, 11(4), 415–423.
- INE. (2015). *Estatísticas da Produção e Consumo de Leite 2015*. Instituto Nacional de Estatística: Lisboa, Portugal. 76 pp.
- Jarrige, R. (1988). *Alimentação dos bovinos, ovinos e caprinos*. Nem Martins: Europa-América, LDA. Euroagro. 460 pp.
- Júnior, G. L. M., Zanine, A. M., Borges, I., & Pérez, J. R. O. (2007). Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*, 17(1), 7–17.
- Kapadia, V. N. (2019). *Breeding for high forage yield in lucerne*. *Genetics & Plant Breeding*. 31 pp.
- Kebede, G., Assefa, G., Feyissa, F., Tekletsadik, T., Minta, M., & Tesfaye, M. (2018). *Yield and Quality of Alfafa (Medicago sativa)*. *Results of Livestock Research 2015*. Ethiopia Institute of Agricultural Research. pp 147-161.
- Kemp, D. R., & Dowling, P. M. (2000). Towards sustainable temperate perennial pastures. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 40, 125–132.
- Khashij, S., Karimi, B., & Makhdoumi, P. (2018). Phytoremediation with *Festuca arundinacea*:

- A Mini Review. *International Journal of Health and Life Sciences*, 1–7.
- Kicel, A., & Wolbis, M. (2012). Coumarins from the flowers of *Trifolium repens*. *Chemistry of Natural Compounds*, 48(1), 130–132.
- Kozloski, G. V., Perottoni, J., & Sanchez, L. M. B. (2005). Influence of regrowth age on the nutritive value of dwarf elephant grass hay (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Mott) consumed by lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 119(1–2), 1–11.
- Lim, T. K. (2014a). *Trifolium pratense*. In *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants* (Flowers, Vol. 7, pp. 925–948).
- Lim, T. K. (2014b). *Trifolium repens*. In *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants* (Flowers, Vol. 7, pp. 949–958).
- Lopes, V., Nogueira, A., & Fernandes, A. (2006). *Cultura de Azevém Anual* (No. Ficha Técnica 53). Direção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho. 4 pp.
- Lopes, V. R., & Santos, H. R. (2002). *Contributo da dactylis glomerata para a valorização da produção forrageira no EDM*. Estação Regional de Culturas Arvenses. 13 pp.
- Lorenzo, C. D., Alonso Iserte, J., Sanchez Lamas, M., Antonietti, M. S., Garcia Gagliardi, P., Hernando, C. E., Dezar, C. A. A., Vazquez, M., Casal, J. J., Yanovsky, M. J., & Cerdán, P. D. (2019). Shade delays flowering in *Medicago sativa*. *The Plant Journal*, 99, 7–22.
- Lourenço, M. E. V., Palma, P. M. M., Massa, V. M. L., & Silva, L. L. (2010). Influência da consociação com diferentes trevos, da rega e da variedade na produção e qualidade do azevém italiano. *Vida Rural*, 38–41.
- Lv, R., El-Sabagh, M., Obitsu, T., Sugino, T., Kurokawa, Y., & Kawamura, K. (2017). Effects of nitrogen fertilizer and harvesting stage on photosynthetic pigments and phytol contents of Italian ryegrass silage. *Animal Science Journal*, 88(10), 1513–1522.
- Mari, L. (2017). Produzir pré-secados não é tão simples quanto se parece: uso de inoculante especificamente desenvolvido para pré-secados. MilkPoint, 5pp. Retrieved September 22, 2019, from <https://www.milkpoint.com.br/empresas/novidades-parceiros/produzir-presecados-nao-e-tao-simples-quanto-se-parece-uso-de-inoculante-especificamente-desenvolvido-para-presecados-105252n.aspx>
- Márquez, S. S., Bills, G. F., Acuña, L. D., & Zabalgoeazcoa, I. (2010). Endophytic mycobiota

VI. BIBLIOGRAFIA

- of leaves and roots of the grass *Holcus lanatus*. *Fungal Diversity*, *41*, 115–123.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2010). *Animal Nutrition* (Seventh Edition). 692 pp.
- Merker, A. (1984). Hybrids between *Trifolium medium* and *Trifolium pratense*. *Hereditas*, *101*(2), 267–268.
- Monteiro, A., Ribeiro, S., Vasconcelos, T., Costa, J. C., Simões, M. F., Simões, F. F., Falcão, L., Martins, C., & Freire, J. B. (2014). *Plantas Forrageiras de Pastagens de Altitude. Série Didáctica Botânica 4* (Monteiro A, Coord.). ISAPress, Lisboa. 240 pp.
- Morais, T. G., Teixeira, R. F. M., Rodrigues, N. R., & Domingos, T. (2018). Carbon footprint of milk from pasture-based dairy farms in Azores, Portugal. *Sustainability*, *10*(3658), 1–22.
- Moreira, N. (2002). *Agronomia das forragens e pastagens*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Vila Real). 183 pp.
- Neres, M. A., Castagnara, D. D., Mesquita, E. E., Jobim, C. C., Três, T. T., Oliveira, P. S. R., & Oliveira, A. A. M. A. (2011). Production of tifton 85 hay overseeded with white oats or ryegrass. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *40*(8), 1638–1644.
- Nogueira, A., Reis, A., Fernandes, A., Santos, H., & Lopes, V. (1999). *Manual da Cultura de Azevém Anual (Lolium multiflorum Lam.)*. Direção Regional de Agricultura de Entre-Douro e Minho. 109 pp.
- Olivo, C. J., Ziech, M. F., Meinerz, G. R., Agnolin, C. A., Tyska, D., & Both, J. F. (2009). Valor nutritivo de pastagens consorciadas com diferentes espécies de leguminosas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, *38*(8), 1543–1552.
- Parsons, A. J., Johnson, I. R., & Harvey, A. (1988). Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. *Grass and Forage Science*, *43*, 49–59.
- Pereira, J. R. A. (2014). Silagem pré-secada: Uma alternativa depois da estiagem! MilkPoint, 4 pp. Retrieved September 22, 2019, from <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/silagem-presecada-uma-alternativa->

depois-da-estiagem-205480n.aspx

- Pereira, J. R. A., & Reis, R. A. (2001). *Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais*. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (Maringá). pp 64-87.
- PGRH-Açores. (2016). *Terceira- caracterização e diagnóstico da situação de referência* (Vol. 3). 326 pp.
- Queirós, S. (n.d.). *Cultura do azevém*. Associação de Agricultores da Ilha do Pico.
- Rechițean, D., Dragoș, M., Dragomir, N., Horablaga, M., Sauer, M., Camen, D., Toth, I., & Sala, A. (2018). Associated Culture of Italian Ryegrass (*Lolium multiflorum*) and Crimson Clover (*Trifolium incarnatum*) under Nitrogen Fertilization. *Animal Science and Biotechnologies*, 51(1), 129–133.
- Rego, I. E. (2014). *Caracterização das Silagens de Erva da Ilha Terceira*. Universidade dos Açores - Departamento de Ciências Agrárias (Angra do Heroísmo). Mestrado em Zootecnia. 80 pp.
- Ribeiro, S., & Monteiro, A. (2014). Pastagens permanentes em zonas de montanha: caracterização, gestão e conservação. *Revista de Ciências Agrárias*, 37(1), 131–140.
- Rochon, J. J., Doyle, C. J., Greef, J. M., Hopkins, A., Molle, G., Sitzia, M., Scholefield, D., & Smith, C. J. (2004). Grazing legumes in Europe: a review of their status, management, benefits, research needs and future prospects. *Grass and Forage Science*, 59, 197–214.
- Rodrigues, F. M. (2018). A importância das pastagens e forragens em Portugal: estado atual e perspectivas futuras. *Voz Do Campo*, 214 (Abril).
- Santos, J. Q. (2002). *Fertilização: fundamentos da utilização dos adubos e correctivos* (3ª Edição). Mem Martins: Europa-América, LDA. Euroagro. 548 pp.
- Silva, E., Almeida, B., & Mendes, A. (2014). *A Lógica Produtiva em Produtores de Leite Micaelenses* (Seminário Agricultura e Ambiente: Conflito de lógicas produtivas?). Universidade dos Açores - Departamento de Ciências Agrárias. 11 pp.
- Souto, L. F., Meneses, J. F., & Bruce, J. M. (2011). Prediction of the energy balance and milk production of grazing cows in the Azores for autumn and spring calving. *Biosystems Engineering*, 110(1), 57–65.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Tavares, R. C. C. (2014). *Pastagens de altitude – Caraterização de uma exploração na região da Guarda*. Universidade de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia. Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Agronómica- Ramo Agro-pecuária. 89 pp.
- Teixeira, J. A. (2015). *Leite de pastagem - Benefícios do consumo de leite de pastagem*. Universidade do Minho - Escola de Engenharia; Centro de Engenharia Biológica. 29 pp.
- Thompson, J. D., & Turkington, R. (1988). *Holcus lanatus* L., The biology of Canadian weeds, No. 82. *Canadian Journal of Plant Science*, 68, 131–147.
- Uslu, O. S., Kizilsimsek, M., Kamalak, A., Erol, A., Aydemir, S. K., Ertekin, I., & Yanar, K. (2017). *Effects of wilting on dry matter recovery and feed quality of ryegrass silage*. Congress Book: 2nd International Balkan Agriculture Congress. Association of thrace universities. pp 127-131.
- Van Minnebruggen, A., Rohde, A., Roldán-Ruiz, I., Paepe, K., Van Dingenen, J., Van Bockstaele, E., & Cnops, G. (2012). Architecture in red clover (*Trifolium pratense*). *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*, 77(1), 1–5.
- Viana, J. M. M. L. (2012). *Pastagens e Forragens Manual do Formador*. Secretaria Regional da Agricultura e Florestas. 109 pp.
- Vogeler, I., & Cichota, R. (2015). Deriving seasonally optimal nitrogen fertilization rates for a ryegrass pasture based on agricultural production systems simulator modelling with a refined AgPasture model. *Grass and Forage Science*, 71, 353–365.