

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

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)

ANABELA MANCEBO GOMES

ANGRA DO HEROÍSMO

2010

UNIVERSIDADE DOS AÇORES
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

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)

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DA UNIVERSIDADE DOS AÇORES PARA
EFEITOS DE PRESTAÇÃO DE PROVAS DE
DOUTORAMENTO NA ÁREA DE CIÊNCIAS
AGRÁRIAS, NA ESPECIALIDADE DE
FITOTECNIA

ANABELA MANCEBO GOMES

ANGRA DO HEROÍSMO

2010

Aos meus Pais

Ao Paulo Alexandre

À Raquel e ao Miguel

AGRADECIMENTOS

À Universidade dos Açores, na pessoa do Magnífico Reitor, o apoio institucional que sempre me foi concedido e que permitiu que tenha continuado a investigação necessária à conclusão desta tese.

Igualmente ao Ex^{mo}. Senhor Pró-Reitor do Campus de Angra do Heroísmo e Director do Departamento de Ciências Agrárias, Professor Doutor Alfredo Borba, o apoio incondicional que me tem concedido durante os muitos anos em que já é Director do DCA e toda a ajuda que me dispensou neste último ano. Estou-lhe profundamente grata pela amizade que tem demonstrado.

Aos Senhores professores membros do júri a sua disponibilidade para aceitarem esta incumbência, muito especialmente à professora Ermelinda Lourenço e ao professor Nuno Moreira pelo contributo para a melhoria do texto.

Aos Senhores Doutor Adolfo Lima e Eng.º Técnico Agrário António Carvão, pelo financiamento e empenho na concretização do primeiro ensaio desta tese, quando ocupavam os cargos de Secretário Regional da Agricultura e Pescas e de Director Regional da Agricultura, respectivamente.

Ao Senhor Doutor Aidan Conway, os ensinamentos, a estima e a amizade que me dedicou nos anos em que durou o Projecto de colaboração da SRAP com o Instituto Irlandês de Investigação Agrícola “An Foras Taluntas”, no âmbito do qual se realizou o primeiro ensaio.

Ao Senhor Eng. Willie Murphy, o delineamento experimental do primeiro ensaio desta tese e as sugestões efectuadas durante a sua condução.

Ao Senhor Professor Doutor John Connolly do Departamento de Estatística da “University College of Dublin” pela orientação na análise estatística do primeiro ensaio.

Ao Senhor Professor Doutor Jorge Pinheiro, responsável pelo Laboratório de Análises de Solos, pela sua amizade e por ter possibilitado a execução das análises de terra necessárias a este estudo.

Ao Senhor Professor Doutor João Batista coordenador da área da Fitotecnia, a amizade que sempre me dispensou e as palavras de encorajamento.

Ao Senhor Professor Doutor João Madruga, director do Centro de Investigação de Tecnologias Agrárias dos Açores (CITA-A), a amizade e a disponibilidade que sempre demonstrou para, através do CITA, apoiar a compra de equipamento necessário à minha investigação.

À Senhora Engenheira Lurdes Matos, a amizade e também a disponibilidade para efectuar as análises de terra deste e de muitos outros ensaios.

À minha estimada colaboradora Cecília Amaral, Técnica do Laboratório de Análise de Solos e Plantas, sempre disponível para me ajudar também no trabalho de campo, que preparou e analisou, com o maior rigor, a maior parte das amostras de erva destes e de outros ensaios em que já estive envolvida.

Ao Noé Branco por coordenar com frequência o trabalho de campo do segundo ensaio desta tese e de outros projectos, pelo muito trabalho de campo e de laboratório que também efectuou, mas sobretudo por me ter ajudado a organizar minuciosamente e a digitalizar todos os dados de campo e de laboratório, evitando que algum pormenor pudesse ficar esquecido.

À Eduarda Leal e à Indira Mangi pelos trabalhos de campo e laboratório.

Ao António José Fernandes, dos Serviços de Desenvolvimento Agrário da Ilha Terceira, pela disponibilidade e profissionalismo que sempre teve, na sua colaboração nos trabalhos de campo.

Ao João Silva, Paulo Fagundes e Duarte Melo, pelos anos que entusiasticamente trabalharam nos meus projectos, sempre disponíveis para efectuarem não só o trabalho de laboratório mas também o muito trabalho de campo que estes projectos acarretam.

À Merilda Ribeiro por todo o apoio que tem dado no laboratório.

Aos funcionários do Observatório Meteorológico José Agostinho, que com toda a simpatia, sempre me tem disponibilizado os dados climáticos necessários.

A todos os que, com a sua amizade, me encorajaram e assim ajudaram a terminar este trabalho, o meu sincero agradecimento.

ÍNDICE

RESUMO	I
ABSTRACT	VI

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Pastagens dos Açores	2
1.2. Pastagens de gramíneas	3
1.3. Pastagens e biodiversidade	6
1.4. Leguminosas	8
1.5. <i>Trifolium repens</i>	9
1.6. Renovação de pastagens	11
1.7. Fertilidade do solo	12
1.8. Mineralização da matéria orgânica	12
1.9. Pastoreio	14
1.10. Efeito do pastoreio na reciclagem do azoto	15

CAPÍTULO II

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA ERVA DE UMA PASTAGEM DE *LOLIUM PERENNE* E *TRIFOLIUM REPENS* E DE UMA PASTAGEM PERMANENTE À BASE DE ESPÉCIES ESPONTÂNEAS

2.1. Introdução	18
2.2. Materiais e métodos	
2.2.1. Características do local do ensaio, tratamentos e delineamento experimental	20
2.2.2. Avaliação da produção de matéria seca e da produção de azoto	22
2.2.3. Determinações analíticas	23
2.2.4. Análise estatística	23
2.2.5. Dados climáticos	24
2.3. Resultados e discussão	
2.3.1. Influência da precipitação na produção de matéria seca	25

2.3.2. Alterações nas composições florísticas das pastagens	26
2.3.3. Ensaio 1. Intervalos de crescimento de quatro semanas	
2.3.3.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare em 32 semanas (18 Março a 28 de Outubro)	26
2.3.3.2. Produções de matéria seca obtidas por hectare nos diversos meses	27
2.3.3.3. Produções de azoto obtidas por hectare	31
2.3.3.4. Concentrações de azoto na erva	33
2.3.3.5. Qualidade da erva	35
2.3.4. Ensaio 2. Intervalos de crescimento de seis semanas	
2.3.4.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare em dez cortes	39
2.3.4.2. Efeitos da adubação azotada nas produções de matéria seca e de azoto por corte	44
2.3.4.3. Concentrações de azoto na erva	50
2.3.4.4. Qualidade da erva	55
2.3.5. Ensaio 3. Intervalos de crescimento de oito semanas	
2.3.5.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare em quatro cortes	57
2.3.5.2. Influência da adubação azotada na produção de matéria seca e de azoto por corte	60
2.3.5.3. Qualidade da erva	62
2.3.6. Ensaio 4. Intervalos de crescimento de dez semanas	
2.3.6.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare em quatro cortes	64
2.3.6.2. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare	68
2.3.6.3. Produções de azoto obtidas por corte	
2.3.6.4. Qualidade da erva	72
2.3.7. Comparação efectuadas entre os primeiros cortes de cada intervalo de crescimento	
2.3.7.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare	74
2.3.7.2. Qualidade da erva	80
2.4. Conclusões	81

CAPÍTULO III

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA ERVA DE UMA PASTAGEM DE *LOLIUM PERENNE* E *TRIFOLIUM REPENS* E DE UMA PASTAGEM À BASE DE GRAMÍNEAS ESPONTÂNEAS E *TRIFOLIUM REPENS*

3.1. Introdução	85
3.2. Materiais e métodos	
3.2.1. Características do local do ensaio, tratamentos e delineamento experimental	86
3.2.2. Avaliação da produção de matéria seca e da produção de azoto	87
3.2.3. Determinações analíticas	88
3.2.4. Análise estatística	88
3.2.5. Dados climáticos	89
3.3. Resultados e discussão	89
3.3.1. Produções de matéria seca obtidas entre 1993 e 1996	90
3.3.2. Efeitos dos intervalos de crescimento na produção anual de matéria seca	91
3.3.3. Efeitos da interacção anos x intervalos de crescimento na produção anual de matéria seca	94
3.3.4. Efeitos da adubação azotada na produção anual de matéria seca obtida por hectare	99
3.3.5. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto na produção anual de matéria de matéria seca	
3.3.5.1. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto no 1º ano do ensaio (1993-1994)	101
3.3.5.2. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto no 2º ano do ensaio (1994-1995)	106
3.3.5.3. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto no 3º ano do ensaio (1995-1996)	106
3.3.6. Equações que descrevem as relações entre as produções de matéria seca e as adubações azotadas	107
3.3.7. Produções de matéria seca obtidas por hectare entre Novembro e Março	108
3.3.8. Distribuição sazonal das produções de matéria seca	
3.3.8.1. Curvas de produção de matéria seca obtidas por hectare nos quatro	

intervalos de crescimento \times quatro níveis de azoto	109
3.3.8.2. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996, nas quatro estações	113
3.3.9. Resposta à adubação azotada nas diferentes épocas do ano	113
3.3.10. Produções de azoto obtidas por hectare nos cortes efectuados entre Outubro de 1993 e Outubro de 1994 e concentrações de azoto obtidas na erva dos mesmos cortes	119
3.3.11. Recuperações aparentes do azoto obtidas em 1993-1994	126
3.3.12. Qualidade da erva	
3.3.12.1. Qualidade média da erva obtida nos quatro intervalos de crescimento	127
3.3.12.2. Qualidade média da erva obtida nas quatro estações do ano	128
3.4. Conclusões	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
ANEXOS	152

RESUMO

Esta tese compara a produtividade e a qualidade da erva obtidas numa pastagem semeada de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e numa pastagem à base de espécies espontâneas, numa zona de média altitude dos Açores.

No primeiro capítulo fez-se uma introdução geral em que se procurou, com base na revisão bibliográfica, apresentar as principais espécies pratenses existentes nas pastagens permanentes de média altitude dos Açores e as principais condições edafo-climáticas e de manejo que contribuem para a sua dominância. Abordamos também a contributo da mineralização da matéria orgânica e das leguminosas no fornecimento de azoto às pastagens. Finalmente, abordamos as vantagens e os inconvenientes do pastoreio e o efeito deste na reciclagem do azoto. Os trabalhos consultados indicam que, para cada situação edafo-climática, as espécies presentes numa pastagem sujeita a pastoreio frequente são reduzidas e que, geralmente, a produção de matéria seca está inversamente correlacionada com o número de espécies presentes na pastagem. Indicam também que a fixação de azoto e a mineralização da matéria orgânica são fontes importantes de azoto para a pastagem que ultimamente não têm sido devidamente tidas em conta.

No segundo capítulo apresentamos quatro ensaios efectuados entre 1987 e 1989, numa zona de média altitude (390 m), no interior da Ilha Terceira, Açores. Os quatro ensaios decorreram simultaneamente em dois tipos de pastagens, numa pastagem semeada de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e numa pastagem permanente (ESP) com mais de 20 anos onde predominava a *Poa trivialis*, tendo a pastagem semeada sido instalada ao lado desta.

No primeiro ensaio procurou-se obter a curva de produção de um sistema intensivo, com pastoreios frequentes e adubações azotadas elevadas. Para isso, durante trinta e duas semanas (18 Março a 28 de Outubro) efectuaram-se, em cada uma das pastagens, oito cortes de erva com intervalos de crescimento de quatro semanas, utilizando-se $50 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, num total de 400 kg N ha^{-1} . Em média nestas trinta e duas semanas a pastagem LP produziu $10037 (\pm 1161) \text{ kg MS ha}^{-1}$ e a pastagem ESP produziu $7739 (\pm 1475) \text{ kg MS ha}^{-1}$. As produções de matéria seca obtidas foram sempre superiores na pastagem LP, 30 % em 1987, 49 % em 1988 e 17 % em 1989. As diferenças entre as produções de matéria seca obtidas nas duas pastagens foram superiores na Primavera. A pastagem LP produziu mais matéria seca por hectare em todos os cortes, excepto no início do Outono após Verões secos. Neste período a produção média diária de matéria seca obtida por hectare foi de 45 kg na pastagem LP e de 35 kg na

pastagem ESP. Nas duas pastagens as produções de azoto obtidas por hectare estavam altamente correlacionadas com as produções de matéria seca e foram mais elevadas na pastagem LP (352 kg) do que na pastagem ESP (293 kg). As concentrações médias de ADF ($\text{g kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$) foram de 259 (± 30) na pastagem LP e de 246 (± 28) na pastagem ESP. As concentrações médias de proteína bruta ($\text{g kg}^{-1} \text{MS}^{-1}$) foram de 235 (± 46) na pastagem LP e de 247 (± 49) na pastagem ESP.

Porque a silagem é muito importante a esta altitude, para manter os animais bem alimentados durante o Inverno, os outros três ensaios procuravam encontrar o melhor intervalo de crescimento e a melhor data para se efectuarem os cortes para silagem. Para isso avaliaram-se as produções de matéria seca obtidas por hectare em cortes sucessivos de seis, oito e dez semanas de intervalo. Em todos os intervalos de crescimento cada corte era adubado com 50, 100 e 150 kg N ha^{-1} . No intervalo de crescimento de seis semanas (Ensaio 2) estudou-se a produção obtida em dez cortes, no intervalo de crescimento de oito semanas (Ensaio 3) estudou-se a produção obtida em quatro cortes e no intervalo de crescimento de dez semanas (Ensaio 4) estudou-se a produção obtida em quatro cortes. Após a avaliação das produções médias de matéria seca obtidas por hectare, em todos os cortes realizados entre Março e Outubro, verificou-se que nos intervalos de crescimento de seis e de oito semanas as produções obtidas em Setembro e Outubro eram muito baixas ($< 1700 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$) e não justificavam a sua utilização em cortes para conservação. Por esta razão em cada intervalo de crescimento apenas os cortes efectuados até Agosto foram estudados com mais detalhe. Destes ensaios pode concluir-se que as produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 nos cortes efectuados na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* foram superiores às produções médias de matéria seca obtidas por hectare nos mesmos cortes efectuados na pastagem permanente, excepto no intervalo de crescimento de dez semanas onde foram ligeiramente inferiores. De todos os períodos estudados para se efectuarem cortes para silagem, nos intervalos de crescimento de seis, oito e dez semanas, os que nos pareceram mais promissores foram um do intervalo de crescimento de seis semanas, de 1 de Abril a 13 de Maio, e dois do intervalo de crescimento das oito semanas, de 18 Março a 13 de Maio e de 13 Maio a 8 de Julho, os três adubados com 100 kg N ha^{-1} . Apesar das elevadas produções de matéria seca obtidas por hectare e por dia nos cortes com dez semanas de crescimento, efectuados a 27 de Maio e a 11 de Junho, a qualidade da erva era baixa e por isso não consideramos que estes cortes sejam de aconselhar.

Em média, em ambas as pastagens as respostas à adubação azotada foram estatisticamente significativas apenas entre os 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ e os outros dois níveis de azoto utilizados, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹. Em todos os intervalos de crescimento as produções de azoto estavam altamente correlacionadas com as produções de matéria seca.

No terceiro capítulo descrevemos um ensaio conduzido durante 3 anos, de Outubro de 1993 a Outubro de 1996. Este ensaio instalou-se simultaneamente numa pastagem semeada de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e numa pastagem onde, após uma cultura de milho híbrido para silagem, se semeou apenas *Trifolium repens* e durante um ano se deixou instalar espécies espontâneas. No primeiro ano após a sementeira ambas as pastagens foram pastoreadas por vacas leiteiras, num sistema de pastoreio rotacional, típico de uma exploração semi-intensiva. No início do ensaio ambas as pastagens tinham doze meses e a pastagem semeada apenas com trevo branco tinha uma composição muito semelhante à das pastagens permanentes existentes na zona (> 80% *Poa trivialis*), exploradas em regime semi-intensivo, excepto pela maior quantidade de trevo branco na sua composição e pelo maior porte deste. Nesta pastagem quisemos repetir o que se fazia antigamente, quando os lavradores apenas “entrevavam” as terras onde tinham feito culturas sachadas. Nas duas pastagens estudou-se, em três blocos casualizados, o efeito de quatro intervalos de crescimento (3, 4, 5 semanas e variável) e de quatro níveis de adubação azotada anual (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹) na produção anual e sazonal de matéria seca por hectare. No intervalo variável a erva crescia em períodos de cinco semanas desde o início de Outubro até ao início de Abril, de seis semanas desde o início de Abril até finais de Junho e finalmente de quatro semanas de finais Junho até ao início de Outubro. Neste intervalo de crescimento metade da adubação azotada total dos tratamentos N200 e N 300 e a totalidade do azoto do tratamento N100 era aplicada nos dois cortes de seis semanas efectuados na Primavera.

Em média, nos três anos do ensaio, em todos os intervalos de crescimento e níveis de azoto, a pastagem de *L. perenne* e *T. repens* produziu mais matéria seca por hectare do que a pastagem à base de espécies espontâneas e trevo branco. Contudo, as diferenças entre as produções de matéria seca obtidas nas duas pastagens variavam consoante os anos e os tratamentos. Em ambas as pastagens, e para os quatro níveis de azoto utilizado, à medida que o intervalo de crescimento aumentava também aumentava a produção de matéria seca por hectare. A produção mais elevada de matéria seca por hectare foi obtida no intervalo de crescimento variável, adubado com 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. No Verão de 1996, sobretudo nos tratamentos N0 e N100, a quantidade de trevo branco na composição das pastagens foi bastante

elevada em todos os intervalos de crescimento e estes tratamentos produziram mais do que em 1994 e 1995. Nesse ano as diferenças verificadas entre as produções de matéria seca obtidas nas duas pastagens foram menores. Em 1996, em cada intervalo de crescimento, também não foram estatisticamente significativas as respostas à adubação azotada, excepto nos intervalos de crescimento de três e de cinco semanas da pastagem LPxTR.

Entre Outubro e Março o intervalo de crescimento que produziu mais matéria seca por hectare foi o de cinco semanas e entre Março e Outubro foi o intervalo variável. Em ambas as pastagens no intervalo de crescimento variável a forma da curva de produção de matéria seca era semelhante à curva normalmente representada na bibliografia para pastagens de altitude, com um aumento da taxa de crescimento desde Março até atingir um máximo (em Maio - Junho na pastagem LPxTR e em Junho na pastagem ESPxTR), seguido de um declínio rápido de Junho até Dezembro, com um pequeno pico em fins de Setembro. Nos tratamentos N200 e N300 do intervalo de crescimento de cinco semanas houve um aumento da taxa de crescimento da erva de Março até Maio, a qual estabilizava até Julho e depois tinha um declínio rápido de Julho até Dezembro, com um pequeno pico em fins de Setembro. Para os intervalos de crescimento de três e de quatro semanas, nos tratamentos N200 e N300, a característica mais evidente das curvas de produção de matéria seca das duas pastagens era um pico de pequena dimensão em Abril e um consistente e mais elevado pico em Agosto. Nos tratamentos N₀ e N₁₀₀ de todos os intervalos de crescimento, excepto no variável, as taxas de crescimento iam aumentando quase linearmente de Março até atingirem um máximo em Agosto ou Setembro, quando as pastagens tinham uma quantidade elevada de trevo branco. No intervalo variável os tratamentos N₀ e N₁₀₀ tinham um máximo de produção de matéria seca em finais de Junho, num dos cortes com seis semanas de crescimento.

A época mais favorável para se efectuarem as adubações azotadas foi na Primavera. Entre Junho e Outubro não existiam respostas à adubação azotada porque era a época em que os tratamentos N₀ e N₁₀₀ tinham maior quantidade de trevo branco e maiores produções por hectare. No Inverno só era compensador adubar em períodos de reduzida pluviosidade.

Em média, as concentrações de proteína bruta e NDF e cinzas insolúveis eram mais elevadas na pastagem à base de espécies espontâneas. O ADF era semelhante nas duas pastagens.

Deste ensaio concluímos que é vantajosa a sementeira com *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, essencialmente do ponto de vista da produção de matéria seca. Que o melhor maneiço destes dois tipos de pastagens, como seja escolher o intervalo de crescimento de erva mais

adequado à estação do ano, adubar nas épocas em que o azoto tem mais impacto na produção e integrar cortes para silagem no manejo da pastagem, pode aumentar significativamente as produções de matéria seca obtidas por hectare, mesmo sem a utilização de mais inputs.

ABSTRACT

At the medium altitude of Terceira Island (Azores) there are two main types of pastures, seeded pastures of *Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L. and permanent pastures composed mainly with secondary grass species, dominated by *Poa trivialis* L. or *Holcus lanatus* L. It is important to know, for each one of these pastures, the seasonal pattern of dry matter production and the quality of the herbage obtained when they are submitted to different managements. The experiments described on this thesis are an attempt to contribute to this knowledge.

On a first period (1987 to 1989) it was studied the productivity of a pasture of *L. perenne* and *T. repens* (LP) and that of a permanent pasture (ESP) composed mainly by *P. trivialis*, on a simulated system of intensive production. For this purpose four experiments were installed simultaneously in the two pastures. One experiment was designed to investigate the seasonal pattern of dry matter production in an intensive production system. During thirty-two weeks (from March 18th to October 28th), in each pasture, eight successive cuts at 4-week intervals were made, each cut fertilized with 50 kg N ha⁻¹, at a total of 400 kg N ha⁻¹. On average, in this thirty-two weeks, the *L. perenne* and *T. repens* pasture produced 10037 (\pm 1161) kg DM ha⁻¹ and the permanent pasture produced 7739 (\pm 1475) kg DM ha⁻¹. The *L. perenne* and *T. repens* pasture always out-yielded the permanent pasture, 30 % in 1987, 49 % in 1988 and 17 % in 1989. The differences between the dry matter production in both pastures were higher in spring. Only after the first rain in the autumn, following dry summers, the permanent pasture yielded more dry matter (DM) per hectare. The daily rate of DM production per hectare of the LP pasture was 45 kg and that of the ESP pasture was 35 kg. On both pastures the nitrogen production per hectare was highly correlated with the DM production per hectare and was higher at the LP pasture (352 kg) than at the ESP pasture (293 kg). The average ADF (g kg⁻¹ DM) was 259 (\pm 30) in the LP pasture and 246 (\pm 28) in the ESP pasture. The average CP (g kg⁻¹ DM) was 235 (\pm 46) at the LP pasture and 247 (\pm 49) at the ESP pasture.

Because silage is very important at this altitude to maintain the animals well fed during the winter, the remaining three experiments were designed to evaluate, for the two types of pastures, the best grass growing intervals and the best cutting dates for silage. For that, the dry matter production per hectare in successive cuts of 6-, 8- and 10-week intervals was evaluated, with the beginning of the experiment in the 18th of March in all growing intervals and also in the 1st of April, for the 6- and 10-week intervals. Within each growing interval each cut was

fertilized with three levels of nitrogen (50, 100 and 150 kg ha⁻¹). In the 6- and 8-week experiments the growing periods were from March 18th or April 1st to October 14th or 28th and in the 10-week experiment until August 5th or August 19th. After the evaluation of the dry matter production obtained on the 6- and 8-week cuts of September and October, they were eliminated of further studies due to their low dry matter production (< 1700 kg DM ha⁻¹) that would not justify their use for silage cuts. Within each growing interval only the cuts obtained until August were studied with more detail. From these trials one can conclude that the average dry matter production obtained per hectare in all cuts done from 1987 to 1989 in the *L. perenne* and *T. repens* pasture was higher than the average dry matter production obtained in the same cuts made in the permanent pasture, except in the 10-week growing interval that was slightly lower. There were significant increases of production as nitrogen level increased from 50 to 100 or to 150 kg ha⁻¹ cut⁻¹ but there were no significant increases of production as nitrogen level increased from 100 to 150 kg ha⁻¹ cut⁻¹. Within each growing interval the production of nitrogen was highly correlated with the dry matter production. Of all growing intervals and dates of cut studied, the ones that were more promising were the 6-week interval cut at the 13th of May and the 8-week interval cuts at the 13th of May and the 8th of July, all three fertilized with 100 kg N ha⁻¹. Daily dry matter production per hectare obtained at the 10-week growth interval dates at the 27th of March and at the 11th of June was high, but herbage quality was poor and these treatments should not be recommended.

On the third chapter we describe a trial conducted during three years, from October of 1993 to October of 1996. This trial was installed simultaneously, in a randomized complete block design with three blocks, in a pasture seeded with *Lolium perenne* and *Trifolium repens* and in a pasture where, after a culture of hybrid maize for silage, only *Trifolium repens* was seeded and during one year the spontaneous species were allowed to grow. During the first year after seeding these two areas were rotationally grazed by dairy cows, on a semi-intensive system of production. At the beginning of the trial, both pastures were one year old and the pasture seeded with white clover had a very similar composition to the permanent pastures existing on the area, grazed on a semi-intensive regime (> 80% *Poa trivialis*), but had more white clover. With this pasture we wanted to repeat the pasture seeding practices used by ancient farmers who used to seed only clover(s) after maize. On these two pastures we studied the effect of four growth intervals (3-, 4-, 5-week and variable) and four levels of nitrogen fertilization (0, 100, 200 and 300 kg ha⁻¹ year⁻¹) on the annual and seasonal pattern of dry matter production per hectare. On the variable interval, the growth interval was 5-week from 8th

October to the 1st of April, 6-week from the 1st April to the end of June and 4-week from the end of June to the 8th of October. In this interval half of the annual nitrogen applied at N200 and N300 and the totality of the nitrogen applied at N100 were divided by the two 6-week cuts, in the spring.

On average, during the three years of this trial, LPxTR pasture cuts produced more dry matter per hectare than the ones made in the spontaneous species based pasture. However, the differences of dry matter production between the two pastures changed with years and treatments. In both pastures, and for the four levels of nitrogen used, as growth interval increased also increased dry matter production per hectare. The highest dry matter production per hectare was obtained in the variable interval fertilized with 300 kg N ha⁻¹ year⁻¹. In the summer of 1996 the white clover content of the N0 and N100 treatments, of all the growing intervals of the two pastures, was high and they produced more dry matter per hectare than in the preceding years. For this reason, in this year, the two pastures had smaller differences in the dry matter production between equal treatments. Also, in 1996, within the 4-week and variable intervals of the LPxTR pasture and in all the growing intervals of the ESPxTR pasture there were no significant treatment mean differences due to nitrogen levels

Between October and March the daily rate of dry matter production per hectare was higher in the 5-week interval and between March and October in the variable interval. In both pastures, in the variable growth interval, the shape of the DM production curve fitted the normally accepted pattern of a pasture situated at this altitude, a rapid increase in the rate of dry matter production in March up to a peak (in May-June in the LPxTR pasture and June in the ESPxTR pasture) followed by a steady decline until December, with a small peak in September. For the N200 and N300 treatments, in the 5-week growth interval, there was also an increase in the rate of dry matter production from March to May, with a stabilization until July, followed by a steady decline until December, with a small peak in September. For the N₂₀₀ and N₃₀₀ treatments, in the 3- and 4-week growth intervals (at the N levels used in this experiment), the most obvious feature of the graphs was a low spring peak of DM production and a consistent and highly significant higher peak in August, due to the high clover content of the two pastures in summer. The effect was more evident in the 1996 data than in the 1994 and 1995 data. In the N0 and N100 treatments of all but the variable interval, the daily rate of dry matter production increased almost linearly until July or August. In the variable interval it was higher in the 6-week cut at the end of June.

The best time for nitrogen topdressing was in early spring. Between June and October, there was almost no response to nitrogen fertilization, because it was in this period that the N₀ and N₁₀₀ treatments had the highest white clover content and highest rate of dry matter production. In winter it was worth to use nitrogen only in periods of low rainfall.

On the average, the crude protein, neutral detergent fibre and insoluble ash concentrations were higher in the spontaneous species pasture. The acid detergent fibre concentration was similar in both pastures.

From this trial, we can conclude that it is advantageous to seed pastures with *L. perenne* and *T. repens*, mainly from the dry matter production standpoint. A better management of both pastures, such as to adjust the growing interval and the nitrogen fertilization rate to the rate of dry matter production and integrating silage cuts with grazing management, significantly increases the dry matter production per hectare, even without the utilization of more inputs.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Pastagens dos Açores

“Nos Açores a vegetação clímax é geralmente a floresta e nas ilhas não existiam vertebrados herbívoros, que é uma condição para a manutenção de pastagens. Existiam prados, que eram comunidades naturais, não implantadas nem mantidas artificialmente e dominadas na sua composição florística e estrutural por espécies herbáceas espontâneas dos Açores ou mesmo endémicas. Eram os prados costeiros ou os prados encharcados de encosta. Em alguma dessas zonas podem estar actualmente instaladas pastagens permanentes de altitude, onde se podem encontrar espécies herbáceas raras, endémicas dos Açores” (Dias, 1996).

Actualmente 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 geralmente mais de 20 anos e as pastagens temporárias são semeadas regularmente e mantidas durante vários anos, até que o lavrador as considere demasiado infestadas ou pouco produtivas e decida renová-las. As pastagens semeadas geralmente estão integradas numa rotação com o milho híbrido destinado a silagem, raramente são ressemeadas imediatamente após a destruição da pastagem existente.

A maior componente das pastagens permanentes de média e elevada altitude dos Açores são gramíneas introduzidas e que são designadas por “secundárias” porque o seu potencial produtivo é considerado baixo quando comparado com o das gramíneas existentes actualmente nas pastagens semeadas. As gramíneas dominantes nas pastagens permanentes de média e elevada altitude são geralmente *Holcus lanatus* L., *Poa trivialis* L., *Agrostis castellana* L., *Anthoxanthum odoratum* L. e *Poa annua* L.. As leguminosas são quase exclusivamente o *Trifolium repens* L. (trevo branco) e *Lotus uliginosus* Schkuhr. (sinónimo *Lotus pedunculatus* Cav.).

A partir de 1950-60, algumas pastagens permanentes de média altitude, sobretudo das explorações que se dedicavam à produção de leite, passaram a ser adubadas com maior frequência, tornando-se mais produtivas, os encabeçamentos aumentaram gradualmente, a frequência do pastoreio também aumentou e em consequência disso o número de espécies reduziu-se e as dicotiledóneas (leguminosas e outras) foram perdendo importância. Estas pastagens permanentes já não podem ser consideradas semi-naturais. Porque poucas plantas suportam o pastoreio muito frequente, resultado de uma maior utilização de nutrientes, com destaque para o azoto. Um número muito reduzido de gramíneas passou a dominar nestas pastagens, com destaque para o *H. lanatus* e a *P. trivialis*. O primeiro nas explorações com um maneio semi-intensivo e a segunda nas explorações com um maneio mais intensivo.

Nos últimos quinze anos, a adesão de muitos lavradores às medidas agro-ambientais e de apoio à extensificação da produção pecuária, impede-os de renovar as pastagens e impõe-lhes limites muito restritivos na quantidade de azoto que podem utilizar. Excepto nas ilhas Terceira e S. Miguel, a maior parte das pastagens da zona de média altitude são agora pastagens permanentes, exploradas num sistema de produção extensivo.

Nas zonas de média altitude (300-500 m) a percentagem da área destinada à cultura do milho é bastante menor do que nas zonas de altitude inferior a 300 m e geralmente à cultura do milho segue-se a do *Lolium perenne* L. em cultura estreme ou em consociação com o trevo branco.

Nas zonas de menor altitude, desde o nível do mar até aproximadamente 200 m, a par das pastagens temporárias de média duração de *Bromus catharticus* Vahl. (sinónimo *Bromus willdenowii* Kunth), *Lolium multiflorum* Lam. (subespécie *multiflorum*) ou mais raramente de *Lolium perenne* ou *Dactylis glomerata* L., utiliza-se frequentemente a cultura do milho híbrido (*Zea mays* L.) para silagem, seguida de pastagens anuais de *Lolium multiflorum* (subespécie *westerwoldicum*).

Quando a renovação das pastagens temporárias da zona de média altitude não corre da melhor maneira ou quando o manejo das pastagens semeadas não é o mais adequado para o *L. perenne* (a espécie mais frequentemente utilizada) em poucos anos a composição florística da pastagem é idêntica à das pastagens permanentes. Contudo os lavradores continuam a utilizá-las, geralmente por bastantes anos, até que a invasão por infestantes, geralmente dicotiledóneas, reduza substancialmente a produção. Se for feito o controlo das espécies dicotiledóneas indesejáveis aparentemente estas pastagens à base de gramíneas espontâneas, que invadiram as pastagens semeadas, são consideradas bastante aceitáveis pelos lavradores.

1.2. Pastagens de gramíneas

As gramíneas presentes nas pastagens da zona temperada, apesar de no aspecto se assemelharem, têm exigências ecológicas muito diferentes, para factores como pH e textura do solo, humidade, disponibilidade de nutrientes, intensidade da luz e frequência com que podem ser pastoreadas ou cortadas (Langer, 1990; Kemp *et al.*, 1999).

A intensificação da produção forrageira, especialmente na segunda metade do século XX, contribuiu para uma redução drástica no número de espécies presentes em pastagens semeadas e permanentes. Apesar de adaptadas ao pastoreio, poucas gramíneas estão tão bem adaptadas ao pastoreio intensivo como o *L. perenne* e o *L. multiflorum*. Segundo Peeters (2004) estas duas

gramíneas passaram a ser as mais vendidas na Europa e utilizadas em pastagens conduzidas em sistemas de produção intensivos, em solos com elevada fertilidade, com utilização de elevadas doses de azoto e pastoreios frequentes. O interesse noutras espécies diminuiu drasticamente e a investigação centrou-se sobretudo nestas duas. Por ordem decrescente seguem-se-lhe *Festuca arundinacea* Schreb., *Dactylis glomerata*, *Phleum pratense* L., *Lolium x hybridum* Hausskn. e *Festuca pratensis* Huds. Estas sete espécies constituem 93 % do mercado europeu de sementes. Espécies menos produtivas, mas que poderiam ser utilizadas em sistemas mais extensivos ou em situações edafo-climáticas desfavoráveis, não têm sido objecto de qualquer melhoramento. Muitas destas espécies não têm sequer sementes disponíveis no mercado.

Pastagens semeadas com uma só espécie ou com misturas monoespecíficas não persistem muito tempo como tal, porque outras espécies aparecem espontaneamente e a composição da pastagem torna-se mais complexa. Pastagens constituídas à base de uma ou duas espécies só existem em pastagens temporárias de curta duração (Sanderson *et al.*, 2005). Geralmente poucos anos depois da sementeira a composição e estrutura da pastagem é completamente diferente da pretendida. Muitas pastagens semeadas evoluem rapidamente para pastagens semi-naturais como resultado do manejo a que ficam sujeitas (Aarssen e Turkington, 1985; Marriott *et al.*, 1997).

A competição inicia-se cedo após a sementeira, entre as plantas semeadas e as invasoras. Estas últimas geralmente provêm de sementes que existiam no solo mas também podem vir de outras áreas, transportadas pelo vento, máquinas ou animais. A invasão pode não ser por sementes mas por propagação vegetativa (rizomas, estolhos, raízes) de plantas perenes existentes na pastagem que se pretendeu renovar. Este tipo de invasão deve ser controlado antes da sementeira porque as plântulas provenientes de sementes, geralmente com poucas reservas de hidratos de carbono, tem dificuldade em competir com plantas provenientes de órgãos com elevado poder de acumulação de reservas (Hampton *et al.*, 1999).

A maior parte das pastagens mais produtivas do mundo são pastagens feitas pelo homem, a partir do abate e queima da floresta natural. A sua continuidade depende do pastoreio ou corte, ressementeiras frequentes, utilização de herbicidas selectivos, adubações, etc. Sem este manejo a maior parte das pastagens seria revestida de infestantes e arbustos e depois floresta, que é a cobertura vegetal clímax dessas zonas (Moore, 1964). As pastagens feitas pelo homem são estádios na sucessão de espécies. Estas pastagens são geralmente designadas por disclimaxes ou plagioclimaxes, por serem botânicamente instáveis, mesmo pequenas alterações nas condições edafo-climáticas, no manejo, no encabeçamento, podem conduzir a uma

alteração rápida da sua composição botânica (Davies, 1960). As espécies que ocorrem naturalmente numa zona ou que a invadem são geralmente espécies altamente adaptadas às condições do local. Se se melhoram as condições da zona, como por exemplo aumentar a adubação azotada, as espécies espontâneas inicialmente vão produzir mais mas geralmente entre um a dez anos depois outras espécies invadem a pastagem, espécies mais adaptadas às novas condições e geralmente mais produtivas (Snaydon, 1978). Cada espécie presente numa pastagem requer diferentes níveis de recursos e pode ficar em vantagem ou desvantagem se houver alterações nesta. Na pastagem podem criar-se nichos que permitem a invasão por espécies que não foram semeadas e que a partir daí se vão espalhando. Parcelas aparentemente uniformes podem ser um mosaico de diversos habitats (Hopkins, 1986). As diferenças podem ser no tipo e na profundidade do solo, na drenagem, na fertilidade, no declive. Em condições de pastoreio a urina e as fezes também criam na pastagem condições de fertilidade muito heterogénea (Afzal, 1992). Os quatro factores que maior influência exercem na composição da pastagem são o manejo, a fertilidade do solo, a humidade e o pH (Scott, 2001).

Na Europa Central e no Reino Unido, nas pastagens pastoreadas, com frequência dominam as seguintes espécies: *Agrostis stolonifera*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa pratensis*, *Poa trivialis* e até mesmo *Holcus lanatus* (Watt e Haggard, 1980). Mas se se aumentar muito a frequência do pastoreio o *Holcus lanatus* desaparece. Se a frequência for exagerada vão predominar a *Poa annua* e o *Agrostis stolonifera* (Vargas e Turgeon, 2004).

Brandão Oliveira (1989) estudou a importância dos diferentes factores ecológicos na distribuição das espécies mais frequentes nas pastagens da ilha de S. Miguel e verificou que os três factores que “parecem agir de modo mais determinante sobre a vegetação são, por ordem decrescente de importância: a altitude, a adubação azotada e a humidade aparente da estação”. A altitude não é um factor ecológico só por si, mas este parâmetro influencia diversos factores ecológicos. Nos Açores a altitude parece funcionar como um factor de síntese, por actuar “não somente como factor climático mas também como factor extensificação/intensificação e mesmo pedológico”. Também considerou que o factor “situação geográfica” actuava como um factor sintético, porque as ilhas mais pequenas e os concelhos mais afastados têm tendência a utilizar menos adubos e a reduzir a intensificação.

Segundo Brandão Oliveira (1989) nas zonas de média a grande altitude, declives médios a fortes, precipitações excessivas no Outono e Inverno, níveis baixo a médios no solo de cálcio, magnésio e potássio e elevados de alumínio, manganês e ferro e quando o sistema de

exploração destas pastagens é extensivo as espécies características são, por ordem decrescente de abundância: *Holcus lanatus*, *Ranunculus repens*, *Agrostis castellana*, *Poa trivialis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Trifolium repens*, *Cyperus brevifolius*, *Lotus uliginosus*, *Rumex obtusifolius*, *Plantago lanceolata* e *Juncus effusus*. Por vezes as pastagens estão bastante infestadas com *Mentha suaveolens* e *Pteridium aquilinum*.

Segundo Peeters (2004), das gramíneas mais frequentes nos Açores as mais exigentes em fertilidade são por ordem decrescente: *L. multiflorum*, *L. perenne*, *B. willdenowii*, *P. annua*, *P. trivialis*, *D. glomerata*, *H. lanatus*, *A. castellana* e *A. odoratum*. As mais resistentes à seca são *D. glomerata* e *B. willdenowii*. As mais exigentes em água são por ordem decrescente: *H. lanatus*, *P. trivialis*, *P. annua* e *A. castellana*. As gramíneas com necessidades intermédias em água são: *L. multiflorum*, *L. perenne* e *A. odoratum*.

O pH ótimo para a maior parte das gramíneas da zona temperada situa-se entre os 6 e 6,5. Nas pastagens da zona de média a alta altitude dos Açores o pH é de geralmente 5,0 a 5,5. Certas espécies, de que são exemplo as gramíneas *H. lanatus*, *A. castellana*, *A. odoratum* e *P. trivialis* ou a leguminosa *L. pedunculatus* adaptam-se a pH baixo mas outras, como o *L. perenne*, *L. multiflorum*, *B. willdenowii*, *D. glomerata*, *P. trivialis* e *P. annua*, tem necessidades semelhantes e não sobrevivem a pH muito baixo (Tow e Lazenby, 2001). Estas últimas são espécies que exigem elevados níveis de fertilidade e nos solos de pH mais baixo o fósforo fica retido nos óxidos de ferro e alumínio ficando indisponível para as plantas, ao mesmo tempo que a matéria orgânica se decompõe lentamente, tendendo a acumular-se no solo, reduzindo a quantidade de fósforo e azoto disponibilizada às culturas (Tisdale *et al.*, 1985).

1.3. Pastagens e biodiversidade

A biodiversidade tornou-se uma das preocupações da última década, na convicção de que a elasticidade, a sustentabilidade e a produtividade de um sistema agrícola é proporcional ao número de espécies que contém. Mas aparentemente a produtividade poderá estar relacionada com a predominância de algumas espécies e a estabilidade pela diversidade de espécies. Apesar da reduzida investigação nesta área pode concluir-se que uma mistura complexa de espécies não é o modelo apropriado para sistemas onde se procura maximizar a produção. Pastagens com um elevado número de espécies estão mais adequados a situações em que se procura conciliar diversas funções da pastagem: de produção animal, de protecção ambiental e de refúgio da vida selvagem (Sanderson *et al.*, 2004). Há também que distinguir entre a

abundância de espécies numa pastagem e a uniformidade da distribuição dessas plantas. Uma pastagem pode ter um número elevado de espécies que estão presentes em pequeno número e por isso têm um reduzido impacto no funcionamento do ecossistema. Para haver biodiversidade a riqueza em espécies tem que ser elevada mas a abundância de cada espécie também deve ser tomada em conta (Wilsey e Potvin, 2000).

Em dois ensaios conduzidos durante 19 anos na Nova Zelândia, onde se estudou a contribuição de cada espécie, de uma mistura de 25 espécies introduzidas na vegetação existente, submetidas a 61 tratamentos diferentes (diversos níveis de adubação com fósforo e enxofre e diversos tipos de pastoreio), concluiu-se que o número de plantas num canteiro tinha uma fraca correlação com a produção secundária (encabeçamento) e com a estabilidade da pastagem (Scott, 2001). A única tendência positiva foi a verificada num ensaio onde o encabeçamento estava inversamente correlacionado com o número de espécies presentes, com um decréscimo de 2,2 % por cada espécie. Apesar dos dois ensaios estarem na mesma zona e das parcelas terem sido semeadas com a mesma mistura de espécies, o resultado mais evidente dos ensaios foi que as espécies agruparam-se rapidamente, de acordo com as adubações e o tipo de pastoreio a que ficaram sujeitas. Destes ensaios pode concluir-se que as espécies presentes numa mistura devem ser escolhidas de acordo com as condições edafo-climáticas prevaletentes e com o nível de intensificação e manejo a que a pastagem vai ser sujeita.

Para além das misturas de gramíneas, é geralmente vantajosa a adição de uma ou mais leguminosas na pastagem (Thomson, 1984; Hay, 1989). As leguminosas para além do benefício da fixação do azoto, têm geralmente maiores concentrações em cálcio e magnésio, cobre, zinco e manganês. A presença de outras dicotiledóneas, como por exemplo *Taraxacum* spp. ou *Plantago* spp., a par das leguminosas, contribuem com frequência para uma maior ingestão de matéria seca (Tracy e Faulkner, 2006). As misturas complexas de espécies têm algumas vantagens porque fornecem aos animais uma alimentação mais equilibrada e mais rica em macro e micronutrientes (Sanderson *et al.*, 2003). Uma pastagem rica em espécies pode trazer benefícios para a saúde dos animais porque algumas plantas tem componentes que anulam ou reduzem o efeito de substâncias tóxicas existentes noutras plantas (Provenza e Villalba, 2006). Algumas espécies forrageiras possuem substâncias com propriedades anti-helmínticas como os taninos condensados presentes na *Cichorium intybus* ou *Lotus* spp. (Hoskin *et al.*, 1999). Os taninos condensados do *Lotus pedunculatus* podem evitar o timpanismo e reduzir a desaminação da proteína pelos microrganismos do rumen (Min e Hart, 2003). Mas podem também reduzir a ingestão de matéria seca e reduzir a digestão da hemicelulose, sobretudo

quando presentes nas plantas de *Lotus* spp. em elevada concentração, como acontece nos solos pobres em nutrientes (Barry e Duncan, 1984).

Um dos problemas da utilização de pastagens seminaturais com uma composição botânica complexa é que numa determinada altura de colheita os estados fenológicos variam entre as espécies. A época do aparecimento das espigas e das flores na Primavera varia bastante entre as diversas gramíneas e leguminosas presentes. Na zona temperada algumas espécies florescem em Abril, outras em Junho e outras apenas em Julho ou Agosto (Elzebroek e Wind, 2008).

1.4. Leguminosas

A principal razão para o declínio da utilização de leguminosas na Europa tem sido a elevada disponibilidade de azoto a preços compensadores. A segunda razão tem sido a constatação pelos agricultores que as pastagens respondem bem e de forma consistente às adubações azotadas (Rochon *et al.*, 2004; Elzebroek e Wins, 2008).

As reformas da política agrícola europeia, a partir de 1970, apoiando os preços do leite e da carne, estimularam a produção e afastaram as explorações agro-pecuárias da Europa e dos Açores da produção baseada em reduzidos inputs, elevada utilização de leguminosas e elevada biodiversidade. A actual geração de agricultores habituou-se a um sistema de produção relativamente simples e até agora economicamente compensador, que era a utilização de pastagens de gramíneas adubadas com azoto. Como consequência esqueceram as vantagens das leguminosas e têm contribuído em algumas zonas para a poluição atmosférica e das águas. As pressões para reduzir o consumo de combustíveis e a poluição ambiental, aumentar a sustentabilidade das explorações e aumentar a biodiversidade, todas conduzem à necessidade urgente de se introduzirem mais leguminosas nas pastagens. As reformas da política agrícola da União Europeia (UE) provavelmente contribuirão também para uma maior utilização do potencial das leguminosas. Com a nova reforma a UE procura promover a desintensificação, reduzir os custos de produção (reduzindo a utilização de adubos e concentrados), aumentar a biodiversidade e aumentar a utilização de leguminosas. Para isso tem havido uma redução no preço dos produtos agrícolas de origem animal, com a perspectiva de maior liberalização num futuro próximo. Com a subida do preço da energia o rácio preço do produto/preço do adubo azotado vai diminuindo e a introdução de leguminosas nas pastagens vai aparecer como uma alternativa válida.

Há muitos anos que se sabe que as leguminosas podem reduzir custos de produção, diminuindo as necessidades de adubação azotada e contribuindo para uma maior ingestão de matéria seca, o que reduz a necessidade de concentrados (Frame *et al.*, 1998; Pecetti *et al.*, 2001). A perspectiva 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 (Frame *et al.*, 1998).

O conhecimento científico sobre as leguminosas e a sua utilização, quer em pastoreio quer em corte para conservação, aumentou bastante. O melhoramento genético criou novas cultivares e o potencial económico da utilização de leguminosas está melhor documentado na Europa. Apesar disso, a utilização de leguminosas na Europa continua a decrescer e o importante contributo que poderiam dar, sobretudo nas pastagens, continua por aproveitar (Frame, 1993; Mannetje, 1994).

O *Trifolium repens* é a principal leguminosa em pastagens semeadas e semi-naturais da região temperada e está adaptado a uma grande diversidade de situações edafoclimáticas. Nem o *Trifolium pratense* L. nem o *Medicago sativa* L. são adequados para pastoreios frequentes embora algumas cultivares recentes sejam mais tolerantes (Pecetti *et al.*, 2001). Nas regiões de clima marcadamente mediterrâneo a utilização das leguminosas anuais ou bianuais, como *Trifolium subterraneum*, *Trifolium incarnatum*, *Ornithopus sativus*, *Ornithopus compressus*, *Hedysarum coronarium* e diversas luzernas anuais, em culturas puras ou em consociações pode aumentar (Rochon, 1994). Porque se verificou que os ecotipos locais são mais persistentes e melhor adaptados do que as cultivares das mesmas espécies disponíveis no mercado, razão porque está a fazer-se um esforço para desenvolver novas cultivares resultantes de populações locais, que provaram ser mais persistentes e melhor adaptadas ao pastoreio (Fara *et al.*, 1997).

O banco de sementes das leguminosas anuais é mais persistente do que o das gramíneas anuais (Fenner, 1985) embora a percentagem de leguminosas na pastagem esteja directamente correlacionada ($r = 0,73$) com a quantidade de semente produzida no ano anterior (Rochon, 1994).

1.5. *Trifolium repens*

A propagação do *T. repens* através de estolhos confere-lhe uma elevada perenidade porque lhe permite resistir aos efeitos mecânicos causados na planta pelo animal em pastoreio (Hay *et al.*, 1989; Frame, 1993). Produz uma forragem de elevada qualidade e tem a vantagem de através da simbiose com o *Rhizobium leguminosarum trifolii* (nos nódulos formados nas

raízes) fixar azoto atmosférico, reduzindo a necessidade da adubação azotada necessária em consociações (Carlson e Huss-Danell, 2003; Frame e Newbould, 1986). A manutenção de uma percentagem elevada de trevo branco nas consociações é geralmente difícil porque à medida que aumentam as adubações azotadas a quantidade de trevo geralmente decresce, o que se atribui a uma maior competitividade das gramíneas a doses de azoto elevadas. Alternativamente, na ausência de adubação azotada, o decréscimo do trevo branco tem sido atribuído ao pastoreio selectivo pelos animais (Fothergill *et al.*, 1996). A maior parte dos ensaios em que o trevo branco entra é em consociação com o *Lolium perenne*, uma gramínea de crescimento em tufo, sem rizomas ou estolhos, com a qual tem uma elevada compatibilidade (Frame, 1990). Os estolhos do trevo branco parecem evitar manchas muito densas formadas por gramíneas como o *Agrostis capillaris* L. e invadem manchas de *L. perenne* com crescimento em tufo. Por essa razão o *L. perenne* predomina nas manchas de trevo branco, enriquecidas em azoto. As diferenças sazonais existentes no crescimento destas duas espécies contribuem para aumentar a sua compatibilidade (Turkington e Harper, 1979). Frame (1990) também estudou a compatibilidade do trevo branco com diversas gramíneas numa simulação de pastoreio e verificou que existia uma reduzida percentagem de trevo branco em pastagens dominadas por *Holcus lanatus* e *Agrostis stolonifera* L.. Noutro estudo de compatibilidade de gramíneas e trevo branco verificou-se que o efeito do *H. lanatus* no trevo branco era pior do que o do *A. stolonifera* (Schulte e Neuteboom, 2002), mas não foi avançada nenhuma explicação.

Comparada com a fixação do azoto pelas leguminosas a utilização de fertilizantes azotados químicos em pastagens é mais versátil porque permite a sua utilização pontual em períodos de défice ou de máxima absorção pelas plantas. Nestas circunstâncias a eficiência da utilização do azoto aumenta e a maior parte do azoto perdido por lixiviação não provem directamente do adubo mas sobretudo das malhas de urina, em situações de pastoreio (Ledgard *et al.*, 1998). Nas consociações de gramíneas e trevos, uma auto-regulação da fixação do N₂ pode originar uma maior eficiência na utilização do azoto, porque nas zonas onde se espalha a urina o elevado nível de azoto não orgânico inibe a fixação azotada. Nas pastagens adubadas o azoto é uniformemente aplicado o que pode conduzir a maiores perdas nas malhas de urina (Ledgard e Steele, 1992). Alguns estudos encontraram reduzidas taxas de nitrato lixiviado por baixo de prados de leguminosas e têm sido utilizados para demonstrar que sistemas agropecuários baseados na utilização de leguminosas trazem mais benefícios ambientais. Mas embora as leguminosas possam trazer bastantes benefícios, no que respeita à lixiviação de nitratos o assunto não é pacífico. Num ensaio de três anos, efectuado no centro de investigação

para a produção leiteira da Nova Zelândia, utilizaram-se pequenas explorações pastoreadas por vacas leiteiras, uma semeada com uma consociação de *L. perenne* (Yatsyn 1) e *T. repens* (Grasslands Kopu) e outra só com *L. perenne* (Yatsyn 1), que era adubada com ureia em doses idênticas à fixação azotada que ocorreria na consociação (146 a 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹). A fixação azotada foi determinada ao longo do ano, em canteiros adjacentes, pela técnica do ¹⁵N. As produções de matéria seca e de leite por hectare foram semelhantes para os dois tipos de pastagem nos dois primeiros anos mas a produção de matéria seca foi 22 % inferior na consociação no terceiro ano do ensaio. Nos três anos do ensaio calculou-se que se perderam por lixiviação 71 e 76 kg N ha⁻¹, respectivamente, da consociação e da pastagem de *L. perenne* adubada com ureia. A concentração de nitrato, extraído na solução do solo foi de 3,9 mg litro⁻¹ para a pastagem adubada com azoto e de 3,7 mg litro⁻¹ para a consociação, valor bastante abaixo do limite imposto na Nova Zelândia para a água de consumo, 11 mg N litro⁻¹ na forma de nitrato. A conclusão do ensaio é que não houve diferenças significativas entre os tratamentos na quantidade de nitratos lixiviados (Owens *et al.*, 1994). Num outro ensaio conduzido no País de Gales, com ovelhas em pastoreio, também não se encontraram diferenças sensíveis entre a lixiviação de nitratos que ocorreu numa pastagem adubada com as mesmas doses de azoto (150-200 kg ha⁻¹ ano⁻¹) que as obtidas noutra pastagem que dependia da fixação biológica do azoto (Cuttle *et al.*, 1992).

1.6. Renovação de pastagens

As razões que levam um lavrador a renovar uma pastagem não são apenas aumentar a produção. Pode ser para melhorar o valor alimentar, melhorar a distribuição da produção, aumentar a resistência a doenças, limpar a pastagem de infestantes, introduzir leguminosas, aumentar a resistência ao pisoteio ou ao pastoreio frequente, aumentar a concentração de açúcares na erva para aumentar a palatabilidade ou facilitar a fermentação, no caso de se efectuarem silagens (Dove, 1996). Um aumento de produção só será conseguido se a(s) espécie(s) que se vão introduzir, geralmente mais exigente(s) do que as existentes na pastagem, encontrarem condições favoráveis de fertilidade e manejo (Frame, 1992).

Na Grã-Bretanha, numa experiência conduzida em vários locais, durante quatro anos, concluiu-se que uma pastagem permanente com uma flora complexa produzia tanto como uma pastagem pura de *Lolium perenne*, se a menor produção desta no ano da sementeira fosse tida em consideração. E que até níveis de adubação azotada de 200 a 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹, as produções eram semelhantes para os dois tipos de pastagem (Hopkins *et al.*, 1990). Quando há

necessidade de intensificar a produção numa área de pastagem semi-natural a decisão de ressemeiar ou não depende da resposta das espécies presentes na pastagem ao aumento de fertilidade. O custo da sementeira é elevado e para ser compensador é necessário garantir que as espécies semeadas produzem bastante mais do que as espécies presentes na pastagem (Dibb e Haggard, 1979).

1.7. Fertilidade do solo

Quase todos os solos têm factores limitativos no que diz respeito à fertilidade que influenciam directamente a produtividade (Jones *et al.*, 1984). Numa pastagem existem diferenças entre as espécies na sua capacidade de extrair e utilizar os nutrientes, o que origina taxas de crescimento diferentes (Suckling, 1960). Numa pastagem constituída por muitas espécies, aumentar a fertilidade favorece as espécies altamente competitivas e reduz a diversidade (Lambert *et al.*, 1986). Um dos impactos das adubações é alterar o equilíbrio entre as gramíneas e as leguminosas. As adubações fosfatadas tendem a favorecer as leguminosas até que os níveis de azoto do solo se tornem altos. A partir daí, e por algum tempo dominam as gramíneas. Alguns micronutrientes podem também ter um enorme impacto em algumas espécies, por exemplo o molibdénio é essencial para a fixação azotada pelas leguminosas e quando aplicado em solos deficientes pode fazer a produção aumentar substancialmente (Lourenço *et al.*, 1989).

Em sistemas de exploração mais intensivos, que recorrem a maior utilização de adubos (fosfatados, potássicos e azotados) e a pastoreios mais frequentes, a composição florística das pastagens permanentes torna-se bastante mais pobre, aproximando-as em número de espécies aos existentes nas pastagens artificiais temporárias. As espécies mais competitivas em elevados níveis de fertilidade e maior frequência de pastoreio são as gramíneas *A. stolonifera*, *D. glomerata*, *H. lanatus*, *L. perenne*, *P. annua* e *P. trivialis* e entre as leguminosas o *T. repens* (Hopkins e Holz, 2006).

1.8. Mineralização da matéria orgânica

Há uma pressão elevada sobre a agro-pecuária para utilizar eficientemente o azoto porque a eficiência da utilização deste elemento em sistemas de produção intensivos é geralmente baixa. Na Holanda, em sistemas intensivos, só cerca de 16 % do azoto que entra no sistema (adubo, rações, etc.) é exportado na forma de leite ou carne (Aarts *et al.*, 2000). Num ensaio realizado na Irlanda do Norte, com novilhos em pastoreio, aumentar a dose de azoto de

100 para 500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ reduziu a quantidade de azoto exportado em peso vivo de 16 para 6 % e as perdas (volatilização, desnitrificação e lixiviação) aumentaram de 26 para 43 % (Watson *et al.*, 1992).

Aumentar a eficiência da utilização do azoto nas explorações é conseguido através da maximização da circulação do azoto no sistema, utilizando o azoto dos estrumes, o azoto fornecido pela mineralização da matéria orgânica do solo e o azoto obtido através da fixação simbiótica, pela utilização de leguminosas na pastagem. Se a eficiência da utilização do azoto melhorar, aumenta a eficiência da produção animal e o lucro e reduz-se a possibilidade de contaminar o ambiente (Rotz *et al.*, 2005).

Os solos de pastagem têm geralmente elevadas concentrações de azoto na sua matéria orgânica. Na Inglaterra nos 15 cm abaixo da superfície de um solo de pastagem estima-se que existam entre 3 a 10 t N ha⁻¹ e nos solos de culturas arvenses entre 1 a 4 t N ha⁻¹ (Ryden, 1984). Na Irlanda calcula-se que nos 20 cm abaixo da superfície de um solo de pastagem existam cerca de 7 t N ha⁻¹ (Ryan, 2002).

O azoto na matéria orgânica não está disponível para ser utilizado pelas plantas mas através da mineralização passa a azoto inorgânico (NH₄⁺ ou NH₃) e fica disponível (Janson e Persson, 1982). O azoto libertado pela mineralização e nitrificação da matéria orgânica é uma fonte importante deste elemento para as gramíneas da pastagem. As quantidades disponíveis variam com o teor de matéria orgânica, tipo de solo e capacidade de retenção de água. Na Irlanda calcula-se que ronde os 124 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, variando entre 100 e 330 kg N ha⁻¹, calculando-se que não varie muito de ano para ano se o manejo for semelhante e que numa pastagem permanente andarà à volta de 150 kg N ha⁻¹ (Coulter *et al.*, 2002). No Reino Unido num ensaio conduzido em dezasseis lugares foram encontradas taxas de mineralização anuais que variavam entre 40 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ nas zonas altas até cerca de 150 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ nas zonas de maiores produções da zona baixa, com um valor médio de 112 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ (Humphreys *et al.*, 2008). Na Holanda foram encontradas taxas de mineralização que variavam entre 43 e 201 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ (média de 128 kg) em 11 solos arenosos e 45 a 233 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ (média de 137 kg) em 10 solos franco-argilosos (Van der Meer, 1983).

A mineralização é uma contribuição importante de azoto para uma pastagem. É importante saber quais as épocas do ano em que a sua contribuição pode ser elevada para se poderem fazer recomendações de adubações mais precisas, nas épocas e nos quantitativos a utilizar. A taxa de mineralização encontrada na Irlanda num estudo efectuado em 2001 variou entre 0,2 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ no Inverno e 0,8 kg N ha⁻¹ dia⁻¹ no início do Verão. Os valores mais

altos foram encontrados em Abril e Maio e em Agosto e Setembro (Ryan, 2002). As necessidades de azoto de uma pastagem num sistema de produção intensivo são de cerca de $2 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ no período de maior crescimento da erva (Humphreys, *et al.*, 2003). Uma taxa de mineralização de $0,8 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ é o equivalente a 40 % das necessidades diárias da pastagem, um contributo importante que não pode ser ignorado.

1.9. Pastoreio

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. Os períodos mais críticos são geralmente após a sementeira, após um período de dormência ou após a floração. Para utilizar o pastoreio de modo a manter as espécies mais desejáveis, a regra é reduzir a frequência de pastoreio ou mesmo suspendê-lo 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 e Dowling, 2000). Excessos de acumulação de matéria seca reduzem a eficiência do pastoreio e a contribuição de algumas espécies, como por exemplo a do *Trifolium repens* (Matthew *et al.*, 1999). O pastoreio selectivo é também uma consequência do subpastoreio e contribui para o desaparecimento das espécies com maior palatabilidade. Quando a pastagem é subpastoreada, o envelhecimento e a morte dos tecidos tornam-se os processos dominantes, o que provoca uma elevada diminuição na qualidade da erva (Scott, 2006). O sobrepastoreio reduz a quantidade de matéria seca ingerida e consequentemente a produção animal e deixa espaços abertos na pastagem propícios à instalação de infestantes e à erosão (Matthews *et al.*, 1999). O pastoreio bem conduzido é uma maneira de produzir alimento para os animais de uma forma sustentável (Sanderson *et al.*, 2004). Em períodos de excesso, o pastoreio rotacional é eficaz na manutenção da qualidade da erva, porque se podem tirar parcelas da rotação, permitindo que os animais continuem a ter a máxima ingestão de matéria seca e os excessos sejam aproveitados em cortes para silagem ou fenos (Smetham, 1990).

A conservação dos excessos de erva produzida na Primavera, na forma de silagens ou fenos é uma componente importante da produção animal em zonas em que o crescimento é reduzido ou nulo durante períodos longos. Hodgson (1990) considera que deve evitar-se que as áreas destinadas à conservação vão reduzir a produção de leite na Primavera porque a produção permitida pela melhor silagem de erva é frequentemente metade da produção permitida pela pastagem. Por isso a rentabilidade da conservação de forragens é discutível quando a zona, com

um manejo adequado de diversas espécies, permite o crescimento de erva durante quase todo o ano.

Há cada vez maior preocupação em relação ao efeito da actividade agrícola no meio ambiente. O pastoreio interfere principalmente com o solo e a água. O gado bovino nas pastagens das zonas mais altas, sobretudo nos períodos em que o solo está saturado, provoca pisoteio acentuado, que além de deslocar a superfície do solo também reduz a infiltração da água, aumentando o escoamento superficial. Estes processos aumentam o potencial erosivo dos solos e a contaminação de cursos de água e lagos com sedimentos e nutrientes (Lambert *et al.*, 1996). Os sedimentos acumulam-se no fundo de lagos, rios ou ribeiros, reduzindo a sua capacidade de retenção de água (Moehrlen *et al.*, 1999).

O azoto é um componente importante da produtividade dos sistemas agro-pecuários intensivos, mas que pode ter efeitos graves no ambiente. Em pastoreio a concentração de azoto nas fezes e na urina é difícil de evitar, sobretudo nos sistemas intensivos onde o encabeçamento é maior (Spears *et al.*, 2003). Mas nas situações em que no manejo das explorações agro-pecuárias são tomadas precauções para proteger o ambiente, mesmo os sistemas intensivos podem ser pouco poluentes. Para isso é necessário planear, escolher os locais mais apropriados para as construções, reduzir o acesso dos animais a cursos de água naturais ou lagos, proteger linhas de água, manter pastagens permanentes em zonas de maior declive e não efectuar sobrepastoreio (Rotz, 2004).

1.10. Efeito do pastoreio na reciclagem do azoto

As fezes e a urina podem ter um impacto muito importante em zonas muito localizadas do solo e da pastagem. A urina promove o crescimento da erva quando a pastagem está deficiente em azoto mas pode reduzir o seu crescimento ou mesmo provocar a morte em condições de tempo seco e excesso de azoto no solo, sobretudo em solos com mais areia na sua composição (Richards e Wolton, 1975). Os ruminantes rejeitam a erva contaminada com fezes, inicialmente devido ao cheiro das fezes e depois devido ao cheiro da matéria orgânica em decomposição (Haynes e Williams, 1993). Esta rejeição conduz a uma diminuição da qualidade da erva e a uma diminuição da ingestão nas zonas que inicialmente eram rejeitadas devido ao cheiro, o que por sua vez conduz a uma diminuição do afilhamento e à deterioração da pastagem (Latinga *et al.*, 1999).

Alguns trabalhos têm demonstrado que a produção da pastagem não aumenta devido à restituição de nutrientes através das fezes e da urina. Na Irlanda verificou-se que o azoto

recuperado nos tratamentos sem adubação azotada, sujeitos a pastoreio ou a corte não eram significativamente diferentes (Jackson e Williams, 1979). Embora a produção do tratamento sem azoto sujeito a pastoreio tivesse sido menor (5059 vs 5371 kg M.S. ha⁻¹ ano⁻¹) a concentração de azoto nas plantas era maior (25,6 vs 23,0 g kg⁻¹ M.S.), tendo a menor produção de matéria seca obtida em pastoreio sido atribuída ao efeito do pisoteio. Na generalidade assume-se que a produção de matéria seca obtida em cortes simulando pastoreio está correcta, visto que diversos trabalhos provam que os benefícios do animal em pastoreio (contribuição das fezes e urina) anulam-se devido ao efeito físico do animal na pastagem (pisoteio).

Lantinga *et al.* (1999) verificaram que com uma adubação de 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, ou superior, o azoto reciclado pelo animal não aumentava a produção da pastagem nem a concentração de azoto na planta. Cuttle *et al.* (2001) concluíram que a elevada concentração de nitrato encontrada no solo entre 0 e 80 cm abaixo das zonas afectadas pela urina (cerca de 400 kg N ha⁻¹), sobretudo quando a adubação azotada era superior a 220 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, indicava que as áreas atingidas pela urina são zonas de perdas potenciais de azoto, por lixiviação ou volatilização, o que evidencia a relativa ineficiência da reutilização do azoto excretado. Num estudo semelhante efectuado no Reino Unido demonstrou-se que a acumulação de azoto na forma de nitrato até uma profundidade de 90 cm, numa pastagem de *Lolium perenne* adubada com 420 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, sujeita a pastoreio ou a corte era de, respectivamente, 160 e 38 kg N ha⁻¹ (Ball e Ryden, 1984).

CAPÍTULO II

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA ERVA DE UMA PASTAGEM DE *LOLIUM PERENNE* E *TRIFOLIUM REPENS* E DE UMA PASTAGEM PERMANENTE À BASE DE ESPÉCIES ESPONTÂNEAS

2.1. Introdução

O crescimento das gramíneas pratenses da zona temperada é mais elevado durante a fase de crescimento reprodutivo na Primavera o que está associado à produção de caules e espigas. Nesta época do ano cortes ou pastoreios frequentes evitam o desenvolvimento integral do caule e promovem o afilhamento e a perenidade da pastagem enquanto cortes menos frequentes inibem o afilhamento e reduzem a densidade da pastagem, promovendo o ingresso de infestantes (Skinner e Moore, 2007). Uma boa integração do pastoreio com cortes para conservação melhora a utilização da erva durante a Primavera e início do Verão, aumenta a produção anual de matéria seca da pastagem (quando os cortes são efectuados no início da Primavera) e ao mesmo tempo dá a possibilidade de no final do Outono e durante o Inverno se alimentar convenientemente o rebanho (Muck *et al.*, 2007). Na Primavera integrar cortes para feno ou silagem no manejo da pastagem tem ainda a vantagem de reduzir a heterogeneidade removendo o efeito da urina e das fezes e controlar o desenvolvimento de parasitas (Hodgson, 1990).

Macrae e Theodorou (2003) consideraram que a pastagem e as forragens conservadas serão o futuro dos sistemas de produção de ruminantes sustentáveis. Cushnahan e Mayne (1995) demonstraram que silagens bem feitas podem ter um valor nutritivo muito semelhante ao da erva das pastagens de que são feitas. Para se obter um elevado valor nutritivo nas silagens a erva deve ser cortada no estado fenológico óptimo e devem seguir-se cuidadosamente todos os procedimentos para se evitem perdas de matéria seca e de energia (Mayne e O' Kiely, 2005). Cortes com a erva num estado de maturação avançado conduzem a uma elevada acumulação de biomassa mas simultaneamente ao declínio do valor nutritivo, inicialmente lento mas rápido depois do desenvolvimento do caule e aparecimento das espigas (Cherney e Cherney, 2003).

As necessidades de cada exploração em erva para pastoreio e para silagem dependem do manejo e reflectem a estratégia do lavrador. Efectuar mais ou menos silagem, com maior ou menor qualidade, é uma maneira de manipular o encabeçamento e de ajustar a qualidade da silagem às necessidades do rebanho (Wilkinson, 2005). Cortes menos frequentes estão geralmente associados a explorações de menores dimensões, em que a terra é um factor limitativo, onde a silagem com menor valor nutritivo é complementada com um concentrado (uma maneira indirecta de comprar mais área) ou então dada a animais com menores exigências alimentares (Wilkinson, 1985), como por exemplo à vaca de carne no período em que está seca ou aos novilhos cujo acabamento se pretende efectuar na Primavera seguinte. Frequentemente

duas explorações próximas adoptam estratégias diferentes, ambas por razões válidas (White *et al.*, 1999).

Geralmente a escolha do momento adequado para se efectuarem o(s) corte(s) para silagem depende da quantidade e da qualidade da erva que se deseja obter (Corral e Fenlon, 1978) e das necessidades do rebanho em erva para pastoreio antes e após os cortes. Quando a temperatura no início da Primavera é mais baixa do que o normal, a taxa de crescimento da erva é também reduzida e os cortes para silagem têm que ser adiados. Menzi *et al.* (1991) verificaram que nos Alpes a temperatura tinha mais influência do que a radiação na taxa de crescimento da erva no início da Primavera e também mais do que a composição da pastagem e o manejo. McKenzie *et al.* (1999) além do efeito da temperatura na taxa de crescimento destacam que, nas condições da Nova Zelândia, o efeito da precipitação e da evapotranspiração na Primavera e no Verão são responsáveis por 60 % da variação na produção anual de matéria seca.

Várias experiências têm sido conduzidas para avaliar o impacto do intervalo de crescimento da erva na acumulação de matéria seca e de matéria orgânica na Primavera. Na generalidade todos concluem que aumentar o intervalo de crescimento da erva na Primavera aumenta a produção de ambas, apesar do decréscimo da digestibilidade. Num ensaio efectuado na Irlanda do Norte onde se alargava o intervalo de crescimento da erva entre dois cortes consecutivos de 3 para 6, 7, 8 e 9 semanas, em diversas épocas do ano, verificou-se que aumentar o intervalo de crescimento no início da Primavera aumentava a produção de matéria seca e de matéria orgânica obtidas por hectare mas a digestibilidade da erva decrescia bastante. Efectuar o mesmo no final da Primavera e durante o Verão não trazia qualquer benefício a partir das seis semanas (Binnie *et al.*, 1997).

A sazonalidade da produção de erva verificada nos Açores nas pastagens de média altitude obriga à integração do pastoreio com a conservação da erva na forma de silagem, para um manejo mais adequado das pastagens e para a manutenção de um efectivo mais elevado. Conservar na forma de silagem é a melhor opção nas condições climáticas das zonas de média altitude dos Açores, porque permite uma maior flexibilidade na escolha da data de corte e um produto geralmente de maior digestibilidade do que o feno. Ainda assim, nestas zonas, um dos problemas para se efectuarem silagens de erva no início da Primavera é o excesso de pluviosidade que frequentemente dificulta o corte da erva no estado fenológico adequado e prejudica a acumulação de açúcares tão necessários à obtenção de silagens bem preservadas. Embora nas zonas de baixa altitude muitas silagens de erva sejam efectuadas no início da

Primavera, nas zonas de média altitude as silagens continuam a ser feitas tardiamente e com a erva num estado fenológico avançado.

Para se entenderem as razões que levam os lavradores destas zonas a retirarem tardiamente ao pastoreio as parcelas destinadas a cortes para silagem e a alongarem para oito e por vezes até dez semanas os períodos de crescimento da erva para ensilar, sobretudo nas pastagens permanentes, surgiu a necessidade de se efectuarem alguns ensaios. Um dos ensaios procurava determinar para uma pastagem semeada de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e para uma pastagem permanente, as curvas de produção de matéria seca obtidas por hectare num sistema de produção intensivo. Os outros ensaios estudaram para cada um dos dois tipos de pastagem acima mencionados, a produção de matéria seca e a qualidade da erva que se podia obter durante a Primavera e no início do Verão em cortes efectuados com intervalos de crescimento de seis, oito e dez semanas. Partindo-se do princípio que na Primavera e no início do Verão as pastagens utilizam entre 1,5 a 2,0 kg de azoto por hectare e dia, para cada um dos cortes efectuados utilizou-se três níveis de adubação azotada (50, 100 e 150 kg ha⁻¹).

2.2. Materiais e métodos

2.2.1. Características do local do ensaio, tratamentos e delineamento experimental

Este estudo foi conduzido durante três anos (1987-1989) na Exploração Experimental da Universidade dos Açores, situada no interior da Ilha Terceira (latitude 38° 39' N; longitude 27° 5' W; altitude 390 m, a.n.m.).

Para montar os ensaios escolheu-se uma pastagem que estava instalada há mais de 20 anos, onde predominavam espécies espontâneas, sendo a *Poa trivialis* a espécie dominante (> 85 %), mas onde existiam também reduzidas percentagens de *Holcus lanatus*, *Poa annua*, *Agrostis castellana*, *Trifolium repens* e *Lotus pedunculatus*. O manejo desta parcela tinha sido típico de uma exploração semi-intensiva, com níveis médios de fósforo e baixos de potássio, com uma adubação azotada entre 100 e 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, sobrepastoreio de Outubro até meados de Março e por vezes subpastoreio na Primavera.

Nesta parcela, numa área de 1600 m² relativamente plana semeou-se, em 14 de Outubro de 1985, *Lolium perenne* e *Trifolium repens*. A cultivar de *L. perenne* utilizada foi o Vigor, uma cultivar diploide e tardia que aquela altitude espigava por volta do dia 15 de Junho. O *T. repens* utilizado (cv. Olwen) era de folhas grandes. Para se efectuar a sementeira aplicou-se em 18 de Setembro de 1985 o herbicida glifosato (na dose de 1800 g s.a. ha⁻¹) na área de 1600 m² de pastagem permanente que queríamos transformar numa pastagem semeada. Esta

aplicação fez-se quando a erva tinha cerca de 10 cm de altura. No dia 1 de Outubro do mês seguinte efectuou-se uma lavoura de aproximadamente 30 cm de profundidade, seguida de duas gradagens. Na sementeira utilizou-se um semeador Brillion (Sure Stand Grass Seeder SST 961) com um rolo canelado e um rolo crosskill. A sementeira efectuou-se com terreno seco para que as sementes e a terra não aderissem aos rolos do semeador e as sementes ficassem uniformemente distribuídas na parcela. A quantidade de semente utilizada foi de 25 kg ha⁻¹ de *L. perenne* e 4 kg ha⁻¹ de *T. repens*. A instalação da pastagem semeada foi bem sucedida e quando se iniciou a colheita de dados para este ensaio a pastagem tinha dezassete meses. Na área contígua à semeada com a consociação de *L. perenne* e *T. repens*, onde não houve qualquer alteração na composição florística da pastagem original, instalou-se o ensaio da pastagem permanente.

Antes de se montar o ensaio retiraram-se várias amostras de terra para analisar (até 10 cm de profundidade) e verificou-se que não existiam diferenças sensíveis entre as amostras. O solo era um Typic Hapludand com textura franco arenosa. O conteúdo do solo em argila (<2 µm), limo (2-50 µm) e areia (>50 µm) era de, respectivamente, 68 %, 19 % e 12 %. O pH em água 5,1; pH em KCl 4,7; o carbono orgânico e o azoto, respectivamente, 3,78 % e 0,66 %. Tinha níveis médios de fósforo e baixos de potássio e cobre. Os níveis de cálcio eram muito baixos.

Todos os anos no dia 17 de Março, após um corte de limpeza, as duas pastagens foram adubadas com fósforo e potássio, respectivamente 50 kg de P ha⁻¹ ano⁻¹ (Superfosfato 18%) e 300 kg de K ha⁻¹ ano⁻¹ (Cloreto de potássio).

Na pastagem permanente e na pastagem semeada montaram-se simultaneamente quatro ensaios, idênticos nas duas pastagens, que foram conduzidos durante três anos (1987 a 1989).

1º Ensaio: Visava a obtenção das curvas de produção de matéria seca por hectare, no período de melhor crescimento de erva, num sistema de produção intensivo. Para isso durante 32 semanas (18 Março a 28 de Outubro) efectuaram-se, em cada uma das pastagens, oito cortes de erva com intervalos de crescimento de quatro semanas, utilizando-se 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, num total de 400 kg N ha⁻¹. As oito datas de corte foram: 15/4; 13/5; 11/6; 8/7; 5/8; 2/9; 30/9; 28/10.

2ª Ensaio: Avaliaram-se as produções de matéria seca e a qualidade da erva obtida em cortes sucessivos de seis semanas. Cada corte era adubado com três níveis de azoto (50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Neste ensaio escolheram-se duas datas para o início do primeiro período de crescimento, 18 de Março (6 S) e 1 de Abril (6A S). Para 6 S as datas dos cortes foram: 29/4; 11/6; 22/7; 5/9 e 14/10. Para 6A S as datas dos cortes foram: 13/5; 24/6; 6/8; 16/9 e 28/10.

3ª Ensaio: Avaliaram-se as produções de matéria seca e a qualidade da erva obtida em cortes sucessivos de oito semanas. Cada corte era adubado com três níveis de azoto (50, 100 e 150 kg ha⁻¹). O primeiro período de crescimento tinha início em 18 de Março e as datas de corte foram: 13/5; 8/7; 2/9 e 28/10.

Quadro 2-1. Datas dos cortes efectuados nos quatro ensaios conduzidos simultaneamente na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas.

	Intervalos crescimento (semanas)	Azoto por corte (kg ha ⁻¹)	Datas cortes erva (dia/mês)
Ensaio 1	4 (4 S)	50	15/4; 13/5; 11/6; 8/7; 5/8; 2/9; 30/9; 28/10
Ensaio 2	6 (6 S)	50, 100, 150	29/4; 11/6; 22/7; 5/9; 14/10
	6 (6A S)	50, 100, 150	13/5; 24/6; 6/8; 16/9; 28/10
Ensaio 3	8 (8S)	50, 100, 150	13/5; 8/7; 2/9; 28/10
Ensaio 4	10 (10 S)	50, 100, 150	27/5; 5/8
	10 (10A S)	50, 100, 150	11/6; 19/8

4ª Ensaio: Avaliaram-se as produções de matéria seca e a qualidade da erva obtida em cortes sucessivos de dez semanas. Cada corte era adubado com três níveis de azoto (50, 100 e 150 kg ha⁻¹). Neste ensaio escolheram-se duas datas para o início do primeiro período de crescimento, 18 de Março (10 S) e 1 de Abril (10A S). Para 10 S as datas dos cortes foram 27/5 e 5/8 e para 10A S as datas de corte foram 11/6 e 19/8.

No terreno os quatro ensaios foram instalados como se tratasse de um só ensaio, com três repetições em blocos casualizados, com o delineamento experimental idêntico ao de um split-plot, em que o canteiro principal era o intervalo de crescimento e os subcanteiros os três níveis de azoto.

O adubo azotado utilizado nos três anos do ensaio foi o nitroamoniacal 26 % e a adubação era feita após cada corte.

2.2.2. Avaliação da produção de matéria seca e da produção de azoto

Em cada canteiro de 20 m² cortava-se uma faixa central de 10 m², a 40 mm do solo, com uma motogadanhadeira. A erva era junta com a ajuda de vassouras de relva e imediatamente pesada, numa balança dinamómetro (precisão de 0,1 kg) montada num tripé, para a determinação da produção de matéria verde por hectare. No mesmo dia do corte da faixa central as sobras dos canteiros também eram cortadas, a erva era removida, e efectuava-se a adubação

azotada para o período seguinte. A adubação era feita à mão e o adubo era distribuído nos 20 m² de cada canteiro em duas passagens efectuadas em sentidos opostos.

Após a pesagem da erva em verde, esta era bem misturada e tiravam-se dez sub-amostras, num total de cerca de 700 gramas de erva, para o cálculo da matéria seca e para se efectuarem diversas determinações analíticas. A matéria seca da erva era determinada por secagem desta a 65 °C, em estufa com corrente de ar forçada, até se atingir peso constante. Após a desidratação a erva era moída (moinho Wiley Mills, Model 4), para passar num crivo de 1mm e guardada em frascos até ser analisada.

As produções de matéria seca e de azoto obtidas por hectare nas 32 semanas do ensaio, em cortes de quatro semanas, foram calculadas pela soma das produções de matéria seca e de azoto obtidas por hectare nos oito cortes efectuados. A produção de azoto (kg ha⁻¹) por corte foi calculada multiplicando a produção de matéria seca obtida por hectare nesse corte, pela concentração de azoto determinada na erva.

A produção diária de matéria seca por hectare foi determinada dividindo a produção de matéria seca obtida por hectare num determinado período de tempo pelo número de dias do período em causa, assumindo-se que a erva crescia a um ritmo constante. Segundo Anslow e Green (1967) esta aproximação é válida sobretudo para cortes mensais e em pastagens que recebem elevadas quantidades de azoto.

2.2.3. Determinações analíticas

As determinações analíticas efectuadas na erva foram o azoto (N) e o Acid Detergent Fibre (ADF). O azoto foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980) e o ADF pelo método descrito por Goering e Van Soest (1970).

Nas análises de terra, determinou-se o pH em água e KCl (Peech, 1965), o carbono pelo método de Walkey Black (Walkey e Black, 1934), o fósforo pelo método de Olsen (Olsen, *et al.*, 1954), o potássio, o cálcio e o magnésio pelo método de Mehlich (Mehlich, 1953) e o cobre pelo método do EDTA (Viro, 1955).

2.2.4. Análise estatística

No ensaio 1 os resultados obtidos (produções de matéria seca, concentrações de azoto e de ADF) foram submetidos a análises de variância, verificando-se a significância de dois factores (anos x datas de corte) e da sua interacção. Nos ensaios 2, 3 e 4, os resultados obtidos (produções de matéria seca e concentrações de azoto e de ADF) foram submetidos a análises de

variância, verificando-se a significância de três factores (anos x datas de corte x níveis de azoto).

O programa utilizado foi o StatPlus da AnalystSoft, Versão 5.6.0., para Microsoft Excel 2004/2008. As médias foram comparadas utilizando o teste de Scheffé, como descrito em Steel e Torrie (1980). Todas as comparações entre médias foram feitas para $P < 0,05$.

Os resultados no texto são apresentados como médias, seguidas (entre parênteses) do desvio padrão ou do desvio padrão da média e do número de amostras que se utilizou para a obtenção dessa média.

2.2.5. Dados climáticos

Os dados climáticos foram cedidos pelo Observatório Meteorológico José Agostinho. As precipitações mensais indicadas são as do posto udométrico situado nos Cinco Picos, a pouca distância do local do ensaio. As temperaturas médias mensais foram calculadas a partir dos dados recolhidos na estação meteorológica de Angra do Heroísmo, tendo-se descontado à média mensal $0,6^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de diferença entre a altitude de Angra do Heroísmo e a dos Cinco Picos.

Quadro 2-2. Temperaturas médias mensais e pluviosidades mensais registadas nos três anos em que decorreu o ensaio (1987-1989) e médias das temperaturas mensais registadas entre 1961 e 1990 e das precipitações médias mensais registadas entre 1980 e 2009.

Mês	Temperaturas médias mensais ($^{\circ}\text{C}$)			Precipitações mensais (mm)			Temperaturas médias mensais ($^{\circ}\text{C}$)	Precipitações médias mensais (mm)
	1987	1988	1989	1987	1988	1989	1971-2000	1980-2009
Janeiro	13,3	11,1	11,1	437	128	81	11,3	191
Fevereiro	12,9	10,9	12,8	535	157	96	11,1	173
Março	13,0	12,9	12,3	282	113	73	11,6	192
Abril	12,0	13,9	13,1	152	184	91	12,2	105
Maiο	13,6	14,1	14,3	282	156	81	13,6	95
Junho	16,8	16,9	17,2	48	37	148	15,8	60
Julho	19,4	19,6	20,0	62	21	15	18,3	61
Agosto	19,9	20,7	20,5	73	47	8	19,4	77
Setembro	19,0	20,4	18,9	269	118	177	18,6	135
Outubro	15,5	17,1	16,9	165	241	135	16,3	162

2.3. Resultados e discussão

2.3.1. Influência da precipitação na produção de matéria seca por hectare

Os três anos do ensaio tiveram estações de crescimento bastante diferentes. A precipitação mensal e as temperaturas médias mensais dos meses com interesse para o ensaio estão indicadas no Quadro 2-2. Vamos apenas salientar os aspectos que consideramos terem sido mais relevantes para as pastagens.

O Inverno que antecedeu o 1º ano deste ensaio teve uma pluviosidade excessiva (698 mm acima da média), num total de 1254 mm nos primeiros três meses do ano, a qual continuou após o início do ensaio (18 Março) durante os meses de Abril e Maio (434 mm). Com uma precipitação tão elevada o solo esteve saturado durante muito tempo e provavelmente a luminosidade foi menor do que o normal, o que prejudicou o crescimento das plantas no Inverno e no início da Primavera. Segundo Cunningham e Nielson (1985) os períodos de elevada precipitação são também períodos de reduzida intensidade luminosa e está provado que esta tem um papel muito importante no crescimento da erva, no afilhamento e na resposta à adubação azotada. Mas o que se perdeu na produção de matéria seca no início da Primavera foi recuperado durante o Verão, onde praticamente não houve défice hídrico, porque o mês de Maio também teve uma pluviosidade muito elevada (282 mm) e as pluviosidades dos meses de Junho, Julho e Agosto foram próximas da média para a zona. Por esta razão as produções de matéria seca em Julho, Agosto e Setembro desse ano foram as mais elevadas dos três anos.

No segundo ano, as precipitações durante o Inverno foram muito menores do que no primeiro ano e inferiores à média. Em Abril e Maio a precipitação foi superior à média em 140 mm. Esta distribuição da pluviosidade possibilitou que na Primavera se obtivessem as produções de matéria seca mais elevadas dos três anos. Como a pluviosidade em Junho, Julho e Agosto foi baixa (105 mm, nos três meses) as produções de matéria seca obtidas entre Julho e finais de Setembro foram inferiores às dos outros dois anos e foi o ano que nas 32 semanas do intervalo de crescimento das quatro semanas produziu menos. O défice hídrico causa diminuição da fotossíntese, do afilhamento e do crescimento das folhas (Turner e Begg, 1978).

O terceiro ano teve precipitações mensais bastante inferiores à média entre Janeiro e Março (-306 mm), tendo sido as mais baixas dos três anos. A precipitação esteve próxima da média em Abril e Maio, começando a notar-se sinais de défice hídrico em Maio, sobretudo nos canteiros do intervalo de crescimento das quatro semanas. Contudo a pluviosidade que ocorreu durante o mês de Junho (148 mm) fez subir as produções de Junho e Julho, que voltaram a

baixar bastante em Agosto, devido às baixas precipitações de Julho (15 mm) e de Agosto (8 mm), as menores verificadas nestes dois meses e muito inferiores às precipitações médias para a zona que são de, respectivamente, 61 e 77 mm.

Os meses de Setembro e Outubro tiveram entre 1987 e 1989 pluviosidades semelhantes ou superiores às médias mensais para estes dois meses, que são, respectivamente, 135 e 162 mm.

2.3.2. Alterações nas composições florísticas das pastagens

A pastagem de *L. perenne* e *T. repens* manteve a sua composição florística bastante estável durante os três anos do ensaio. O *T. repens*, como é típico a esta altitude, quase desaparecia entre Novembro e Março, reaparecia durante a Primavera e estava em maior quantidade desde o início do Verão até Outubro. Embora não tenha sido possível medir o seu contributo na produção de matéria seca temos a percepção que nos intervalos de crescimento mais longos das oito e dez semanas adubados com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ era maior do que nos intervalos de crescimento das quatro e seis semanas onde se cortava e adubava com maior frequência ou, nos canteiros onde se adubava com 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Na pastagem permanente à base de espécies espontâneas verificamos que o *Holcus lanatus* e o *Lotus pedunculatus* praticamente não apareciam nos canteiros dos intervalos de crescimento de quatro e seis semanas e que continuavam presentes, embora em reduzida percentagem, nos canteiros que eram cortados com intervalos de oito ou de dez semanas. A *Poa trivialis* continuava a gramínea predominante, provavelmente por ser uma espécie que está muito bem adaptada a solos de média a elevada fertilidade e a pastoreios frequentes.

2.3.3. Ensaio 1. Cortes efectuados com intervalos de crescimento de quatro semanas

2.3.3.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare em 32 semanas (18 Março a 28 de Outubro)

Entre 18 de Março e 28 de Outubro, para uma adubação de 50 kg N ha⁻¹ mês⁻¹, a pastagem de *L. perenne* e *T. repens* (LP) produziu em média 10037 (\pm 1161) kg ha⁻¹ e a pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP) produziu em média 7739 (\pm 1475) kg ha⁻¹. Estas produções foram quase idênticas às encontradas num ensaio conduzido durante três anos na Nova Zelândia (Haggar, 1976) utilizando pastagens de *L. perenne*, *H. lanatus* e *P. trivialis* que produziram, respectivamente, 10962, 10857 e 7838 kg MS ha⁻¹ (dpm = 345) entre

22 Março e 22 Novembro, num sistema de cortes mensais e com uma adubação azotada total idêntica à deste ensaio (400 kg ha⁻¹).

As produções de matéria seca obtidas por hectare entre 18 Março e 28 de Outubro em 1987, 1988 e 1989 na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* foram, respectivamente, 10913, 8733 e 10465 kg (dpm = 500, n = 3) e na pastagem permanente foram, 8386, 5862 e 8968 kg ha⁻¹ (dpm = 170, n = 3). Em ambas as pastagens as produções de matéria seca obtidas em 1988 foram significativamente diferentes das obtidas em 1987 e 1989, as quais foram semelhantes entre si ($P < 0,05$ na pastagem LP e $P < 0,001$ na pastagem ESP). As produções médias de matéria seca foram superiores na pastagem LP em relação à ESP, 30 % em 1987, 49 % em 1988 e 17 % em 1989. Como a maior componente da pastagem ESP era a *Poa trivialis* estas produções estão de acordo com as obtidas em dois ensaios, efectuados em Hurley e Aberystwyth, onde as produções de matéria seca obtidas em pastagens de *Lolium perenne* foram 22 a 34 % superiores às obtidas em pastagens de *P. trivialis* (Haggar, 1971).

As produções de matéria seca obtidas neste ensaio, na pastagem de *L. perenne* e *T. repens*, não diferem muito das obtidas por Rego e Dourado (1978) num ensaio conduzido durante cinco anos a 550 m de altitude (Lagoa do Congro), numa pastagem semeada com as mesmas espécies.

2.3.3.2. Produções de matéria seca obtidas por hectare nos diversos meses

No 1º ano do ensaio (1987), no início da Primavera, as pastagens estavam debilitadas por um Inverno e início de Primavera com uma precipitação muito elevada e foi nesse ano que as duas pastagens tiveram as menores produções de matéria seca no corte de 15 de Abril mas as produções foram elevadas em Junho, Julho e Agosto na pastagem LP e em Junho e Julho na pastagem ESP (Quadro 2-3).

Em 1988 as duas pastagens sofreram, em relação ao Verão mais húmido de 1987, uma elevada redução nas produções de matéria seca obtidas entre 8 Julho e 30 de Setembro (menos 80 % na pastagem LP e menos 63 % na pastagem ESP). Esta elevada quebra nas produções deveu-se ao facto das precipitações de Junho, Julho e Agosto de 1988 terem sido baixas. No 3º ano do ensaio (1989) após precipitações bastante baixas entre Janeiro e Maio no corte de 9 de Junho verificou-se já uma acentuada quebra de produção em relação às produções obtidas nos dois anos anteriores, sobretudo na pastagem LP (menos 48 %).

Quadro 2-3. Produções de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em oito cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

		Produções de matéria seca (kg ha ⁻¹) obtidas em cortes de quatro semanas							
		15 A	13 M	11 J	8 J	5 A	2 S	30 S	28 O
LP-1987		1028	1322	2190	1765	1493	1601	881	632
LP-1988		1796	1386	2426	1613	377	177	240	719
LP-1989		1380	2412	1196	2877	1006	549	399	646
ESP-1987		437	1408	1895	1746	641	953	644	663
ESP-1988		1015	711	1941	999	244	81	502	368
ESP-1989		1238	1518	1309	1338	1609	356	792	810
<u>LP (1987-1989)</u>		1401 ^c	1706 ^b	1937 ^{ab}	2085 ^a	959 ^d	776 ^{de}	507 ^e	666 ^e
dpm = 75 (n = 9)									
<u>ESP (1987-1989)</u>		896 ^{cd}	1212 ^{bc}	1715 ^a	1361 ^{ab}	831 ^{cd}	463 ^d	646 ^d	614 ^d
dpm = 100 (n = 9)									

Em cada linha, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Durante o mês de Junho a precipitação foi elevada (148 mm) e as produções da pastagem LP foram elevadas no corte de 8 de Julho, para voltarem a descer muito em Agosto e Setembro, porque a precipitação nos meses de Julho e de Agosto foi de apenas 23 mm.

Muitas experiências efectuadas em pastagens duram apenas um ano e mesmo quando continuam por diversos anos os resultados são geralmente apresentados como médias dos diversos anos. Quando as variações anuais das produções são estudadas, verifica-se que existem elevadas diferenças entre anos. Na Nova Zelândia verificaram-se variações anuais de duas a seis vezes em ensaios conduzidos durante, respectivamente, cinco e vinte e cinco anos (Card, 1977).

A produção média diária de matéria seca obtida por hectare nos três anos do ensaio, entre 18 Março e 28 de Outubro, foi de 45 kg na pastagem LP e de 35 kg na pastagem ESP. A produção média diária de matéria seca obtida por hectare aumentava rapidamente na Primavera à medida que a temperatura subia e aumentava o fotoperíodo até atingir um máximo em 11 de Junho (75 kg MS ha⁻¹ na pastagem LP e 64 kg MS ha⁻¹ na pastagem ESP) e voltava a descer quase linearmente até um mínimo em 2 de Setembro na pastagem ESP (16 kg MS ha⁻¹) e em 30 de Setembro na pastagem LP (19 kg MS ha⁻¹), Gráfico 2-1.

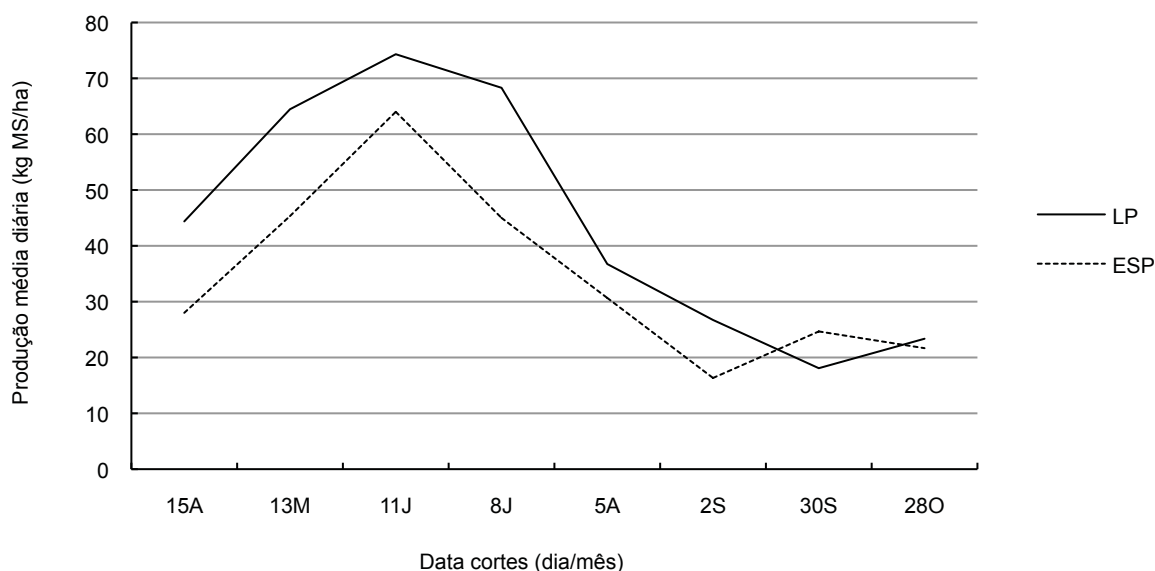


Gráfico 2-1. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare (kg) entre 1987 e 1989 em oito cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), ambas adubadas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

A maior produção diária de matéria seca por hectare obteve-se em 9 Junho de 1988 e foi de 90 kg na pastagem LP e de 72 kg na pastagem ESP. A menor produção diária de matéria seca por

hectare obteve-se em 2 de Setembro do mesmo ano e foi de 6 kg na pastagem LP e de 3 kg na pastagem ESP.

A pastagem, ao contrário das outras culturas, que geralmente são colhidas no final do seu ciclo para grão ou outros frutos, tem a particularidade de ser sempre mantida no estado vegetativo e tem exigências bastante elevadas em água e azoto. Por essa razão a precipitação e a quantidade de água acumulada no solo têm um grande impacto na resposta à adubação azotada e na recuperação do azoto (Garwood *et al.*, 1980)

Em 30 de Setembro, mesmo quando a temperatura média diurna era favorável ao crescimento e a disponibilidade de água adequada, as elevadas taxas de crescimento da Primavera não se repetiam. Isto acontecia não só porque o período de luz tem menor duração mas também porque as temperaturas nocturnas no Outono são elevadas, o que acelera a taxa de respiração durante a noite, contrariando a acumulação de matéria seca (Langer, 1972). As produções de matéria seca obtidas na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* a 30 de Setembro foram bastante baixas quando os Verões foram secos (1988 e 1989), mais baixas do que as produções obtidas na pastagem permanente, o que mostra que a pastagem de *L. perenne* e *T. repens* após um período de seca mais prolongada recupera lentamente. Alguns trabalhos referem um decréscimo mais acentuado na produção de matéria seca obtida na *Poa trivialis* em relação à obtida no *L. perenne* devido ao défice hídrico e atribuem-no ao facto do seu sistema radicular ser mais superficial (Haggar, 1971). Outros autores (Vartha, 1965; Fergusson, 1973) referem uma maior dificuldade na recuperação da produção de matéria seca da *P. trivialis* em relação ao *L. perenne* após um período de stress hídrico. Neste ensaio verificou-se que a pastagem permanente no Verão produzia menos do que a pastagem de *L. perenne* e *T. repens* mas que quando voltavam as chuvas, após um período de seca prolongado, recuperava mais rapidamente do que esta. Atribuímos isso ao facto do *L. perenne* ter um sistema radicular mais profundo do que o da *P. trivialis* e durante períodos curtos de seca poder ir buscar água a uma maior profundidade e continuar a produzir até mais tarde do que a *P. trivialis*. Porém, após períodos de seca mais prolongados como aconteceu no final dos Verões de 1988 e 1989, em que o solo em profundidade também estava seco, a pastagem LP também reduzia bastante a sua produção de matéria seca. Com as precipitações elevadas de Setembro a camada superficial do solo ficava húmida mais cedo do que as camadas inferiores favorecendo mais o crescimento da *P. trivialis*.

A correlação entre as produções de matéria seca obtidas por hectare, nos 24 cortes de quatro semanas efectuados nas duas pastagens, foi de 0,76. A correlação entre as produções

médias de matéria seca obtidas por hectare entre 18 Março e 28 de Outubro foi de 0,92 (n = 9). Esta semelhança entre o padrão de crescimento do azevém e da *P. trivialis* foi também verificada por Vartha (1965), na Nova Zelândia.

O mais marcante deste ensaio foi a similaridade do padrão de crescimento entre as duas pastagens embora, com este elevado nível de adubação azotada, a pastagem LP tenha demonstrado um maior potencial produtivo. Não nos podemos esquecer que o *L. perenne* e o *T. repens* utilizados neste ensaio foram o resultado de muitos anos de selecção e melhoramento direccionado essencialmente para a produção e a pastagem permanente era constituída por espécies espontâneas, maioritariamente gramíneas classificadas como secundárias, geralmente consideradas pouco produtivas e de baixo valor alimentar.

2.3.3.3. Produções de azoto obtidas por hectare

As produções médias de azoto obtidas por ano, nos oito cortes de quatro semanas efectuados na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* e na pastagem permanente, foram respectivamente, 355 e 293 kg ha⁻¹, para uma adubação de 400 kg N ha⁻¹ (Quadro 2-4).

As correlações entre as produções de matéria seca e de azoto obtidas por hectare, nos 24 cortes de quatro semanas efectuados nas duas pastagens, foram de 0,93 na pastagem LP e 0,96 na pastagem ESP. Foi sempre nos períodos de elevado crescimento de erva que houve maiores produções de azoto e nos períodos onde a falta de precipitação mais reduzia o crescimento da erva que as produções de azoto foram menores.

Em ensaios onde se utilizaram lisímetros verificou-se existir uma reduzida perda de azoto durante o período de crescimento activo de uma pastagem, mesmo com precipitação elevada. Mas o azoto não utilizado durante o Verão acumulava-se no solo e perdia-se no final do Outono ou durante o Inverno (Van der Meer, 1986). Ao fazer-se uma adubação azotada deve ter-se em conta a produção de matéria seca que se pode obter em cada época do ano, ajustando-a às condições climáticas do ano em curso, reduzindo-a se o tempo estiver seco (Karsten, 2001). Quando a adubação azotada se faz em período de seca o azoto acumula-se à superfície não chegando à raiz das plantas. As plantas podem contudo continuar a crescer, sobretudo em solos com maior retenção de água, indo buscá-la a maiores profundidades (Garwood e Williams, 1967; Lemaire e Denoix, 1987) mas o crescimento pode ser reduzido pelo défice de azoto.

Entre 18 Março e 28 de Outubro a razão entre a produção de matéria seca e o azoto utilizado foi de 25 para a pastagem LP e de 19 para a pastagem ESP. Entre 15 de Abril e 8 Julho (o período mais favorável para o crescimento de erva) a razão foi de 39 para a pastagem

Quadro 2-4. Produções de azoto obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em oito cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

	Produções de azoto (kg ha ⁻¹) obtidas em cortes de quatro semanas								Produções totais
	15 A	13 M	9J	8J	5A	2S	30S	28O	
LP-1987	40	45	51	54	59	51	38	33	371
LP-1988	77	53	69	54	14	7	11	34	320
LP-1989	49	79	51	81	33	18	21	34	366
ESP-1987	16	46	60	56	16	38	29	36	297
ESP-1988	43	32	67	35	7	3	25	19	232
ESP-1989	46	56	49	47	67	15	39	32	350
LP (1987-1989)	55	59	57	63	35	25	23	34	352
ESP (1987-1989)	35	45	59	46	30	19	31	29	293

LP e de 29 para pastagem ESP. Como neste ensaio não existiu um tratamento com o nível zero de azoto, não nos é possível dizer qual foi o acréscimo de produção devido à adubação azotada.

2.3.3.4. Concentrações de azoto na erva

A pastagem permanente embora demonstrando ter um potencial produtivo inferior ao da pastagem LP, tinha uma concentração média de azoto (% MS) ligeiramente superior ($3,94 \pm 0,11$ vs $3,76 \pm 0,09$), com valores muito semelhantes aos encontrados num ensaio conduzido na Nova Zelândia (Haggar, 1976). Esta maior concentração de azoto está certamente relacionada com as menores produções de matéria seca por hectare que se obtiveram na pastagem permanente.

As concentrações médias de azoto (% MS) em 1987, 1988 e 1989 na pastagem LP foram respectivamente, 3,67; 3,94 e 3,67 (dpm = 0,09, n = 24) e na pastagem permanente foram respectivamente, 3,70; 4,13 e 3,98 (dpm = 0,11, n = 24). No ano com menor precipitação no Verão (1988) a pastagem LP teve uma concentração média de azoto significativamente mais elevada do que as obtidas em 1987 e 1989. Na pastagem permanente as concentrações médias de azoto obtidas em 1988 e 1989 foram estatisticamente semelhantes e superiores às obtidas em 1987, o ano mais húmido e com produções de matéria seca por hectare mais elevadas.

Num ensaio efectuado no Reino Unido utilizando doses de azoto relativamente elevadas durante a Primavera e Verão (360 kg ha^{-1} em quatro períodos de crescimento) as espécies menos produtivas estavam geralmente associadas às concentrações mais elevadas de azoto na erva (Frame, 1982). Segundo Lemaire e Gastal (1997) os períodos de elevadas produções de matéria seca conduzem a uma diluição do azoto na planta.

Verificou-se que à medida que a taxa de crescimento aumentava havia uma diminuição da concentração de azoto na erva, mais evidente nos cortes de 11 de Junho e 8 de Julho na pastagem LP (Quadro 2-5). Contudo as menores concentrações de azoto verificadas na erva da pastagem espontânea em 5 de Agosto de 1987 e 1988 estão relacionadas com a menor capacidade de absorção do azoto que esta pastagem demonstrou ter em períodos de baixa pluviosidade. Segundo Woodmansee (1979) a aproximação do Verão conduz a períodos de défice hídrico, os quais afectam a concentração de azoto nas plantas, directa e indirectamente. Directamente porque reduzem a absorção do azoto, fósforo, potássio e outros nutrientes do solo e indirectamente porque reduzem a difusão dos nutrientes no solo e o metabolismo da planta.

Quadro 2-5. Concentrações de azoto (% MS) obtidas entre 1987 e 1989 na erva colhida em oito cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Concentrações de azoto (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de quatro semanas									
	15 A	13 M	11 J	8 J	5 A	2 S	30 S	28 O	
LP-1987	3,90 ^{bd}	3,40 ^d	2,33 ^e	3,07 ^{cde}	3,93 ^{bcd}	3,17 ^{bcd}	4,30 ^b	5,23 ^a	dpm (n = 3)
LP-1988	4,27 ^a	3,83 ^{ab}	2,85 ^b	3,37 ^{ab}	3,80 ^{ab}	4,17 ^{ab}	4,47 ^a	4,73 ^a	0,21
LP-1989	3,53 ^{bc}	3,03 ^c	4,07 ^{ab}	2,80 ^c	3,30 ^{bc}	3,63 ^{abc}	4,53 ^a	4,43 ^a	0,33
ESP-1987	3,67 ^{bc}	3,30 ^{bc}	3,15 ^{bc}	3,20 ^{bc}	2,43 ^c	3,98 ^{abc}	4,43 ^{ab}	5,47 ^a	dpm (n = 3)
ESP-1988	4,20 ^{ab}	4,57 ^a	3,47 ^{bc}	3,50 ^{bc}	3,07 ^c	4,20 ^{ab}	4,93 ^a	5,13 ^a	0,38
ESP-1989	3,70 ^b	3,67 ^b	3,77 ^b	3,53 ^b	4,13 ^{ab}	4,13 ^{ab}	4,90 ^a	4,00 ^b	0,29
LP (1987-1989)	3,90 ^b	3,42 ^{bc}	3,08 ^c	3,08 ^c	3,68 ^b	3,66 ^b	4,43 ^a	4,80 ^a	dpm (n = 9)
ESP (1987-1989)	3,86 ^{cd}	3,84 ^{cd}	3,46 ^{cd}	3,41 ^d	3,21 ^d	4,11 ^{bc}	4,76 ^{ab}	4,87 ^a	0,15

Em cada linha, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Neste ensaio, em ambas as pastagens e em todos os anos, as concentrações de azoto na erva colhida em 30 de Setembro e 28 de Outubro eram bastante elevadas devido às baixas produções de matéria seca obtidas nestas datas e muito provavelmente pela acumulação de nitratos no solo durante o Verão. A acumulação de nitratos seria uma consequência das reduzidas precipitações que ocorrem em alguns Verões, das elevadas adubações azotadas que neste ensaio continuavam nesta época do ano e também da maior taxa de mineralização da matéria orgânica durante o Verão e o início do Outono.

2.3.3.5. Qualidade da erva

Os valores médios de proteína bruta (PB) e Acid Detergent Fiber (ADF) indicados pelo NRC (2001) para as pastagens de gramíneas C3 com um manejo intensivo são respectivamente, 26,5 (\pm 5,6) % MS e 25,0 (\pm 5,8) % MS. Os valores médios por nós encontrados nos 24 cortes de erva, com quatro semanas de crescimento, efectuados em cada uma das duas pastagens, adubadas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, foram 23,5 (\pm 4,6) % PB e 25,9 (\pm 3,0) % ADF na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e 24,7 (\pm 4,9) % PB e 24,6 (\pm 2,8) % ADF na pastagem permanente.

As concentrações de proteína bruta obtidas na erva com quatro semanas só muito pontualmente foram inferiores aos 18 % MS requeridos por vacas leiteiras de elevadas produções (NRC, 1989) e em Setembro e Outubro as concentrações em proteína bruta obtidas na erva das duas pastagens eram excessivamente elevadas para a alimentação de ruminantes (Gráfico 2-2).

Em pastagens adubadas com elevadas doses de azoto a maior preocupação do ponto de vista da alimentação proteica da vaca leiteira é a acumulação de nitratos na erva e os problemas que isso pode trazer à saúde dos animais e à qualidade do leite quando a disponibilidade de energia metabolizável fermentescível é baixa (Vérité e Delaby, 2000).

Na alimentação da vaca leiteira em pastoreio o excesso de proteína bruta conduz à necessidade de eliminação de ureia, um processo que também exige dispêndio de energia, porque a proteína em excesso tem que sofrer desaminação para ser eliminada como ureia (NRC, 1989). A concentração de proteína bruta na dieta não está correlacionada com a concentração de proteína no leite, está apenas ligeiramente correlacionada com a quantidade de proteína produzida, pela influência que pode ter no aumento da produção de leite. Embora a produção máxima de leite tenha sido obtida com uma concentração de 23 % PB na matéria seca ingerida a resposta por cada unidade percentual de aumento de proteína é: 2,3 - 0,1* PB (%). Aumentar

a proteína bruta da dieta de 15 para 16 deverá em média aumentar a produção de leite em 0,75 kg dia⁻¹ e aumentar a proteína bruta de 19 para 20 %, deverá aumentar a produção de leite em apenas 0,35 kg dia⁻¹ (NRC, 2001).

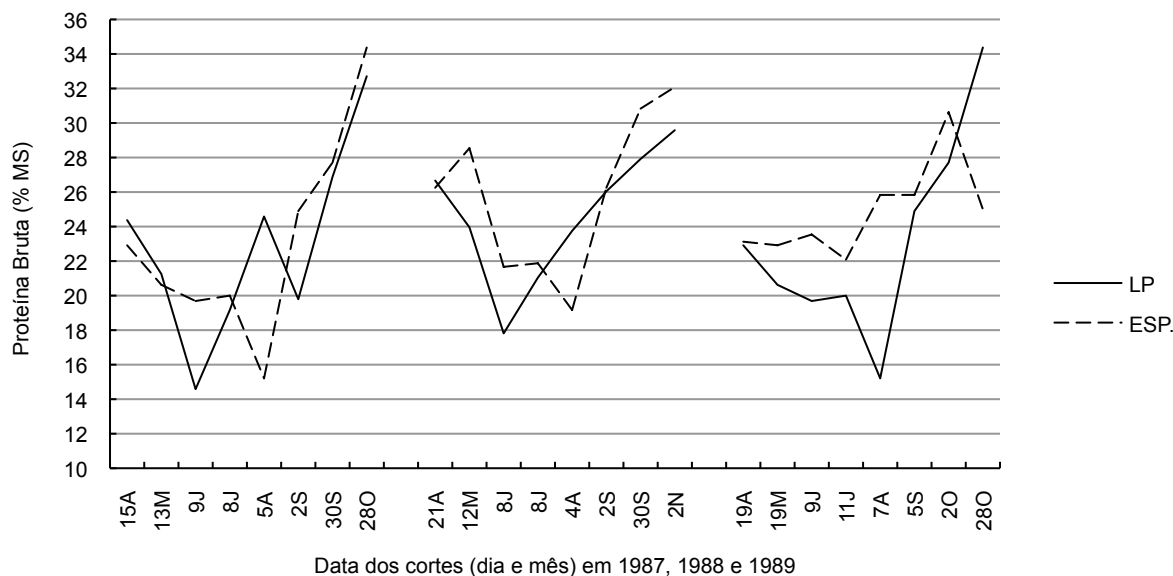


Gráfico 2-2. Concentrações de proteína bruta (% MS) obtidas em 1987, 1988 e 1989 na erva colhida nos oito cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP.), adubadas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Aparentemente a produção de leite por vaca aumenta pouco porque a produção de proteína microbiana não aumenta acima de 16,5 % PB na dieta (Leonardi *et al.*, 2003). Num ensaio conduzido por Olmos Colmenero e Broderick (2006) verificou-se que a concentração de PB para a máxima ingestão de matéria seca, matéria orgânica e Neutral Detergent Fiber (NDF) era 16,8 %, para a máxima digestão aparente de matéria seca e de matéria orgânica no rumen era 16,4 % e que para o máximo de todas as variáveis relacionadas com a passagem do azoto de origem microbiana e não amoniacal para o abomaso era 18 %. Segundo Hodgson e Brookes (1999) na alimentação de vacas leiteiras em pastoreio deve procurar manter-se o teor proteico nos 18 a 20 %, porque a reduzida disponibilidade de hidratos de carbono solúveis diminui a eficiência da síntese microbiana do azoto.

O excesso de proteína bruta na dieta da vaca leiteira prejudica a reprodução; dietas onde se aumentou o teor de PB de 12-15 % para 19-20 % diminuíram o pH uterino, aumentaram a concentração de ureia no sangue e reduziram a quantidade de progesterona no início da lactação, sobretudo quando se tratava de PB degradável no rumen (Butler, 1998).

Concentrações elevadas de ureia no sangue e no leite são um sinal da produção de ureia pelo fígado e de um decréscimo de fertilidade nas vacas (Butler *et al.*, 1995).

Uma dieta com teores de proteína bruta muito elevados tem também custos económicos e ambientais que são importantes considerar quando comparada com uma alimentação com uma concentração em proteína bruta mais baixa. Alterações na concentração de azoto na dieta podem não ter efeitos, ou ter efeitos muito reduzidos, na concentração de azoto no leite e nas fezes mas podem ter um impacto elevado na concentração de azoto na urina (Van Vuuren e Meijs, 1987; Olmos Colmenero e Broderick, 2006).

A concentração de ADF na matéria seca está negativamente correlacionada com a concentração em energia. Mas ao mesmo tempo a fibra tem um papel muito importante na quantidade de gordura do leite e na saúde da vaca (Broderick *et al.*, 2002). A maior parte dos suplementos com fibra que não são de origem forrageira são muito menos eficientes na manutenção da gordura no leite (Clark e Armentano, 1997; Broderick *et al.*, 2002), devendo a dieta da vaca leiteira ter valores mínimos de 17 a 21 % de ADF de origem forrageira, quando a dieta é uniforme ao longo do dia (NRC, 2001). Quando os produtos concentrados são dados separados da forragem e apenas duas vezes por dia, geralmente na altura da ordenha, os valores mínimos de fibra de origem forrageira não estão ainda estabelecidos mas são provavelmente superiores para não reduzir o pH do rumen, o que diminuiria a quantidade de leite produzido e o seu teor butíroso (Maltz *et al.*, 1992).

As concentrações mais elevadas de ADF registadas no início da Primavera de 1987, sobretudo na pastagem LP, poderão estar relacionadas com uma menor acumulação de hidratos de carbono solúveis, resultante da uma menor luminosidade, já que a pluviosidade em 1987 foi muito elevada até finais de Maio (Gráfico 2-3, Quadro 2-6). E as reduzidas concentrações de ADF obtidas nas duas pastagens em 12 de Maio de 1988 (21,6 % na pastagem LP e 18,3 % na pastagem ESP) podem estar relacionadas com as condições climáticas muito favoráveis registadas nessa Primavera, não só para a produção de matéria seca mas também para uma maior acumulação de hidratos de carbono solúveis na erva.

É importante chamar a atenção para o elevado valor nutritivo da pastagem permanente à base de espécies espontâneas, neste caso maioritariamente constituída por *Poa trivialis*, uma espécie secundária que muitos já identificaram como tendo um valor nutritivo muito próximo da do *Lolium perenne* (Haggar, 1976; Frame, 1991; Pontes *et al.*, 2007).

Quadro 2-6. Concentrações médias de ADF (% MS) obtidas entre 1987 e 1989 na erva colhida em oito cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50 kg N ha⁻¹ após cada corte.

Concentrações de ADF (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de quatro semanas										
	15 A	13 M	11 J	8 J	5 A	2 S	30 S	28 O		
LP-1987	21,8	29,4	32,4	29,5	27,5	25,7	26,2	20,3		
LP-1988	22,9	21,6	24,1	24,4	25,6	25,3	28,4	27,7		
LP-1989	24,3	24,8	24,8	28,1	27,9	28,4	25,5	26,2		
ESP-1987	27,8	27,7	27,8	27,1	23,9	23,1	21,8	21,3		
ESP-1988	23,3	18,3	25,2	23,3	29,1	23,3	25,1	25,3		
ESP-1989	25,0	24,2	25,2	22,6	26,8	27,1	22,9	23,9		
LP (1987-1989)	23,0 ^b	25,3 ^{ab}	27,1 ^a	27,3 ^a	27,0 ^a	26,5 ^a	26,7 ^a	24,7 ^{ab}		
dpm = 0,7 (n = 9)										
ESP (1987-1989)	25,4 ^{ab}	23,4 ^b	26,1 ^a	24,3 ^{ab}	26,6 ^a	24,5 ^{ab}	23,3 ^b	23,5 ^b		
dpm = 1,3 (n = 9)										

Em cada linha, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

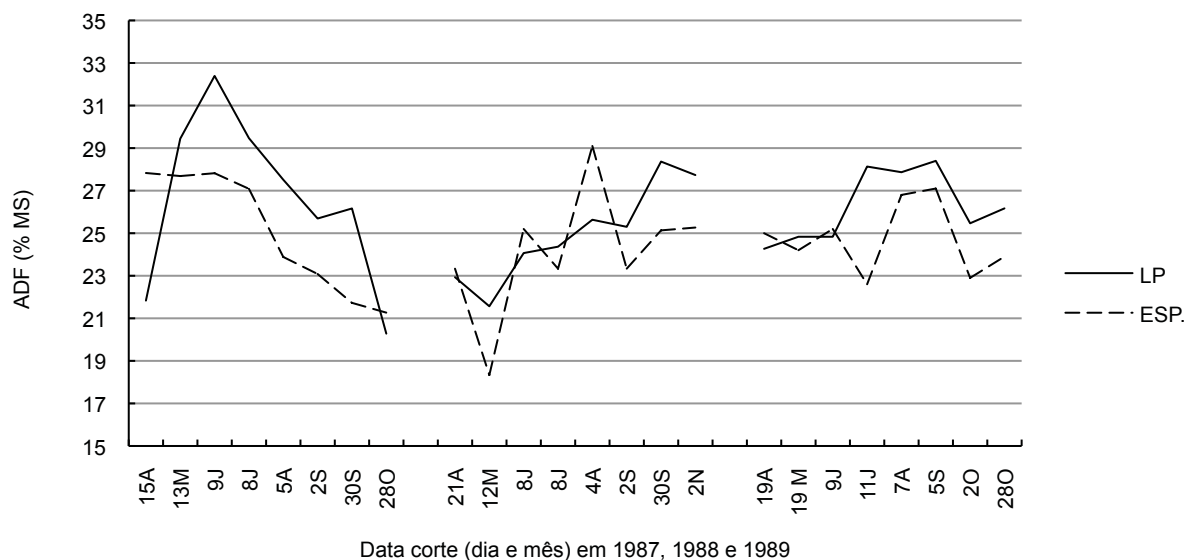


Gráfico 2-3. Concentrações de ADF (% MS) obtidas em 1987, 1988 e 1989 na erva colhida nos oito cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Algumas das gramíneas mais representativas das pastagens de média altitude dos Açores estão incluídas numa classificação de gramíneas, efectuada em função da sua digestibilidade (Peeters, 2004). Numa escala de zero a quatro, onde o zero representa uma digestibilidade muito baixa e o quatro uma digestibilidade muito elevada, ao *Lolium perenne* e à *Poa trivialis* e *Poa annua* foi atribuído quatro. Ao *Holcus lanatus*, *Agrostis* spp, *Anthoxanthum odoratum* e *Dactylis glomerata* foi atribuído três.

2.3.4. Ensaio 2. Cortes efectuados com intervalos de crescimento de seis semanas

2.3.4.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare em dez cortes

Neste ensaio avaliou-se durante 3 anos (1987 a 1989) as produções de matéria seca obtidas por hectare em dez cortes efectuados, com intervalos de crescimento de seis semanas, na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* e na pastagem permanente. Uma sequência de cinco cortes tinha início em 18 de Março e terminava a 14 de Outubro e a outra sequência tinha início em 1 de Abril e terminava a 28 de Outubro. Os cortes da primeira sequência (6 S) eram efectuados em 29 Abril, 11 Junho, 22 de Julho, 5 Setembro e 14 Outubro. Os cortes da segunda (6A S) eram efectuados em 13 Maio, 24 de Junho, 6 Agosto, 16 Setembro e 28 Outubro. Para

cada corte utilizavam-se três níveis de azoto (50, 100 e 150 kg ha⁻¹), aplicados no início de cada período de crescimento.

O Gráfico 2-4 mostra as produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989, nos dez cortes de seis semanas efectuados nas duas pastagens, apenas para os níveis de azoto estudados que estatisticamente se verificou serem os mais adequados a cada período de crescimento. Não consideramos ter interesse para cortes para conservação os efectuados em Setembro e Outubro, porque em ambas as pastagens as produções de matéria seca obtidas nesses cortes, nos três anos que durou o ensaio, foram sempre inferiores a 1700 kg MS ha⁻¹ e as produções médias obtidas entre 1987 e 1989 foram sempre inferiores a 1400 kg MS ha⁻¹ (Quadro 2-7).

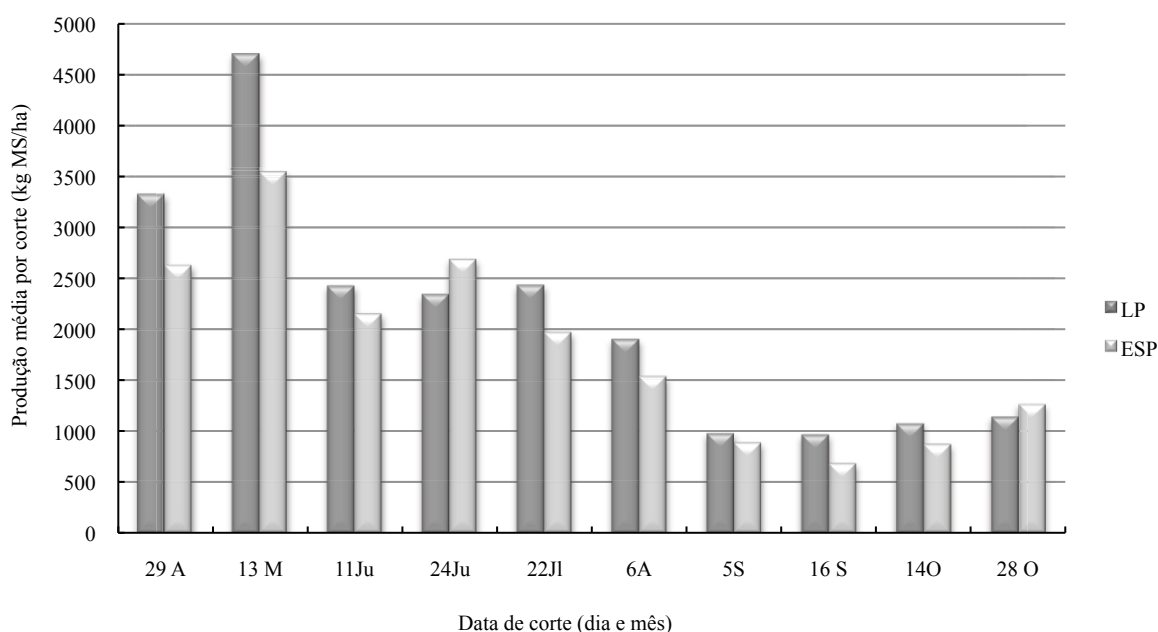


Gráfico 2-4. Produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em dez cortes de seis semanas efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 100 kg N ha⁻¹ em 18 Março e 1 de Abril e com 50 kg N ha⁻¹ nos cortes seguintes.

Experiências efectuadas em pastagens no Reino Unido demonstram que para uma acumulação de biomassa situada entre 1000 e 2500 kg MS ha⁻¹ não existe qualquer efeito negativo na taxa líquida de acumulação de matéria seca (diferença entre taxa de acumulação de biomassa e a taxa de senescência e decomposição) e por isso não se justifica que se efectuem cortes para remover o excesso de erva (Matthews, 1999). Estudos efectuados na Nova Zelândia concluíram que embora estes limites não estejam ainda bem definidos para este país o limite superior parece ser mais elevado do que o encontrado para o Reino Unido (Korte *et al.*, 1997).

As produções de matéria seca obtidas por hectare têm um elevado impacto no custo de cada quilo de matéria seca ensilada. Cortes com reduzidas produções originam preços por quilo de matéria seca muito elevados enquanto cortes com elevadas produções permitem diluir os custos (O' Kiely, 2000; Wilkinson, 2005).

Quadro 2-7. Produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em quatro cortes de seis semanas, efectuados em Setembro e Outubro, na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* (LP) e na pastagem permanente a base de espécies espontâneas (ESP).

Produções médias de matéria seca obtidas entre 1987 e 1989 (kg ha ⁻¹ corte ⁻¹)				
Datas corte	5 Setembro	16 Setembro	14 Outubro	28 Outubro
<u>Pastagem LP</u>				
50 N	977	964	1072	1338
100 N	828	923	861	1044
150 N	730	718	702	903
<u>Pastagem ESP</u>				
50 N	888	683	871	1262
100 N	610	588	1224	1128
150 N	669	630	1063	1060

As produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989, nas seis datas que consideramos poderem vir a ter interesse para se efectuarem cortes para silagem ou feno (29 Abril, 13 Maio, 11 Junho, 24 Junho, 22 Julho e 6 Agosto) e que passaremos a estudar com mais detalhe foram 2975 (\pm 1100) kg ha⁻¹ na pastagem LP e 2458 (\pm 938) kg ha⁻¹ na pastagem ESP (n = 162).

Em ambas as pastagens houve diferenças significativas entre as produções médias de matéria seca obtidas por hectare nos três anos do ensaio ($P < 0,001$), nas seis datas de corte estudadas ($P < 0,001$) e nos três níveis de azoto utilizados ($P < 0,001$). Foram também significativas nas duas pastagens as interacções entre anos e datas de corte ($P < 0,001$) e entre datas de cortes e níveis de azoto ($P < 0,001$). A interacção entre anos e níveis de azoto só foi significativa para a pastagem LP ($P < 0,001$). A interacção anos x datas de corte x níveis de azoto foi significativa ($P < 0,001$) nas duas pastagens.

As produções médias anuais (n = 54) de matéria seca obtidas em 1987, 1988 e 1989, foram respectivamente, 2756, 2971 e 3199 kg MS ha⁻¹ (dpm = 69) na pastagem LP e 2426, 2199

e 2749 kg MS ha⁻¹ (dpm = 53) na pastagem ESP. Nas duas pastagens os três anos tiveram produções significativamente diferentes entre si.

As produções de matéria seca obtidas por hectare em cada uma das seis datas de corte que consideramos poder vir a ter interesse para silagem estão indicadas no Quadro 2-8. Das produções médias de matéria seca obtidas nestes seis cortes apenas duas se destacaram, as produções mais elevadas do corte de 13 de Maio que produziu 4290 (± 1720) kg MS ha⁻¹ na pastagem LP e 3408 (± 1002) kg MS ha⁻¹ na pastagem ESP e as produções mais baixas obtidas em 5 de Agosto, sobretudo na pastagem espontânea, que produziu apenas 1572 (±1015) kg MS ha⁻¹.

Quadro 2-8. Produções médias de matéria seca obtidas por hectare em seis cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas. Médias dos três anos e dos três níveis de azoto corte⁻¹ (n = 27).

Anos 1987-1989	Produções médias de matéria seca obtidas em cortes de seis semanas (kg ha ⁻¹)					
	29 Abril	13 Maio	11 Junho	24 Junho	22 Julho	6 Agosto
n = 27						
LP (dpm = 90)	3203 ^b	4290 ^a	2686 ^c	2661 ^c	2827 ^c	2184 ^d
ESP (dpm = 75)	2550 ^{bc}	3408 ^a	2338 ^{cd}	2655 ^b	2226 ^d	1572 ^e

Houve flutuações anuais muito elevadas entre as produções de matéria seca obtidas em cada data de corte (por exemplo o que se passou com as produções dos corte de 13 de Maio na pastagem LP ou as dos cortes de 6 de Agosto na pastagem ESP), geralmente muito claramente relacionadas com os montantes e a distribuição da pluviosidade ocorrida em cada ano (Quadro 2-9). Como já foi referido para o intervalo de crescimento das quatro semanas a elevada precipitação que ocorreu no Inverno de 1987, que continuou em Abril e Maio, prejudicou as produções obtidas no início da Primavera, nos cortes de 29 Abril e de 13 de Maio. Por essa razão e também devido à elevada pluviosidade registada em Abril e Maio, os cortes de seis semanas com as produções de matéria seca por hectare mais elevadas em 1987 foram o de 24 de Junho na pastagem LP e os de 22 Julho e 6 de Agosto na pastagem ESP.

Após um Inverno com pluviosidade próxima da média para a zona (1988) ou bastante inferior à média (1989) os cortes de 29 de Abril e de 13 de Maio tiveram produções de matéria seca por hectare superiores às obtidas em 1987, sobretudo os cortes de 13 de Maio efectuados na pastagem LP (adubados com 100 ou 150 kg N ha⁻¹), que nestes anos produziram entre 5277 e 6263 kg MS ha⁻¹.

Quadro 2-9. Produções de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989, em cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

	1987			1988			1989		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150	N50	N100	N150
<u>Período de crescimento</u>	<u>Produção de MS na pastagem LP (kg ha⁻¹ corte⁻¹)</u>								
18 Março a 29 Abril	1898	2657	3084	3263	3548	3758	2629	3744	4243
1 Abril a 13 Maio	1297	2530	3332	4962	5277	5388	3430	6263	6136
29 Abril a 11 Junho	2059	2493	3352	2830	3018	2929	2368	3028	2770
13 Maio a 24 Junho	2630	3489	4009	1940	2265	2387	2441	2474	2316
11 Junho a 22 Julho	2582	3374	3609	1630	2189	2578	3066	3154	3265
24 Junho a 6 Agosto	2239	2719	2925	1603	1946	1961	1853	2142	2267
<u>Período de crescimento</u>	<u>Produção de MS na pastagem ESP (kg ha⁻¹ corte⁻¹)</u>								
18 Março a 29 Abril	1322	1559	1992	2087	2547	2727	2779	3763	4239
1 Abril a 13 Maio	1687	2383	3286	3077	3868	3842	3111	4390	5030
29 Abril a 11 Junho	2271	2648	2636	2061	2276	2386	2112	2117	2530
13 Maio a 24 Junho	2663	2673	2295	2373	3074	3331	2307	2604	2597
11 Junho a 22 Julho	2490	2967	2742	1275	1655	1955	2136	2358	2435
24 Junho a 6 Agosto	2386	2614	3123	444	294	292	1926	1654	1418

Na Nova Zelândia também se verificou que um Inverno mais seco e quente originava melhores produções de matéria seca na Primavera do que as obtidas depois de um Inverno mais frio e chuvoso (Harris e Brown, 1970).

2.3.4.2. Efeitos da adubação azotada nas produções de matéria seca e de azoto por corte

As produções médias de matéria seca obtidas por hectare nas duas pastagens entre 1987 e 1989, em cortes efectuados em erva com seis semanas de crescimento e adubada com três níveis de azoto (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ corte⁻¹) estão indicadas no Quadro 2-10.

Em média as respostas das duas pastagens à adubação azotada foram muito semelhantes. Não houve aumentos significativos nas produções de matéria seca obtidas por hectare quando a adubação azotada aumentava de 100 para 150 kg ha⁻¹ corte⁻¹ e houve aumentos significativos quando a adubação azotada aumentava de 50 para 100 ou para 150 kg ha⁻¹ corte⁻¹ mas apenas nos cortes de 29 Abril e de 13 de Maio. Haveria várias explicações possíveis para que apenas nestes dois períodos a pastagem tivesse respondido melhor à adubação azotada e que seriam: a quantidade de azoto disponível no solo após o Inverno era baixa; a precipitação sendo mais elevada no início da Primavera conduzia a uma maior lixiviação do azoto aplicado; a partir de Maio a taxa de mineralização era mais elevada e disponibilizava mais azoto; ou ainda que existia um efeito residual da adubação azotada de um período para o seguinte, por estudarmos os seus efeitos em períodos sucessivos utilizando os mesmos canteiros. Mas para o nível mais baixo de azoto (50 kg ha⁻¹ corte⁻¹) as produções mais elevadas de matéria seca e de azoto por hectare registaram-se nesses dois períodos (Quadros 2-10 e 2-12). A excepção foi 1987, que teve uma Primavera desfavorável para o crescimento da erva e um Verão húmido muito favorável (Quadro 2-11).

Portanto, a melhor resposta ao azoto nesta época do ano devia estar relacionada com outros factores. Um desses factores provavelmente tinha a ver com o facto de as correlações entre as produções de matéria seca e as produções de azoto obtidas por hectare terem sido positivas e muito elevadas (0,94 na pastagem LP e 0,87 na pastagem permanente, n = 162). Como não encontramos noutros períodos do ano produções médias diárias de matéria seca por hectare tão elevadas como as verificadas em 13 de Maio, mesmo quando a temperatura e a humidade também eram adequados, que em média atingiram os 112 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ na pastagem LP e 84 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ na pastagem ESP, quando adubadas com 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, concluímos que o crescimento reprodutivo, neste caso o estado fenológico de alongamento dos caules (porque nunca houve espigamento), foi o principal responsável pelas

elevadas produções de matéria seca e de azoto verificadas no início da Primavera e também pelas maiores necessidades de azoto das duas pastagens (Quadro 2-13).

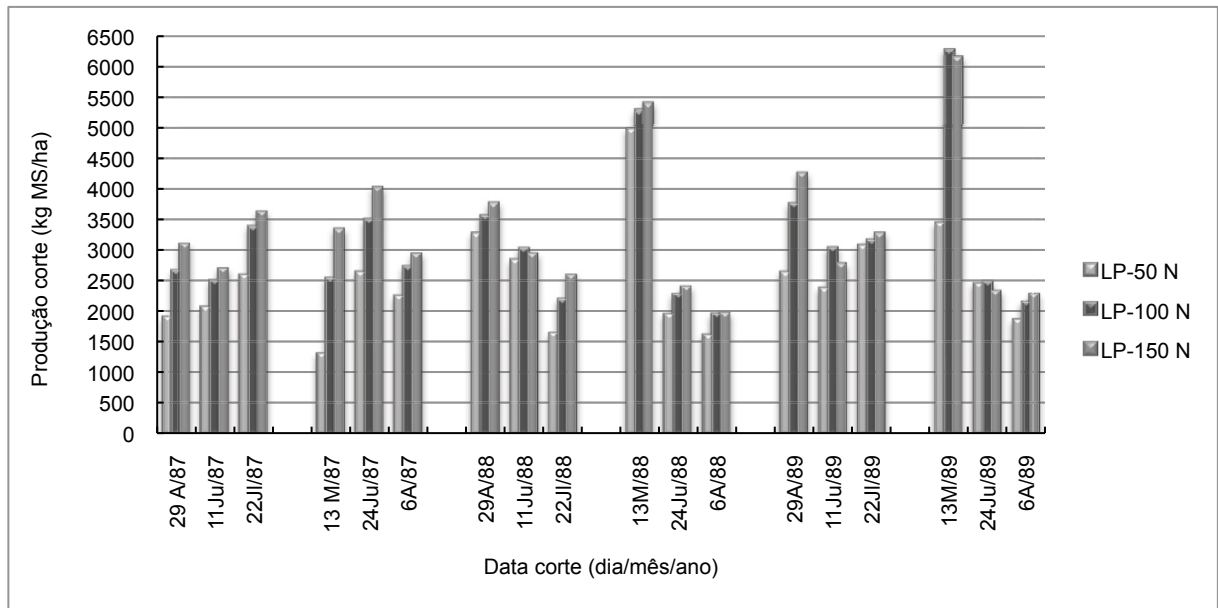


Gráfico 2-5. Produções de matéria seca obtidas por hectare (kg) em 1987, 1988 e 1989, em cortes de 6 semanas (com início do primeiro período de crescimento em 18 Março e em 1 de Abril), efectuados na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* (LP). Para cada intervalo de crescimento utilizou-se três níveis de azoto (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ corte⁻¹).

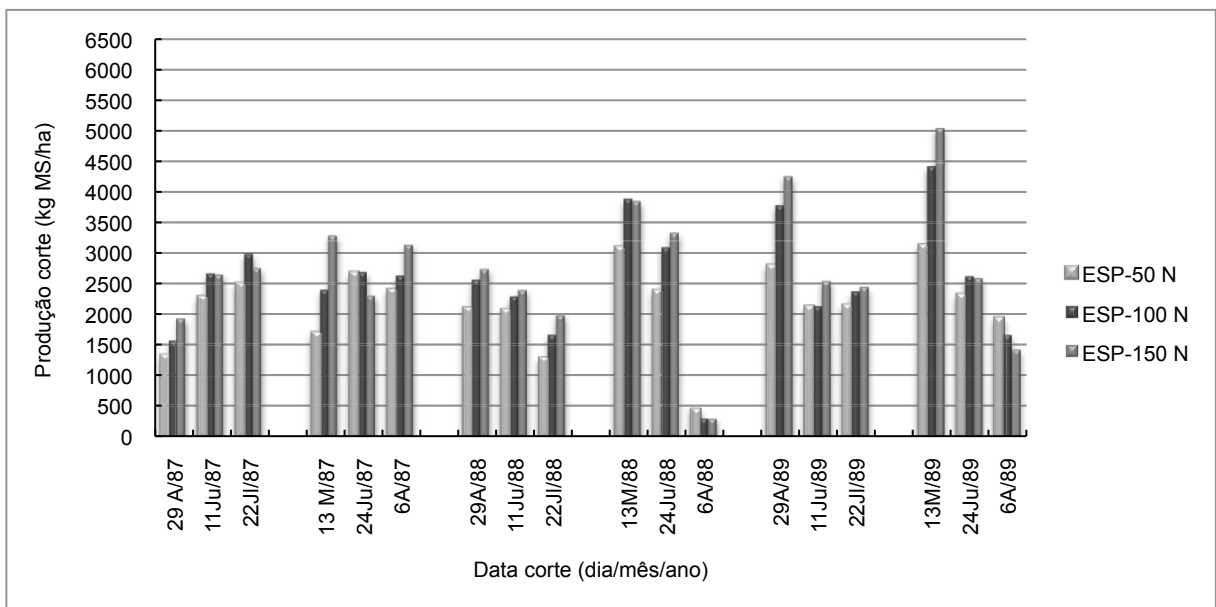


Gráfico 2-6. Produções de matéria seca obtidas por hectare (kg) em 1987, 1988 e 1989, em cortes de 6 semanas (com início do primeiro período de crescimento em 18 Março e em 1 de Abril), efectuados na pastagem permanente (ESP). Para cada intervalo de crescimento utilizou-se três níveis de azoto (50, 100 e 150 kg ha⁻¹ corte⁻¹).

Quadro 2-10. Produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em seis cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Produções médias de matéria seca (kg ha ⁻¹) obtidas em cortes de seis semanas						
Período de crescimento	Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i>			Pastagem permanente		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150
18 Março a 29 Abril	2597 ^b	3316 ^{ab}	3695 ^a	2063 ^b	2623 ^{ab}	2963 ^a
1 Abril a 13 Maio	3230 ^b	4690 ^a	4952 ^a	2625 ^b	3547 ^a	4053 ^a
29 Abril a 11 Junho	2419 ^a	2846 ^a	2793 ^a	2148 ^a	2347 ^a	2517 ^a
13 Maio a 24 Junho	2337 ^a	2743 ^a	2904 ^a	2448 ^a	2784 ^a	2735 ^a
11 Junho a 22 Julho	2426 ^a	2905 ^a	3151 ^a	1967 ^a	2327 ^a	2384 ^a
24 Junho a 6 Agosto	1898 ^a	2269 ^a	2348 ^a	1585 ^a	1520 ^a	1611 ^a
dpm (n = 9)	387			346		

Em cada linha, para cada pastagem, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Quadro 2-11. Produções de azoto obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em seis cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

	1987			1988			1989		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150	N50	N100	N150
<u>Produções de azoto na pastagem LP (kg ha⁻¹ corte⁻¹)</u>									
<u>Período de crescimento</u>									
18 Março a 29 Abril	56	89	92	102	121	141	91	105	126
1 Abril a 13 Maio	38	88	118	136	159	172	82	170	176
29 Abril a 11 Junho	49	62	83	64	89	89	63	78	84
13 Maio a 24 Junho	70	105	124	53	76	92	66	89	81
11 Junho a 22 Julho	61	94	121	39	65	85	86	92	96
24 Junho a 6 Agosto	57	89	112	48	68	68	71	82	89
<u>Produções de azoto na pastagem ESP (kg ha⁻¹ corte⁻¹)</u>									
<u>Período de crescimento</u>									
18 Março a 29 Abril	42	52	66	77	98	112	70	128	118
1 Abril a 13 Maio	50	73	107	80	126	126	77	123	174
29 Abril a 11 Junho	68	88	96	60	88	100	64	76	99
13 Maio a 24 Junho	62	75	74	79	85	87	66	93	94
11 Junho a 22 Julho	77	97	94	34	58	74	68	80	81
24 Junho a 6 Agosto	64	92	118	15	11	10	66	93	94

Quadro 2-12. Produções médias de azoto obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em seis cortes de erva com seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Período de crescimento	Produções de azoto (kg ha ⁻¹) obtidas em cortes de seis semanas					
	N50	N100	N150	N50	N100	N150
	<u>Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i></u>			<u>Pastagem permanente</u>		
18 Março a 29 Abril	83	105	120	63	93	99
1 Abril a 13 Maio	85	139	155	69	107	136
29 Abril a 11 Junho	59	76	85	64	84	98
13 Maio a 24 Junho	63	90	99	69	84	85
11 Junho a 22 Julho	62	84	101	60	79	83
24 Junho a 6 Agosto	59	80	89	48	65	74

Quadro 2-13. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em seis cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹. Entre parênteses estão indicadas as produções de matéria seca obtidas por cada quilo de azoto utilizado, quando a adubação aumentava de 50 para 100 kg N ha⁻¹ (2^a e 5^a colunas) ou de 100 para 150 kg N ha⁻¹ (3^a e 6^a colunas).

	Produções médias diárias de matéria seca (kg ha ⁻¹) obtidas em cortes de seis semanas					
	N50	N100	N150	N50	N100	N150
	<u>Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i></u>			<u>Pastagem permanente</u>		
18 Março a 29 Abril	62	79 (14)	88 (8)	49	62 (11)	71 (7)
1 Abril a 13 Maio	77	112 (29)	118 (5)	63	84 (18)	97 (10)
29 Abril a 11 Junho	58	68 (9)	67 (-1)	51	56 (4)	60 (3)
13 Maio a 24 Junho	56	65 (8)	69 (3)	58	66 (7)	65 (-1)
11 Junho a 22 Julho	58	69 (10)	75 (5)	47	55 (7)	57 (1)
24 Junho a 6 Agosto	45	54 (7)	57 (2)	38	36 (-1)	38 (2)

Woledge (1973) verificou que quando uma pastagem de gramíneas cresce ininterruptamente durante seis semanas, à medida que se torna mais densa, as folhas mais jovens (que se formam na base da planta) ficam cada vez mais ensombradas e tem uma capacidade fotossintética menor do que as folhas que crescem em plena luz, mesmo se mais tarde forem expostas a uma elevada intensidade luminosa. No período de crescimento reprodutivo não há redução da capacidade fotossintética das folhas jovens, mesmo quando a pastagem está bastante densa, porque o alongamento do caule mantém-nas no estrato superior em plena luz (Sheehy e Peacock, 1975). Portanto cada novo filho produz uma sucessão de folhas de elevada capacidade fotossintética assegurando uma elevada taxa fotossintética da pastagem. Esta diferença na capacidade fotossintética das pastagens de gramíneas durante os estádios fenológicos anteriores e posteriores ao alongamento do caule é a principal razão para o maior crescimento das pastagens na Primavera (Woledge e Leafe, 1976).

2.3.4.3. Concentrações de azoto na erva

O Professor Lemaire e a sua equipa tem publicado vários trabalhos sobre as relações entre a concentração do azoto na planta e a taxa de crescimento, quer para plantas C3 quer para plantas C4. No livro que publicou (1997), desenvolveram o conceito da concentração crítica de azoto, que definem como “a concentração mínima para permitir o máximo crescimento” e apresentaram a seguinte equação, que se ajustava bem aos dados recolhidos numa série de ensaios efectuados em França, com gramíneas forrageiras C3, desde que o solo não fosse deficiente em fósforo ou outros nutrientes (Duru *et al.*, 1997):

$$N (\% \text{ MS}) = 4,8 (W)^{-0,32}$$

W = peso da forragem em toneladas por hectare, desde que $> 1 \text{ t ha}^{-1}$

Esta equação incorpora os princípios de que a concentração de azoto na planta deve-se não só às condições edafo-climáticas mas também à capacidade genética desta para responder a essas condições e ainda toma em consideração o declínio da concentração do azoto na planta quando a produção aumenta.

Introduzido nesta equação as produções de matéria seca de cada um dos cortes de seis semanas obtivemos as concentrações críticas de azoto para a erva produzida nesses cortes. No Quadro 2-14 estão indicadas as concentrações de azoto determinadas por análise química da erva e no Quadro 2-15 as diferenças entre as concentrações de azoto obtidas por análise e as

concentrações críticas de azoto. O que podemos concluir destas diferenças é que a concentração crítica de azoto pode dar indicações válidas mas que requer uma interpretação cuidadosa. Se considerarmos que no início da Primavera não existiam nitratos acumulados no solo, porque as pastagens não eram adubadas entre Setembro e 18 Março e o nitrato acumulado no Verão ou é lixiviado ou é desnitrificado durante o Inverno, o elevado desvio verificado entre as duas concentrações no início da Primavera, sobretudo em 1987 e 1989 para os tratamentos adubados com $50 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, é um indicador de défice de azoto no solo. De facto vemos isso reflectido nas produções de matéria seca obtidas nesses anos nos cortes de 29 Abril e de 13 de Maio, sobretudo na pastagem LP. Porém, nos períodos de 11 Junho a 22 de Julho e de 24 Junho a 6 de Agosto, as elevadas diferenças existentes entre as duas concentrações na pastagem LP, quando se utilizava $50 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, deviam-se a uma menor absorção do azoto devido ao défice de água nas camadas superiores do solo e não ao défice de azoto no solo. Porque nesta época as produções de matéria seca obtidas por hectare eram baixas e a probabilidade de lixiviação do azoto reduzida.

No Quadro 2-16 estão indicadas as concentrações médias de azoto obtidas na erva colhida nas duas pastagens, para cada período de crescimento de seis semanas e para os três níveis de adubação azotada utilizados. Como seria de esperar à medida que se aumentava a adubação azotada também aumentava a concentração de azoto na erva mas essas diferenças geralmente não foram estatisticamente significativas entre os níveis 100 e $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ e frequentemente foram estatisticamente significativas entre os níveis 50 e $100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ e os níveis 50 e $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, sobretudo na pastagem LP.

Para as mesmas datas de corte e para o mesmo nível de adubação azotada a pastagem permanente tinha concentrações de azoto mais elevadas do que a pastagem LP, o que provavelmente se devia às menores produções de matéria seca obtidas por hectare naquela pastagem.

Comparando as concentrações de azoto obtidas na erva dos cortes de 29 Abril e de 13 de Maio de 1987, adubados com 100 e $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, com as concentrações críticas calculadas para esses cortes, concluímos que não foi por falta de azoto que a erva não cresceu mas pelas condições climáticas adversas verificadas durante o Inverno e o início da Primavera. Estas condições contribuíram para que as pastagens estivessem menos densas e tivessem um menor aproveitamento da radiação solar e da adubação azotada.

Quadro 2-14. Concentrações de azoto (% MS) obtidas na erva colhida em 1987, 1988 e 1989, em seis cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

	1987			1988			1989		
	50	100	150	50	100	150	50	100	150
<u>Período de crescimento</u>	<u>Concentrações de azoto na pastagem LP (% MS)</u>								
18 Março a 29 Abril	2,97	3,33	2,97	3,13	3,43	3,77	3,47	3,80	4,00
1 Abril a 13 Maio	2,90	3,47	3,53	2,77	3,03	3,20	2,40	2,70	2,87
29 Abril a 11 Junho	2,37	2,47	3,10	2,27	2,97	3,03	2,67	2,93	3,63
13 Maio a 24 Junho	2,67	3,01	3,10	2,65	3,40	3,90	2,70	3,60	3,53
11 Junho a 22 Julho	2,37	2,80	3,37	2,40	2,97	3,30	2,80	2,80	3,20
24 Junho a 6 Agosto	2,57	3,27	3,83	3,03	3,53	3,70	3,80	3,83	3,87
<u>Período de crescimento</u>	<u>Concentrações de azoto na pastagem ESP (% MS)</u>								
18 Março a 29 Abril	3,20	3,33	3,47	3,67	3,80	4,10	2,50	3,40	2,80
1 Abril a 13 Maio	2,97	3,04	3,27	2,60	3,27	3,30	2,47	2,80	3,43
29 Abril a 11 Junho	3,00	3,33	3,63	2,93	3,83	4,20	3,00	3,60	3,87
13 Maio a 24 Junho	2,33	2,80	3,23	3,33	2,93	2,60	2,87	3,57	3,63
11 Junho a 22 Julho	3,10	3,30	3,43	2,70	3,50	3,73	3,20	3,43	3,30
24 Junho a 6 Agosto	2,67	3,53	3,77	3,33	3,90	3,53	3,83	3,73	3,77

Quadro 2-15. Diferenças obtidas entre as concentrações de azoto determinadas por análises laboratoriais e as concentrações críticas de azoto calculadas segundo a equação proposta por Duru *et al.* (1997).

Azoto (kg ha ⁻¹)	1987			1988			1989		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150	N50	N100	N150
<u>Período de crescimento</u>									
18 Março a 29 Abril	-0,94	-0,18	-0,38	-0,16	+0,23	+0,62	-0,06	+0,65	+0,98
1 Abril a 13 Maio	-1,52	-0,11	+0,26	-0,67	-0,34	-0,20	-1,24	-0,67	-0,56
29 Abril a 11 Junho	-1,44	-1,11	-0,40	-1,81	-0,77	-0,51	-0,65	-0,42	-0,39
13 Maio a 24 Junho	-0,82	-0,22	+0,02	-0,23	+0,58	+1,10	-0,54	+0,93	+0,81
11 Junho a 22 Julho	-1,17	-0,45	+0,19	-1,48	-0,73	-0,33	-0,81	-0,69	-0,77
24 Junho a 6 Agosto	-1,11	-0,19	+0,40	-1,53	-0,38	-0,17	-0,14	+0,04	+0,21
<u>Período de crescimento</u>									
<u>Pastagem <i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i></u>									
18 Março a 29 Abril	-1,19	-0,86	-0,39	-0,09	+0,24	+0,62	-0,96	+0,26	-0,22
1 Abril a 13 Maio	-1,06	-0,64	+0,02	-1,21	-0,39	-0,33	-1,28	-0,98	-0,17
29 Abril a 11 Junho	-0,69	-0,21	+0,08	-1,54	-0,29	+0,34	-0,77	-0,05	+0,29
13 Maio a 24 Junho	-1,21	-0,70	-0,48	-0,05	-0,21	-0,52	-0,44	+0,61	+0,74
11 Junho a 22 Julho	-0,48	-0,09	-0,08	+0,94	+0,15	+0,43	-0,47	-0,13	-0,24
24 Junho a 6 Agosto	-0,93	-0,03	+0,47	—*	—*	—*	-0,09	-0,39	-0,49

*Produção MS inferior a 1 tonelada

Quadro 2-16. Concentrações médias de azoto (% MS) obtidas entre 1987 e 1989 na erva colhida em seis cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Período de crescimento	Concentrações médias de N (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de seis semanas					
	Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i>		Pastagem permanente			
	50	100	150	50	100	150
18 Março a 29 Abril	3,19 ^a	3,52 ^a	3,58 ^a	3,12 ^a	3,51 ^a	3,46 ^a
1 Abril a 13 Maio	2,69 ^b	3,07 ^a	3,20 ^a	2,68 ^b	3,04 ^a	3,33 ^a
29 Abril a 11 Junho	2,43 ^b	2,79 ^b	3,26 ^a	2,98 ^b	3,59 ^a	3,90 ^a
13 Maio a 24 Junho	2,67 ^b	3,34 ^a	3,51 ^a	2,84 ^a	3,10 ^a	3,16 ^a
11 Junho a 22 Julho	2,52 ^b	2,86 ^b	3,29 ^a	3,00 ^b	3,41 ^{ab}	3,49 ^a
24 Junho a 6 Agosto	3,13 ^b	3,54 ^a	3,80 ^a	3,28 ^a	3,72 ^a	3,69 ^a
dpm (n = 9)		0,17			0,18	

Em cada linha, e para cada pastagem, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

2.3.4.4. Qualidade da erva

A concentração média de ADF obtida em todos os cortes efectuados entre 29 Abril e 6 de Agosto (n = 162) foi 29,2 (\pm 2,4) % MS na pastagem LP e 28,1 (\pm 2,4) % MS na pastagem ESP. As concentrações médias anuais de ADF obtidas em 1987, 1988 e 1989 (n = 54) foram respectivamente, 30,3; 28,5 e 28,8 % MS (dpm = 0,28) na pastagem LP e, respectivamente, 28,6; 27,3 e 28,3 % MS (dpm = 0,32) na pastagem ESP. Na pastagem LP a concentração média de ADF obtida em 1987 (o ano mais húmido) foi significativamente superior às concentrações médias obtidas em 1988 e 1989, que foram semelhantes entre si. Na pastagem ESP a concentração média de ADF obtida em 1988 foi significativamente inferior às concentrações médias obtidas em 1987 e 1989, que foram semelhantes entre si. Não se registaram diferenças estatisticamente significativas nas concentrações do ADF obtidas nos três níveis de azoto utilizados por corte, quer na pastagem LP quer na ESP ($P < 0,001$).

As concentrações médias de ADF obtidas na pastagem LP foram mais baixas nos cortes de 29 Abril e 11 Junho e mais altas no final da Primavera (24 Junho) e nos cortes de Verão (22 Julho e 6 de Agosto). Na pastagem ESP só os cortes de 24 Junho e 22 Julho tiveram concentrações de ADF superiores aos restantes cortes, que tiveram concentrações estatisticamente semelhantes entre si (Quadro 2-17). Entre 1987 e 1989, em cortes de erva com seis semanas de crescimento, fechar as pastagens para ensilar no dia 1 de Abril em vez do dia 18 Março aumentava as produções de matéria seca obtidas por hectare em 34 % e as produções de proteína bruta obtidos por hectare em 22 %, valores idênticos nas duas pastagens. Mas baixava as concentrações de proteína bruta obtidas na erva de 22,0 % para 19,2 % na pastagem LP e de 21,9 % para 19,0 % na pastagem ESP, quando se utilizava o nível de adubação azotada para o qual se obtinha a melhor razão entre a produção de matéria seca e a quantidade de azoto utilizada ($100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$). Ao mesmo tempo a concentração média do ADF subia de 27,6 para 29,0 % MS na pastagem LP e de 26,7 para 27,1 % MS na pastagem ESP.

A qualidade da erva no momento do corte nem sempre reflecte a qualidade da silagem obtida, nas condições de elevada pluviosidade e elevada humidade relativa existentes na Primavera nas zonas de média altitude dos Açores. A concentração de hidratos de carbono solúveis na erva no momento do corte e o teor de matéria seca que se consegue após o emurchecimento são geralmente determinantes na preservação da erva na forma de silagem, o primeiro pelo efeito positivo que exerce no abaixamento do pH e o segundo pelo poder que tem no controlo do desenvolvimento das bactérias butíricas (Pahlow *et al.*, 2003; Vissers *et al.*, 2007).

Quadro 2-17. Concentrações médias de ADF (% MS) obtidas entre 1987 e 1989 na erva colhida em seis cortes de seis semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Concentrações de ADF (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de seis semanas						
	29 Abril	13 Maio	11 Junho	24 Junho	22 Julho	6 Agosto
LP-1987	29,7 ^{ab}	30,2 ^{ab}	28,9 ^b	31,1 ^{ab}	30,2 ^{ab}	31,5 ^a
LP-1988	27,8 ^{cd}	27,7 ^{cd}	25,5 ^d	30,4 ^{ab}	31,1 ^a	28,4 ^{bc}
LP-1989	25,2 ^c	29,1 ^b	28,2 ^b	28,7 ^b	31,7 ^a	29,9 ^{ab}
dpm 0,76 (n = 9)						
ESP-1987	28,3 ^a	27,4 ^a	29,2 ^a	30,0 ^a	27,4 ^a	29,4 ^a
ESP-1988	25,4 ^b	25,2 ^b	26,2 ^b	27,0 ^b	32,7 ^a	27,2 ^b
ESP-1989	26,4 ^b	28,7 ^{ab}	28,2 ^b	29,5 ^{ab}	29,3 ^{ab}	27,9 ^b
dpm 0,83 (n = 9)						
LP (1987-1989)	27,6 ^c	29,0 ^b	27,5 ^c	30,1 ^{ab}	31,0 ^a	30,0 ^{ab}
dpm 0,40 (n = 27)						
ESP (1987-1989)	26,7 ^d	27,1 ^{cd}	27,8 ^{bcd}	28,8 ^{ab}	29,8 ^a	28,2 ^{bcd}
dpm 0,46 (n = 27)						

Em cada linha, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Nas pastagens de média altitude da Ilha Terceira o período em que existe necessidade de suplementar o rebanho com silagens inicia-se geralmente em meados de Outubro e prolonga-se até meados ou fins de Março, mantendo-se os animais em pastoreio, numa erva com excesso de proteína bruta e reduzida quantidade de fibra. Numa silagem para fornecer a animais que passam o Inverno ao relento a fibra deve ser avaliada de uma maneira diferente da que geralmente vem referida na bibliografia, porque o maior calor que gera a sua digestão, que noutros sistemas pode ser considerado uma perda de energia, neste caso pode ser vantajosa para o aquecimento do animal e para o seu bem-estar. Por isso a maior parte dos valores de ADF encontrados na bibliografia, para avaliar a qualidade das silagens, não se aplicam às condições particulares dos Açores.

Em animais em pastoreio durante o Outono, Inverno e início de Primavera, em erva geralmente com baixa concentração de fibra e em que a própria fibra é altamente fermentescível (conceito do eNDF - NRC 2001) a probabilidade da ocorrência de timpanismo é elevada mesmo na presença de uma pastagem composta maioritariamente por gramíneas (Clarke e Reid, 1974). Na Nova Zelândia, dar 1 a 2 kg de feno a animais em pastoreio é uma prática aconselhada durante o Inverno e início da Primavera e pode contribuir para que os animais aproveitem até 37 % mais os nutrientes da pastagem e para reduzir a probabilidade de timpanismo (Kolver, 2000). É também prática corrente nos Açores entre os lavradores mais antigos. A falta de fibra aumenta a velocidade do trânsito digestivo, reduz o tempo em que os alimentos estão no intestino delgado e a sua assimilação (Beever e Mould, 2000).

2.3.5. Ensaio 3. Cortes efectuados com intervalos de crescimento de oito semanas

2.3.51. Produções de matéria seca obtidas por hectare em quatro cortes

Para o intervalo de crescimento das oito semanas foram estudados quatro datas de corte, 13 Maio, 8 Julho, 2 Setembro e 28 de Outubro. Destes cortes, cujas produções de matéria seca obtidas por hectare estão indicadas nos Gráficos 2-7 e 2-8, concentramo-nos nos dois primeiros, o de 13 Maio e o de 8 Julho, por terem sido os que obtiveram produções de matéria seca por hectare mais elevadas e os únicos que justificavam cortes para conservação. Os cortes efectuados em 2 de Setembro e em 28 Outubro obtiveram produções de matéria seca por hectare sempre inferiores a 2500 kg e produções médias de matéria seca por hectare inferiores a 1850 kg (Quadro 2-18), produções que não justificam a remoção do excesso de erva para conservação, especialmente quando se aproxima um período de défice.

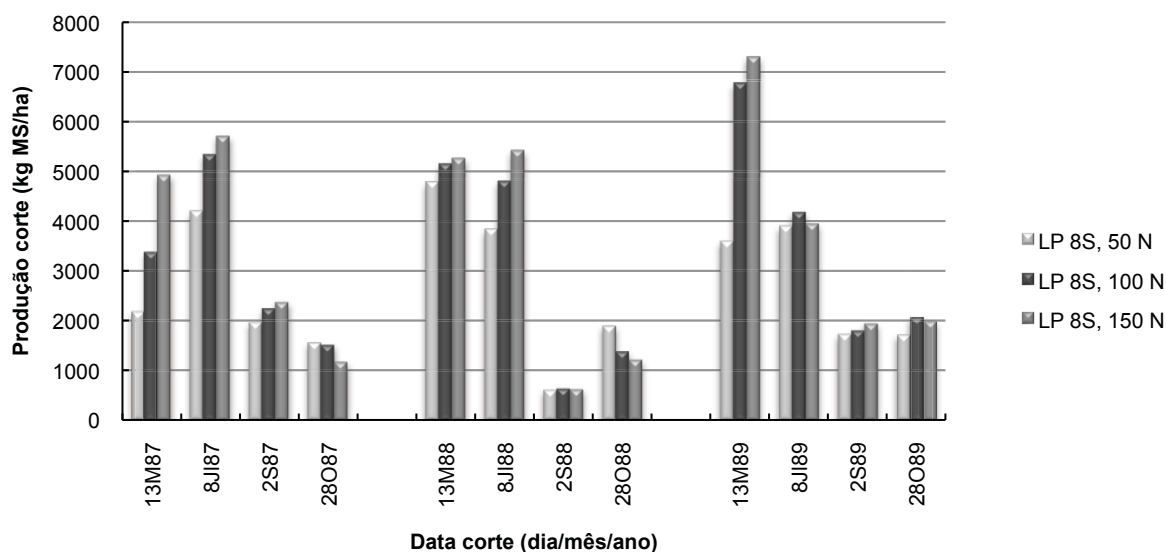


Gráfico 2-7. Produções de matéria seca obtidas por hectare em 1987, 1988 e 1989 em quatro cortes de oito semanas efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP), adubada com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

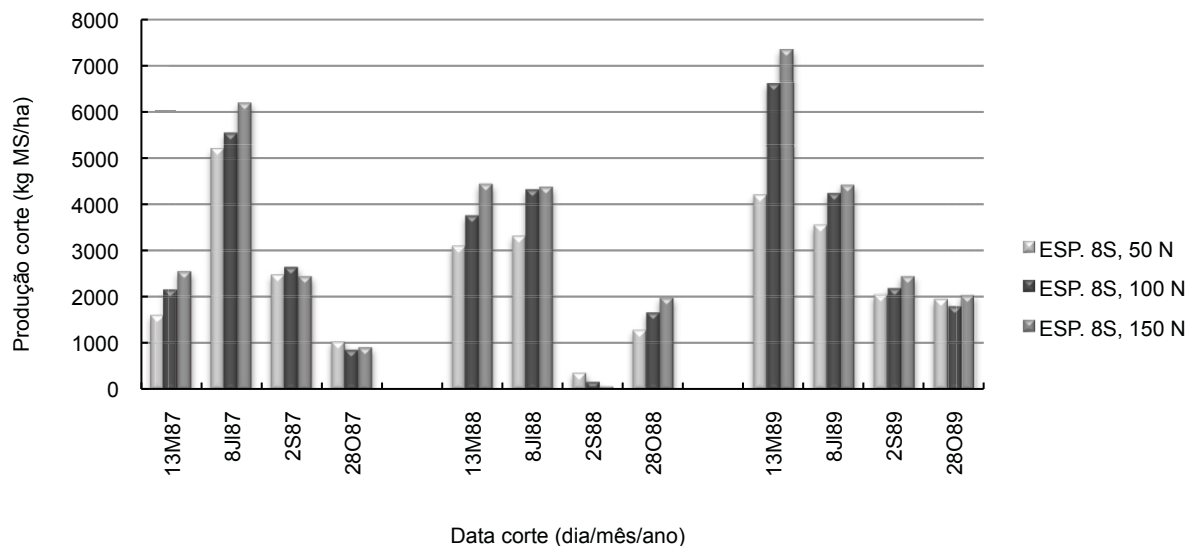


Gráfico 2-8. Produções de matéria seca obtidas por hectare em 1987, 1988 e 1989 em quatro cortes de oito semanas efectuados na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubada com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Além disso, nesta época do ano não é conveniente deixar a erva crescer durante oito semanas porque uma maior acumulação de biomassa, associada à elevada humidade relativa que ocorre em Setembro e Outubro e a temperaturas superiores a 15° C durante a noite, favorece o aparecimento de fungos que podem ser tóxicos para os ruminantes como por exemplo o *Pithomyces chartarum*. Os esporos deste fungo têm uma toxina (esporidesmina) que quando ingerida provoca lesões extensas no fígado dos bovinos (Falmiton, 1990), que nas pastagens de média altitude dos Açores tem causado algumas mortes e frequentes episódios de fotossensibilização, obrigando os lavradores a tratar preventivamente todos os animais.

Quadro 2-18. Produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 nos cortes de oito semanas efectuados, em 2 de Setembro e 28 de Outubro, na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* e na pastagem permanente.

Produções médias de matéria seca (kg ha ⁻¹) obtidas em cortes de 8 semanas)		
Datas corte	2 Setembro	28 Outubro
Pastagem LP		
50 N	1427	1825
100 N	1555	1687
150 N	1640	1606
Pastagem ESP		
50 N	1621	1415
100 N	1658	1432
150 N	1644	1635

Entre 1987 e 1989 as produções médias de matéria seca obtidas por hectare (n = 54) nos cortes de 13 de Maio e de 8 de Julho foram 4688 (± 1243) kg na pastagem LP e 4255 (± 1519) kg na pastagem ESP. Entre 1987 e 1989 os cortes de 13 de Maio e de 10 de Julho tiveram na pastagem LP produções médias de matéria seca por hectare estatisticamente semelhantes, respectivamente, 4800 e 4576 kg (dpm = 112, n = 27). Na pastagem ESP o corte de 13 de Maio produziu estatisticamente menos do que o de 10 de Julho e as produções dos dois cortes foram, respectivamente, 3957 e 4552 kg MS ha⁻¹ (dpm = 120, n = 27).

Os cortes de 13 de Maio e de 10 de Julho tiveram produções de matéria seca por hectare significativamente diferentes entre si em 1987, 1988 e 1989 ($P < 0,001$) e com comportamento idêntico nas duas pastagens. Em 1987 o corte de Julho produziu mais do que o de Maio, em

1988 os dois cortes tiveram produções de matéria seca por hectare semelhantes e em 1989 o corte de Maio produziu muito mais do que o de Julho (Quadro 2-19).

As baixas produções de matéria seca obtidas nas duas pastagens em Maio de 1987, sobretudo para a adubação de $50 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, aconteceram pelas mesmas razões que já foram referidas para os intervalos de crescimento das quatro e das seis semanas, essencialmente precipitação excessivamente elevada no Inverno e no início da Primavera.

2.3.5.2. Efeitos da adubação azotada na produção de matéria seca e de azoto por corte

No intervalo de crescimento das oito semanas aumentar a adubação azotada de 100 para $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ apenas aumentou significativamente as produções de matéria seca obtidas por hectare nos cortes de 13 Maio de 1987 e de 1989, efectuados na pastagem LP. Nas restantes datas de corte as diferenças entre as produções de matéria seca obtidas por hectare foram significativas apenas entre os 50 e 100 ou $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ (Quadro 2-19).

Em 13 Maio de 1989, após um Inverno e início de Primavera com precipitações bastante abaixo da média, as produções de matéria seca obtidas nas duas pastagens foram muito elevadas quando se utilizou 100 ou $150 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$, tal como aconteceu na mesma data no intervalo de crescimento das seis semanas. As produções de matéria seca obtidas em 13 Maio de 1987 e de 1989 foram bastante menores quando se adubou com 50 kg N ha^{-1} por deficiência de azoto no solo, como comprovam as menores produções de azoto obtidas nesse corte, sobretudo na pastagem LP (Quadro 2-19) e as baixas concentrações de azoto obtidas na erva das duas pastagens em 1989 (2,20 % MS).

Tal como aconteceu nos intervalos de crescimento das quatro e das seis semanas as produções de matéria seca e de azoto estavam altamente correlacionadas ($n = 18$), com valores muito semelhantes nas duas pastagens (no primeiro corte 0,94 em ambas as pastagens e no segundo corte 0,93 na pastagem LP e 0,91 na pastagem ESP).

Excepto no período entre 18 de Março e 13 de Maio de 1987, as produções de azoto obtidas foram geralmente superiores à adubação azotada praticada, por vezes substancialmente mais elevadas, indicado que uma parte do azoto produzido provinha da mineralização da matéria orgânica, já que o *T. repens* nestas datas de corte, e nas duas pastagens, estava presente em pequena quantidade

Quadro 2-19. Produções de matéria seca e de azoto obtidas por hectare em 1987, 1988 e 1989 em dois cortes de erva de oito semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

	1987			1988			1989		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150	N50	N100	N150
<u>Período de crescimento</u>	<u>Produção de matéria seca (kg ha⁻¹ corte⁻¹)</u>								
	<u>Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i></u>								
18 Março a 13 Maio	2171 ^c	3365 ^b	4910 ^a	4765 ^a	5131 ^a	5247 ^a	3582 ^c	6749 ^b	7282 ^a
13 Maio a 10 Julho	4183 ^b	5318 ^a	5687 ^a	3823 ^b	4789 ^a	5404 ^a	3883 ^a	4163 ^a	3937 ^a
dpm 112 (n = 27)									
	<u>Pastagem permanente</u>								
18 Março a 13 Maio	1596 ^b	2148 ^a	2541 ^a	3083 ^c	3742 ^b	4420 ^a	4183 ^b	6582 ^a	7316 ^a
13 Maio a 10 Julho	5181 ^a	5518 ^a	6165 ^a	3298 ^b	4302 ^a	4355 ^a	3535 ^b	4221 ^a	4398 ^a
dpm 120 (n = 27)									
	<u>Produção de azoto (kg ha⁻¹ corte⁻¹)</u>								
	<u>Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i></u>								
18 Março a 13 Maio 1987	51	98	148	130	159	170	79	164	194
13 Maio a 10 Julho 1987	95	152	155	84	128	171	87	108	118
	<u>Pastagem permanente</u>								
18 Março a 13 Maio 1987	44	76	73	82	121	150	92	157	190
13 Maio a 10 Julho 1987	133	153	175	69	102	139	100	114	139

Em cada linha, para cada ano, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

2.3.5.3. Qualidade da erva

As concentrações médias de ADF (% MS) obtidas na erva colhida entre 1987 e 1989, nos cortes de 13 de Maio e de 10 de Julho, foram 30,3 (\pm 2,3) na pastagem LP e 29,7 (\pm 2,8) na pastagem ESP (n = 54). Só houve diferenças estatisticamente significativas entre as concentrações médias obtidas nos três anos do ensaio ($P < 0,001$). As concentrações médias obtidas em 1987, 1988 e 1989 foram, respectivamente, 31,7; 29,0 e 30,3 % MS (dpm = 0,43) na pastagem LP e, respectivamente, 31,4; 27,1 e 30,6 % MS (dpm = 0,50) na pastagem ESP (n = 18). Tal como aconteceu nos outros intervalos de crescimento também no intervalo de crescimento das oito semanas as concentrações médias de ADF obtidas em 1988 foram significativamente inferiores às obtidas nos outros anos, às obtidas em 1987 na pastagem LP e às obtidas em 1987 e 1989 na pastagem ESP. As concentrações médias de ADF obtidas na erva colhida nos cortes de 13 de Maio e de 10 de Julho (n = 27), foram respectivamente, 29,9 e 30,8 % MS (dpm = 0,35) na pastagem LP e de 29,9 e 29,5 % MS (dpm = 0,41) na pastagem ESP.

As concentrações médias de azoto obtidas nas duas pastagens foram idênticas na erva colhida nos cortes de 13 de Maio e de 10 de Julho e aumentavam significativamente ($P < 0,001$) quando a adubação azotada aumentava. Porém este aumento só era significativo quando a adubação azotada aumentava de 50 para 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ (Quadro 2-20).

O teor proteico médio obtido na erva colhida nos dois cortes de oito semanas era baixo quando se adubava apenas com 50 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ (14,4 % MS na pastagem LP e 15,6 % MS na pastagem ESP) mas já era bastante aceitável (17,2 % MS na pastagem LP e 17,5 % MS na pastagem ESP) quando se adubava com 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, sobretudo porque se tratava de erva destinada a silagens para suplementar vacas em pastoreio, no final do Outono e durante o Inverno, períodos em que a erva da pastagem tem concentrações de proteína bruta muito elevadas.

No corte de 13 de Maio, adubado com 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, ter erva de oito semanas em vez de erva de seis semanas baixava a concentração da proteína bruta de 19,2 para 17,6 % MS na pastagem LP mas na pastagem ESP o teor proteico mantinha-se igual (19,0 % MS). A concentração do ADF subia de 29 para 30 % MS na pastagem LP e de 27,1 para 29,6 % MS na pastagem ESP (valores médios obtidos entre 1987 e 1989).

Quando se têm animais em pastoreio não se podem fechar simultaneamente todas as parcelas para ensilar e por isso, no dia do corte, cada parcela tem erva com um número de dias de crescimento diferente.

Quadro 2-20. Produções médias de matéria seca por hectare e concentrações médias de azoto e de ADF (% MS) obtidas entre 1987 e 1989 em dois cortes de erva de oito semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

	N50	N100	N150	N50	N100	N150
	<u>Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i></u>			<u>Pastagem permanente</u>		
	<u>Produções MS (kg ha⁻¹)</u>			<u>Produções MS (kg ha⁻¹)</u>		
18 Março a 13 Maio	3506 ^b	5081 ^a	5813 ^a	2954 ^b	4157 ^{ab}	4759 ^a
13 Maio a 8 Julho	3963 ^b	4757 ^{ab}	5009 ^a	4005 ^a	4680 ^a	4972 ^a
dpm (n = 9)		485			673	
	<u>Concentrações de N (% MS)</u>			<u>Concentrações de N (% MS)</u>		
18 Março a 13 Maio	2,41 ^b	2,81 ^a	2,97 ^a	2,53 ^b	3,04 ^a	2,96 ^a
13 Maio a 8 Julho	2,22 ^b	2,72 ^a	2,97 ^a	2,50 ^b	2,61 ^{ab}	3,07 ^a
dpm (n = 9)		0,14			0,20	
	<u>Concentrações de ADF (% MS)</u>			<u>Concentrações de ADF (% MS)</u>		
18 Março a 13 Maio	29,0 ^a	30,0 ^a	30,7 ^a	29,6 ^a	29,6 ^a	30,4 ^a
13 Maio a 8 Julho	31,0 ^a	31,2 ^a	30,2 ^a	29,5 ^a	29,4 ^a	29,5 ^a
dpm (n = 9)		1,07			1,37	

Em cada linha, e para cada pastagem, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Na altura de ensilar se se cortar a última parcela com erva de seis semanas a primeira parcela pode ter erva com sete ou oito semanas, daí ser importante saber que se o corte for efectuado até meados de Maio há um decréscimo da qualidade da erva à medida que o intervalo de crescimento vai aumentando mas que esse decréscimo nesta época do ano não é muito elevado. A diminuição da qualidade da erva no início da Primavera está essencialmente associada ao estado reprodutivo das gramíneas e muito menos ao número de dias de crescimento (Swift e Edwards, 1983; Steiner, 2002). Por isso deve ter-se o máximo cuidado no maneio das explorações no final do Inverno e no início da Primavera, para se poder fechar as parcelas para ensilar cedo, para se cortar a erva no estado fenológico adequado e obterem-se elevadas produções de matéria seca de boa qualidade.

2.3.6. Ensaio 4. Cortes efectuados com intervalos de crescimento de dez semanas

2.3.6.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare em quatro cortes

No intervalo de crescimento de dez semanas estudaram-se as produções de matéria seca obtidas por hectare em quatro períodos, com as seguintes datas de corte: 27 Maio, 11 Junho, 6 Agosto e 19 de Agosto. A adubação azotada foi 50, 100 e 150 kg ha⁻¹ corte⁻¹ e era efectuada logo no início de cada período de crescimento.

Nas duas pastagens as produções médias de matéria seca obtidas por hectare e corte foram estatisticamente diferentes nos três anos do ensaio ($P < 0,001$), nas quatro datas de corte ($P < 0,001$) e nos três níveis de azoto utilizados por corte ($P < 0,001$), com o mesmo nível de significância em ambas. Na pastagem LP todas as interações foram estatisticamente significativas ($P < 0,001$) e na pastagem ESP não foram estatisticamente significativas as interações anos \times azoto e datas de corte \times azoto.

As produções médias de matéria seca obtidas por corte foram 5118 (± 1780) kg ha⁻¹ na pastagem LP e 5185 (± 1680) kg ha⁻¹ na pastagem ESP ($n = 108$). As produções médias de matéria seca obtidas por corte na pastagem LP, em 1987, 1988 e 1989 foram respectivamente, 4565, 5158 e 5631 kg MS ha⁻¹, todas significativamente diferentes entre si ($dpm = 120$, $n = 36$). As produções médias de matéria seca obtidas por corte na pastagem ESP em 1987, 1988 e 1989 foram, respectivamente, 4692, 4694 e 6170 kg ha⁻¹, e a produção de 1989 foi significativamente superior às obtidas em 1987 e 1988 ($dpm = 131$, $n = 36$).

Nas duas pastagens o corte com maiores produções de matéria seca por hectare foi o de 11 Junho, que produziu em média 6917 kg na pastagem LP e 6807 kg na pastagem ESP, seguido do corte de 27 de Maio, que produziu em média 5959 kg na pastagem LP e 5618 kg na

pastagem ESP (dpm = 139 na LP e 151 na ESP, n = 27). Os cortes de 6 e de 19 de Agosto não tiveram produções significativamente diferentes entre si e produziram consideravelmente menos do que os cortes de 27 Maio e de 11 de Junho. As produções médias de matéria seca obtidas por hectare nesses cortes foram 3873 kg na pastagem LP e 4067 kg na pastagem ESP (6 de Agosto) e 3722 kg na pastagem LP e 4247 kg na pastagem ESP (19 Agosto). No intervalo de crescimento de dez semanas a pastagem permanente frequentemente produziu mais do que a pastagem LP, sobretudo nos cortes de 6 e de 19 de Agosto (Quadro 2-21).

Neste intervalo de crescimento existia uma maior heterogeneidade na composição da pastagem permanente à base de espécies espontâneas. Foi neste intervalo que verificamos, entre Junho e Outubro, a presença em maior quantidade do *Holcus lanatus* e também do *Lotus pedunculatus* e *Trifolium repens*, estes dois últimos essencialmente nos canteiros adubados com 50 kg N ha⁻¹. O *Holcus lanatus* é uma espécie que produz mais do que a *Poa trivialis* durante o Verão, particularmente nos Verões mais secos (Haggar 1976; Frame 1991), e pode ter sido o responsável pelas maiores produções de matéria seca obtidas por hectare na pastagem permanente, nos cortes efectuados em 6 e 19 de Agosto.

Nas duas pastagens, entre 1987 e 1989, nos cortes de 27 Maio e de 11 de Junho, as respostas à adubação azotada foram significativas entre os níveis N50 e os outros dois. Nos cortes efectuados a 6 e a 19 de Agosto, em média, não existiram respostas estatisticamente significativas à adubação azotada (Quadro 2-22).

Tal com aconteceu para os outros intervalos de crescimento estudados, por diversas vezes, nos cortes efectuados em Agosto os tratamentos adubados com 150 kg N ha⁻¹ produziam ligeiramente menos do que os tratamentos adubados com 100 kg N ha⁻¹. Esta menor produção de matéria seca está relacionada com o excesso de sais na solução do solo, que aumentam o seu potencial osmótico e podem agravar os efeitos do défice hídrico.

As produções de matéria seca obtidas por hectare nos cortes de dez semanas, de 27 de Maio e de 11 de Junho, foram muito elevadas quando as pastagens foram adubadas com 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, tendo frequentemente ultrapassado os 6000 kg. Em muitas pastagens permanentes, sujeitas a pastoreios frequentes e a baixas adubações azotadas, as produções de matéria seca obtidas por hectare durante um ano são muitas vezes quase idênticas às obtidas num só corte de erva efectuado na Primavera, com oito ou dez semanas de crescimento.

Nos dados obtidos no primeiro ensaio desta tese verificamos que, entre 1987 e 1989, a pastagem ESP e a pastagem LP produziram em oito cortes de quatro semanas, respectivamente, 7739 e 10037 kg MS ha⁻¹, quando adubadas com 400 kg N ha⁻¹. Em média, num só corte de dez

Quadro 2-21. Produções de matéria seca obtidas por hectare em 1987, 1988 e 1989, em cortes de dez semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

	1987			1988			1989		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150	N50	N100	N150
<u>Pastagem <i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i></u>									
<u>Período de crescimento</u>									
18 Março a 27 Maio (10 S)	3018 ^b	5660 ^a	5848 ^a	5204 ^b	6468 ^a	6250 ^{ab}	5803 ^b	7996 ^a	7386 ^a
1 Abril a 11 Junho (10 A S)	3801 ^b	6275 ^a	7707 ^a	7896 ^a	7671 ^a	7649 ^a	5563 ^b	7497 ^a	8200 ^a
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	3405 ^b	4188 ^{ab}	4846 ^a	2805 ^b	4004 ^a	4132 ^a	3621 ^a	4112 ^a	3742 ^a
11 Junho a 19 Agosto (10 A S)	2773 ^a	3681 ^a	3574 ^a	2624 ^a	3630 ^a	3564 ^a	4043 ^a	4950 ^a	4661 ^a
dpm = 416 (n = 3)									
<u>Pastagem permanente</u>									
<u>Período de crescimento</u>									
18 Março a 27 Maio (10 S)	3298 ^b	4128 ^{ab}	4642 ^a	5465 ^a	5941 ^a	6367 ^a	5046 ^b	7352 ^a	8326 ^a
1 Abril a 11 Junho (10 A S)	4600 ^b	6474 ^a	6699 ^a	6534 ^a	7455 ^a	6621 ^a	6250 ^b	8202 ^a	8429 ^a
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	3298 ^b	4128 ^{ab}	4642 ^a	2449 ^a	3492 ^a	3304 ^a	4623 ^a	5386 ^a	5283 ^a
11 Junho a 19 Agosto (10 A S)	4495 ^a	5052 ^a	4841 ^a	2196 ^b	2939 ^{ab}	3557 ^a	4510 ^a	5885 ^a	4746 ^a
dpm = 454 (n = 3)									

Em cada linha, para cada ano, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Quadro 2-22. Produções médias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989, em quatro cortes de erva com dez semanas de crescimento, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Período de crescimento	<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>			Permanente		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150
18 Março a 27 Maio (10 S)	4675 ^b	6708 ^a	6495 ^a	4603 ^b	5807 ^{ab}	6445 ^a
1 Abril a 11 Junho (10 A S)	5753 ^b	7148 ^a	7852 ^a	5795 ^b	7377 ^a	7250 ^a
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	3277 ^a	4101 ^a	4240 ^a	3988 ^a	5060 ^a	5155 ^a
11 Junho a 19 Agosto (10 A S)	3146 ^a	4087 ^a	3933 ^a	3734 ^a	4625 ^a	4382 ^a
dpm (n = 9)		240			371	

Em cada linha, e para cada pastagem, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

semanas, adubado com 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, a pastagem ESP produziu 5807 kg MS ha⁻¹ (27 Maio) e 7377 kg MS ha⁻¹ (11 Junho) e a pastagem LP produziu 6708 kg MS ha⁻¹ (27 Maio) e 7148 kg MS ha⁻¹ (11 de Junho).

Na Bélgica num corte efectuado com erva acumulada de Março até Junho, com 100 kg N ha⁻¹ aplicados em Março, uma pastagem estreme de *Lolium perenne* produziu 10800 kg MS ha⁻¹ e uma pastagem estreme de *Poa trivialis* produziu 8500 kg MS ha⁻¹ (Peeters e Decamps, 1994).

2.3.6.2. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare

No intervalo de crescimento de dez semanas as produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare, nas duas pastagens, eram elevadas nos cortes de 27 Maio e de 11 de Junho (Gráficos 2-9 e 2-10, Quadro 2-23). Nos cortes de 5 e de 19 de Agosto baixavam consideravelmente na pastagem LP, mais do que na pastagem permanente. Na pastagem permanente, dos quatro intervalos de crescimento estudados, foi neste que se obtiveram as produções médias diárias de matéria seca por hectare mais elevadas, em 11 Junho. Na pastagem LP as produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare também foram elevadas nos cortes de 27 Maio e de 11 de Junho, mas foram inferiores à média obtida no corte de seis semanas efectuado em 13 de Maio.

2.3.6.3. Produções de azoto obtidas por corte

As quantidades de azoto produzidas por hectare na Primavera, em intervalos de crescimento de dez semanas estão indicadas no Quadro 2-24. Como já verificamos para os intervalos de crescimento de seis e de oito semanas foi nos períodos com início em 18 Março e em 1 de Abril que existiu maior potencial para a produção de azoto, como se pode ver pelas produções de azoto obtidas nesses períodos em 1988 e 1989. Tal como aconteceu para os outros intervalos de crescimento, as produções de azoto obtidas por hectare nos primeiros cortes de 1987 também foram bastante inferiores às obtidas em 1988 e 1989. As correlações entre as produções de matéria seca e as produções de azoto obtidas por hectare, nas quatro datas de corte estudadas, foram de 0,79 na pastagem LP e de 0,80 na pastagem permanente (n = 36). Mas se excluíssemos o corte de 5 de Agosto de 1988 na pastagem LP e o de 11 de Junho de 1988 na pastagem ESP (cortes onde se verificou que as correlações foram de 0,55 na pastagem LP e 0,53 na ESP) as correlações entre as produções de matéria seca e as produções de azoto obtidas foram de 0,86 nas duas pastagens.

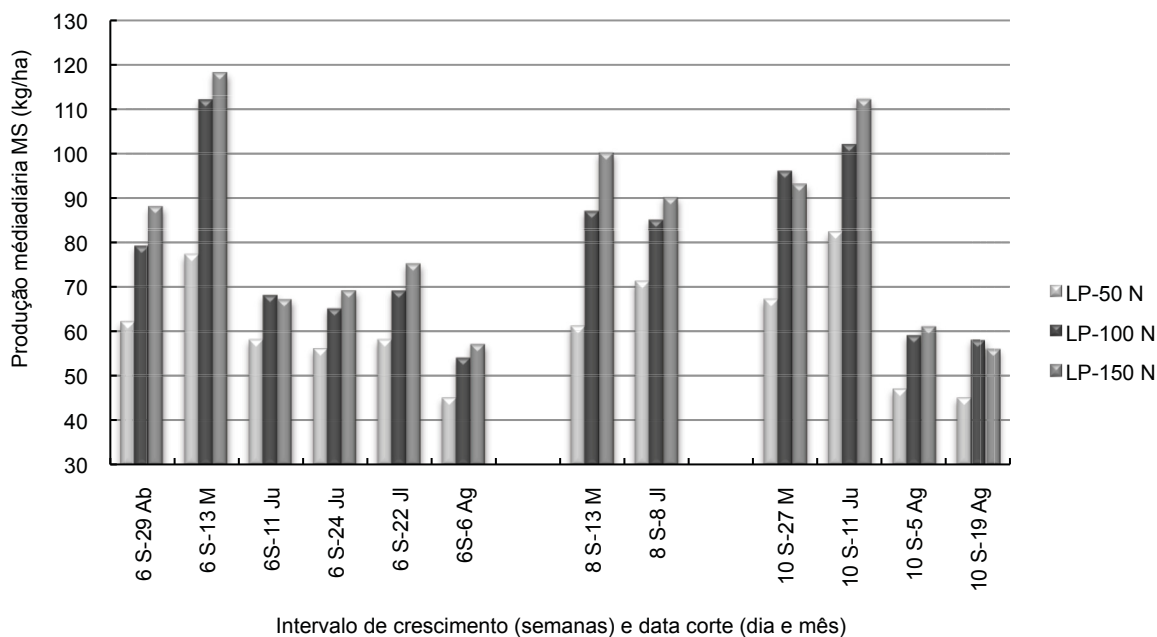


Gráfico 2-9. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em diversos cortes de 6, 8 e 10 semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, adubada com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

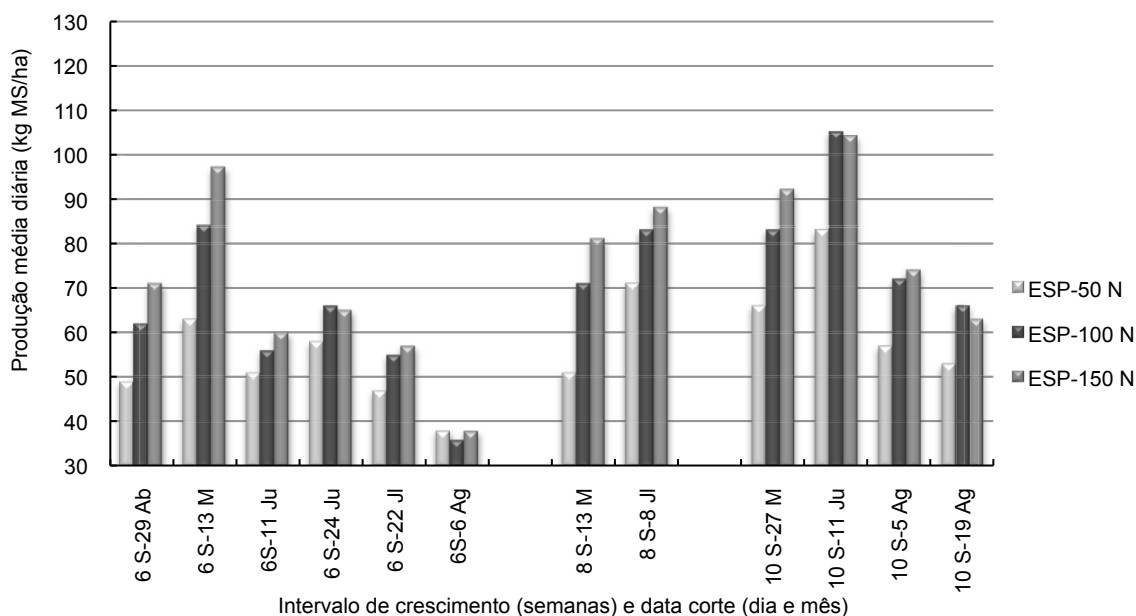


Gráfico 2-10. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em diversos cortes de 6, 8 e 10 semanas, efectuados na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubada com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Quadro 2-23. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em cortes de oito e de dez semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ no início de cada período de crescimento. Entre parênteses estão indicados os acréscimos de produção de matéria seca obtidos por cada quilo de azoto utilizado quando a adubação azotada aumentava de 50 para 100 kg ha⁻¹ (2^a e 4^a colunas) ou de 100 para 150 kg N ha⁻¹ (3^a e 6^a colunas).

Período de crescimento	<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>					
	N50	N100	N150	N50	N100	N150
18 Março a 13 Maio (8 S)	61	87 (32)	100 (15)	51	71 (24)	81 (12)
13 Maio a 8 Julho (8 S)	71	86 (16)	90 (5)	71	83 (14)	89 (6)
18 Março a 27 Maio (10 S)	67	96 (41)	93 (-4)	66	83 (24)	92 (13)
1 Abril a 11 Junho (10A S)	82	102 (28)	112 (14)	83	105 (32)	104 (-3)
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	47	59 (16)	61 (3)	57	72 (21)	74 (2)
11 Junho a 19 Agosto (10A S)	45	58 (19)	56 (-3)	53	66 (18)	63 (-5)

Quadro 2-24. Produções de azoto obtidas por hectare em 1987, 1988 e 1989, em cortes de dez semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente, adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Período de crescimento	Produção azoto (kg ha ⁻¹)								
	1987			1988			1989		
	N50	N100	N150	N50	N100	N150	N50	N100	N150
	<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>								
18 Março a 27 Maio (10 S)	42	96	99	125	149	169	139	184	199
1 Abril a 11 Junho (10 A S)	61	107	146	150	138	191	100	142	180
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	89	117	121	101	96	112	116	127	120
11 Junho a 19 Agosto (10 A S)	72	110	104	63	83	103	113	144	144
	<u>Pastagem permanente</u>								
18 Março a 27 Maio (10 S)	76	107	121	104	143	166	111	154	208
1 Abril a 11 Junho (10 A S)	97	168	201	98	119	146	113	148	194
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	93	126	144	44	73	89	116	172	164
11 Junho a 19 Agosto (10 A S)	90	121	140	46	73	100	108	147	119

Comparando as produções médias de azoto obtidas por hectare nos cortes de dez semanas com as obtidas nos cortes efectuados nos outros intervalos de crescimento verificamos que foram bastante superiores. Em 1988 e 1989 os cortes de 27 Maio e de 11 de Junho, adubados com 50 kg N ha^{-1} , produziram na pastagem LP e ESP, respectivamente, mais 2,57 e 2,13 vezes a quantidade de azoto recebida. Se considerarmos que no início da Primavera não existiam nitratos acumulados no solo e que cerca de um terço do azoto fica retido nas raízes e no restolho, concluímos que pelo menos em alguns anos a taxa de mineralização é elevada nesta altura do ano (nalguns casos mais do que duas unidades de azoto por hectare e dia). Não atribuímos a elevada produção de azoto nestes dois períodos à presença de trevo branco porque, no início da Primavera, a contribuição deste para a produção de matéria seca total era geralmente baixa.

Continuamos a verificar que elevadas quantidades de azoto ficavam por recuperar quando se efectuavam adubações azotadas excessivas em períodos de défice hídrico, mesmo em intervalos de crescimento longos, como aconteceu em 1988, nos tratamentos N100 e N150, no período de 11 Junho a 19 Agosto na pastagem LP e no período de 27 Maio a 19 Agosto na pastagem ESP. O azoto em excesso acumula-se no solo e com o início das precipitações elevadas em Setembro e/ou Outubro, a probabilidade de lixiviação é elevada e a acumulação excessiva de nitratos na erva utilizada em pastoreio é muito provável.

2.3.6.4. Qualidade da erva

As concentrações médias de ADF (% MS) obtidas na erva colhida nos quatro períodos estudados foram $32,3 (\pm 2,5)$ na pastagem LP e $31,9 (\pm 2,4)$ na pastagem ESP ($n = 108$). Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas entre as concentrações do ADF obtidas nos três anos do ensaio, nem entre as concentrações obtidas nos três níveis de azoto utilizados. As diferenças obtidas entre as concentrações médias do ADF foram estatisticamente significativas para datas de corte ($P < 0,05$ na pastagem LP e $P < 0,001$ na pastagem ESP) e para a interacção anos \times data de corte ($P < 0,001$ em ambas as pastagens).

Na pastagem LP as concentrações médias de ADF (% MS) obtidas nas quatro datas de corte foram: 31,7 % (27 Maio), 31,3 % (11 Junho), 32,8 % (5 Agosto) e 33,2 % (19 Agosto). As concentrações de ADF obtidas na erva colhida a 5 e 19 de Agosto foram significativamente superiores às obtidas em 27 de Maio e em 11 de Junho ($dpm = 0,55$; $n = 27$). Na pastagem ESP as concentrações médias de ADF (% MS) obtidas na erva colhida nas mesmas datas de corte da pastagem LP foram, respectivamente, 31,5 %, 33,3 %, 30,9 % e 31,8 %. Nesta pastagem a erva

em 11 Junho (na altura do espigamento) obteve uma concentração de ADF mais elevada (Quadro 2-25) significativamente superior às obtidas em 27 Maio, 5 e 19 de Agosto (dpm = 0,59; n = 27).

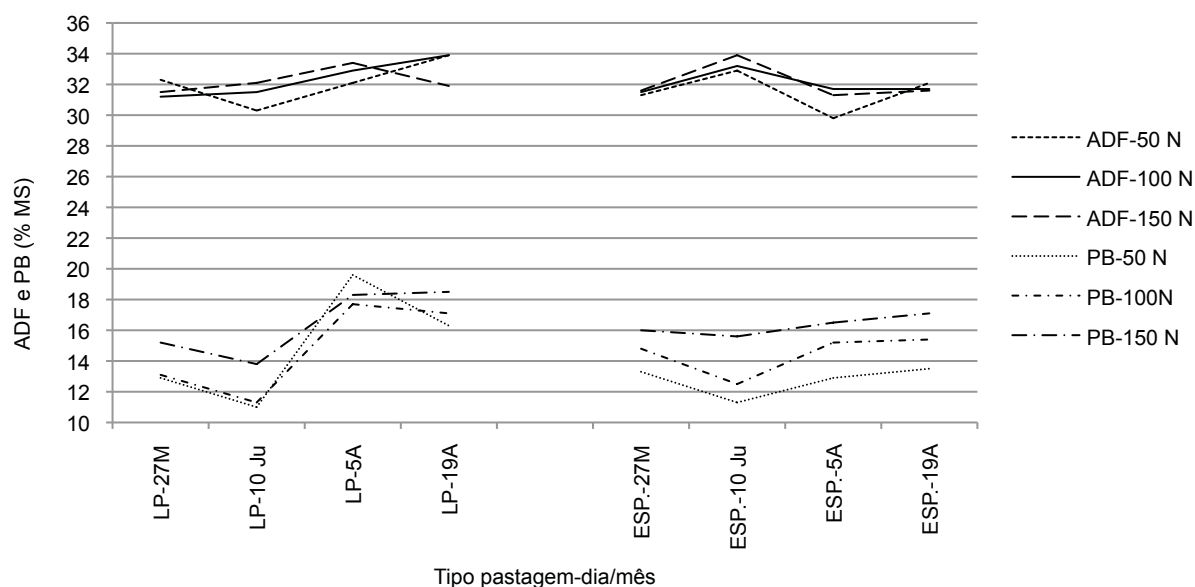


Gráfico 2-16. Concentrações médias de ADF e de PB (% MS) obtidas entre 1987 e 1989, na erva colhida com dez semanas, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP).

As concentrações médias de proteína (% MS) obtidas na erva colhida nas quatro datas de corte foram 15,2 ($\pm 3,6$) na pastagem LP e 14,6 ($\pm 3,1$) na pastagem ESP (n = 108). As diferenças entre as concentrações médias de PB na erva foram estatisticamente significativas entre anos ($P < 0,001$ na LP e $P < 0,05$ na ESP), entre datas de corte ($P < 0,001$ nas duas pastagens) e entre níveis de azoto ($P < 0,05$ na pastagem LP e $P < 0,001$ na pastagem ESP). Foram ainda significativas as interações entre anos e datas de corte ($P < 0,001$ nas duas pastagens) e na pastagem LP a interacção entre anos e níveis de azoto ($P < 0,05$).

As concentrações médias de proteína bruta (% MS) obtidas na erva colhida na pastagem LP em 1987, 1988 e 1989 foram respectivamente, 13,8 %, 15,6 % e 16,3 % (dpm = 0,44; n = 36) e foram significativamente mais baixas em 1987, que foi o ano mais húmido e onde pode ter existido maior lixiviação de azoto. Na pastagem permanente foram respectivamente, 15,1 %; 13,7 % e 15,0 % (dpm = 0,44; n = 36) e foram significativamente mais baixas em 1988, que foi o ano com o Verão mais seco. Neste Verão, as produções de azoto obtidas por hectare no corte de 5 de Agosto efectuado na pastagem ESP foram consideravelmente mais baixas do que as obtidas na pastagem LP. A baixa precipitação registada no Verão de 1988 prejudicou

mais a pastagem permanente, tendo reduzido significativamente as produções de matéria seca e de azoto e também a absorção do azoto.

Na pastagem LP, as concentrações médias de proteína bruta (% MS) obtidas na erva colhida nos quatro datas de corte foram: 13,6 % (27 Maio), 11,9 % (11 Junho), 18,0 % (5 Agosto) e 17,3 % (19 Agosto). Estas concentrações foram significativamente diferentes entre os quatro cortes, excepto entre os realizados a 5 e 19 de Agosto (dpm = 0,69; n = 27). Na pastagem ESP, as concentrações médias de proteína bruta (% MS) obtidas na erva colhida nas mesmas datas da pastagem LP foram, respectivamente, 14,8 %; 13,3 %; 14,9 % e 15,4 % (dpm = 0,50; n = 27). Nesta pastagem só a concentração de proteína bruta obtida no corte de 11 Junho foi significativamente diferente das outras e estava relacionada com a elevada produção de matéria seca obtida nesse corte, sobretudo em 1988 e 1989. As maiores concentrações de proteína bruta obtidas na pastagem LP em 5 e 19 de Agosto estavam relacionadas com as menores produções de matéria seca obtidas nesses cortes. Em Agosto as concentrações de proteína bruta obtidas na pastagem ESP foram inferiores às obtidas na pastagem LP, o que se devia à maior produção de matéria seca obtida na pastagem ESP nestes dois cortes, mas também a uma menor capacidade de absorver azoto em tempo seco, como se pode verificar pelas baixas produções de azoto obtidas no corte de 5 de Agosto de 1988 (Quadro 2-24).

Nas duas pastagens, as concentrações médias de azoto aumentavam significativamente na erva quando a adubação azotada por corte aumentava (Quadro 2-25).

2.3.7. Comparações efectuadas entre os primeiros cortes de cada intervalo de crescimento

2.3.7.1. Produções de matéria seca obtidas por hectare

Nas duas pastagens verificou-se um crescimento exponencial à medida que aumentava o intervalo de crescimento da erva de quatro para dez semanas, sobretudo nos tratamentos adubados com 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ (Gráficos 2-11 e 2-12). A acumulação de matéria seca numa pastagem tem um padrão sigmoidal e as interrupções precoces no crescimento, pela redução que exercem na taxa fotossintética, sobretudo nas produções de Primavera, reduzem muito o seu potencial produtivo (Parsons *et al.*, 1988; Peri *et al.*, 2003). Na Primavera as folhas das gramíneas da zona temperada tem uma elevada capacidade fotossintética, resultado do aumento do período de luz e simultaneamente da intensidade luminosa e da aproximação ao período reprodutivo

Quadro 2-25. Concentrações médias de azoto e de ADF (% MS) obtidas entre 1987 e 1989, na erva colhida em quatro cortes de dez semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, adubadas com 50, 100 ou 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Adubação azotada (kg ha ⁻¹)	<u><i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i></u>				<u>Permanente</u>	
	N50	N100	N150	N50	N100	N150
<u>Período de crescimento</u>						
18 Março a 27 Maio (10 S)	2,07 ^b	2,09 ^b	2,36 ^a	2,17 ^a	2,36 ^a	2,58 ^a
1 Abril a 11 Junho (10 A S)	1,77 ^b	1,78 ^b	2,18 ^a	1,77 ^b	2,10 ^{ab}	2,51 ^a
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	3,13 ^a	2,72 ^b	2,79 ^b	2,04 ^b	2,48 ^{ab}	2,63 ^a
11 Junho a 19 Agosto (10 A S)	2,58 ^b	2,72 ^{ab}	2,97 ^a	2,16 ^b	2,48 ^{ab}	2,74 ^a
dpm (n = 9)		0,19			0,20	
<u>Período de crescimento</u>						
18 Março a 27 Maio (10 S)	32,3 ^a	31,1 ^a	31,5 ^a	31,3 ^a	31,5 ^a	31,6 ^a
1 Abril a 11 Junho (10 A S)	30,3 ^a	31,5 ^a	32,1 ^a	32,9 ^a	33,2 ^a	33,9 ^a
27 Maio a 5 Agosto (10 S)	32,1 ^a	33,0 ^a	33,4 ^a	29,8 ^a	31,7 ^a	31,3 ^a
11 Junho a 19 Agosto (10 A S)	33,9 ^a	33,9 ^a	31,9 ^a	32,1 ^a	31,7 ^a	31,6 ^a
dpm (n = 9)		0,96			1,01	

Em cada linha, e para cada pastagem, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

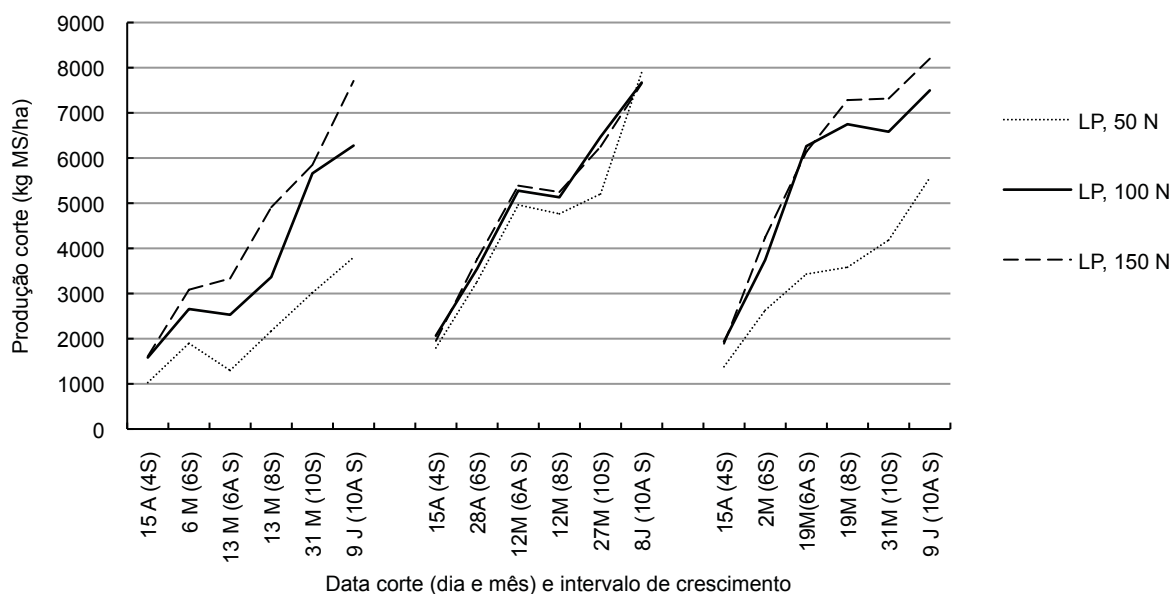


Gráfico 2.11. Produções de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em cortes de erva de 4, 6, 8 e 10 semanas contadas a partir de 18 de Março (4S, 6S, 8S e 10S) e de 6 e 10 semanas contadas a partir de 1 de Abril (6A S e 10A S), efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP), adubada com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹corte⁻¹.

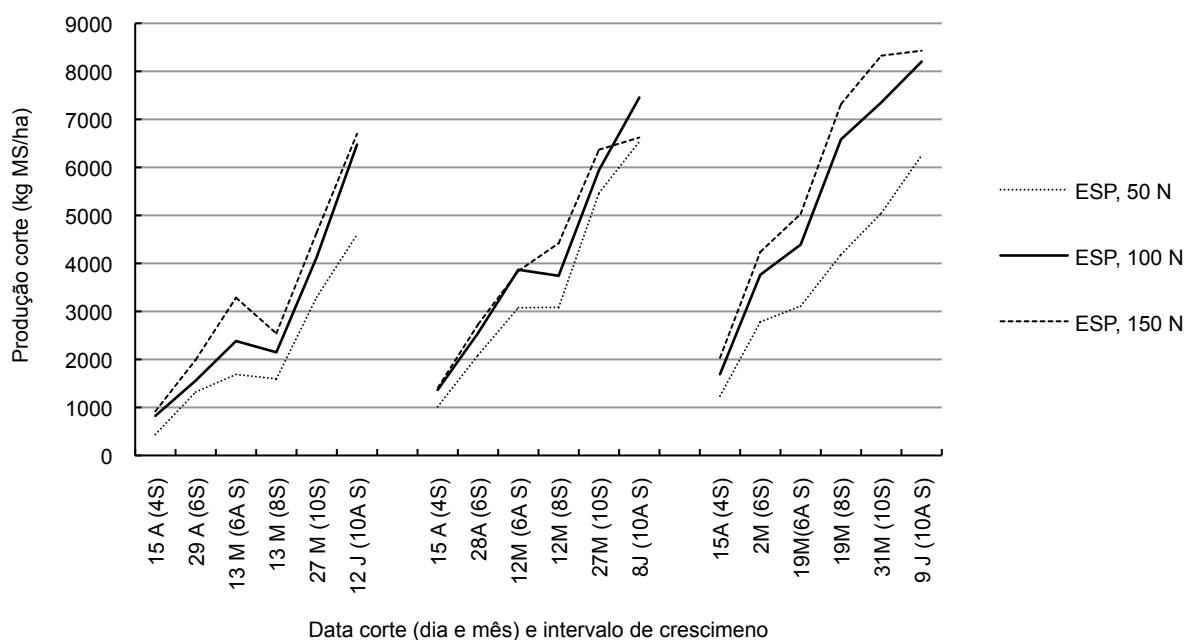


Gráfico 2.12. Produções de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989, em cortes de erva de 4, 6, 8 e 10 semanas contadas a partir de 18 de Março (4S, 6S, 8S e 10S) e de 6 e 10 semanas contadas a partir de 1 de Abril (6A S e 10A S), efectuados na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), adubada com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹corte⁻¹.

Segundo Parsons e Robson (1981) a elevada capacidade fotossintética que as folhas tem neste período continua muito para além da intercepção de toda a radiação incidente. Daqui resulta que a pastagem tem uma fase de crescimento linear bastante superior à verificada noutros períodos do ano.

As produções de matéria seca obtidas por hectare nos cortes efectuados às 4, 6, 8 e 10 semanas contadas a partir de 18 de Março e às 6 e 10 semanas contadas a partir de 1 de Abril foram geralmente superiores na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*. As diferenças entre as produções médias de matéria seca obtidas por hectare nas duas pastagens foram mais reduzidas à medida que aumentava o intervalo de crescimento. A pastagem LP produziu em média mais 39 % nos cortes de quatro semanas, mais 26 % no cortes de seis semanas (6 S e 6A S), mais 21 % nos cortes de oito semanas, mais 6 % nos cortes de dez semanas com início do período de crescimento em 18 de Março e apenas mais 2 % nos cortes de dez semanas com início do período de crescimento em 1 Abril.

Os acréscimos que se obtinham na produção média diária de matéria seca obtida por hectare quando se prolongava o intervalo de crescimento por mais duas semanas foram muito elevados, como se pode ver no quadro 2-26.

Quadro 2-26. Acréscimos médios diários de matéria seca por hectare obtidos entre 1987 e 1989, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas (ESP), quando a partir de 18 de Março o período de crescimento aumentava de 4 para 6 semanas, de 6 para 8 semanas e de 8 para 10 semanas.

Tipo pastagem e Nível azoto	Δ 4 S para 6 S (15 A a 29 A)	Δ 6 S para 8 S. (29 A a 13 M)	Δ 8 S para 10 (13 M a 27 M)
	kg MS ha ⁻¹		
LP, 50 N	85	65	84
LP, 100 N	104	126	116
LP, 150 N	134	151	49
ESP, 50 N	83	64	118
ESP, 100 N	95	102	118
ESP, 150 N	108	128	120

Estes acréscimos foram sempre superiores à produção média diária de matéria seca obtida por hectare no intervalo de partida. A única excepção verificou-se na pastagem de

L. perenne e *T. repens*, no nível N150, onde se entrou numa fase de acréscimos decrescentes quando se prolongava o intervalo de crescimento de oito para dez semanas.

É por estarem num estado fenológico mais avançado que os intervalos de crescimento de seis e dez semanas com início do período de crescimento em 1 de Abril (6A S e 10A S) obtiveram produções médias diárias de matéria seca por hectare mais elevadas do que as obtidas nos cortes de seis e dez semanas com início do período de crescimento em 18 de Março (6 S e 10 S), embora a qualidade da erva obtida nesses cortes tenha sido inferior à obtida nos cortes 6 S e 10 S (Gráficos 2-13).

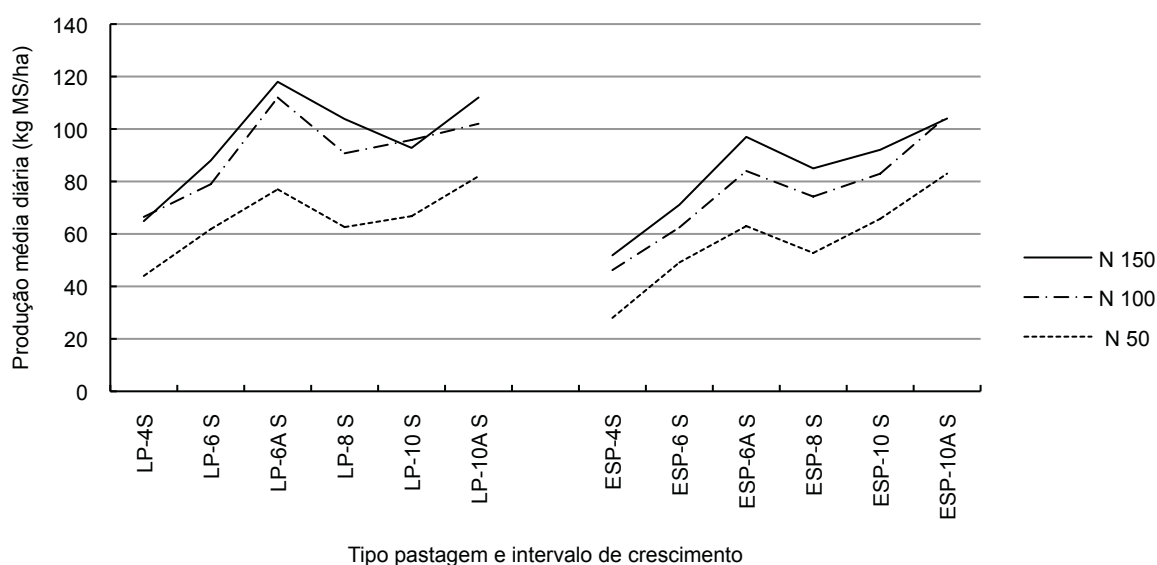


Gráfico 2-13. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1987 e 1989 em cortes de, 4, 6, 8 e 10 semanas contadas a partir de 18 de Março (4S, 6S, 8S e 10S) e de 6 e 10 semanas contadas a partir de 1 de Abril (6A S e 10A S), efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente (ESP), adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Os acréscimos de matéria seca obtidos por cada quilo de azoto utilizado, em cortes de erva efectuados com 4, 6, 8 e 10 semanas de crescimento, com início do período de crescimento em 18 de Março e em 1 de Abril, quando a adubação azotada aumentava de 50 para 100 kg ha⁻¹ ou de 100 para 150 kg ha⁻¹, estão indicados no Quadro 2-27. Excepto no intervalo de crescimento das quatro semanas, foi bastante compensador aumentar nas duas pastagens a adubação azotada de 50 para 100 kg ha⁻¹, sobretudo para os tratamentos 6A S, 8 S, 10 S e 10A S, porque os acréscimos de matéria seca obtidos por cada unidade de azoto utilizada foram bastante elevados.

Quadro 2-27. Produções médias diárias de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidas entre 1987 e 1989 na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem permanente à base de espécies espontâneas, no primeiro corte de cada um dos intervalos de crescimento estudados, adubados com 50, 100 e 150 kg N ha^{-1} corte⁻¹. Entre parênteses estão indicadas as produções de matéria seca obtidas por cada quilo de azoto utilizado, quando a adubação aumentava de 50 para 100 kg N ha^{-1} (2ª e 5ª colunas) ou de 100 para 150 kg N ha^{-1} (3ª e 6ª colunas).

	N50	N100	N150	N50	N100	N150
	<u>Pastagem <i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i></u>			<u>Pastagem permanente</u>		
<u>Período de crescimento</u>						
18 Março a 15 Abril (4 S)	50	67 (9)	65 (-1)	32	46 (8)	52 (3)
18 Março a 29 Abril (6 S)	62	79 (15)	88 (8)	49	63 (11)	71 (7)
1 Abril a 13 Maio (6A S)	77	112 (29)	118 (5)	63	84 (18)	96 (10)
18 Março a 13 Maio (8 S)	63	91 (32)	104 (15)	53	74 (24)	85 (12)
18 Março a 27 Maio (10 S)	67	96 (41)	93 (-4)	66	83 (24)	92 (13)
1 Abril a 11 Junho (10A S)	82	102 (28)	112 (14)	83	105 (32)	104 (-3)

Utilizar 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ nos tratamentos 8S e 10A S na pastagem LP e 6A S, 8 S e 10 S na pastagem ESP, onde se obtiveram-se ΔMS/kg N compreendidos entre os 10 e os 15 kg, poderia ser compensador em alguns anos mas é mais arriscado do ponto de vista económico e ambiental.

2.3.7.2. Qualidade da erva

No início da Primavera à medida que aumentava o intervalo de crescimento da erva diminuía o seu valor nutritivo, porque aumentava a concentração de ADF e baixava a concentração de proteína bruta (Gráfico 2-14). A concentração de ADF aumentava gradualmente mas a concentração de proteína bruta decrescia muito rapidamente. Contudo para efectuar silagens para fornecer a vacas leiteiras em pastoreio a concentração de proteína bruta continuava adequada até às oito semanas, desde que se adubasse com 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

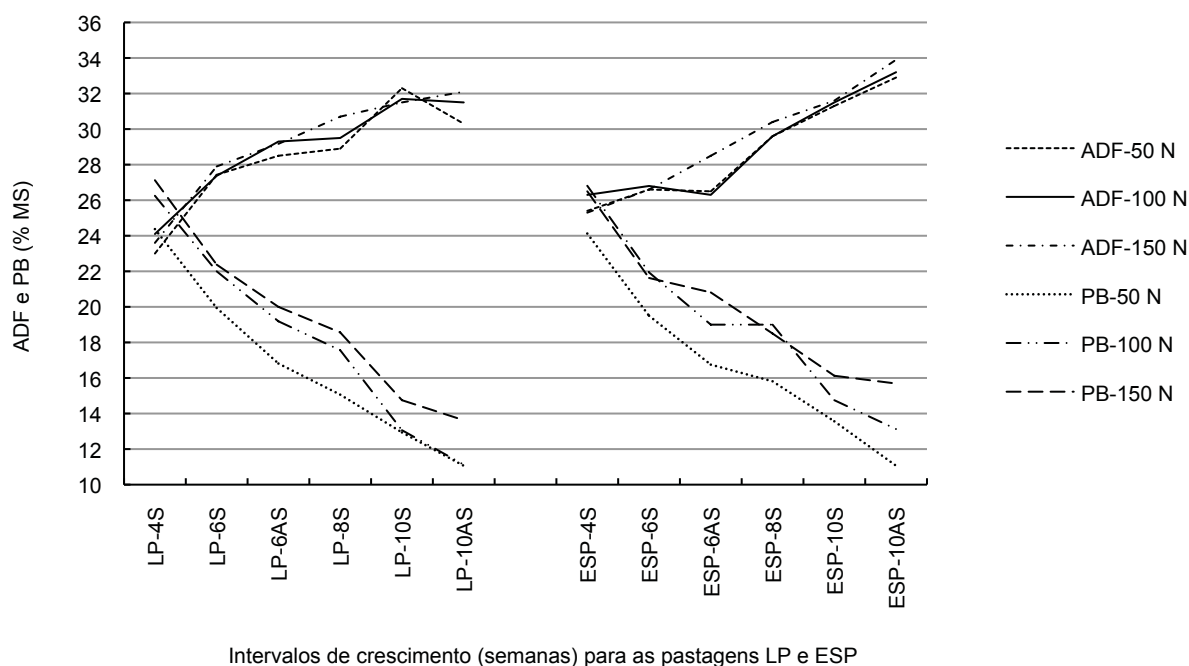


Gráfico 2-14. Concentrações médias de ADF e PB (% MS) obtidas na erva colhida entre 1987 e 1989 em cortes, de 4, 6, 8 e 10 semanas contadas a partir de 18 de Março (4S, 6S, 8S e 10S) e de 6 e 10 semanas contadas a partir de 1 de Abril (6A S e 10A S), efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem permanente (ESP), adubadas com 50, 100 e 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Nos cortes de seis e de dez semanas com início do período de crescimento em 1 de Abril as concentrações de PB e ADF (% MS) foram, respectivamente, inferiores e superiores às obtidas nos cortes de seis e de dez semanas com início do período de crescimento em 18 Março.

Como já foi referido, a concentração de ADF não se alterava devido à adubação azotada. A concentração de proteína bruta geralmente aumentava significativamente quando se aumentava a adubação azotada de 50 para 100 kg N ha⁻¹ corte⁻¹ e os aumentos foram nulos ou reduzidos quando a adubação azotada aumentava de 100 para 150 kg N ha⁻¹ corte⁻¹.

Num ensaio conduzido em Hamilton na Nova Zelândia estudaram-se os efeitos das datas de fecho da pastagem, para se efectuarem os cortes para silagem, nas produções de matéria seca obtidas por hectare e na qualidade da erva (Brougham, 1959). As datas de fecho num total de seis, com intervalos de uma semana, situavam-se entre 11 de Março e 17 de Abril e o corte era efectuado sempre nove semanas após o fecho da pastagem. Neste ensaio verificou-se que as datas de fecho de 11 e de 17 de Março tiveram sempre maior energia metabolizável, maior digestibilidade da matéria orgânica e maior produção de matéria seca aos 70 % de digestibilidade do que as datas de fecho depois de 9 de Abril. As pastagens fechadas a 11 de Março mantiveram a digestibilidade da matéria orgânica sempre acima dos 70 %, enquanto as fechadas a 17 de Abril atingiam os 70 % de digestibilidade aos 49 dias. Este estudo demonstra que na Primavera o período de tempo necessário para a pastagem atingir os 70 % de digestibilidade depende essencialmente da aproximação ao estado reprodutivo das plantas e não do número de dias de crescimento. A transição do estado fenológico vegetativo para o reprodutivo nas gramíneas da zona temperada ocorre no final do Inverno e o alongamento dos entrenós dos caules inicia-se cerca de seis semanas mais tarde, seguido do espigamento após outras seis semanas (Sheehy e Peacock, 1975).

2.4. Conclusões

As pastagens semeadas de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* sujeitas a um sistema intensivo de produção, com cortes frequentes e adubações azotadas elevadas, têm produções de matéria seca por hectare significativamente superiores às obtidas em pastagem permanente à base de espécies espontâneas, submetidas aos mesmos tratamentos. Embora os meses que se seguem à sementeira de uma pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* sejam meses de reduzido rendimento, se esta se fizer depois de se intercalar a cultura do milho para silagem a produção de matéria seca obtida por hectare no ano da sementeira é superior à obtida numa pastagem de *L. perenne* e *T. repens* e a nova pastagem tem menos infestantes. As pastagens permanentes continuarão a ter um papel importante em muitas zonas de maior declive, com microrelevo ou pedregosas, onde não é aconselhável ou é mesmo impossível efectuarem-se sementeiras.

Quando se utilizou 50 kg N ha⁻¹ em cortes de quatro semanas verificou-se que nas duas pastagens a produção média diária de matéria seca obtida por hectare aumentava rapidamente a partir de 18 Março, para atingir um máximo em 11 de Junho. A partir dessa data o declínio na taxa de acumulação de matéria seca era quase linear na pastagem permanente mas na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* isso só acontecia a partir de 8 de Julho. Depois de Junho não se justificava a adubação azotada que se continuava a utilizar neste ensaio, sobretudo nos anos secos, onde se obtiveram baixas produções de matéria seca e de azoto por hectare quando simultaneamente as plantas tinham concentrações de azoto elevadas, o que indicava que o factor limitante entre Julho e Setembro era a reduzida precipitação. Em Setembro e Outubro os factores limitantes eram os dias curtos e as noites com temperaturas elevadas. A esta altitude é na última quinzena de Março que se devem retirar parcelas ao pastoreio, para se efectuar o primeiro corte para silagem em meados de Maio. É neste período que se obtêm as produções de matéria seca por hectare e dia mais elevadas e, simultaneamente, elevadas produções de matéria orgânica e de proteína por hectare, porque corresponde ao período do alongamento dos entrenós dos caules das gramíneas. A elevada capacidade fotossintética que as folhas têm neste período continua muito para além da intercepção de toda a radiação solar incidente. Daqui resulta que a pastagem tem uma fase de crescimento linear bastante superior à verificada noutros períodos do ano.

Os produtores que no início da Primavera não tenham possibilidade de retirar do pastoreio áreas para ensilar podem fazê-lo em meados de Maio, efectuando um corte de erva com oito semanas de crescimento no início de Julho, o que nos dois tipos de pastagens ainda permite que se obtenha uma elevada produção de matéria seca por hectare e dia, aliada a um valor nutritivo aceitável para vacas leiteiras. Deixar a erva crescer dez semanas, desde a última quinzena de Março até Junho, permite obter produções de matéria seca por hectare e dia elevadas e produções por corte muito elevadas mas uma silagem de qualidade inferior, que apenas servirá para animais em manutenção. Nos períodos que recomendamos que se deixe a erva crescer para silagem houve aumentos de matéria seca estatisticamente significativos quando se aumentava a adubação azotada de 50 para 100 kg ha⁻¹ corte⁻¹. É esta a quantidade de azoto que utilizaríamos para os cortes com início do período de crescimento em 18 de Março e em 1 de Abril onde os acréscimos de matéria seca obtidos por cada quilo de azoto utilizado, quando a adubação azotada aumentava de 50 para 100 kg ha⁻¹ corte⁻¹, foram muito elevados. No corte das oito semanas com início do período de crescimento em 13 de Maio e data de corte a 8 de Julho a quantidade de azoto utilizado dependeria da precipitação que se obtivesse nessa

altura do ano. Se a Primavera fosse húmida seria de $100 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ mas se fosse mais seca, como aconteceu em 1989, utilizaríamos apenas $50 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$ ou um quantitativo ligeiramente superior.

Na Primavera excessivamente húmida de 1987 as produções de matéria seca e de azoto obtidas por hectare foram baixas, o que faz supor que nestas condições existe um elevado potencial para lixiviação do azoto. Como os períodos de crescimento da erva para silagem são longos recomenda-se que nestas condições as adubações azotadas devem ser repartidas por duas aplicações, sendo a primeira no início do período de crescimento e a segunda duas a três semanas mais tarde.

CAPÍTULO III

PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DA ERVA DE UMA PASTAGEM DE *LOLIUM PERENNE* E *TRIFOLIUM REPENS* E DE UMA PASTAGEM À BASE DE GRAMÍNEAS ESPONTÂNEAS E *TRIFOLIUM REPENS*

3.1. Introdução

Devido às condições climáticas o crescimento da pastagem varia ao longo do ano, geralmente com um máximo na Primavera e um mínimo no Inverno ou no Verão (Morris e Thomas, 1970; Smetham, 1990). O aumento da taxa de crescimento das pastagens na Primavera depende essencialmente do crescimento reprodutivo das gramíneas mas também do aumento do fotoperíodo e da temperatura em condições de humidade favoráveis (Lucas e Thompson, 1990). Uma diminuição da precipitação reduz a taxa fotossintética, a taxa de afilhamento e o crescimento das folhas, o que provoca um decréscimo na taxa de crescimento durante o Verão, mesmo em zonas onde o défice de água no solo ocorre por períodos curtos (Turner e Begg, 1978). A redução da taxa de crescimento das gramíneas C3 no Verão pode também ser causada por temperaturas superiores ao óptimo para as espécies de clima temperado (25-30°C), devido ao aumento da fotorespiração (Gibson, 2009).

O padrão de acumulação de matéria seca numa pastagem em crescimento tem uma fase inicial lenta, seguida de uma fase de crescimento rápido, e finalmente de uma fase na qual a taxa de acumulação se reduz gradualmente até ao ponto em que atinge o zero. Para a máxima produção de matéria seca a pastagem deve ser mantida, tanto quanto possível, na fase de crescimento rápido. Isto requer que se evitem intervalos de crescimento muito curtos ou demasiado longos, estes últimos por permitirem que a taxa líquida de acumulação seja reduzida ou mesmo nula (Hodgson, 1990).

Nas últimas décadas a resposta das pastagens à adubação azotada tem sido frequentemente estudada. Devido à dificuldade em medir a produção da pastagem sujeita a pastoreio a maior parte da investigação tem sido conduzida em ensaios com cortes (Frame e Paterson, 1987). O acréscimo de produção tem sido utilizado para determinar o óptimo económico de uma adubação azotada (Morrison, 1980) e segundo Diltz (1988) continua a ser um dos parâmetros com mais interesse na avaliação da eficiência de uma adubação azotada.

O sistema de pastoreio rotacional é um sistema de manejo intensivo e requer geralmente mais custos em vedação, fornecimento de água e acessos. E geralmente permite um melhor ajuste à disponibilidade de erva e às necessidades do rebanho. Este sistema de pastoreio evita que o rebanho pastoreie a mesma área com frequência, o que reduz a produção de matéria seca obtidas por hectare. Permite também controlar melhor os períodos de défice e de excesso de erva mas obriga a um conhecimento preciso das produções de matéria seca obtidas por hectare e das necessidades dos animais (Matthews et al., 1999).

Com o ensaio que nos propomos efectuar procuramos dar o nosso contributo para o conhecimento das produções de matéria seca obtidas por hectare, em pastagens semeadas de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e em pastagens à base de gramíneas espontâneas com introdução de *Trifolium repens*, quando se utilizam diferentes intervalos entre cortes e diversos níveis de azoto por hectare e ano.

3.2. Materiais e métodos

3.2.1. Características do local do ensaio, tratamentos e delineamento experimental

Este ensaio foi conduzido durante 3 anos (1993-1996) na Exploração Experimental da Universidade dos Açores, situada no interior da Ilha Terceira (latitude 38° 39' N; longitude 27° 5' W; altitude 390 m, a.n.m.).

Para montar este ensaio escolheu-se uma parcela que tinha sido semeada com milho na Primavera de 1992. Após a colheita deste, no Outono de 1992, semeou-se uma fracção da parcela com uma consociação de *Lolium perenne* (Vigor, cultivar tardia) e *Trifolium repens* (Olwen, cultivar folha larga) e a outra fracção só com *Trifolium repens* (Olwen). A quantidade de sementes utilizada na consociação de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* foi de respectivamente 25 e 6 kg ha⁻¹ e na sementeira só de trevo branco foi de 6 kg ha⁻¹. Oito semanas após a sementeira fez-se o primeiro pastoreio destas parcelas e a partir daí foram exploradas em pastoreio, com dois cortes para silagem na Primavera de 1993, no funcionamento normal da exploração de leite de que faziam parte e que tinha um sistema de produção semi-intensivo.

Em Outubro de 1993 as gramíneas presentes nas duas áreas semeadas eram completamente diferentes. Na parcela onde se tinha semeado o *Lolium perenne* e o *Trifolium repens*, o *L. perenne* era a gramínea predominante e onde apenas se tinha semeado o *Trifolium repens* existia então uma pastagem densa, predominantemente à base de gramíneas, onde a *Poa trivialis* era a espécie principal. Constatamos também que esta pastagem na sua composição florística era muito semelhante às pastagens de longa duração existentes na mesma exploração, e em muitas áreas da zona de média altitude dos Açores onde o manejo é geralmente semi-intensivo, sendo a principal diferença a maior quantidade de trevo branco e o maior porte deste. A 8 de Outubro de 1993, em cada tipo de pastagem (*Lolium perenne* e *Trifolium repens* e gramíneas espontâneas e *Trifolium repens*) e em talhões contíguos, instalou-se um ensaio com tratamentos idênticos nas duas pastagens e três repetições em blocos casualizados.

Antes de se montar o ensaio retiraram-se várias amostras de terra para analisar (10 cm de profundidade) e verificou-se que não existiam diferenças sensíveis entre as amostras. O solo era franco arenoso (65 % areia, 18 % limo e 16 % de argila), com pH em água de 5,2; pH em KCl de 4,7; carbono orgânico de 3,8 % e níveis médios de fósforo e baixos de potássio e cobre. Os níveis de Ca e Mg eram baixos. Em Outubro de 1993, após um corte de limpeza, as áreas dos dois tipos de pastagem foram adubadas com fósforo e potássio, respectivamente 115 kg de P_2O_5 $ha^{-1} ano^{-1}$ (Superfosfato 18 %) e 350 kg de K_2O $ha^{-1} ano^{-1}$ (sulfato de potássio).

Os tratamentos constavam de quatro intervalos de crescimento da erva *x* quatro níveis de adubação azotada. Os intervalos de crescimento da erva foram: 3, 4 e 5 semanas (3 S, 4 S, 5 S), em períodos sucessivos ao longo de todo o ano, e um outro intervalo, que designaremos por variável (VAR). No intervalo variável faziam-se cortes com intervalos de cinco semanas desde o início de Outubro até ao início de Abril, de seis semanas desde o início de Abril até finais de Junho e finalmente de quatro semanas de finais Junho até ao início de Outubro. Os níveis de azoto utilizados foram quatro: 0, 100, 200 e 300 kg N $ha^{-1} ano^{-1}$ (que passaremos a designar por N0, N100, N200 e N300), aplicados na forma nitroamoniacal (27 %). Apenas para a pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* existia uma duplicação do nível N200, em que o azoto era aplicado na forma de ureia, e que passaremos a designar por N200 (U). Os montantes anuais de azoto eram repartidos pelo número de vezes que se fazia o corte em cada canteiro (17 aplicações para 3 semanas, 13 aplicações para 4 semanas, 10 aplicações para 5 semanas). No intervalo variável o azoto era distribuído na pastagem com o seguinte critério: no nível N100, em apenas duas aplicações na Primavera de 50 kg N ha^{-1} cada, nos intervalos de crescimento das seis semanas. No nível N200, 100 kg de azoto eram utilizados em duas aplicações de 50 kg N ha^{-1} na Primavera, nos intervalos de crescimento das seis semanas, e os outros 100 kg eram divididos pelas restantes 40 semanas e aplicados após cada corte, de acordo com o número de semanas de crescimento desse período. No nível N300, 150 kg de azoto eram utilizados em duas aplicações de 75 kg N ha^{-1} na Primavera, nos dois intervalos de crescimento das seis semanas, e os restantes 150 kg eram divididos pelas outras 40 semanas do ano e aplicados após cada corte, também de acordo com o número de semanas de crescimento da erva nesse corte.

3.2.2. Avaliação da produção de matéria seca e da produção de azoto

Em cada canteiro de 20 m², cortava-se uma faixa central de 10 m², a 40 mm do solo, com uma motogadanhadeira. A erva era junta com a ajuda de vassouras de relva e imediatamente pesada, numa balança dinamómetro (precisão de 0,1 kg) montada em tripé, para determinação

da produção de matéria verde por hectare. No mesmo dia do corte da faixa central as sobras dos canteiros também eram cortadas, a erva era removida e efectuava-se a adubação azotada para o período seguinte. A adubação era feita à mão e o adubo era distribuído nos 20 m² de cada canteiro em duas passagens efectuadas em sentidos opostos.

Após a pesagem da erva em verde tiravam-se 10 sub-amostras, num total de cerca de 700 gramas de erva, para o cálculo da matéria seca e para se efectuarem as determinações analíticas.

A matéria seca da erva era determinada por secagem desta a 65 °C, em estufa com corrente de ar forçada, até se atingir peso constante. Após a desidratação a erva era moída (moinho Wiley Mills, Model 4), para passar num crivo de 1mm e guardada em frascos até ser analisada.

As produções anuais de matéria seca e de azoto obtidas por hectare foram calculadas pela soma das produções de matéria seca e de azoto obtidas por hectare nos diversos cortes efectuados em cada intervalo de crescimento. A produção de azoto (kg ha⁻¹) por corte foi calculada multiplicando a produção de matéria seca obtida por hectare nesse corte, pela concentração de azoto determinada na erva.

A produção média diária de matéria seca por hectare foi determinada dividindo a produção de matéria seca obtida por hectare num determinado período de tempo pelo número de dias do período em causa, assumindo-se que a erva crescia a um ritmo constante.

3.2.3. Determinações analíticas

As determinações analíticas efectuadas na erva foram: azoto (N), Neutral Detergent Fibre (NDF), Acid Detergent Fibre (ADF), Acid Detergent Lignin (ADL) e cinzas insolúveis. O azoto foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1980) e as fibras e cinzas insolúveis pelo método descrito por Goering e Van Soest (1970).

Nas análises de terra, determinou-se o pH em água e KCl (Peech, 1965), o carbono pelo método de Walkey Black (Walkey e Black, 1934), o fósforo pelo método de Olsen (Olsen *et al.*, 1954), o potássio, o cálcio e o magnésio pelo método de Mehlich (Mehlich, 1953) e o cobre pelo método do EDTA (Viro, 1955).

3.2.4. Análise estatística

As produções anuais de matéria seca obtidas por hectare foram submetidas à uma análise de variância factorial com três factores (anos, intervalos de crescimento e níveis de adubação azotada) verificando-se a significância dos três factores e das suas interacções utilizando o

programa StatPlus da AnalystSoft Versão 5.6.0., para Microsoft Excel 2004/2008. As regressões lineares foram testadas utilizando as funções estatísticas do mesmo programa.

As médias foram comparadas utilizando o teste de Scheffé, como descrito em Steel e Torrie (1980). Todas as comparações entre médias foram feitas para $P < 0,05$.

Os resultados no texto são apresentados como médias, seguidas (entre parênteses) do desvio padrão da média e do número de amostras que se utilizou para a obtenção da média.

3.2.5. Dados climáticos

Os dados climáticos foram cedidos pelo Observatório Meteorológico José Agostinho.

Quadro 3-1. Temperaturas médias mensais e pluviosidades mensais registadas nos três anos em que decorreu o ensaio (1993-1996) e médias das temperaturas mensais registadas entre 1961 e 1990 e das precipitações médias mensais registadas entre 1980 e 2009.

Mês	Temperaturas médias mensais (°C)			Precipitações mensais (mm)			Temperaturas médias mensais (°C)	Precipitações médias mensais (mm)
	93-94	94-95	95-96	93-94	94-95	95-96	1971-2000	1980-2009
Outubro	15,6	17,9	16,7	377	235	352	16,9	162
Novembro	13,5	14,8	14,1	170	318	117	14,1	174
Dezembro	12,7	13,3	13,4	125	145	269	12,4	147
Janeiro	12,1	13,0	12,4	38	118	261	11,3	191
Fevereiro	11,4	12,3	12,6	207	—	109	11,1	173
Março	12,2	13,1	13,0	24	131	441	11,6	192
Abril	13,0	14,1	13,3	58	200	157	12,2	105
Maió	13,3	14,4	15,6	99	113	185	13,6	95
Junho	15,3	17,0	16,9	15	114	55	15,8	60
Julho	17,8	18,9	19,2	70	138	27	18,3	61
Agosto	18,4	21,3	21,0	71	134	68	19,4	77
Setembro	19,7	19,5	19,9	53	60	125	18,6	135

—, Precipitação não apurada

As precipitações mensais indicadas são as do posto udométrico situado nos Cinco Picos, a pouca distância do local do ensaio. As temperaturas médias mensais foram calculadas a partir dos dados recolhidos na estação meteorológica de Angra do Heroísmo, tendo-se descontado à

média mensal 0,6 °C por cada 100 m de diferença entre a altitude de Angra do Heroísmo e a dos Cinco Picos.

3.3. Resultados e discussão

Quando testamos os efeitos dos tratamentos nas produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare e ano, utilizando uma análise de variância com três factores (anos, intervalos de crescimento e níveis de adubação azotada), verificamos que em ambas as pastagens foram estatisticamente muito significativos ($P < 0,001$) os efeitos dos factores anos, intervalos de crescimento e níveis de azoto e os efeitos das interacções anos \times intervalos de crescimento e anos \times níveis de azoto. Não foram estatisticamente significativos, nas duas pastagens, os efeitos das interacções intervalos de crescimento \times níveis de azoto e anos \times intervalos de crescimento \times níveis de azoto.

Neste ensaio verificamos que havia geralmente maior heterogeneidade entre repetições na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* devido à presença de mais espécies e menor uniformidade na sua distribuição no terreno. Por esta razão os desvios padrões das médias eram geralmente mais elevados do que os obtidos na pastagem de *L. perenne* e *T. repens*, o que implicava que os níveis de significância de algumas comparações eram menores do que os obtidos nesta pastagem.

São muitos os factores que influenciam o crescimento das plantas num determinado período de tempo. Num ensaio deste género, há sempre respostas aos tratamentos que não são fáceis de explicar. Se a colheita de dados tivesse sido maior talvez fosse possível encontrar justificação para alguns comportamentos que, com os dados disponíveis, não somos capazes de fazer. Desejamos também chamar a atenção, como muitos cientistas já fizeram (Brougham, 1959; Moore 1964; Card 1977), que no estudo da produtividade de pastagens as variações interanuais são tão elevadas que apresentar dados de apenas um ano ou apresentar médias de vários anos sem atender às flutuações interanuais tem uma validade muito reduzida e exclui muita informação extremamente válida.

3.3.1. Produções médias anuais de matéria seca obtidas entre 1993 e 1996.

A produção média anual de matéria seca obtida por hectare nos três anos do ensaio ($n = 144$) foi 7160 (± 1912) kg na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LPxTR), 12 % superior à obtida na pastagem de gramíneas espontâneas e *Trifolium repens* (ESPxTR) que foi 6394 (± 2165) kg.

As produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare nos 1º, 2º e 3º anos (n = 48) foram respectivamente, 7340, 6326 e 7813 kg (dpm = 152) na pastagem LPxTR e 6630, 5405 e 7147 kg (dpm = 266) na pastagem ESPxTR. Na pastagem LPxTR as produções médias de matéria seca obtidas por hectare foram estatisticamente diferentes nos três anos em que decorreu o ensaio e na pastagem ESPxTR o 2º ano teve uma produção média de matéria seca por hectare estatisticamente inferior às obtidas nos outros dois anos. A pastagem LPxTR obteve a produção média mais elevada no terceiro ano do ensaio, o ano que teve uma pluviosidade bastante acima da média na Primavera e com um Verão quente e seco.

O segundo ano, com precipitações de fim de Primavera e de Verão acima da média (mais 301 mm entre Abril e Setembro) e temperaturas médias mais elevadas, foi aquele que obteve as menores produções de matéria seca por hectare em ambas as pastagens. Sendo os quantitativos de precipitação de final de Primavera e de Verão geralmente o factor primordial para a elevada produção de MS ha⁻¹ ano⁻¹ é difícil explicar (com os dados disponíveis) porque razão as produções das duas pastagens foram menores no segundo ano, quando comparadas por exemplo com as obtidas no primeiro ano, que entre Março e Setembro teve precipitações 253 mm abaixo da média.

Em qualquer um dos três anos do ensaio a pastagem LPxTR produziu, em média, mais matéria seca por hectare do que a pastagem ESPxTR. Produziu mais 11 % no primeiro ano, mais 17 % no segundo ano e finalmente mais 9 % no terceiro ano. O último ano do ensaio foi o que teve maior quantidade de trevo branco nas duas pastagens e no qual as produções de matéria seca obtidas por hectare no Verão, sobretudo nos intervalos de crescimento de três e de quatro semanas, foram muito elevadas.

3.3.2. Efeitos dos intervalos de crescimento na produção anual de matéria seca

As produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare nos quatro intervalos de crescimento (3 S, 4 S, 5 S e variável) foram respectivamente, 5435, 7085, 7841 e 8279 kg (dpm = 175; n = 36) na pastagem LPxTR e 5016, 6113, 6874 e 7573 kg (dpm = 307; n = 36) na pastagem ESPxTR. Na pastagem LPxTR estas produções foram estatisticamente diferentes entre si, excepto as obtidas nos intervalos de crescimento de cinco semanas e variável. Na pastagem ESPxTR as produções médias obtidas nos quatro intervalos de crescimento também foram estatisticamente diferentes entre si, excepto as obtidas nos intervalos de crescimento de quatro e de cinco semanas e as obtidas nos intervalos de crescimento de cinco semanas e variável.

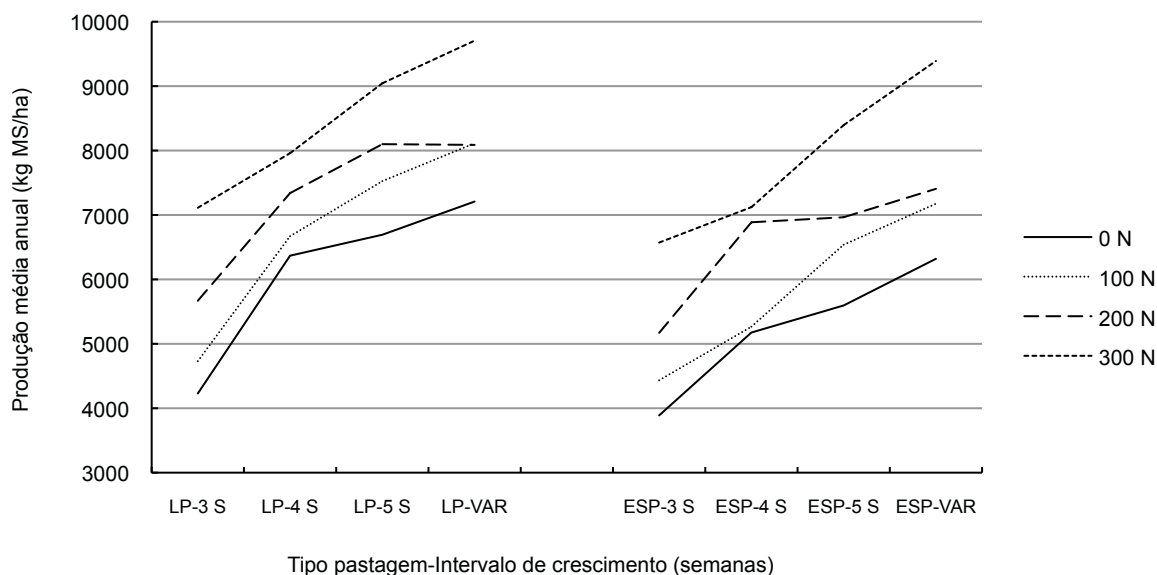


Gráfico 3-1. Produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996 na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), ambas submetidas a quatro intervalos de crescimento (3, 4, 5 semanas e variável) e a quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) por cada intervalo de crescimento.

Entre 1993 e 1996, nos intervalos de crescimento de três, quatro, cinco semanas e variável, a pastagem LPxTR produziu em média mais matéria seca por hectare do que a pastagem ESPxTR, respectivamente mais 8, 16, 14 e 9 %.

Aumentar o intervalo de crescimento da erva de três para quatro ou para cinco semanas fez aumentar a produção média anual de matéria seca obtida por hectare em, respectivamente, 30 e 44 % na pastagem LPxTR e 22 e 37 % na pastagem ESPxTR. Se a qualidade da erva se mantiver adequada, o que veremos mais à frente, este é um parâmetro do manejo que é importante aprofundar pois aumenta-se a produção sem acréscimo de recursos.

O intervalo variável procurava simular o manejo das parcelas onde também se fazem cortes para silagem na Primavera. Por essa razão existiam dois períodos com intervalos de crescimento de seis semanas, entre o início de Abril e finais de Junho, onde se concentrava a adubação azotada. De fins de Junho até meados de Outubro, quando a taxa de produção de matéria seca é geralmente boa (excepto nos anos muito secos) e o contributo do trevo branco na produção é elevado, o intervalo de crescimento era de quatro semanas. De meados de Outubro até ao início de Abril o período de crescimento da erva era de cinco semanas, porque a 390 m de altitude a taxa de produção de matéria seca é bastante reduzida nesse período. Este

foi o tratamento que em média, nos três anos deste ensaio, obteve as produções de matéria seca por hectare mais elevadas, sobretudo quando se utilizavam 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. Mas este intervalo de crescimento não se pode aplicar a toda a área da exploração, quando na Primavera se mantêm os animais em pastoreio.

Desejamos aqui salientar a importância da adequação do período de crescimento da erva à estação do ano com o exemplo da produção de matéria seca obtida por hectare no intervalo de crescimento variável, sem adubação azotada, que na pastagem LPxTR produziu a mesma quantidade de matéria seca por hectare que o intervalo de crescimento de três semanas adubado com 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ e que na pastagem ESPxTR produziu 96 % (Quadro 3-2).

Quadro 3-2. Produções médias anuais de MS (kg ha⁻¹) obtidas entre 1993 e 1996 na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, ambas submetidas a quatro intervalos de crescimento (3, 4, 5 semanas e variável) e a quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) por cada intervalo de crescimento.

Níveis azoto	<i>L. perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>				Espontâneas e <i>Trifolium repens</i>			
	3 S	4 S	5 S	VAR	3 S	4 S	5 S	VAR
0 N	4229 ^b	6368 ^a	6694 ^b	7208 ^b	3888 ^b	5176 ^a	5596 ^b	6320 ^b
100 N	4731 ^b	6671 ^a	7526 ^{ab}	8113 ^{ab}	4434 ^{ab}	5266 ^a	6538 ^{ab}	7175 ^{ab}
200 N	5669 ^{ab}	7339 ^a	8099 ^{ab}	8088 ^{ab}	5170 ^{ab}	6887 ^a	6965 ^{ab}	7406 ^{ab}
300 N	7112 ^a	7960 ^a	9045 ^a	9706 ^a	6572 ^a	7121 ^a	8395 ^a	9391 ^a
dpm (n = 9)	676	662	476	650	886	827	625	933

* Em cada coluna as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$)

Os intervalos de crescimento de quatro e de cinco semanas, sem adubação azotada, da pastagem LPxTR produziram, respectivamente, mais 12 e mais 20 % do que o intervalo de crescimento de três semanas adubado com 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ e na pastagem ESPxTR produziram, respectivamente, a mesma quantidade de matéria seca por hectare (4 S) e mais 8 % (5 S).

Wilman (1965) estudou a influência do intervalo de crescimento nas produções de matéria seca obtidas por hectare efectuando cortes semanais numa pastagem de *Lolium multiflorum* adubada com três níveis de azoto. Verificou que nas duas primeiras semanas o crescimento era bastante lento e as quantidades de azoto utilizadas tinham pouco efeito nas produções de matéria seca obtidas por hectare mas que nas quatro semanas seguintes o crescimento era rápido e os níveis de azoto tinham um impacto considerável nas produções de

matéria seca obtidas por hectare. Bartholomew e Chestnutt (1977) verificaram que em geral, quando o azoto é aplicado em doses até cerca de $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, um regime de cortes menos frequentes produz mais do que um regime de cortes mais frequentes, embora com doses de azoto mais elevadas o acréscimo de matéria seca seja maior com um regime de cortes mais frequentes.

Quando avaliamos as produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre meados de Outubro e o início de Março e do início de Março a meados de Outubro, verificamos que para qualquer um dos níveis de azoto utilizados, o intervalo de crescimento das cinco semanas era o mais produtivo no primeiro período e o intervalo variável era o mais produtivo no segundo período (Gráficos 3-2 e 3-3).

Uma das razões para que entre Outubro e Março o intervalo de crescimento de cinco semanas produzisse mais do que o intervalo de crescimento variável, apesar deste último neste período do ano também ter períodos de crescimento de cinco semanas, era o facto de a adubação azotada deste intervalo ser mais baixa entre Outubro e Abril, para poder ser mais elevada na Primavera.

3.3.3. Efeitos da interacção anos \times intervalos de crescimento na produção anual de matéria seca

As produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare em cada um dos três anos que durou o ensaio, nos quatro intervalos de crescimento estão indicadas nos Gráficos 3-4 e 3-5 e no Quadro 3-3.

No primeiro ano, nas duas pastagens, o intervalo de crescimento com a produção de matéria seca por hectare e ano mais elevada foi o intervalo variável, que em todos os níveis de azoto obteve produções de matéria seca significativamente superiores às obtidas nos outros intervalos de crescimento. No segundo ano, e também para as duas pastagens, o intervalo de crescimento que em todos os níveis de azoto obteve as produções de matéria seca por hectare mais elevadas foi o de cinco semanas, embora estatisticamente as produções médias obtidas neste intervalo tenham sido semelhantes às obtidas no intervalo de crescimento variável.

No terceiro ano, que em qualquer uma das pastagens durante o Verão teve condições extraordinariamente favoráveis para o crescimento do trevo branco sobretudo nos intervalos de crescimento de três e de quatro semanas, as produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare nos quatro intervalos de crescimento foram estatisticamente semelhantes.

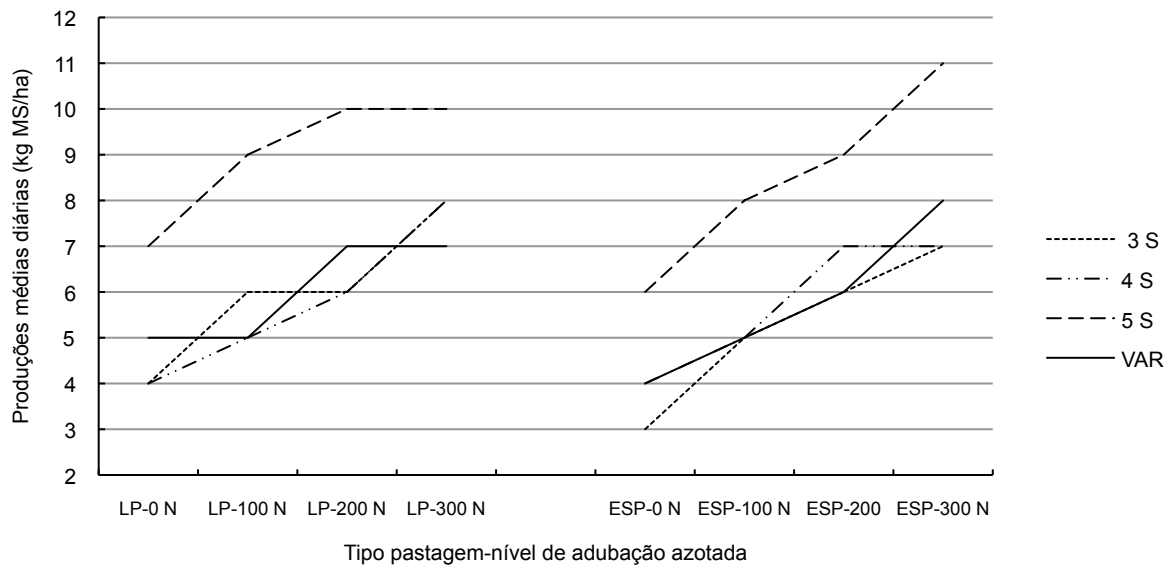


Gráfico 3-2. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare de meados de Outubro ao início de Março, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), ambas submetidas a quatro intervalos de crescimento (3, 4, 5 semanas e variável) e a quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) por cada intervalo de crescimento.

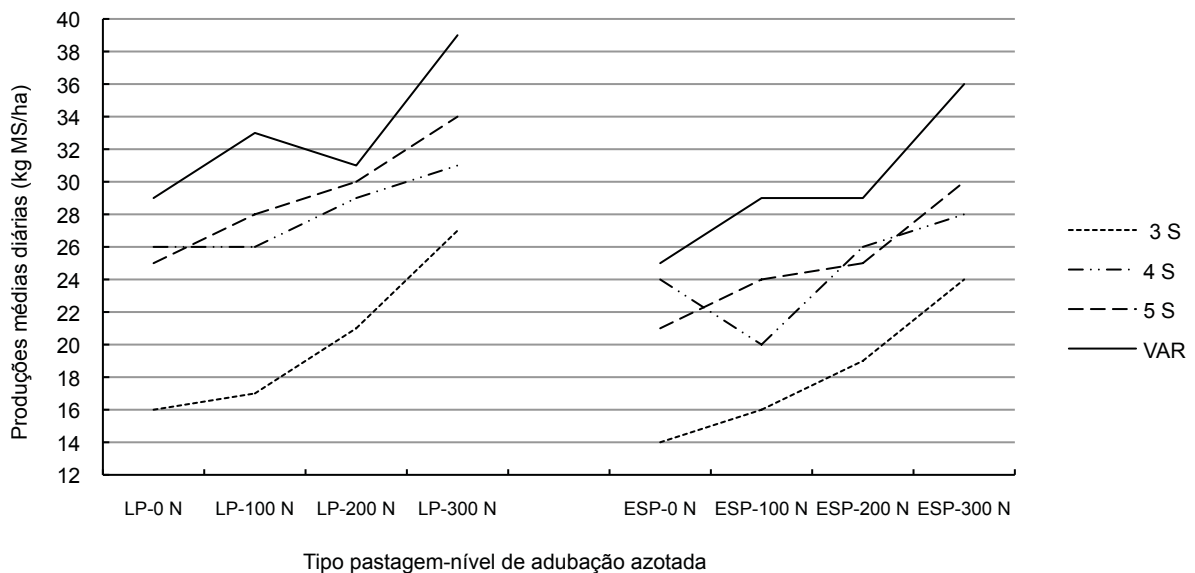


Gráfico 3-3. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare do início de Março a meados de Outubro, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), ambas submetidas a quatro intervalos de crescimento (3, 4, 5 semanas e variável) e a quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) por cada intervalo de crescimento.

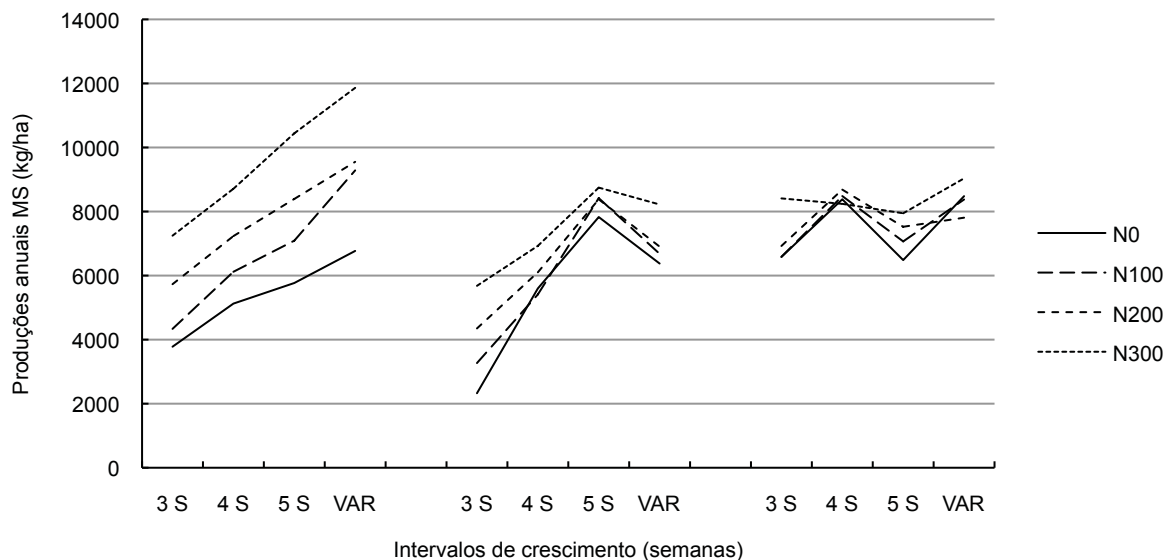


Gráfico 3-4. Produções de matéria seca obtidas por hectare em cada um dos três anos que durou o ensaio, em cortes de erva com 3, 4 e 5 semanas de crescimento e num regime em que o intervalo de crescimento variava com a época do ano (VAR), efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) por cada intervalo de crescimento.

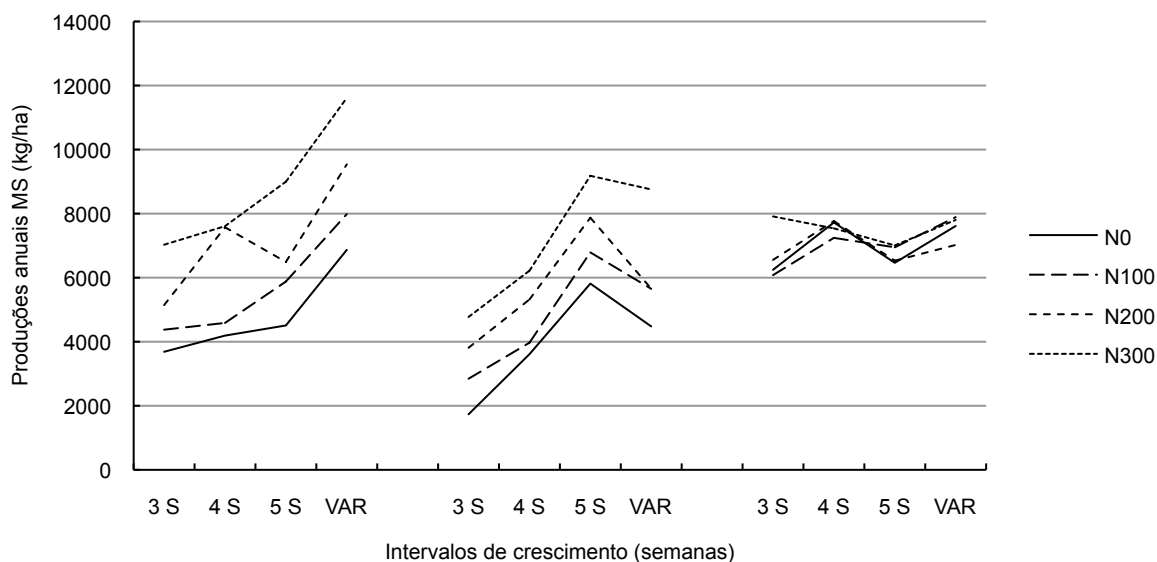


Gráfico 3-5. Produções de matéria seca obtidas por hectare em cada um dos três anos que durou o ensaio, em cortes de erva com 3, 4 e 5 semanas de crescimento e num regime em que o intervalo de crescimento variava com a época do ano (VAR), efectuados na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) por cada intervalo de crescimento.

Quadro 3-3. Produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, nos quatro intervalos de crescimento (3, 4, 5 semanas e variável), em cada um dos três anos em que foi conduzido o ensaio,.

	Produção média anual MS (kg ha ⁻¹)					
	<i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i>			Espécies espontâneas e <i>T. repens</i>		
	1993-94	1994-95	1995-96	1993-94	1994-95	1995-96
3 SEM	5273 ^c	3906 ^c	7126 ^a	5059 ^c	3291 ^c	6699 ^a
4 SEM	6797 ^b	6010 ^b	8447 ^a	5990 ^{bc}	4779 ^{bc}	7569 ^a
5 SEM	7923 ^b	8344 ^a	7255 ^a	6469 ^{bc}	7414 ^a	6738 ^a
Variável	9367 ^a	7045 ^{ab}	8425 ^a	9001 ^a	6136 ^{ab}	7582 ^a
dpm (n = 12)		520			683	

Em cada coluna, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Os acréscimos de produção obtidos por hectare quando, em cada um dos três anos que durou o ensaio, aumentava o intervalo de crescimento da erva na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem à base de gramíneas espontâneas e *Trifolium repens*, estão indicados no Quadro 3-4.

No primeiro e no segundo anos do ensaio verificou-se que nas duas pastagens aumentar o intervalo de crescimento da erva de três para cinco semanas ou utilizar o intervalo variável aumentava muito a produção média anual de matéria seca obtida por hectare. Aumentar o intervalo de crescimento de quatro para cinco semanas ou utilizar o intervalo variável continuava a aumentar as produções de matéria seca obtidas por hectare mas menos do que o verificado no intervalo de crescimento de três semanas. O intervalo variável nos 1º e 3º anos produziu mais do que o intervalo de cinco semanas mas no 2º ano produziu menos.

No terceiro ano do ensaio, aquele em que o trevo branco esteve presente em maior quantidade, os acréscimos de produção ocorreram sobretudo entre o intervalo de crescimento de três semanas e o de quatro semanas e entre os intervalos de crescimento de três e cinco semanas e o intervalo variável. Neste ano o intervalo de cinco semanas produziu menos do que o intervalo de crescimento de quatro semanas porque entre Julho e Outubro o intervalo de crescimento que mais favoreceu o desenvolvimento do trevo branco foi o de quatro semanas e as produções de Verão foram muito elevadas neste intervalo de crescimento. Os acréscimos de

produção neste ano, quando existiram, foram menores do que os verificados nos anos anteriores.

Quadro 3-4. Acréscimos de produção de matéria seca obtidos por hectare, em cada um dos três anos que durou o ensaio, quando aumentava o intervalo de crescimento da erva nas pastagens de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e de espécies espontâneas e *Trifolium repens*.

	Acréscimo de produção (%)					
	LPxTR			ESPxTR		
	1993-94	1994-95	1995-96	1993-94	1994-95	1995-96
3 S para 4 S	29	54	19	18	45	13
3 S para 5 S	50	136	2	28	125	-1
3 S para VAR	78	80	18	78	86	13
4 S para 5 S	17	39	-16	8	55	-12
4 S para VAR	38	17	0	50	28	0
5 S para VAR	18	-18	16	39	-21	13

A priori é difícil saber qual vai ser o comportamento da pastagem e escolher o intervalo de crescimento mais adequado. Devem-se fazer ajustes constantes no manejo, para acomodar a variabilidade inter-anual e sazonal. Fica-nos a indicação que o intervalo de crescimento de três semanas não é de recomendar, pelas reduzidas produções de matéria seca que se obtêm por hectare e por corte. Um sistema de pastoreio rotativo, em que a pastagem é sujeita a pastoreios muito frequentes, não só obriga a reduzir o encabeçamento, como também pode reduzir a ingestão de matéria seca pelo bovino em pastoreio. A pastagem deve ter uma determinada acumulação de matéria seca para possibilitar a máxima ingestão de erva pela vaca leiteira, factor essencial à produção de leite à base de erva, com animais em pastoreio (Sheat *et al.*, 1987; Hodgson e Brookes, 1999).

Do ponto de vista da recuperação da pastagem, depois de um corte ou de um pastoreio, é importante saber qual o período em que a acumulação de hidratos de carbono solúveis é máxima no restolho e nas raízes porque estes são essenciais para a respiração das plantas no período imediatamente a seguir à intervenção (Parsons *et al.*, 1983; Motazedian e Sharrow, 1986). Um indicador útil para determinar a melhor altura para pastorear o *L. perenne* pode ser o momento da completa expansão da terceira folha de cada filho, que antecede a morte da folha

mais velha (Davies, 1965). A utilização deste critério para a escolha do melhor intervalo de crescimento da erva, numa pastagem de *L. perenne*, em vez de um determinado período de tempo, tem demonstrado aumentar as produções de matéria seca obtidas por hectare em condições de campo (Fulkerson *et al.*, 1993; Fulkerson e Slack, 1994; Fulkerson e Donaghy, 2001). Como a taxa de formação de novas folhas é mais lenta a temperaturas mais baixas e acelera a temperaturas mais elevadas (Langer, 1972) a utilização deste critério aconselha-nos a alargar os intervalos de pastoreio durante o Outono e o Inverno e a encurtá-los na Primavera e no Verão.

Verificamos também que embora o trevo branco estivesse presente em grande quantidade no tratamento sem adubação azotada do intervalo de crescimento das três semanas, as suas folhas eram pequenas e as produções obtidas por hectare neste tratamento foram baixas. Nos restantes intervalos de crescimento, também sem adubação azotada, o trevo branco continuava presente em grande quantidade mas tinha folhas maiores e as produções de matéria seca obtidas por hectare nesses intervalos foram mais elevadas. Frame *et al.* (1998) verificaram que o trevo branco tem plasticidade fenotípica em resposta a pastoreios frequentes e a outros factores que também limitam o crescimento, reduzindo progressivamente o tamanho das folhas e a ramificação dos estolhos. Brink e Rowe (1997) verificaram que em pastoreio rotacional, sobretudo em intervalos mais longos, os períodos de repouso permitiam o desenvolvimento de folíolos e pecíolos maiores e a formação de uma maior rede de estolhos, essenciais à persistência do trevo branco na pastagem.

3.3.4. Efeitos da adubação azotada na produção de matéria seca obtida por hectare

Na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* as produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare nos quatro níveis de azoto utilizados (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) foram respectivamente, 6125, 6760, 7299 e 8456 kg ha⁻¹ (dpm = 175, n = 36) todas significativamente diferentes entre si. Só não houve diferenças significativas entre as produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare quando no nível N200 se utilizou o azoto na forma nitroamoniacal (7299 kg) e na forma de ureia (7377 kg). Na pastagem à base de espécies espontâneas e *T. repens* as produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare nos quatro níveis de azoto utilizados (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) foram respectivamente, 5245, 5853, 6607 e 7870 kg ha⁻¹ (dpm = 307, n = 36). Estas produções foram significativamente diferentes entre si para todos os níveis de azoto utilizados, excepto os níveis N0 e N100 e N100 e N200.

Adubar com 100, 200 ou 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ fez aumentar as produções médias anuais de matéria seca produzidas por hectare em, respectivamente, 12, 26 e 50 % na pastagem LPxTR e 10, 19 e 38 % na pastagem ESPxTR. Em todos os níveis de azoto, a pastagem de LPxTR produziu, em média, mais do que a pastagem ESPxTR. Produziu mais 17 % nos tratamentos sem adubação azotada, mais 16 % nos tratamentos adubados com 100 kg N ha⁻¹ ano⁻¹, mais 10 % nos tratamentos adubados com 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ e apenas mais 7 % nos tratamentos adubados com 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

Os dados por nós obtidos estão de acordo com os de um ensaio conduzido durante quatro anos em 16 locais da Inglaterra e do País de Gales em que consociações de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, sem adubação azotada e em cortes com intervalos de quatro semanas, obtiveram sempre produções de matéria seca mais elevadas do que as pastagens permanentes à base de espécies espontâneas sujeitas ao mesmo tratamento. As pastagens à base de espécies secundárias, embora menos produtivas do que as consociações de LPxTR, também respondiam bem às adubações azotadas até 450 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (Hopkins *et al.*, 1990). Existem gramíneas secundárias características de solos com elevada fertilidade, como é o caso das duas gramíneas mais frequentes nas pastagem férteis de média altitude dos Açores, o *Holcus lanatus* e a *Poa trivialis*, espécies secundárias que ou são tão produtivas como o *L. perenne* em doses elevadas de azoto (*H. lanatus*) ou não sendo tão produtivas (*P. trivialis*) também respondem bem à adubação azotada (Haggar, 1976; Harvey, 1984, Frame, 1991; Peeters, 2004).

Embora as duas pastagens deste ensaio fossem predominantemente constituídas por gramíneas, entre Julho e Outubro o trevo branco aparecia em grande quantidade em ambas as pastagens. A maior parte dos trabalhos publicados sobre consociações descrevem uma maior compatibilidade entre o trevo branco e o *Lolium perenne* devido ao crescimento em tufo deste último, sem rizomas nem estolhos. Estes autores consideram que os estolhos do trevo branco evitam manchas muito densas formadas por gramíneas como o *Agrostis capillaris*, *Agrostis stolonifera* ou *Holcus lanatus* mas que invadem manchas de *Lolium perenne*. Referem ainda que as diferenças sazonais existentes no crescimento destas duas espécies contribuem para aumentar a sua compatibilidade (Turkington e Harper, 1979; Frame, 1990). Porém, num ensaio conduzido na Nova Zelândia (1961-1965) numa pastagem de *Poa trivialis* e *Trifolium repens* também ficou demonstrado existir uma razoável compatibilidade entre estas duas espécies (Vartha, 1965).

A estratégia de adubação azotada seguida neste ensaio, que consistia em dividir as doses anuais de azoto pelo número de semanas do ano, não será a mesma que se deve aconselhar a

um lavrador. A intenção deste ensaio era, para além da obtenção das produções anuais de matéria seca das duas pastagens sujeitas a diferentes níveis de intensificação azotada, determinar os períodos do ano nos quais era maior a resposta à adubação azotada, quantificar essas respostas para os vários níveis de azoto utilizados e identificar os períodos do ano onde se devia evitar adubar. À partida já sabíamos que não se devia utilizar azoto no final do Verão nem em certos períodos de Inverno. O azoto que aplicámos nessas épocas, com reduzido efeito na produção anual de matéria seca, teria provavelmente tido muito mais impacto se tivesse sido utilizado na Primavera. Por isso, para os montantes de azoto utilizados por hectare e ano, as produções de matéria seca obtidas nestes dois tipos de pastagem estão sempre aquém do seu potencial, mesmo no intervalo de crescimento variável, porque as épocas de aplicação do adubo azotado nem sempre foram as mais adequadas.

Pelos dados obtidos no ensaio dois do segundo capítulo desta tese sabíamos que entre 1 de Abril e 30 de Junho poderíamos utilizar 200 unidades de azoto por hectare, em dois cortes efectuados com intervalos de crescimento de seis semanas, e obter produções de matéria seca elevadas por cada quilo de azoto utilizado. Neste ensaio, no mesmo período, utilizamos 100 kg N ha⁻¹ nos tratamentos N0 e N100 e 150 kg N ha⁻¹ no tratamento N300, porque não queríamos ensombrar demasiado o trevo branco na Primavera, já que era nossa intenção manter um sistema mais sustentável, em que o trevo tivesse oportunidade de expressar o seu potencial produtivo durante o Verão.

3.3.5. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto na produção anual de matéria

3.3.5.1. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto no 1º ano do ensaio (1993-1994)

Este ano teve uma precipitação inferior à precipitação média para a zona e a menor nos três anos deste ensaio, mas teve a vantagem de ter sido baixa no Inverno e relativamente bem distribuída no Verão. Por isso não existiram períodos de défice hídrico prolongados no Verão o que contribuiu para que as plantas pudessem continuar a crescer. Provavelmente uma menor lixiviação do azoto no Inverno e uma maior luminosidade no Inverno e na Primavera determinaram uma melhor resposta à adubação azotada, a qual nas duas pastagens foi elevada (Quadro 3-5), com aumentos de produção estatisticamente significativos em todos os intervalos de crescimento (Quadro 3-6) e acréscimos de produção de matéria seca por cada quilo de azoto utilizado mais elevados que as obtidas nos anos seguintes, sobretudo no intervalo de crescimento variável da pastagem LPxTR (Quadro 3-7).

Quadro 3-5. Produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare, nos três anos do ensaio, nos quatro níveis de azoto utilizados (0,100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹) na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem à base de gramíneas espontâneas e *Trifolium repens*.

	Produção anual de matéria seca (kg ha ⁻¹)					
	<i>L. perenne</i> e <i>T. repens</i>			Espontâneas e <i>T. repens</i>		
	1993-94	1994-95	1995-96	1993-94	1994-95	1995-96
0 N	5360 ^c	5532 ^a	7482 ^a	4814 ^c	3910 ^b	7012 ^a
100 N	6708 ^{bc}	5945 ^a	7628 ^a	5706 ^{bc}	4814 ^b	7040 ^a
200 N	7727 ^{ab}	6434 ^a	7735 ^a	7187 ^{ab}	5665 ^{ab}	6969 ^a
200 N (U)	7608 ^b	6694 ^a	7828 ^a	—	—	—
300 N	9565 ^a	7394 ^a	8408 ^a	8812 ^a	7232 ^a	7566 ^a
dpm (n = 12)		623			717	

Em cada coluna, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Numa experiência realizada por Morrison (1980) durante quatro anos, em zonas de baixa altitude de 21 localidades do Sul da Inglaterra e do País de Gales, concluiu-se que a quantidade de azoto necessária para a obtenção da “produção óptima” de matéria seca por hectare, era aquela em que cada unidade de azoto utilizada provocava um acréscimo de dez quilos de matéria seca por hectare (N₁₀). A “produção óptima” correspondia a 92 % da produção máxima (correlação de 0,98), utilizando-se 60 % do azoto necessário para a sua obtenção. Definindo-se a produção máxima como aquela que se obtém quando o acréscimo de produção por cada unidade extra de azoto é igual a zero.

Neste ensaio verificamos que quando aumentávamos as adubações azotadas de 100 para 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹ continuávamos com acréscimos de produção por cada quilo de azoto utilizado idênticos ou por vezes até mais elevados do que quando utilizávamos apenas 100 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ (Quadro 3-7). A razão para que isto acontecesse era quase exclusivamente devido ao elevado aumento da produção de matéria seca que se obtinha na Primavera quando se utilizava o nível de azoto mais alto, sobretudo nos intervalos de crescimento mais longos (cinco semanas e variável).

Quadro 3-6. Produções de matéria seca obtidas por hectare nos três anos do ensaio (1993-1996), na pastagem de *L. perenne* e *T. repens* e na pastagem à base de espécies espontâneas e *T. repens*, em todos os tratamentos estudados (4 intervalos de crescimento x 4 níveis de azoto). Os intervalos de crescimento eram 3, 4, 5 semanas e variável. Os níveis de azoto eram 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

	PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA POR HECTARE E ANO (kg)											
	3 SEMANAS			4 SEMANAS			5 SEMANAS			VARIÁVEL		
	93-94	94-95	95-96	93-94	94-95	95-96	93-94	94-95	95-96	93-94	94-95	95-96
<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>												
N0	3779 ^d	2326 ^d	6582 ^b	5125 ^c	5598 ^b	8382 ^a	5768 ^b	7828 ^a	6484 ^b	6770 ^c	6376 ^a	8480 ^a
N100	4336 ^{cd}	3269 ^{cd}	6586 ^b	6119 ^{bc}	5411 ^b	8483 ^a	7090 ^b	8419 ^a	7067 ^{ab}	9285 ^b	6679 ^a	8376 ^a
N200	5731 ^{ab}	4350 ^b	6925 ^{ab}	7233 ^{ab}	6102 ^{ab}	8684 ^a	8393 ^{ab}	8381 ^a	7523 ^a	9552 ^b	6904 ^a	7808 ^a
N200 (U)*	6333 ^{ab}	4573 ^b	6704 ^{ab}	6712 ^{bc}	6121 ^{ab}	8626 ^a	7803 ^{ab}	8562 ^a	7742 ^a	9583 ^b	7519 ^a	8242 ^a
N300	7246 ^a	5680 ^a	8410 ^a	8710 ^a	6928 ^a	8240 ^a	10442 ^a	8747 ^a	7945 ^a	11862 ^a	8220 ^a	9036 ^a
dpm (n = 3)	481	282	483	471	319	854	819	691	253	649	555	722
<i>Espécies espontâneas</i> e <i>Trifolium repens</i>												
N0	3686 ^b	1734 ^c	6246 ^a	4191 ^a	3611 ^b	7724 ^a	4508 ^b	5815 ^b	6464 ^a	6868 ^c	4478 ^b	7615 ^a
N100	4375 ^{ab}	2845 ^{bc}	6080 ^a	4587 ^a	3969 ^b	7243 ^a	5879 ^b	6789 ^b	6948 ^a	7984 ^{bc}	5652 ^b	7890 ^a
N200	5144 ^a	3811 ^{ab}	6556 ^a	7573 ^b	5319 ^a	7768 ^a	6492 ^{ab}	7872 ^{ab}	6531 ^a	9539 ^{ab}	5657 ^b	7022 ^a
N300	7029 ^a	4774 ^a	7912 ^a	7608 ^b	6217 ^a	7540 ^a	8997 ^a	9181 ^a	7007 ^a	11613 ^a	8755 ^a	7804 ^a
dpm (n = 3)	1376	412	1108	1342	379	1020	1469	638	655	1698	573	1179

* U = Ureia

Em cada coluna, as médias seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Quadro 3-7. Acréscimos de produção de matéria seca obtidos por hectare nos três anos do ensaio, por cada quilo de azoto utilizado na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem à base de gramíneas espontâneas e *Trifolium repens*, em todos os tratamentos estudados (quatro intervalos de crescimento x quatro níveis de azoto).

	1º ANO				2º ANO				3º ANO			
	3 SEM.	4 SEM.	5 SEM.	VAR	3 SEM.	4 SEM.	5 SEM.	VAR	3 SEM.	4 SEM.	5 SEM.	VAR
<u><i>Lolium perenne</i> x <i>Trifolium repens</i></u>												
100 N	14	11	13	25	9	-2	6	3	5	3	7	9
200 N	12	11	13	14	10	3	3	5	7	5	7	4
200 UN	11	8	10	14	11	3	4	6	8	3	7	6
300 N	14	12	16	17	11	4	3	6	10	5	9	8
<u><i>Espécies espontâneas</i> x <i>Trifolium repens</i></u>												
100 N	7	4	14	11	11	4	10	12	-2	-5	5	3
200 N	7	17	10	13	10	9	10	6	2	0	0	-3
300 N	11	11	15	16	10	9	11	14	6	-1	2	1

No primeiro ano do ensaio, quando comparamos as produções médias de matéria seca obtidas por hectare nas duas pastagens, verificamos que em cada nível de azoto utilizado a pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* produziu mais do que a pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (Quadro 3-5). No entanto quando analisamos os efeitos das interações níveis de azoto x intervalos de crescimento verificamos que houve intervalos e níveis de azoto para os quais a pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* foi consideravelmente mais produtiva do que a pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* e outros em que produziu ligeiramente mais ou ligeiramente menos (Quadro 3-8). No primeiro ano a pastagem LPxTR foi consideravelmente mais produtiva do que a pastagem ESPxTR nos tratamentos N0 e N100 dos intervalos de crescimento de quatro e de cinco semanas e também no tratamento N200 do intervalo de crescimento de cinco semanas.

Quadro 3-8. Diferenças (%) verificadas entre as produções de matéria seca obtidas por hectare na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e as obtidas na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, em todos os tratamentos estudados (4 intervalos de crescimento x 4 níveis de azoto), nos três anos do ensaio.

Intervalo crescimento	Adubação azotada (kg N ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	N0	N100	N200	N300
<u>1º ANO</u>				
3 Semanas	3	-1	11	3
4 Semanas	22	33	-5	14
5 Semanas	28	21	29	16
Variável	-1	16	0	2
<u>2º ANO</u>				
3 Semanas	34	15	14	19
4 Semanas	55	36	15	11
5 Semanas	35	24	6	-5
Variável	42	18	22	-7
<u>3º ANO</u>				
3 Semanas	5	8	6	6
4 Semanas	9	17	12	9
5 Semanas	0	2	15	13
Variável	11	6	11	16

3.3.5.2. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto no 2º ano do ensaio (1994-1995)

Neste ano em média, não existiram respostas estatisticamente significativas à adubação azotada na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e existiram na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (Quadro 3-5). Porém, quando avaliamos o que se passou em cada intervalo de crescimento, verificamos que na pastagem LPxTR existiram respostas significativas à adubação azotada mas apenas nos intervalos de crescimento de três e quatro semanas. Nesta pastagem, nos intervalos de crescimento de quatro e cinco semanas e no variável, a produção de trevo branco foi tão elevada no final da Primavera e durante o Verão, que nestas épocas os tratamentos N0 e N100 produziram mais do que os restantes, o que reduziu as diferenças entre as produções anuais de matéria seca obtidas por hectare nos quatro níveis de azoto utilizados (Quadro 3-6 e Anexos I, III, V e VII). Os acréscimos de produção obtidos por cada quilo de azoto foram da ordem dos 10 kg MS no intervalo de crescimento de três semanas e bastante menores nos restantes intervalos de crescimento (Quadro 3-7).

Em todos os intervalos de crescimento da pastagem ESPxTR houve aumentos significativos na produção de matéria seca por hectare quando se aumentava a adubação azotada (Quadro 3.6). Os acréscimos de matéria seca obtidos por cada quilo de azoto utilizado situaram-se entre os 9 kg e os 14 kg, excepto no tratamento N100 do intervalo de crescimento das quatro semanas que foi de apenas 4 kg e no tratamento N200 do intervalo de crescimento variável, que foi de 6 kg (Quadros 3-7). Nesta pastagem os tratamentos N0 e N100 não tiveram durante o Verão produções mais elevadas do que os tratamentos N200 e N300, excepto no intervalo de crescimento das quatro semanas (Anexos II, IV, VI e VIII).

Neste ano entre as duas pastagens existiram diferenças muito elevadas nas produções de matéria seca obtidas por hectare nos tratamentos N0 e N100 de todos os intervalos de crescimento. No tratamento N300 dos intervalos de crescimento de cinco semanas e variável a pastagem ESPxTR teve produções de matéria seca por hectare ligeiramente superiores às obtidas na pastagem LPxTR (Quadro 3-8).

3.3.5.3. Efeitos da interacção anos x níveis de azoto no 3º ano do ensaio (1995-1996)

O terceiro ano do ensaio teve precipitações acima da média durante o Inverno e durante a Primavera, mas teve um Verão moderadamente seco. Foi o ano com mais trevo branco nas duas pastagens durante a Primavera e o Verão e também aquele em que os tratamentos sem adubação azotada tiveram as produções de matéria seca por hectare mais elevadas, semelhantes

nas duas pastagens (Quadro 3-6). Na pastagem ESPxTR nunca houve aumentos de produção por hectare estatisticamente significativos devido à adubação azotada. Na pastagem LPxTR existiram aumentos de produção estatisticamente significativos devido à adubação azotada, mas apenas nos intervalos de crescimento de três e de cinco semanas, nos quais durante o Verão o tratamento N0 produziu ligeiramente menos do que os tratamentos que eram adubados com azoto (Anexos I, III, V e VII).

Neste ano, os acréscimos de produção de matéria seca obtidos por cada quilo de azoto utilizado foram baixos nas duas pastagens, essencialmente na pastagem ESPxTR, na qual foram nulos ou negativos em alguns tratamentos (Quadro 3-7). Este comportamento está relacionado com as elevadas produções de matéria seca obtidas nos tratamentos N0 e N100, de quase todos os intervalos de crescimento, durante o Verão.

Neste ano a pastagem LPxTR produziu mais matéria seca por hectare do que a pastagem ESPxTR, excepto no tratamento N0 do intervalo de crescimento das cinco semanas, onde as produções foram idênticas (Quadro 3-8). Neste tratamento a produção de matéria seca obtida no início da Primavera na pastagem ESPxTR foi mais baixa do que a obtida na pastagem LPxTR mas em Maio e Junho foi mais elevada (Anexos V e VI).

3.3.6. Equações que descrevem as relações entre as produções de matéria seca e a adubações azotadas

As equações que nas duas pastagens e nos quatro intervalos de crescimento estudados descrevem as respostas entre as produções médias anuais de matéria seca obtidas por hectare (kg) e o nível de azoto utilizado ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), estão indicadas na página seguinte:

A leitura das equações reforça o que já foi referido. Nas duas pastagens, à medida que aumentava o intervalo de crescimento da erva também aumentava a produção de matéria seca produzida por hectare, quer nos tratamentos adubados com azoto quer no controlo (N0), com um máximo no intervalo de crescimento variável. No intervalo de crescimento das três semanas o controlo teve produções de matéria seca muito baixas mas as pastagens respondiam bem à adubação azotada, sobretudo a pastagem LPxTR.

Na pastagem ESPxTR os tratamentos que não eram adubados produziam geralmente menos do que os tratamentos não adubados da pastagem LPxTR. Nos intervalos de crescimento das quatro, cinco semanas e variável da pastagem ESPxTR existia, em relação à pastagem LPxTR, um maior acréscimo de matéria seca produzida por cada unidade de azoto utilizada (excepto no 3º ano do ensaio).

Pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*

3 Sem.	Produção _{MS} = 3978 + 9,87 * N _{nível}	R ² = 0,87; P < 0,001
4 Sem.	Produção _{MS} = 6268 + 5,44 * N _{nível}	R ² = 0,66; P < 0,001
5 Sem.	Produção _{MS} = 6697 + 7,63 * N _{nível}	R ² = 0,82; P < 0,001
Int.Var.	Produção _{MS} = 7159 + 7,47 * N _{nível}	R ² = 0,72; P < 0,001

Pastagem de espécies espontâneas e *T. repens*

3 Sem.	Produção _{MS} = 3698 + 8,79 * N _{nível}	R ² = 0,52; P < 0,01
4 Sem.	Produção _{MS} = 4994 + 7,46 * N _{nível}	R ² = 0,48; P < 0,01
5 Sem.	Produção _{MS} = 5546 + 8,79 * N _{nível}	R ² = 0,59; P < 0,01
Int. Var.	Produção _{MS} = 6157 + 9,44 * N _{nível}	R ² = 0,50; P < 0,01

Em cada intervalo de crescimento da pastagem LPxTR uma elevada percentagem da variabilidade obtida na produção de matéria seca por hectare explicava-se pela adubação azotada ($R^2 \geq 0,66$ e $\leq 0,87$), com um intervalo de confiança muito elevado (99,9 %). A resposta à adubação azotada era mais elevada no intervalo de crescimento de três semanas e menor no de quatro semanas, que no Verão tinha quantidades muito elevadas de trevo branco (sobretudo nos tratamentos N₀ e N₁₀₀). A percentagem da variabilidade explicada pela adubação azotada era menor na pastagem ESPxTR ($R^2 \geq 0,48$ e $\leq 0,59$) mas o intervalo de confiança das equações continuava elevado (99,0 %).

3.3.7. Produções de matéria seca obtidas entre Novembro e Março

Nas zonas de média altitude dos Açores manter os animais em pastoreio de Novembro a Março é difícil sobretudo nos anos em que a precipitação é muito elevada. É necessário dar elevadas quantidades de silagem para alimentar bem os animais e reduzir o pisoteio, o que é dispendioso e se torna particularmente trabalhoso se a propriedade está dividida em vários blocos. Quisemos saber se aumentar o intervalo de crescimento da erva, ou a adubação azotada, tinha alguma influência na percentagem da produção de matéria seca anual obtida neste período. Concluimos que aumentar os intervalos de crescimento, embora como já referimos influenciasse as quantidades de matéria seca produzidas entre Novembro e Março, não influenciava a percentagem da produção anual de matéria seca obtida nesse período.

Quadro 3-9. Percentagem da produção anual de matéria seca obtida por hectare entre Novembro e Março, nos dois tipos de pastagem, nos tratamentos estudados (4 intervalos de crescimento x 4 níveis de azoto).

Produção MS entre Novembro e Março (% Produção anual de MS)				
	3 SEM.	4 SEM.	5 SEM.	VAR
<u>Pastagem de <i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i></u>				
N0	9	7	9	10
N100	13	9	12	9
N200	12	10	12	12
N300	13	12	13	10
<u>Pastagem de espécies espontâneas e <i>Trifolium repens</i></u>				
N0	9	8	8	10
N100	13	10	11	9
N200	13	12	13	11
N300	12	12	13	12

O azoto utilizado entre Novembro e Março tem um impacto muito reduzido na produção de matéria seca e do ponto de vista ambiental e económico pode até ser contraproducente. Reduzir as adubações azotadas no final do Outono e durante o Inverno, para poder aumentá-las entre o início de Março e o final de Abril, sobretudo nos cortes para silagem, tem um impacto positivo muito elevado na produção de matéria seca obtida por hectare e no encabeçamento que a exploração pode suportar.

3.3.8. Distribuição sazonal das produções de matéria seca

3.3.8.1. Curvas de produção de matéria seca obtidas nos quatro intervalos de crescimento x quatro níveis de azoto

Quer para a pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* quer para a pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* as produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare em todos os cortes realizados em cada um dos três anos, nos diversos intervalos de crescimento, podem ser consultadas nos gráficos em anexo (Anexos I a VIII). As produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare nos três anos do ensaio, em todos os cortes realizados nos diversos intervalos de crescimento, estão indicados nos gráficos 3-6 a 3-9.

Em ambas as pastagens, no intervalo de crescimento variável a forma da curva de produção de matéria seca era semelhante à da curva normalmente representada na bibliografia para pastagens de altitude, com um aumento da taxa de crescimento desde Março até atingir um pico bastante elevado em Maio - Junho na pastagem LPxTR e em Junho na pastagem ESPxTR, seguido de um declínio rápido de Junho até Dezembro com um pequeno pico em Outubro (Gráfico 3-6). O pico elevado na Primavera estava relacionada com o facto do intervalo de crescimento entre o início de Abril e o final de Junho ser de seis semanas e também pelas elevadas adubações azotadas que se utilizava na Primavera nos cortes dos tratamentos N100 e N200 ($50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$) e N300 ($75 \text{ kg ha}^{-1} \text{ corte}^{-1}$).

No intervalo de crescimento de cinco semanas, nos tratamentos N200 e N300, verificou-se um aumento da taxa de crescimento de Março até Maio a qual estabilizava até Julho, seguida de um declínio gradual de Julho até Dezembro com um pequeno pico em fins de Setembro (Gráfico 3-7).

Nos tratamentos N0 e N100 de todos os intervalos de crescimento, excepto no variável, as taxas de crescimento iam aumentando quase linearmente de Março até atingirem um máximo no Verão, quando as pastagens tinham uma quantidade elevada de trevo branco. No intervalo variável os tratamentos N0 e N100 tinha um máximo em fins de Junho, no segundo corte com seis semanas de crescimento.

Nos intervalos de crescimento de três e de quatro semanas, nos níveis de azoto N200 e N300, a característica mais evidente das curvas de produção das duas pastagens era um pico de produção em Abril e um consistente e mais elevado pico em Agosto ou Setembro, que se devia à elevada taxa de crescimento do trevo branco obtida nesses meses.

Quando na Primavera se fazem cortes frequentes e se utilizam doses de azoto baixas reduz-se muito substancialmente o potencial produtivo das pastagens nessa época do ano.

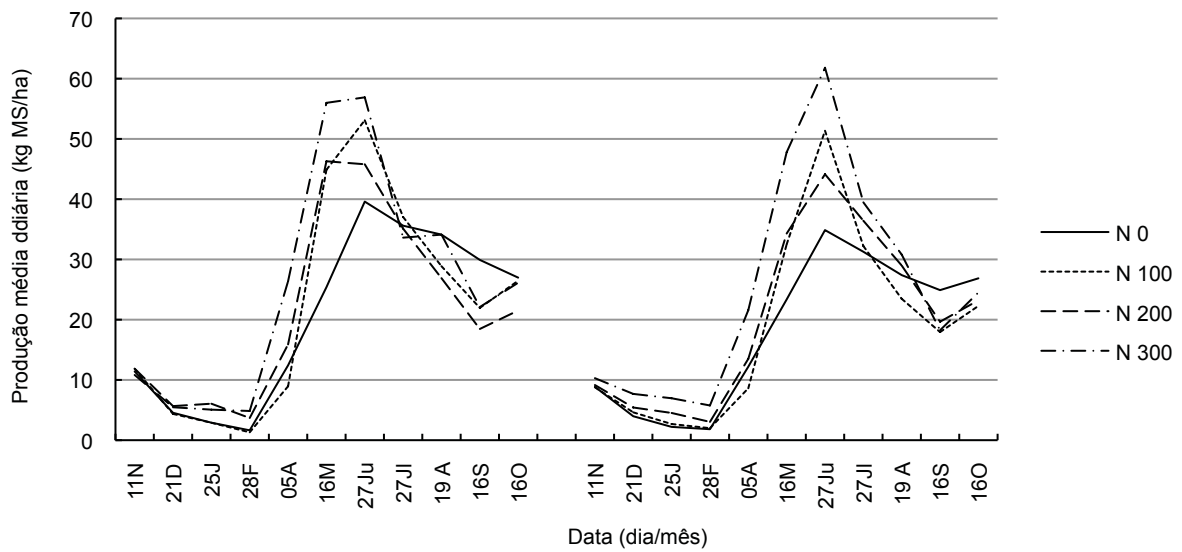


Gráfico 3-6. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (à esquerda) e na pastagem à base de gramíneas espontâneas e *T. repens* (à direita), no intervalo de crescimento variável adubado com quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹).

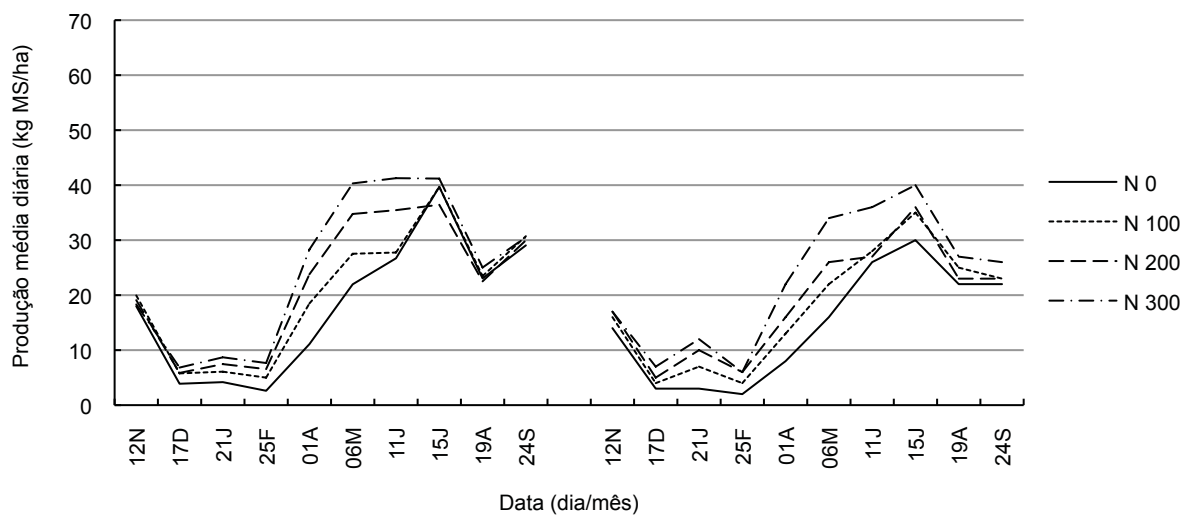


Figura 3-7. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (à esquerda) e na pastagem à base de gramíneas espontâneas e *T. repens* (à direita), no intervalo de crescimento das cinco semanas adubado com quatro níveis de azoto após cada corte (0; 10; 20 e 30 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

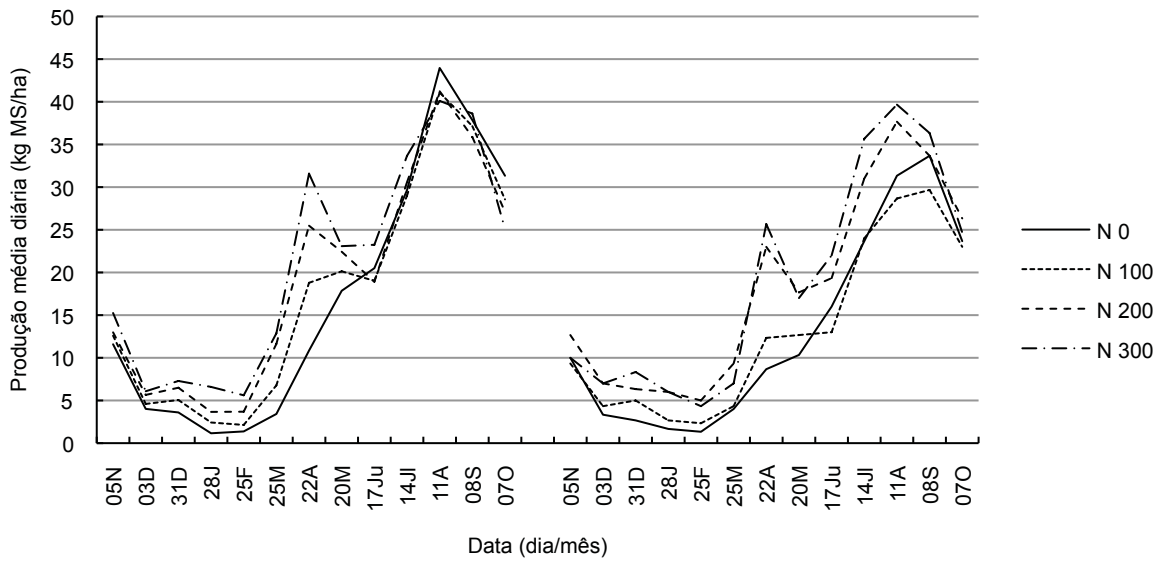


Figura 3-8. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (à esquerda) e na pastagem à base de gramíneas espontâneas e *T. repens* (à direita), no intervalo de crescimento das quatro semanas adubado com quatro níveis de azoto após cada corte (0; 7,7; 15,4 e 23,1 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

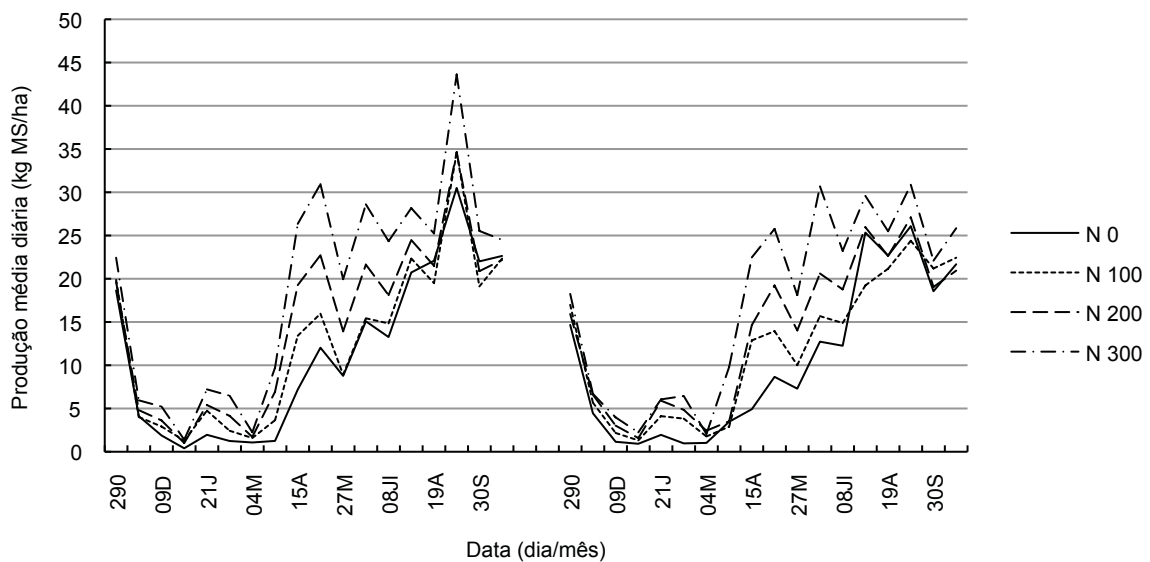


Figura 3-9. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (à esquerda) e na pastagem à base de gramíneas espontâneas e *T. repens* (à direita), no intervalo de crescimento das três semanas adubado com quatro níveis de azoto após cada corte (0; 5,9; 11,8 e 17,7 kg ha⁻¹) correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

3.3.8.2. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare nas quatro estações do ano

Em ambas as pastagens, no Outono e no Inverno, as produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare foram bastante baixas, sobretudo nos canteiros sem adubação azotada. Como já foi referido o intervalo de crescimento das cinco semanas foi o que obteve as taxas de crescimento mais elevadas entre Novembro e Março e o intervalo de crescimento das três semanas o que obteve as menores taxas de crescimento, não só nesse período mas durante todo o ano (Gráficos 3-10 e 3-11).

No intervalo de crescimento variável, com dois períodos de crescimento de seis semanas na Primavera e uma adubação azotada reforçada nesta época, as taxas de crescimento na Primavera foram mais elevadas do que as obtidas no Verão, excepto no nível N0, onde foram quase idênticas.

No intervalo de crescimento de cinco semanas as taxas de crescimento foram mais elevadas na Primavera nos níveis N200 e N300 e praticamente semelhantes às obtidas no Verão nos níveis N0 e N100. No Verão apenas o tratamento N300 obteve produções de matéria seca ligeiramente superiores aos outros tratamentos, que tinham produções semelhantes entre si. Não contando com o intervalo variável, onde na Primavera se intercalavam cortes para silagem, foi este o intervalo que obteve as taxas de crescimento mais elevadas no Inverno e na Primavera.

Nos intervalos de crescimento de três e de quatro semanas as taxas de crescimento aumentavam linearmente do Inverno até ao Verão. Entre todos os tratamentos, o intervalo de crescimento de quatro semanas foi o que, para todos os níveis de azoto, obteve as melhores taxas de crescimento no Verão.

3.3.9. Resposta da adubação azotada nas diferentes épocas do ano

A adubação azotada teve reduzido impacto nas produções de matéria seca obtidas por hectare entre Outubro e Março, foi isto que se verificou no segundo e no terceiro ano do ensaio, com acréscimos de produção de matéria seca obtida por cada quilo de azoto utilizado nesses meses, geralmente bastante baixos, por vezes nulos, outras vezes negativos (Quadros 3-10 a 3-13).

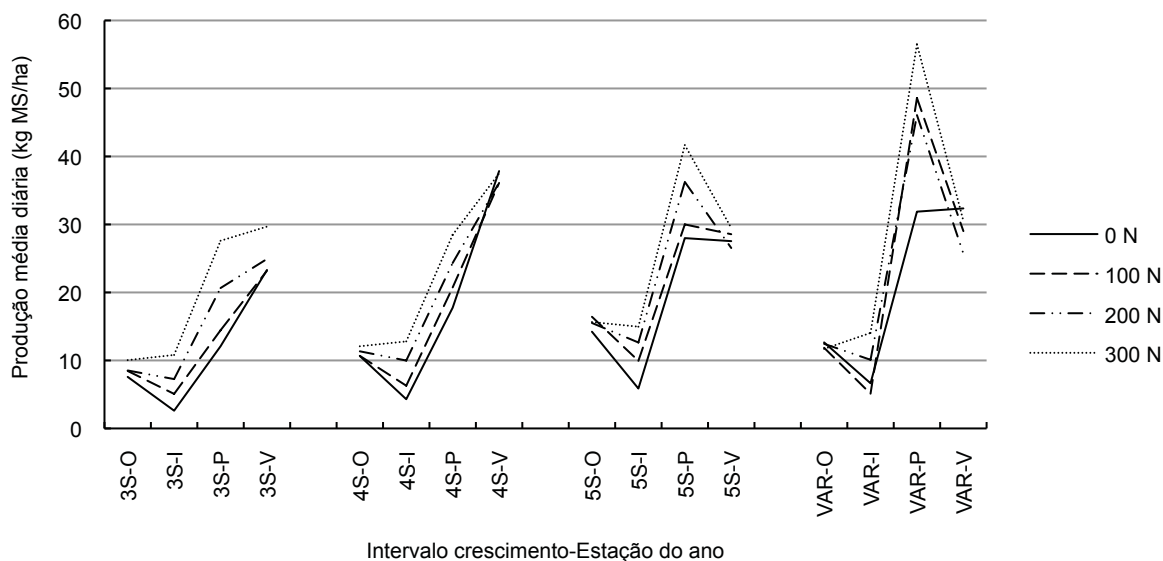


Gráfico 3-10. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996, nas quatro estações do ano, em todos os tratamentos estudados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (quatro intervalos de crescimento x quatro níveis de azoto). Os intervalos de crescimento foram 3 S, 4 S, 5 S e variável. Os níveis de azoto foram 0,100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

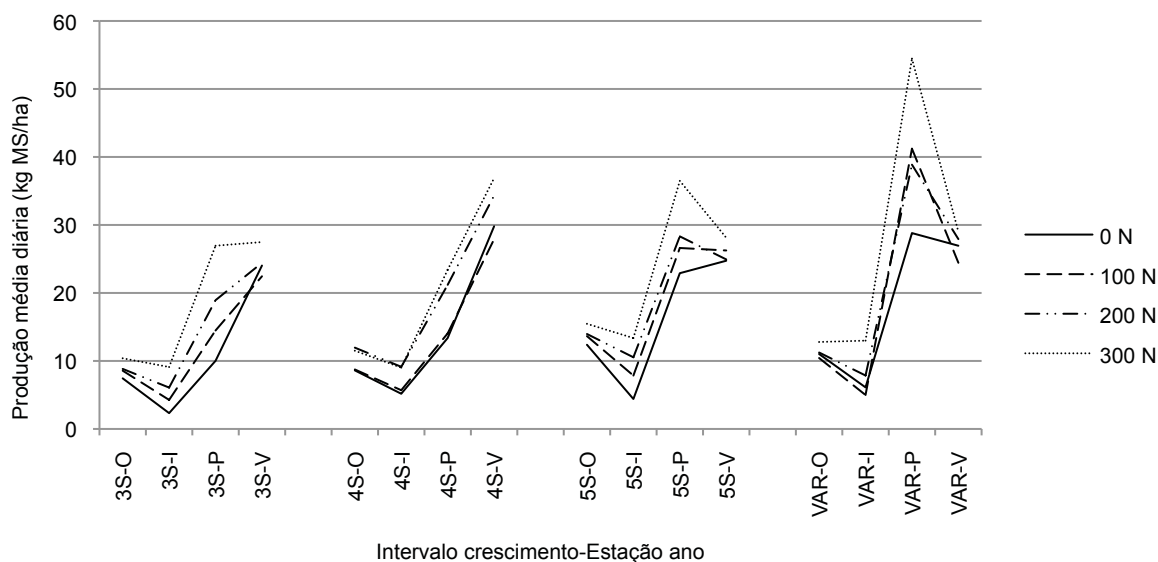


Gráfico 3-11. Produções médias diárias de matéria seca obtidas por hectare entre 1993 e 1996, nas quatro estações do ano, em todos os tratamentos estudados na pastagem de *espécies espontâneas* e *Trifolium repens* (quatro intervalos de crescimento x quatro níveis de azoto). Os intervalos de crescimento foram 3 S, 4 S, 5 S e variável. Os níveis de azoto foram 0,100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹.

Quadro 3-10. Acréscimos de produção de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidos, nas datas abaixo indicadas, por cada quilo de azoto utilizado nas pastagens de LPxTR e ESPxTR, em cortes de três semanas, adubados com 5,9; 11,8 e 17,7 kg N ha^{-1} corte⁻¹ (correspondentes às doses anuais de 100, 200 e 300 kg N ha^{-1}). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1996.

		<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>																			
kg N ha^{-1} corte ⁻¹		28 O	18 N	9 D	29 D	18 J	11 F	28 F	29 M	13 A	4 M	25 M	15 Ju	7 JI	28 JI	17 A	7 S	28 S	7 O		
1º ANO	5,9	20	-1	0	7	10	6	0	32	16	11	7	3	25	-1	-12	-15	-10	-2		
1º ANO	11,8	4	2	2	2	8	10	1	40	18	13	13	13	17	6	5	12	-1	0		
1º ANO	17,7	8	5	2	3	7	14	2	39	17	20	14	15	16	16	8	17	7	1		
		26O	11N	29N	21D	10J	9F	21F	14M	4A	28A	22M	7J	28J	19J	10A	30A	20S	13O		
2º ANO	5,9	-3	1	5	3	11	10	3	—	65	33	4	2	6	30	-12	-4	-18	11		
2º ANO	11,8	0	-1	0	1	4	10	1	—	55	41	13	6	12	29	1	3	-5	4		
2º ANO	17,7	2	-1	1	1	5	9	1	—	44	36	17	11	28	25	11	11	3	9		
		3N	21N	14D	6J	23J	12F	26F	6M	1A	22A	17M	30M	20J	11J	11A	22A	12S	9O		
3º ANO	5,9	-3	-1	6	—	17	—	—	7	12	2	-11	-2	-13	-12	-9	33	-3	-12		
3º ANO	11,8	2	3	9	—	12	—	—	5	12	8	3	9	-3	-15	-14	4	-1	-7		
3º ANO	17,7	3	2	10	—	12	—	—	7	25	15	13	12	12	-4	-14	-9	10	-4		
		Espécies espontâneas e <i>Trifolium repens</i>																			
kg N ha^{-1} corte ⁻¹		28 O	18 N	9 D	29 D	18 J	11 F	28 F	29 M	13 A	4 M	25 M	15 Ju	7 JI	28 JI	17 A	7 S	28 S	7 O		
1º ANO	5,9	1	-4	1	1	11	30	5	-9	34	2	5	10	4	-3	-4	4	22	9		
1º ANO	11,8	-6	3	2	2	9	19	4	-3	10	15	9	12	13	8	6	8	10	2		
1º ANO	17,7	-2	4	2	4	7	18	3	28	15	12	15	28	6	13	8	12	11	5		
		26O	11N	29N	21D	10J	9F	21F	14M	4A	28A	22M	7J	28J	19J	10A	30A	20S	13O		
2º ANO	5,9	17	9	4	3	5	6	1	—	23	45	21	15	42	-3	1	6	5	-8		
2º ANO	11,8	9	3	1	1	3	6	1	—	28	31	21	13	32	18	8	4	7	-1		
2º ANO	17,7	10	0	0	1	3	5	0	—	36	41	13	11	34	8	9	9	9	5		
		3N	21N	14D	6J	23J	12F	26F	6M	1A	22A	17M	30M	20J	11J	11A	22A	12S	9O		
3º ANO	5,9	5	4	6	—	14	—	—	1	29	15	6	2	-18	-59	-18	-15	1	-5		
3º ANO	11,8	0	2	5	—	8	—	—	5	13	7	8	7	-1	7	-11	4	-15	-7		
3º ANO	17,7	3	3	8	—	10	—	—	7	28	13	14	14	-1	-6	-10	-2	-7	-2		

Quadro 3-11. Acréscimos de produção de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidos, nas datas abaixo indicadas, por cada quilo de azoto utilizado na pastagem de LPxTR e ESPxTR, em cortes de quatro semanas, adubados com 7,7; 15,4 e 23,1 kg N ha^{-1} corte⁻¹ (correspondentes às doses anuais de 100, 200 e 300 kg N ha^{-1}). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1996.

		<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>															
kg N ha ⁻¹ corte ⁻¹		2 N	2 D	29 D	26 J	25 F	29 M	21 A	19 M	16 J	14 J	11 A	8 S	11 O			
1º ANO	7,7	1	5	5	10	8	29	26	34	11	28	-13	-2	-13			
1º ANO	15,4	5	4	5	9	12	39	25	22	5	15	2	3	-7			
1º ANO	23,1	10	5	5	15	16	28	20	18	12	17	5	9	-4			
		3 N	5 D	3 J	26 J	23 F	23 M	21 A	23 M	19 J	13 J	11 A	8 S	9 O			
2º ANO	7,7	3	-2	3	3	1	11	55	9	2	-26	-40	-27	-16			
2º ANO	15,4	-2	0	3	4	1	11	44	11	4	-3	-16	-15	-9			
2º ANO	23,1	-1	-1	4	4	1	10	45	10	11	2	-10	-7	-11			
		6 N	30 N	28 D	25 J	22 F	19 M	15 A	15 M	14 J	10 J	7 A	4 S	3 O			
3º ANO	7,7	6	3	8	—	—	—	13	-18	-31	-4	20	21	-5			
3º ANO	15,4	5	5	8	—	—	—	43	-7	-18	-6	-1	1	-9			
3º ANO	23,1	2	3	5	—	—	—	46	-9	-14	-5	-10	1	-10			
Espécies espontâneas e <i>Trifolium repens</i>																	
kg N ha ⁻¹ corte ⁻¹		2 N	2 D	29 D	26 J	25 F	29 M	21 A	19 M	16 J	14 J	11 A	8 S	11 O			
1º ANO	7,7	-5	5	8	6	9	3	15	3	0	16	1	-14	4			
1º ANO	15,4	2	14	4	17	16	30	32	19	18	32	10	11	15			
1º ANO	23,1	-1	5	7	12	10	10	18	18	7	28	16	12	6			
		3 N	5 D	3 J	26 J	23 F	23 M	21 A	23 M	19 J	13 J	11 A	8 S	9 O			
2º ANO	7,7	-5	0	9	3	1	-3	24	7	21	18	-12	-6	-11			
2º ANO	15,4	2	3	7	4	4	1	41	19	17	19	-3	-2	-1			
2º ANO	23,1	-1	2	6	2	1	1	41	11	23	21	2	1	2			
		6 N	30 N	28 D	25 J	22 F	19 M	15 A	15 M	14 J	10 J	7 A	4 S	3 O			
3º ANO	7,7	0	4	4	—	—	—	-14	17	-60	-31	-22	-28	1			
3º ANO	15,4	8	5	8	—	—	—	-12	5	-19	-11	27	-9	1			
3º ANO	23,1	3	5	8	—	—	—	7	-4	-8	-8	11	-4	-5			

Quadro 3-12. Acréscimos de produção de matéria seca (kg ha^{-1}) obtidos, nas datas abaixo indicadas, por cada quilo de azoto utilizado na pastagem LPxTR e ESPxTR, em cortes de cinco semanas, adubados com 10, 20 e 30 kg N ha^{-1} corte⁻¹ (correspondentes às doses anuais de 100, 200 e 300 kg N ha^{-1}). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1996.

<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>														
kg N ha ⁻¹ corte ⁻¹	11N	21D	25J	28F	5A	9M	14J	19J	24A	27S				
1º ANO	14	12	15	14	40	20	2	1	8	5				
1º ANO	7	6	11	10	41	24	20	9	4	-1				
1º ANO	7	7	11	10	38	22	28	17	11	4				
2N	6D	9J	13F	20M	24A	29M	3J	8A	5S					
2º ANO	7	4	1	7	13	25	18	-16	-4	-2				
2º ANO	-3	2	4	6	9	29	16	-16	-8	-7				
2º ANO	-5	1	3	4	7	27	13	-9	-10	1				
20N	18D	22J	27F	3A	6M	13J	19J	17S	9O					
3º ANO	-1	4	3	3	27	12	-10	16	0	4				
3º ANO	2	2	2	5	19	12	11	-11	3	6				
3º ANO	0	2	2	3	17	13	11	-3	2	1				
Espécies espontâneas e <i>Trifolium repens</i>														
kg N ha ⁻¹ corte ⁻¹	11N	21D	25J	28F	5A	9M <th>14J</th> <th>19J</th> <th>24A</th> <th>27S</th>	14J	19J	24A	27S				
1º ANO	11	4	14	7	26	21	12	13	18	11				
1º ANO	3	2	18	10	21	11	9	8	9	9				
1º ANO	3	8	16	9	30	16	20	16	17	13				
2N	6D	9J	13F	20M	24A	29M	3J	8A	5S					
2º ANO	11	4	16	11	4	33	23	24	-14	-12				
2º ANO	10	3	10	7	5	34	19	28	-6	-7				
2º ANO	4	2	7	4	4	44	14	26	7	0				
20N	18D	22J	27F	3A	6M	13J	19J	17S	9O					
3º ANO	-2	2	4	1	19	5	-13	12	21	0				
3º ANO	-2	3	6	3	14	5	-23	-6	3	1				
3º ANO	3	3	5	3	14	2	1	-10	-7	4				

Quadro 3-13. Acréscimos de produção de matéria seca (kg ha⁻¹) obtidos nas datas abaixo indicadas, por cada quilo de azoto utilizado nas pastagem LPxTR e ESPxTR, no intervalo de crescimento variável, adubado com de 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹. Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1996.

		<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>															
kg N ha ⁻¹ ano ⁻¹	11N	21D	25J	28F	5A	16M	27Ju	27Jl	19A	16S	16O						
1° ANO	100					24	23										
1° ANO	200	4	3	16	10	13	20	23	-7	-20	-5						
1° ANO	300	3	5	9	11	40	24	19	11	-8	-8						
	25N	22D	30J	3M	7A	24M	30J	1A	25A	21S	19O						
2° ANO	100					17	13										
2° ANO	200	0	3	6	3	21	5	-17	-23	-39	-18						
2° ANO	300	-1	2	2	3	25	11	-20	-11	-25	-11						
	23 N	29D	30J	5M	11A	30M	8Jl	1A	2S	20S	9O						
3° ANO	100					10	-4										
3° ANO	200	-1	4	5	3	-5	-9	-23	-54	-23	-17						
3° ANO	300	-3	-8	1	3	14	-7	-26	1	-7	9						
Espécies espontâneas e <i>Trifolium repens</i>																	
kg N ha ⁻¹ ano ⁻¹	11N	21D	25J	28F	5A	16M	27Ju	27Jl	19A	16S	16O						
1° ANO	100					4	9										
1° ANO	200	-1	3	17	6	5	12	66	16	16	5						
1° ANO	300	3	9	19	12	20	22	46	18	-8	-4						
	25N	22D	30J	3M	7A	24M	30J	1A	25A	21S	19O						
2° ANO	100					16	20										
2° ANO	200	7	7	4	3	-1	15	-2	7	-17	-12						
2° ANO	300	5	9	7	5	17	21	14	7	-5	-2						
	23 N	29D	30J	5M	11A	30M	8Jl	1A	2S	20S	9O						
3° ANO	100					6	8										
3° ANO	200	-3	-4	-1	1	7	-5	-20	-28	-27	-17						
3° ANO	300	-4	2	1	4	17	-1	-17	-24	-16	-5						

Quando o Inverno e o início da Primavera tiveram precipitações baixas, as respostas à adubação azotada foram boas, essencialmente nos intervalos de crescimento de quatro e de cinco semanas e no intervalo variável. Foi o que aconteceu pontualmente no primeiro ano deste ensaio, que no Inverno teve precipitações muito baixas em Janeiro (38 mm) e Março (24 mm), que nestes meses obteve acréscimos de produção de matéria seca por cada quilo de azoto utilizado geralmente superiores a dez quilos.

Na Primavera as respostas à adubação azotada obtida nas duas pastagens foram geralmente elevadas entre Abril e meados de Junho. No final da Primavera e no Verão quando existia muito trevo branco nas pastagens os acréscimos de produção de matéria seca obtidos por cada quilo de azoto utilizado eram geralmente baixos e frequentemente negativos na pastagem de *L. perenne* e *T. repens*, o que demonstra que numa consociação destas duas espécies é economicamente inviável efectuem-se adubações azotadas a partir de Maio. Porém, a pastagem à base de espécies espontâneas e *T. repens* que durante os Verões de 1994 e 1995 obteve nos tratamentos N0 produções de matéria seca inferiores às obtidas na pastagem LPxTR, respondia por vezes à adubação azotada efectuada em Junho. No 3º ano do ensaio os tratamentos N0 da pastagem ESPxTR também tiveram produções de matéria seca elevadas e a partir de Junho os acréscimos de produção obtidos por cada quilo de azoto utilizado também foram negativos.

No Outono não se justificavam adubações azotadas porque as produções de matéria seca obtidas por hectare eram quase idênticas em todos os níveis de azoto e conseqüentemente os acréscimos de produção obtidos por cada quilo de azoto utilizado foram frequentemente negativos.

Em 1996 só em Março e/ou Abril, conforme o intervalo de crescimento, se registaram acréscimos de produção de matéria seca por cada quilo de azoto utilizado que justificavam efectuar-se uma adubação azotada.

3.3.10. Produções de azoto obtidas nos cortes efectuados entre Outubro de 1993 e Outubro de 1994 e concentrações de azoto obtidas na erva dos mesmos cortes

No primeiro ano deste ensaio, nas duas pastagens, para cada nível de azoto utilizado as produções de azoto obtidas por hectare aumentavam à medida que aumentava o intervalo de crescimento da erva de três para cinco semanas, reflectindo o que se verificou com as produções de matéria seca obtidas por hectare, já que ambas as produções estão altamente

correlacionadas (Quadro 3-14). Nas duas pastagens, em todos os níveis de azoto, o intervalo de crescimento variável obteve as produções de azoto por hectare mais elevadas, devido a uma melhor estratégia na sua utilização, que consistia em concentrar o azoto na Primavera em detrimento das outras estações, para se obterem produções de matéria seca por hectare mais elevadas na Primavera e no ano.

Comparando as produções de azoto obtidas por hectare nos tratamentos N200, onde se utilizava o azoto na forma de ureia e na forma nitroamoniacal, verificamos que em todos os intervalos de crescimento as diferenças eram reduzidas e que se deviam apenas às flutuações normais neste tipo de ensaios. Contudo, no final do ensaio o pH do solo (em água) de todos os tratamentos onde se utilizou o azoto na forma nitroamoniacal tinha-se mantido em 5,2 e nos tratamentos onde se utilizou a ureia tinha baixado para 4,7. Atendendo a que o pH tem uma escala logarítmica, esta diferença na acidez é elevada e deve ser tomada em consideração quando se equaciona a utilização de ureia na adubação das pastagens.

Nos Quadros 3-15 a 3-18 estão indicadas as produções de azoto obtidas, entre Outubro de 1993 e Outubro de 1994, em todas as datas de corte de todos os tratamentos. As produções de azoto obtidas por hectare estiveram altamente correlacionadas com as produções de matéria seca obtidas por hectare ($R^2 \geq 0,93$; $n = 72$). No Verão e no Outono as produções de azoto obtidas por hectare foram também elevadas nos tratamentos que não recebiam adubação azotada, devido à maior proporção de trevo branco que existia nessa altura do ano nesses tratamentos.

Embora entre meados de Outubro e fins de Fevereiro as produções de azoto obtidas por hectare tivessem sido baixas as concentrações de azoto obtidas na erva eram elevadas em todos os intervalos de crescimento, o que nos indica que são essencialmente factores climáticos (fotoperíodo, temperatura, precipitação excessiva, baixa luminosidade) que impedem o crescimento da erva nesta altura do ano.

No Inverno mesmo quando as quantidades de azoto utilizadas por corte eram baixas as produções de azoto obtidas por corte também eram baixas, excepto em raros períodos de menor pluviosidade, o que demonstra o elevado potencial para a lixiviação do azoto aplicado nesta época do ano.

Quadro 3-14. Produções de azoto por hectare (kg) e “recuperações aparentes” de azoto (%) obtidas no primeiro ano do ensaio (1993-1994), em todos os tratamentos estudados (quatro intervalos de crescimento x quatro níveis de azoto), na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens*.

	<u><i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i></u>				<u>Espécies espontâneas e <i>Trifolium repens</i></u>			
	3 S	4 S	5 S	VAR	3 S	4 S	5 S	VAR
	<u>Produções azoto (kg ha⁻¹)</u>							
N (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)								
0 N	146	186	214	239	146	158	164	244
100 N	166	219	234	292	176	170	211	267
200 N	224	264	292	316	213	293	238	333
200 N (U)	250	246	279	330	—	—	—	—
300 N	307	333	345	405	302	308	359	424
	<u>Recuperação aparente do azoto (%)</u>							
N (kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)								
100 N	20	33	20	53	30	12	47	23
200 N	39	39	39	39	34	68	37	45
200 N (U)	52	30	33	46	—	—	—	—
300 N	54	49	44	55	52	50	65	60

Nota: A recuperação aparente foi calculada como 100 x [(N obtido nos canteiros adubados - N obtido nos canteiros sem adubação azotada)/N aplicado].

Quadro 3-15. Produções (kg ha⁻¹) e concentrações (% MS) de azoto obtidas em cortes de três semanas, efectuados nas pastagens de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e de espécies espontâneas *Trifolium repens*, adubadas com 0, 5,9, 11,8 e 17,7 kg N ha⁻¹ corte-1, correspondentes a adubações anuais de 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano-1. Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

	28/10/93	18/11/93	09/12/93	29/12/93	18/01/94	11/02/94	28/02/94	29/03/94	13/04/94	04/05/94	25/05/94	15/06/94	07/07/94	28/07/94	17/08/94	07/09/94	28/09/94	07/10/94	
<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>																			
<u>PRODUÇÕES AZOTO (kg/ha)</u>																			
N corte ¹ (kg ha ⁻¹)																			
0	18	7	1	0	1	1	1	1	4	4	9	9	11	8	7	14	21	18	10
5,9	24	7	1	2	4	3	1	12	9	11	10	10	11	11	6	10	17	16	10
11,8	23	9	2	2	6	8	2	25	13	14	14	14	16	13	9	16	26	16	11
11,8 (U)*	29	12	3	2	6	9	3	28	14	17	17	16	17	14	9	16	26	20	13
17,7	29	13	3	3	8	15	3	33	19	23	18	20	20	16	16	18	33	26	12
<u>CONCENTRAÇÕES AZOTO (% MS)</u>																			
0	3,53	5,23	4,43	4,63	5,13	5,50	3,80	3,98	3,79	3,56	3,27	3,56	3,09	3,09	4,01	4,24	4,66	4,45	4,45
5,9	3,87	5,87	5,13	4,60	5,50	5,23	4,33	4,03	4,09	3,62	3,16	3,05	2,71	2,71	3,72	4,06	4,69	4,65	4,65
11,8	4,13	5,80	4,53	4,93	5,97	5,63	4,93	4,22	4,06	3,33	3,32	3,27	2,89	2,89	3,90	4,01	4,12	4,88	4,88
11,8 (U)*	3,63	5,77	4,57	5,07	5,57	5,47	4,90	4,12	4,34	3,93	3,55	3,50	2,73	2,73	3,89	4,09	4,74	5,05	5,05
17,7	4,40	5,47	4,77	5,17	5,77	5,33	5,20	4,16	4,55	3,85	3,49	3,54	2,97	2,97	3,62	4,13	5,10	4,62	4,62
<i>Espécies espontâneas e Trifolium repens</i>																			
<u>PRODUÇÕES AZOTO (kg/ha)</u>																			
N corte ¹ (kg ha ⁻¹)																			
0	20	10	1	2	2	2	1	12	5	9	8	11	7	7	14	15	10	9	9
5,9	18	9	1	3	6	11	3	10	13	10	9	12	8	7	12	17	16	11	11
11,8	15	12	2	4	9	15	4	12	11	17	13	15	12	10	16	20	16	12	12
17,7	16	15	3	6	10	19	4	36	17	20	20	26	12	16	19	26	22	14	14
<u>CONCENTRAÇÕES AZOTO (% MS)</u>																			
0	4,57	5,50	4,53	5,07	5,43	5,03	4,60	4,02	3,96	3,75	3,34	3,30	2,92	2,92	3,73	3,87	4,45	4,84	4,84
5,9	4,10	5,30	3,87	5,73	5,53	5,40	5,00	4,26	4,06	3,84	3,24	3,22	2,96	2,96	3,41	4,20	4,55	4,56	4,56
11,8	4,17	5,40	4,77	5,43	5,50	5,73	4,57	4,53	4,42	4,02	3,60	3,25	2,93	2,93	3,62	4,14	4,67	4,93	4,93
17,7	4,07	5,47	4,53	5,80	5,70	5,43	5,23	4,51	4,58	4,49	3,86	3,24	3,46	3,46	3,70	4,37	5,15	5,08	5,08

* Azoto na forma de ureia

Quadro 3-17. Produções (kg ha⁻¹) e concentrações (% MS) de azoto obtidas em cortes de cinco semanas, efectuados nas pastagens de *L. perenne* e *T. repens* e de espécies espontâneas e *T. repens*, adubadas com 0, 10, 20 e 30 kg N ha⁻¹ corte⁻¹, correspondentes a adubações anuais de 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. Dados de Out. de 1993 a Out. 1994.

	11/11/93	21/12/93	25/01/94	28/02/94	05/04/94	09/05/94	14/06/94	19/07/94	24/08/94	27/09/94
<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>										
N corte ⁻¹ (kg ha ⁻¹)										
0	23	7	5	9	20	24	27	25	34	40
10	27	13	11	16	29	26	25	20	32	35
20	31	15	14	17	47	38	35	26	32	36
20 (U)*	33	16	17	15	32	34	37	26	31	38
30	32	18	16	19	57	46	44	33	36	44
	CONCENTRAÇÕES AZOTO (% MS)									
0	3,67	5,43	4,13	4,13	3,73	3,10	2,80	3,11	3,99	4,29
10	3,60	5,50	4,27	4,47	3,43	2,70	2,67	2,74	3,78	4,09
20	4,00	5,70	3,97	4,57	3,73	3,03	2,60	2,69	3,66	4,33
20 (U)*	4,00	5,27	4,30	4,47	3,57	3,00	2,77	2,88	3,72	4,60
30	3,90	5,63	3,70	4,23	3,80	3,23	2,47	2,69	3,45	4,34
Espécies espontâneas e <i>Trifolium repens</i>										
N corte ⁻¹ (kg ha ⁻¹)										
0	18	10	8	5	12	20	19	18	25	29
10	22	12	16	8	22	27	23	22	30	29
20	19	12	28	14	30	27	24	22	29	33
30	22	24	37	19	53	39	38	36	45	47
	CONCENTRAÇÕES AZOTO (% MS)									
0	4,17	5,37	4,20	4,20	3,60	3,03	2,87	2,67	3,89	4,82
10	3,95	5,53	4,87	4,50	3,70	3,10	2,93	2,71	3,69	4,03
20	3,83	5,53	5,10	4,60	3,90	3,13	2,83	2,58	3,55	4,26
30	4,03	5,50	5,43	4,87	4,30	3,47	3,00	3,08	3,87	4,66

* Azoto na forma de ureia

Quadro 3-18. Produções (kg ha⁻¹) e concentrações (% MS) de azoto obtidas em cortes efectuados nas pastagens de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* e de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (intervalo variável), adubadas com 0, 100, 200 e 300 kg N /ha/ano. Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

	11/11/93	21/12/93	25/01/94	28/02/94	05/04/94	16/05/94	27/06/94	27/07/94	19/08/94	16/09/94	16/10/94
<i>Lolium perenne</i> e <i>Trifolium repens</i>											
<u>PRODUÇÕES AZOTO (Kg/ha)</u>											
N corte ⁻¹ (kg ha ⁻¹)											
0	23	12	5	2	14	19	33	31	30	28	42
100	27	9	7	2	12	54	60	46	26	18	32
200	25	13	15	8	21	55	55	39	26	22	37
200 (U)*	32	16	16	8	27	55	51	34	26	23	41
300	27	16	14	12	41	81	77	44	32	25	36
	<u>CONCENTRAÇÕES AZOTO (% MS)</u>										
0	3,57	5,67	4,77	4,10	3,63	3,00	2,51	3,16	4,14	3,57	4,41
100	3,77	5,27	4,70	4,12	3,59	2,93	2,40	3,08	3,83	3,65	3,59
200	3,63	5,57	4,83	4,33	3,70	2,85	2,39	3,25	3,99	3,73	4,09
200 (U)*	3,97	5,50	5,00	4,45	3,65	3,02	2,38	3,08	3,93	3,82	4,60
300	3,93	5,63	5,10	4,38	3,61	3,35	2,47	3,47	3,61	3,73	4,30
<i>Espécies espontâneas e Trifolium repens</i>											
<u>PRODUÇÕES AZOTO (Kg/ha)</u>											
N corte ⁻¹ (kg ha ⁻¹)											
0	21	13	7	5	17	22	45	30	21	22	40
100	21	12	9	5	18	27	57	39	23	21	35
200	19	15	17	8	20	45	59	52	30	27	39
300	25	23	27	16	33	64	88	58	30	20	40
	<u>CONCENTRAÇÕES AZOTO (% MS)</u>										
0	4,13	5,43	5,03	4,20	3,76	3,08	2,82	2,96	3,70	3,60	4,54
100	3,97	4,73	4,93	4,07	3,60	2,97	2,78	2,89	4,02	3,35	3,89
200	3,70	5,37	5,00	4,51	3,93	3,29	2,69	3,11	4,14	3,53	4,17
300	4,27	5,43	5,27	4,72	3,93	3,62	2,68	3,38	3,62	4,03	4,89

* Azoto na forma de ureia

3.3.11. Recuperações aparentes do azoto obtidas em 1993-1994

A recuperação do azoto numa pastagem é geralmente indicada como recuperação aparente, que é definida como “a produção de azoto obtida numa pastagem adubada com azoto, menos a produção de azoto obtida na mesma pastagem sem adubação azotada, expressa em percentagem da adubação azotada praticada” (Whitehead, 1995; Zemenchick Robert e Kenneth, 2002). As produções de azoto obtidas numa pastagem que não é adubada dão-nos a indicação das quantidades de azoto provenientes da mineralização da matéria orgânica, da fixação azotada e da deposição pela atmosfera. Avaliada desta maneira a recuperação aparente do azoto numa pastagem anda à volta dos 50 a 80 %, frequentemente entre 65-70 % (Dilz, 1988). Testes com ^{15}N indicam que recuperações de 65-67 % representam uma recuperação total, se se atender que a repartição do azoto entre a erva colhida e o restolho mais as raízes é de aproximadamente 2:1 (Bristow *et al.*, 1987). A recuperação aparente do azoto é geralmente mais elevada quando se utilizam 200 a 350 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ porque aparentemente para adubações azotadas inferiores a 200 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ uma maior quantidade de azoto fica retida nas raízes e no restolho e para adubações superiores a 350 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ a absorção pode ser incompleta (Morrison, 1980).

Zemenchik Robert e Kenneth Albrecht (2002), num ensaio conduzido em duas localidades diferentes de Wisconsin, obtiveram recuperações aparentes do azoto de 29 a 47 % para a *Poa pratensis*, de 17 a 44 % para o *Bromus inermis* e de 32 a 47 % para o *Dactylis glomerata*. Hall *et al.* (2003), na Pensilvânia, encontraram recuperações aparentes de 42 a 80 % para o *Dactylis glomerata*, de 47 a 74 % para a *Festuca arundinacea* e de 34 a 55 % para o *Phleum pratense*, para adubações azotadas de 134, 268 e 402 kg ha⁻¹ ano⁻¹. As recuperações aparentes mais altas foram, nas três espécies, para os tratamentos adubados com 268 kg N ha⁻¹ ano⁻¹. As recuperações aparentes obtidas por Zemenchick Robert e Kenneth Albrecht (2002) e Hall *et al.* (2003) dizem respeito apenas a períodos de crescimento activo em pastagens puras de gramíneas. Stout e Jung (1992) obtiveram recuperações aparentes do azoto de 42 % na Primavera e de 15 % no Outono, para a mesma pastagem de *Dactylis glomerata*.

Em 1993-1994 alguns dos tratamentos deste ensaio tiveram, nas duas pastagens, recuperações aparentes do azoto baixas (Quadro 3-14), que estão relacionadas com a prática de adubação azotada adoptada que, como já foi referido, continuava durante o Inverno e o Verão independentemente do estado do tempo, nem da quantidade de trevo branco nas pastagens, não fraccionava a adubação azotada na Primavera no intervalo de crescimento variável, nem tinha em conta os nitratos acumulados no solo no fim do Verão. Está também relacionada com o

facto de estarmos a falar de consociações com trevo branco e por isso em alguns cortes efectuados no Verão os tratamentos N0 dos diversos intervalos de crescimento terem tido produções de azoto superiores às obtidas nos tratamentos adubados (essencialmente o N100). Em 1993-1994 a tendência foi para que nas duas pastagens as recuperações aparentes fossem mais elevadas quando se utilizavam $300 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, essencialmente porque neste ano as respostas à adubação azotada na Primavera e no Verão foram elevadas para este nível de azoto, em todos os intervalos de crescimento, mas essencialmente no intervalo variável (Anexos I a VIII).

Hall et al. (2003) consideram que a recuperação aparente do azoto e o nível óptimo de adubação azotada, do ponto de vista económico, estão altamente correlacionados.

3.3.12. Qualidade da erva

3.3.12.1. Qualidade média da erva obtida nos quatro intervalos de crescimento

Só foi possível efectuarem-se análises para a erva colhida no primeiro ano do ensaio. O Quadro 3-19 é um resumo da qualidade média da erva obtida entre Outubro de 1993 e Outubro de 1994, em todos os intervalos de crescimento. Em ambas as pastagens aumentar o intervalo de crescimento da erva de três para quatro semanas aumentava mais a concentração média de NDF na matéria seca do que aumentar de três para cinco semanas ou na Primavera intercalar cortes para silagem (variável).

Quadro 3-19. Concentrações médias de PB, NDF, ADF, ADL e Cinzas Insolúveis (% MS) obtidas entre Outubro de 1993 e Outubro de 1994, na erva colhida nos diversos intervalos de crescimento das pastagens de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LPxTR) e de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESPxTR).

	CONCENTRAÇÕES (%MS)							
	LPxTR				ESPxTR			
	3 S	4 S	5 S	VAR	3 S	4 S	5 S	VAR
PB	26,4	24,8	23,8	24,1	27,1	25,4	25,0	24,6
NDF	56,2	57,6	56,5	56,7	58,8	59,7	58,7	58,2
ADF	27,7	28,0	28,9	29,5	27,7	27,8	29,3	29,8
ADL	6,5	5,8	6,3	6,6	7,0	5,7	6,3	6,6
CINZAS	3,1	2,6	2,4	2,5	3,8	3,1	2,7	2,9

A erva com três e quatro semanas de crescimento tinha concentrações médias de ADF semelhantes e inferiores às concentrações de ADF obtidas na erva colhida nos intervalos de crescimento de cinco semanas e variável. A menor concentração de ADL foi, nas duas pastagens, obtida no intervalo de crescimento de quatro semanas.

Os níveis de adubação azotada não influenciavam a concentração das fibras ou cinzas insolúveis, apenas influenciavam a concentração do azoto na erva (Quadros 3-11 a 3-14).

A pastagem de *L. perenne* e *T. repens* tinha geralmente concentrações de proteína bruta ligeiramente inferiores às obtidas na pastagem de espécies espontâneas e *T. repens*, o que atribuímos essencialmente às maiores produções de matéria seca obtidas por hectare na primeira pastagem.

3.3.12.2. Qualidade média da erva obtida nas quatro estações do ano

Nas duas pastagens a proteína bruta tinha valores muito altos no Inverno (da ordem dos 30 % MS), baixando gradualmente até Julho, para em seguida subir rapidamente, mesmo nos tratamentos sem adubação azotada (Gráficos 3-12 a 3-17).

No final da Primavera e no início do Verão (Junho e Julho) apesar da presença do trevo branco o teor proteico andava à volta dos 15-18 % MS, consoante o intervalo de crescimento, e haveria necessidade de suplementar com proteína as vacas de alta produção. Nestas pastagens com elevada quantidade de trevo branco na sua composição a erva a partir de Agosto já tinha teores proteicos elevados, suficientes até para vacas de alta produção (entre 20 e 22 % MS).

Nos Açores em Setembro e Outubro existem frequentemente problemas na saúde dos herbívoros devido ao excesso de nitratos na erva, que por vezes provocam a morte dos animais em pastoreio, sobretudo quando os lavradores adubam (desnecessariamente) as pastagens nesta época do ano e fazem intervalos entre pastoreios muito curtos.

Os elevados teores proteicos obtidos na erva entre Novembro e Março não se tornam geralmente um problema porque é na época em que as produções de matéria seca obtidas por hectare são baixas. Neste período de baixas produções uma parte considerável da alimentação das vacas é composta por silagens, geralmente com teores proteicos entre 12-16 % MS na silagem de erva e entre 6-10 % MS na silagem de milho. Se neste período as silagens não reduzissem o teor proteico da erva as vacas estariam em excesso proteico e teriam que utilizar energia para eliminar a ureia do sangue, reduzindo a produção de leite (Satter *et al.*, 1992; Beaver, 1993).

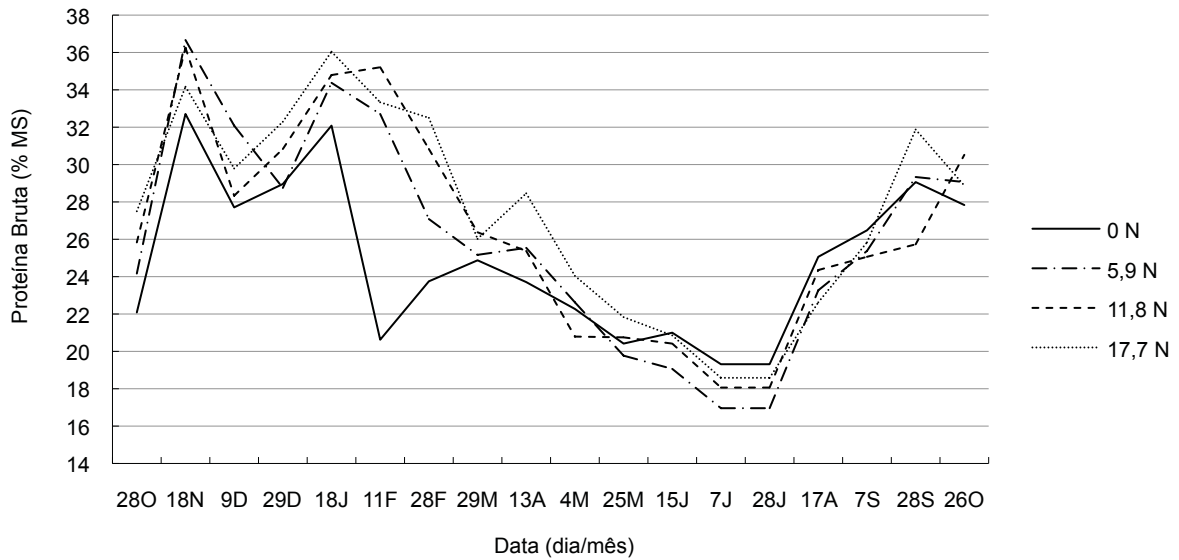


Gráfico 3-12. Concentrações de proteína bruta (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de três semanas, efectuados em 1983-1984, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 5,9; 11,8 e 17,7 kg N ha⁻¹) correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

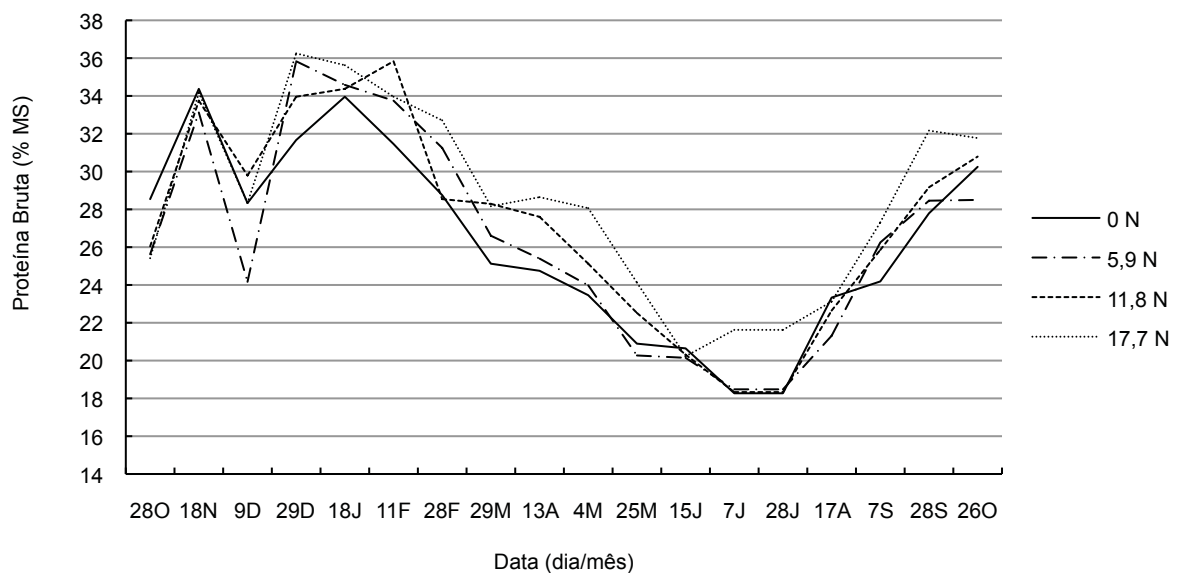


Gráfico 3-13. Concentrações de proteína bruta (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de três semanas, efectuados em 1983-1984, na pastagem de espécie espontâneas e *Trifolium repens* quando adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 5,9; 11,8 e 17,7 kg N ha⁻¹) correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

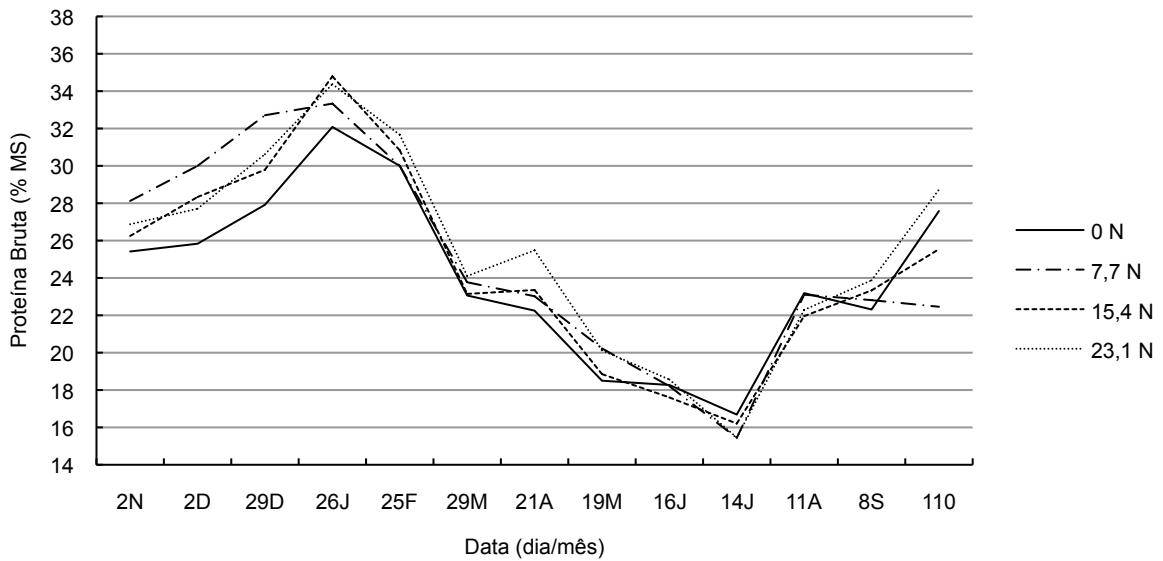


Gráfico 3-14. Concentrações de proteína bruta (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de quatro semanas efectuados em 1983-1984, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 7,7; 15,4 e 23,1 kg N ha⁻¹) correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

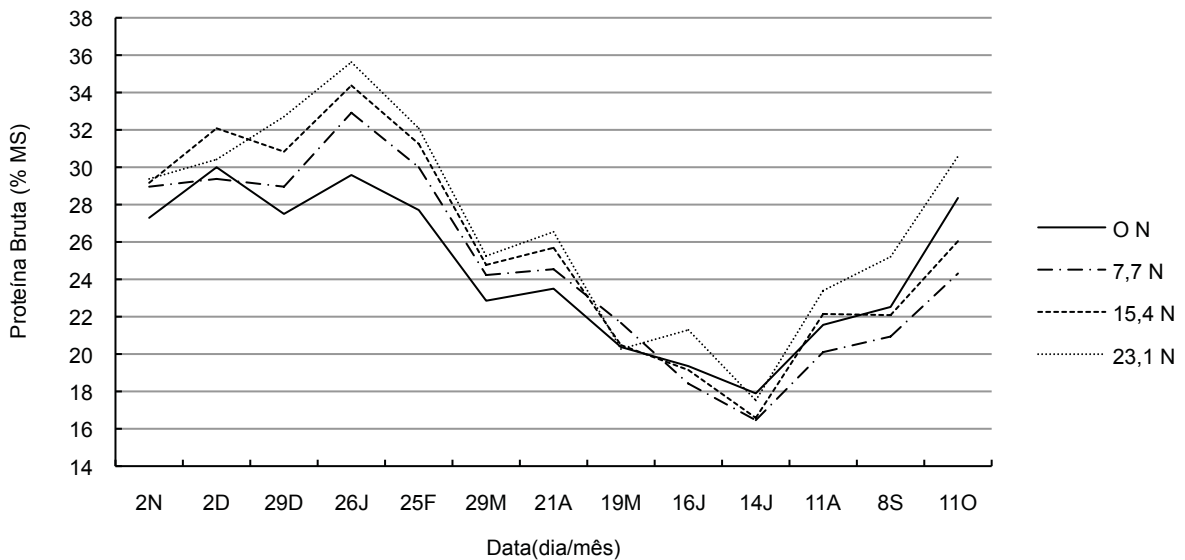


Gráfico 3-15. Concentrações de proteína bruta (% MS) obtidas na erva colhida em cortes de quatro semanas efectuados em 1983-1984, na pastagem de espécie espontâneas e *Trifolium repens*, quando adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 7,7; 15,4 e 23,1 kg N ha⁻¹) correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.

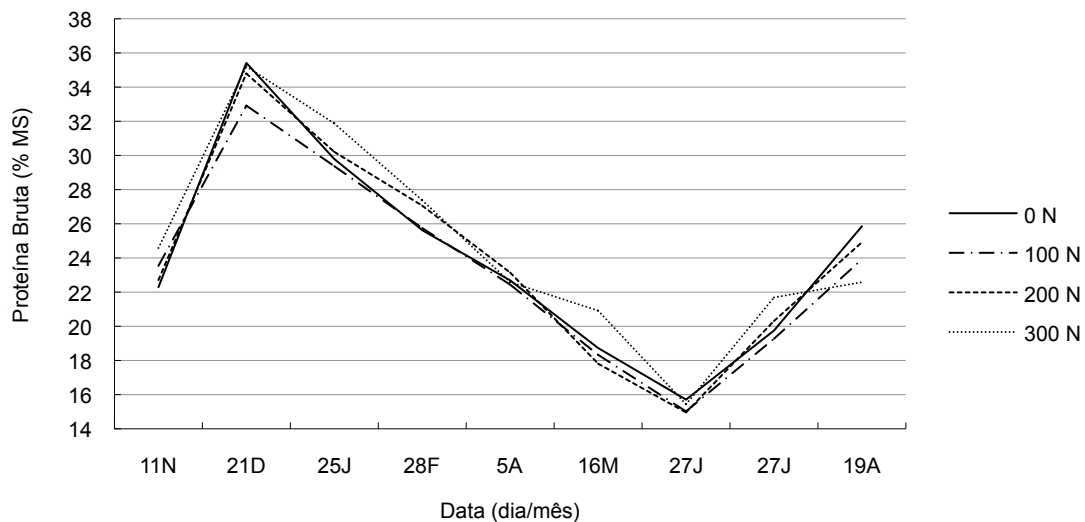


Gráfico 3-16. Concentrações de proteína bruta (% MS) obtidas em 1983-1984, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, num tratamento em que os intervalos de crescimento variavam consoante as estações do ano e as adubações eram mais concentradas na Primavera, quando adubada com quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹).

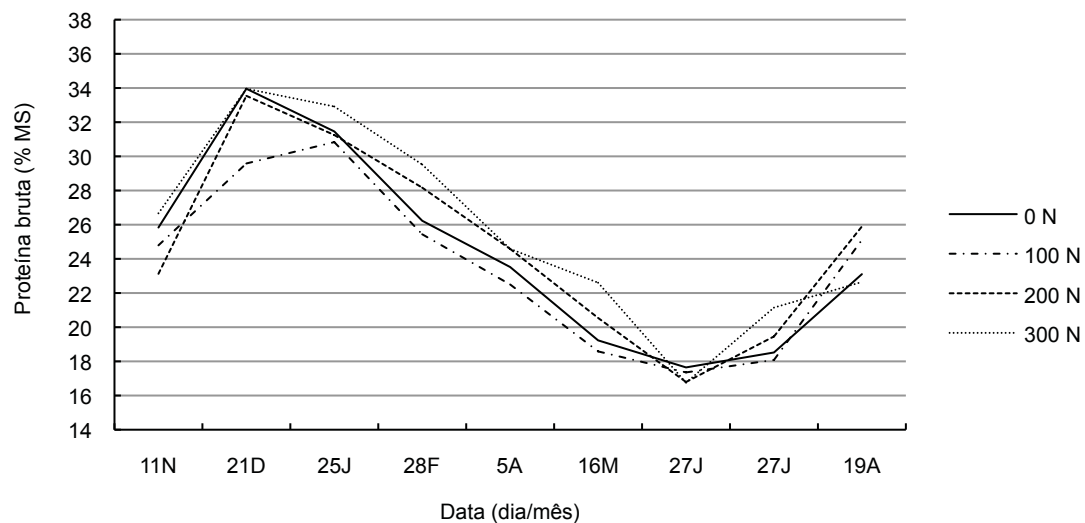


Gráfico 3-17. Concentrações de proteína bruta (% MS) obtidas em 1983-1984, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, num tratamento em que os intervalos de crescimento variavam consoante as estações do ano e as adubações eram mais concentradas na Primavera, quando adubada com quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹).

No Outono, nas duas pastagens, as concentrações de NDF, hemicelulose e celulose foram mais baixas do que nas outras estações do ano mas as concentrações de ADL e cinzas insolúveis foram as mais elevadas das quatro estações. As concentrações de ADF e lenhina foram semelhantes às obtidas no Inverno. O que há a destacar nesta estação foram as concentrações mais elevadas de NDF e hemicelulose obtidas nas duas pastagens no intervalo de crescimento de quatro semanas e na pastagem espontânea também no intervalo de crescimento de três semanas. Segundo Wilman e Altimimi (1984) e Soegaard (1994) quando o trevo branco se encontra em floração a digestibilidade das inflorescências e dos seus pedúnculos são inferiores à digestibilidade das folhas e pecíolos e também inferiores à digestibilidade das folhas e caules das gramíneas. No início do Outono era no intervalo de crescimento de quatro semanas que existia uma maior quantidade de trevo branco e em floração.

No Inverno as concentrações de NDF, hemicelulose e celulose foram mais baixas do que as obtidas na Primavera e no Verão, mas as concentrações de ADL, lenhina e cinzas insolúveis foram mais elevadas. Na pastagem ESPxTR as concentrações de NDF e hemicelulose foram mais elevadas do que na pastagem LPxTR, sobretudo nos intervalos de crescimento de três e de quatro semanas (4 a 5 unidades percentuais).

A qualidade da erva obtida na Primavera e no Verão é a mais importante porque são esses períodos que têm maiores produções de matéria seca. É também na Primavera que existe a capacidade de elevada resposta às adubações azotadas e é portanto o período escolhido para se efectuarem as silagens de erva.

Na Primavera o NDF, ADF e hemicelulose eram idênticos aos obtidos no Inverno nos intervalos de crescimento de três, quatro e cinco semanas da pastagem LPxTR mas eram mais elevados na pastagem ESPxTR. No intervalo variável, que tinha períodos de crescimento de seis semanas nesta época do ano, a erva tinha concentrações de NDF e ADF mais elevadas essencialmente devido a concentrações de celulose duas a quatro unidades percentuais superiores às obtidas nos restantes intervalos de crescimento. As concentrações de lenhina e de cinzas insolúveis obtidas na Primavera, em todos os intervalos de crescimento, foram as mais baixas das quatro estações. As concentrações de NDF e hemicelulose eram mais elevadas na pastagem ESPxTR do que na pastagem LPxTR.

No Verão, a erva obtida em ambas as pastagens nos intervalos de crescimento de 3, 4 e 5 semanas teve concentrações de NDF, ADF, ADL, hemicelulose, lenhina e cinzas insolúveis superiores às obtidas na Primavera mas as concentrações de celulose mantiveram-se. Nas duas

pastagens o intervalo variável, que no Verão tinha períodos de crescimento de quatro semanas, teve concentrações de NDF e hemicelulose inferiores aos obtidos na Primavera (em apenas uma unidade percentual) mas concentrações de celulose duas unidade percentuais inferiores.

No Inverno, na Primavera e no Verão a pastagem ESPxTR teve concentrações de NDF e hemicelulose superiores às obtidas na pastagem LPxTR. As concentrações de ADF, ADL, e cinzas insolúveis também foram geralmente superiores em uma unidade percentual na pastagem ESPxTR. As concentrações de celulose e lenhina foram quase idênticas nas duas pastagens.

As concentrações de ADF (% MS) obtidas nas duas pastagens deste ensaio foram comparáveis às obtidas na Nova Zelândia (Moller *et al.*, 1996) num estudo efectuado durante dois anos em quatro explorações leiteiras situadas a baixa altitude, onde obtiveram valores entre os 25 a 31% ADF. Os valores de NDF, ADF e celulose publicados pelo NRC (1989), para gramíneas em diversos estados fenológicos, são semelhantes aos obtidos neste ensaio.

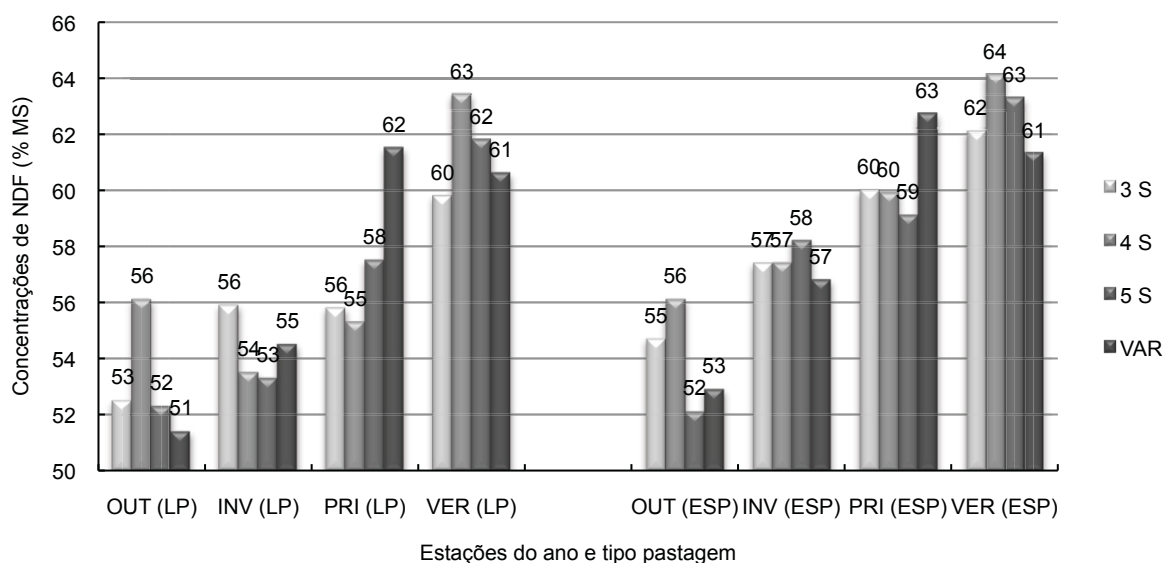


Gráfico 3-18. Concentrações médias de NDF (% MS) obtidas entre Outubro de 1993 e Outubro de 1994, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), nas quatro estações do ano, em cortes com 3, 4 e 5 semanas de intervalo e num regime de cortes que variava consoante a estação do ano (VAR).

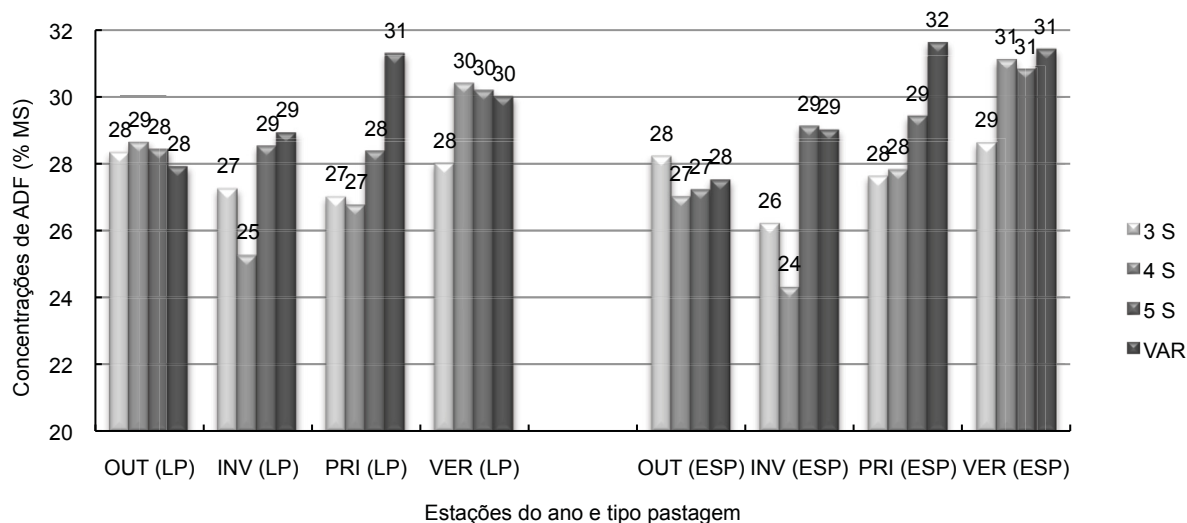


Gráfico 3-19. Concentrações médias de ADF (% MS) obtidas entre Outubro de 1993 e Outubro de 1994, na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), nas quatro estações do ano, em cortes com 3, 4 e 5 semanas de intervalo e num regime de cortes que variava consoante a estação do ano (VAR). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

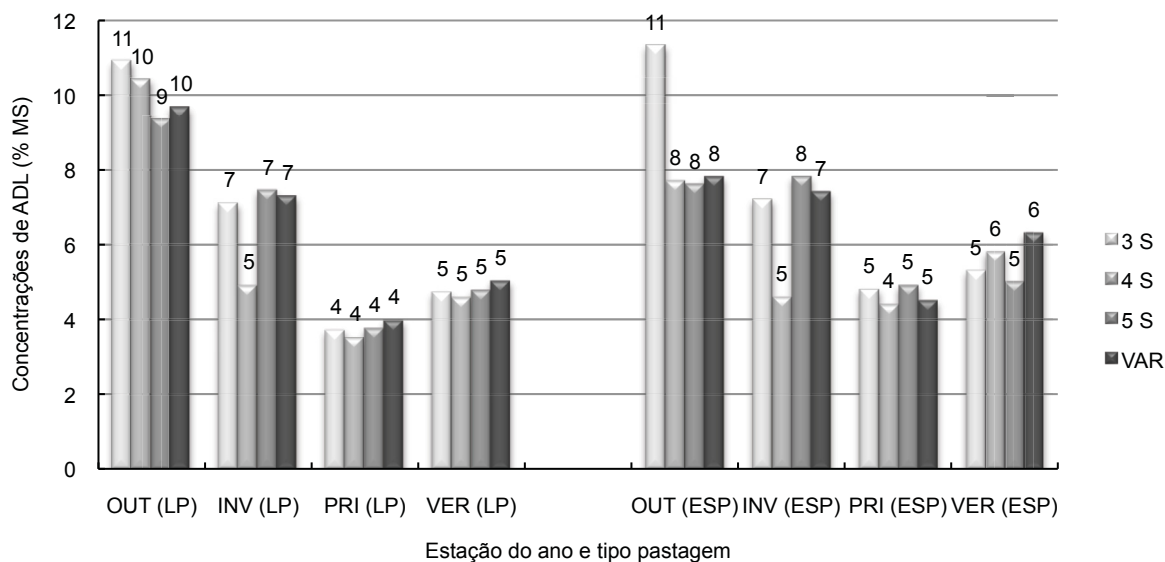


Gráfico 3-20. Concentrações de ADL (% MS) obtidas na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), nas quatro estações do ano, em cortes com 3, 4 e 5 semanas de intervalo e num regime de cortes que variava consoante a estação do ano (VAR). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

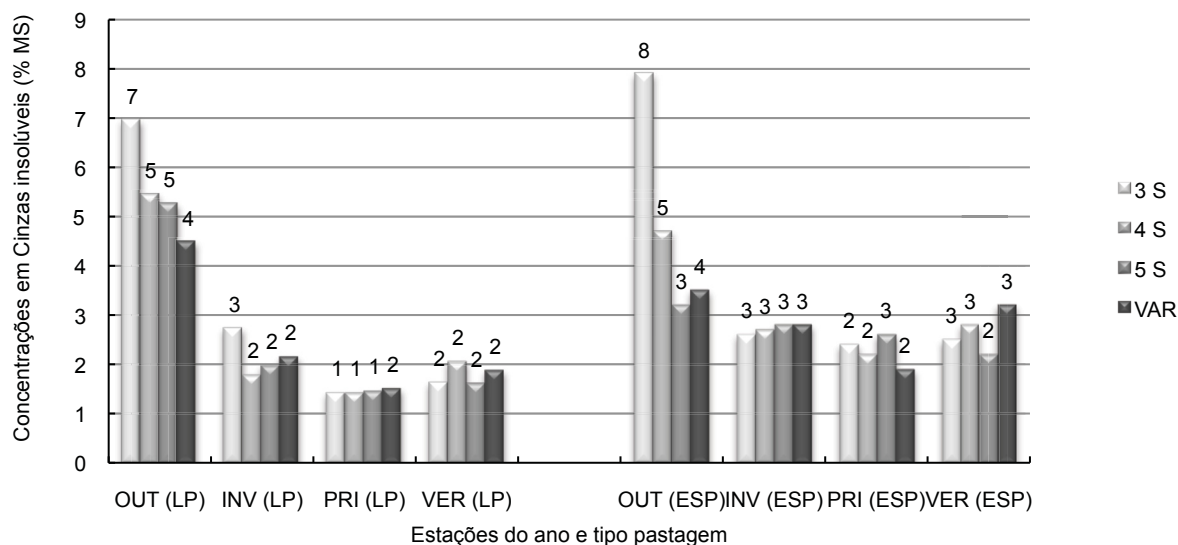


Gráfico 3-21. Concentrações de cinzas insolúveis (% MS) obtidas na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), nas quatro estações do ano, em cortes com 3, 4 e 5 semanas de intervalo e num regime de cortes que variava consoante a estação do ano (VAR). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

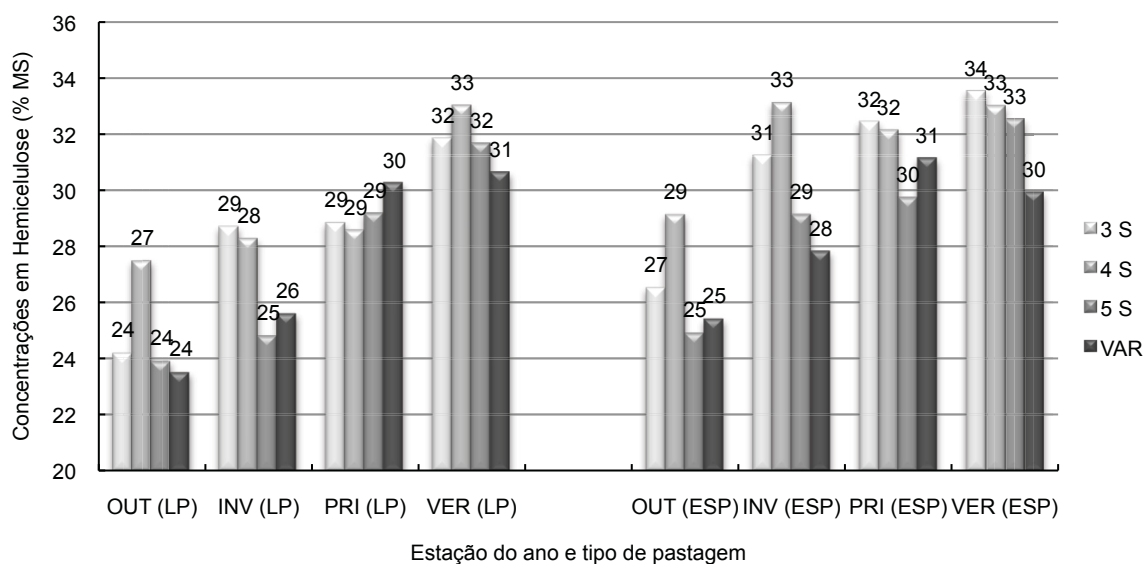


Gráfico 3-22. Concentrações de hemicelulose (% MS) obtidas na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), nas quatro estações do ano, em cortes com 3, 4 e 5 semanas de intervalo e num regime de cortes que variava consoante a estação do ano (VAR). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

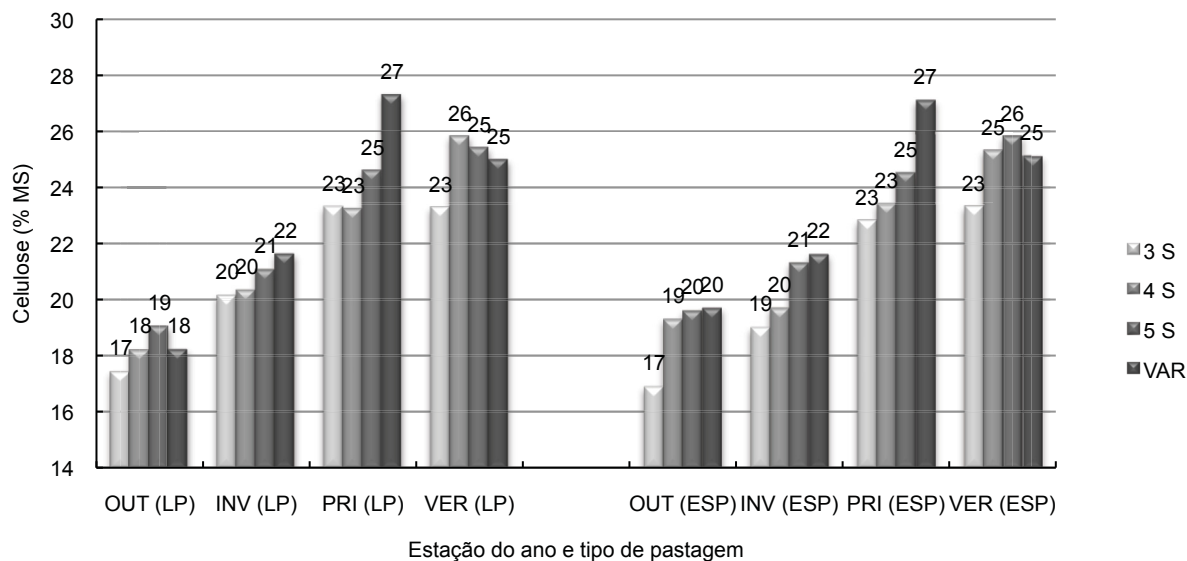


Gráfico 3-23. Concentrações de celulose (%MS) obtidas na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), nas quatro estações do ano, em cortes com 3, 4 e 5 semanas de intervalo e num regime de cortes que variava consoante a estação do ano (VAR). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

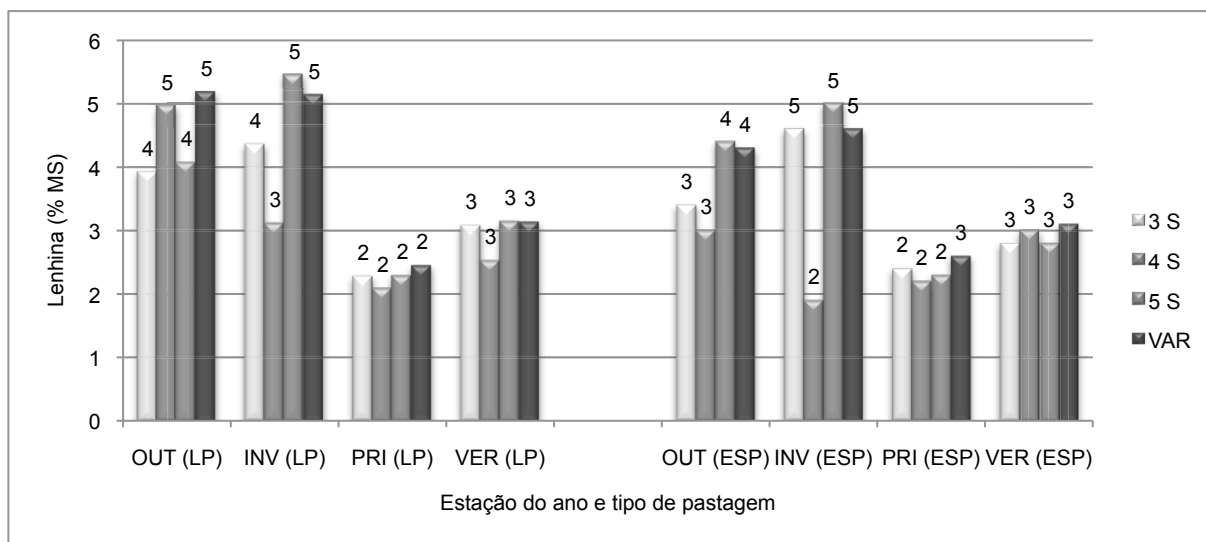


Gráfico 3-24. Concentrações de lenhina (%MS) obtidas na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* (LP) e na pastagem à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* (ESP), nas quatro estações do ano, em cortes com 3, 4 e 5 semanas de intervalo e num regime de cortes que variava consoante a estação do ano (VAR). Dados de Outubro de 1993 a Outubro de 1994.

3.4. Conclusões

As pastagens de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* são mais produtivas do que as pastagens à base de espécies espontâneas e *Trifolium repens* principalmente em intervalos de crescimento mais curtos e doses de azoto mais baixas. As diferenças entre as produções de matéria seca obtidas nas duas pastagens variam de ano para ano, podendo ser muito elevadas em alguns anos e tratamentos e bastante reduzidas noutros.

Nas pastagens de média altitude as maiores produções de matéria seca obtêm-se na Primavera e no Verão. A quantidade e a distribuição da pluviosidade entre Março e Setembro tem um impacto muito elevado nas produções anuais de matéria seca obtidas nas duas pastagens. Deve-se tirar o máximo partido do potencial produtivo da erva nos períodos em que as condições climáticas são mais favoráveis, que é sobretudo na Primavera. É também nesta época que as gramíneas C3 estão no início do seu crescimento reprodutivo e têm um potencial de crescimento muito elevado.

A escolha de um intervalo de crescimento adequado à época do ano é fundamental para se obterem melhores produções de matéria seca por hectare, em todos os níveis de azoto utilizados. Geralmente as produções mais elevadas foram obtidas com o intervalo de crescimento de cinco semanas excepto no Verão, quando existia mais trevo branco nas pastagens, altura em que as produções mais elevadas foram obtidas com o intervalo de crescimento de quatro semanas. Intercalar cortes para silagem na Primavera (com intervalos de crescimento mais longos e doses de azoto mais elevadas) aumenta muito significativamente as produções de matéria seca obtidas nessa época do ano e também as produções anuais.

A adubação azotada tem um impacto muito elevado nas produções de matéria seca obtidas na Primavera e nos Verões mais húmidos. Se a quantidade de trevo branco nas pastagens for elevada, a partir de Junho ou de Julho e até Dezembro, a adubação azotada é desnecessária. No Inverno só se devem adubar as pastagens em períodos de baixa pluviosidade e utilizando doses de azoto baixas (à volta de 0,5 unidades por hectare e dia), para se evitar a lixiviação do azoto.

As correlações entre as produções de matéria seca e de azoto foram sempre elevadas nos dois tipos de pastagens. Na Primavera, em condições climáticas favoráveis, as produções de azoto foram frequentemente bastante superiores às adubações azotadas praticadas. Isto demonstra que nesta época a taxa de mineralização é elevada, já que a contribuição do trevo branco na produção de matéria seca foi baixa até Junho ou Julho. No Verão e no início do Outono as produções de azoto continuavam mais elevadas do que as adubações azotadas

praticadas, devido à presença do trevo branco mas provavelmente também devido à mineralização da matéria orgânica.

A pastagem à base de espécies espontâneas e trevo branco também respondia bem à adubação azotada, tendo por vezes acréscimos de produção de matéria seca por cada quilo de azoto utilizado mais elevados do que os obtidos na pastagem de *L. perenne* e *T. repens*.

A pastagem à base de espécies espontâneas e *T. repens* tinha geralmente maiores concentrações de proteína bruta na sua composição, o que atribuímos essencialmente às menores produções de matéria seca (provenientes das gramíneas) que se obtinham nesta pastagem. Em média, as concentrações de NDF eram aproximadamente duas unidades superiores nesta pastagem do que na pastagem de *L. perenne* e *T. repens*. A erva de Primavera e de Verão tinha mais fibra (NDF, ADF) mas uma fibra com maior digestibilidade devido às menores concentrações de lenhina.

Sempre que existirem condições que permitam a sementeira de pastagens temporárias de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* deve-se fazê-lo. Para evitar a perda de rendimento no ano da sementeira deve-se intercalar a cultura do milho híbrido para silagem, o que serve também limpar o terreno das infestantes.

Nas zonas onde não é recomendável efectuarem-se renovações de pastagens, um melhor manejo da pastagem permanente à base de espécies espontâneas é compensador. Esse manejo passa por intervalos de crescimento mais longos no Inverno e até meados de Abril, juntamente com a utilização de adubações azotadas mais elevadas no início da Primavera (cerca de uma unidade de azoto por hectare e dia) para permitir que nesta época haja erva suficiente para alimentar o rebanho e ainda para se retirarem áreas ao pastoreio para se efectuarem silagens de erva.

Em ambas as pastagens deve fazer-se um planeamento adequado do manejo para permitir que em meados de Abril, e se necessário no início de Julho, se façam cortes para silagem nas quantidades necessárias para alimentar o rebanho entre Novembro e Abril. Nas áreas para ensilar deve-se reforçar a adubação azotada, quando a erva tem duas a três semanas de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARSSSEN L.W. and TURKINGTON R. (1985) Vegetation dynamics and neighbour associations in pasture-community evolution. *Journal of Ecology*, **73**, 585-603.
- AARTS H. F.M., HABEKOTTE B. and VAN KEULEN H. (2000) Efficiency of nitrogen (N) management in the "De Marke" dairy farming system. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, **56**, 231-240.
- AFZAL M. and ADAMS W.A. (1992) Heterogeneity of Soil Mineral Nitrogen in Pasture Grazed by Cattle. *Soil Science Society of America*, **56**, 1160-1166.
- ANSLOW R.C. and GREEN J.O. (1967) The seasonal growth of pasture grasses. *The Journal of Agricultural Science*, **68**, 109-122.
- ANSLOW R.C. and ROBINSON R.P.J. (1996) Nitrogen fertilizer practices and grass production patterns: yields of dry matter and of nitrogen in ryegrass herbage. *Research and Development in Agriculture*, **3**, 7-12.
- AOAC 2000 Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist (17nd ed.). Gaithersburg, EUA.
- ATHANASIADOU S., KYRIAZAKIS I., JACKSON F. and COOP R.L. (2000) Effects of short-term exposure to condensed tannins on adult *Trichostrongylus colubriformis*. *The Veterinary Record*, **146**, 728-732.
- BALL P.R. and RYDEN J.C. (1984) Nitrogen relationships in intensively managed temperate grasslands. *Plant and Soil*, **76**, 23-33.
- BARRY T.N. and DUNCAN S.J. (1984) The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. *British Journal of Nutrition*, **51**, 485-491.
- BARTHOLOMEW P.W. and CHESTNUTT D.M.B. (1977) The effect of nitrogen application rates and defoliation intervals on the dry-matter production, seasonal response to nitrogen, persistence and aspects of chemical composition of perennial ryegrass. *The Journal of Agricultural Science*, **88**, 711-721.
- BEEVER D.E. (1993) Rumen function. In: Forbes J.M. and Rance J. (ed) *Quantitative aspects of rumen digestion and metabolism*, Wallingford, UK, CABI, pp. 187-216.
- BEEVER D.E. e MOULD F.L. (2000) Forage Evaluation for Efficient Ruminant Livestock Production. In: Givens D.I., Owen E., Axford R.F.E. and Omed H.M. (eds) *Forage evaluation in ruminant nutrition*, Wallingford, UK, CABI, pp. 15-41.
- BINNIE R.C., KILPATRICK D.J. and CHESTNUTT D.M.B. (1997) Effect of altering the length of the regrowth interval in early, mid and late season on the productivity of grass swards. *The Journal of Agricultural Science*, **128**, 303-309.
- BITTMAN S., SIMPSON G.M. and MIR Z. (1988) Leaf Senescence and Seasonal Decline in Nutritional Quality of Three Temperate Forage Grasses as Influenced by Drought. *Crop Science Society of America*, **28**, 546-552.
- BRANDÃO OLIVEIRA J.N. (1989) A pastagem permanente da ilha de S. Miguel (Açores): Estudo fitossociológico, fitoecológico e primeira abordagem do ponto de vista agronómico. Tese de Doutoramento em Botânica (Fitossociologia). Universidade dos Açores.
- BRINK G.E. and ROWE D.E. (1997) White Clover Clone Response to Alternative Defoliation Methods. *Crop Science Society of America*, **37**, 1832-1835.
- BRISTOW A.W., WHITEHEAD D.C. e COCKBURN J.E. (1987) The fate at several time intervals of ¹⁵N-labelled ammonium nitrate applied to an established grass sward. *European Journal of Soil Science*, **38**, 245-254.
- BRODERICK G.A., KOEGEL R.G., WALGENBACH R.P. and KRAUS T.J. (2002) Ryegrass or Alfalfa Silage as the Dietary Forage for Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, **85**, 1894-1901.
- BROUGHAM R.W. (1959) The effects of season and weather on the growth of ryegrass and clover pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **2**, 282-296.

- BRYAN W.B., PRIGGE E.G., LASAT M., PASHA T., FLAHERTY D.J. and LOZIER J. (2000) Productivity of Kentucky Bluegrass Pastures Grazed at Three Heights and Two Intensities. *Agronomy Journal*, **90**, 30-35.
- BUTLER W.R. (1998) Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle (review). *Journal of Dairy Science*, **81**, 2533-2539.
- BUTLER W.R., CALAMAN J.J. and BEAM S.W. (1995) Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, **74**, 858-865.
- CARD K.A. (1977) *Plant productivity from agricultural plant communities in New Zealand*. Wellington, NZ, D.S.I.R., 47 pp.
- CARLSSON G. and HUSS-DANELL K. (2003) Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil*, **253**, 353-372.
- CHAPMAN D.F., PARSONS A.J., COSGROVE G.P., BARKER D.J., MAROTTI D.M., VENNING K.J., RUTTER S.M., HILL J. and THOMPSON A.N. (2007) Impacts of Spatial Patterns in Pasture on Animal Grazing Behavior, Intake and Performance. *Crop Science Society of America*, **47**, 339-415.
- CHARLES A.H. (1968) Control of weed grasses by the selective effects of fertilizer application and management. *Proceedings of the 9th British Weed Control Conference, Nottingham, UK, 1968*, pp. 123-129.
- CHERNEY D.J. and ROBINSON D.L. (1985) Influence of climate factors and forage age on the chemical components of ryegrass related to grass tetany. *Agronomy Journal*, **77**, 827-830.
- CHERNEY J.H. and CHERNEY D.J.R. (2003) Assessing Silage Quality. In: D.R. Buxton *et al.* (ed) *Silage science and technology. Agronomy Monography 42*, Madison, Wisconsin, USA, American Society of Agronomy, pp. 141-198.
- CLARK P.W. and ARMENTANO L.E. (1997) Replacement of alfalfa neutral detergent fiber with a combination of nonforage fiber sources. *Journal of Dairy Science*, **78**, 1328-1335.
- CLARKE R.T.J. and REID C.S.W. (1974) Foamy Bloat of Cattle. *Journal of Dairy Science* (review), **57**, 753-785.
- COMMUNITY C.O.T.E. (2002) Communication from the Commission to the Council and the European Parliament: *Mid-Term Review of the Common Agricultural Policy*, Brussels, BE, CEC.
- CORRAL A.J. and FENLON J.S. (1978) A comparative method for describing the seasonal distribution of production from grasses. *Journal of Agricultural Science*, **91**, 61-67.
- COSGROVE G.P., PARSONS A.J., MAROTTI D.M., RUTTER S.M. and CHAPMAN D.F. (2001) Opportunities for enhancing the delivery of novel forage attributes. *New Zealand Society of Animal Production*, **61**, 16-19.
- COULTER B.S., MURPHY W.E., CULLETON N., FINNERTY E. and CONNOLY L. (2002) *A Survey of Fertilizer Use in 2000 for Grassland and Arable Crops*, Wexford, IR, Teagasc, Johnstown Castle Research Centre, 80 pp.
- CUNNINGHAM R.K. and NIELSON K.F. (1985) Cation-anion relationships in crop nutrition. The effects of soil temperature, light intensity and soil-water tension. *The Journal of Agricultural Science*, **64**, 379-386.
- CUSHNAHAN A. and MAYNE C.S. (1995) Effects of ensilage of grass on performance and nutrient utilization by dairy cattle. 2. Nutrient metabolism and rumen degradation characteristics. *Animal Science Journal*, **60**, 337-345.
- CUTTLE S.P., HALLARD M., DANIEL G. and SCURLOCK R.V. (1992) Nitrate leaching from sheep grazed grass/clover and fertilized grass pastures. *The Journal of Agricultural Science*, **119**, 335-342.
- CUTTLE S.P., SCURLOCK R.V. and DAVIES B.M.S. (2001) Comparison of fertilizer strategies for reducing nitrate leaching from grazed grassland, with particular reference to the contribution from urine patches. *The Journal of Agricultural Science*, **136**, 221-230.

- DAVIES W. (1960) *The Grass Crop: Its Development, Use and Maintenance*. London, UK, E.& F.N.Spon Ltd., 318 pp.
- DAVIES A. (1965) Carbohydrate levels and regrowth in perennial ryegrass. *The Journal of Agricultural Science*, **65**, 213-221.
- DIAS E. (1996) *Vegetação Natural dos Açores. Ecologia e Sintaxonomia das Florestas Naturais*. Tese de Doutoramento, Universidade dos Açores.
- DIBB C. and HAGGAR R.J. (1979) Evidence of effect of sward changes on yield. In: Charles A.H. and Hagggar R.J. (eds) *Changes in sward composition and productivity. British Grassland Society Occasional Symposium No. 10*, pp. 11-20.
- DILZ K. (1988) Efficiency of uptake and utilization of fertilizer nitrogen by plants. In: Jenkinson D.S. and Smith K.A. (eds) *Nitrogen Efficiency in Agricultural Soils*, London, UK, Elsevier Applied Science, pp. 73-84.
- DOVE H. (1996) The ruminant, the Rumen and the Pasture resource. In: Hodgson J. and Illius A.W. *The Ecology and Management of Grazing Systems*, Wallingford, UK, CABI, pp. 219-246.
- DOYLE C.J., CORRALL A.J., THOMAS C., LE DU Y.L.P. and MORRISON J. (1983) The integration of conservation with grazing for milk production: a Computer simulation of the practical and economic implications. *Grass and Forage Science*, **38**, 261-272.
- DURU M., LEMAIRE G. and CRUZ P. (1997) Grasslands. In: Lemaire G. (ed) *Diagnosis on the nitrogen status in crops*, Berlin, DE, Springer-Verlag, pp. 59-72.
- ELZEBROEK T., WIND K. (2008) *Guide to cultivated plants*, Wallingford, UK, CABI, 540 pp.
- ENNIK G.C., GILLET M. and SIBMA L. (1980) Effect of high nitrogen supply on sward deterioration and root mass. In: Prins W.H. and Arnold G.H. (eds) *The role of nitrogen in intensive grassland production. Proceedings of an International Symposium of the European Grassland Federation*, Wageningen, NL, Center for Agricultural Publishing and Documentation (PUDOC), pp. 67-76.
- FAHEY JR.G.C. and HUSSEIN H. S. (1999) Forty Years of Forage Quality Research. *Crop Science Society of America*, **39**, 4-12.
- FALMITON, A.S. (1990) Animal disorders arising from consumption of pasture. In: Langer, R.H.M. (ed) *Pastures, their ecology and management*, Oxford, UK, Oxford University Press, pp. 284 a 298.
- FARA G., FRANCA A., PORQUEDDU C. and CAREDDA S. (1997) Mediche e Trifogli annuali autoriseminanti per usi foraggeri e non convenzionali: adattamento e persistenza. *Rivista di Agronomia*, **31**, 1009-1018.
- FENNER, M. (1985). *Seed ecology*. London, UK, Chapman and Hall Ltd, 151 pp.
- FERGUSSON J.B. (1973) Preliminary investigations on introductions of species of the genus *Poa L.*, in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, Palmerston North, NZ, NZGA, **35**, 240-248.
- FOTHERGILL M., DAVIES D.A., MORGAN C.T. and JONES J.R. (1996) White clover crashes. In: YOUNIE, D., (ed) *Legumes in Sustainable Farming Systems. Proceedings of Occasional Symposium No. 30. Reading, UK*, British Grassland Society, pp. 172-176.
- FRAME J. (1982) Yield and quality response of secondary grasses to fertilizer nitrogen. In: *9th General Meeting of the European Grassland Federation, Reading, UK*, pp. 292-294.
- FRAME J. and NEWBOULD, P. (1986). Agronomy of white clover. *Advances in Agronomy*, **40**, 1-88.
- FRAME, J. and PATERSON, D. J. (1987) The effect of strategic nitrogen application and defoliation systems on the productivity of a perennial ryegrass/white clover sward. *Grass and Forage Science*, **42**, 271-280.
- FRAME J. (1989) Herbage productivity of a range of grass species under a silage cutting regime with high fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Science*, **44**, 267-276.

- FRAME J. (1990) Herbage productivity of a range of grass species in association with white clover. *Grass and Forage Science*, **45**, 57-64.
- FRAME J. (1991) Herbage productivity and quality of a range of secondary grass species at five rates of fertilizer nitrogen application. *Grass and Forage Science*, **46**, 139-151.
- FRAME J. (1992) *Improved Grassland Management*. Ipswich, Farming Press Books, 351 pp.
- FRAME J. (1993) White Clover in Europe-State of the Art. In *REUR Technical SERIES 29*, Rome, Italy, FAO, pp 144-148.
- FRAME J., CHARLTON J.F.L. and LAIDLAW A.S. (1998) *Temperate Forage Legumes*, Wallingford, UK, CABI, 327 pp.
- FULKERSON W J., SLACK K., MOORE K. and ROLFE C. (1993) I. Effect of defoliation interval, seeding rate and application of N and Lime. *Australian Journal of Agricultural Research* **44**, 1947-1958.
- FULKERSON W.J. and SLACK K. (1994) Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*. 1. Effect of water-soluble carbohydrates and senescence. *Grass and Forage Science*, **49**, 373-377.
- FULKERSON W.J. and DONAGHY D.J. (2001) Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence-key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **41**, 261-275.
- GIBSON D.J. (2009). *Grasses and Grassland Ecology*. Oxford University Press. Oxford, UK, 305 pp.
- GARWOOD E.A. and WILLIAMS T.E. (1967) Soil water use and growth of a grass sward. *Journal of Agriculture Science* **68**, 281-292.
- GARWOOD E.A., SALETTE J. and LEMAIRE G. (1980) The influence of water supply to grass on the response to fertilizer nitrogen and nitrogen recovery. In: Prins W.H. and Arnold G.H. (eds) *The role of Nitrogen in Intensive Grassland Production. Proceedings of an International Symposium of the European Grassland Federation*, Wageningen, NL, PUDOC, pp 59-65.
- GOERING H.K. and VAN SOEST P.J. (1970). Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications). In: *United States Department of Agriculture (ed), A. R. S., Agricultural Handbook N° 379*, Washington, D. C.
- HAGGAR R.J. (1971) The significance and control of *Poa trivialis* in ryegrass pastures. *Journal of the British Grassland Society*, **26**, 117-122.
- HAGGAR R.J. (1976) The seasonal productivity, quality and response to nitrogen of four indigenous grasses compared with *Lolium perenne*. *Journal of the British Grassland Society*, **31**, 197-207.
- HALL M.H., BEEGLE D.B., BOWERSOX R.S. and STOUT R.C. (2003) Optimum Nitrogen Fertilization of Cool-Season Grasses in the Northeast USA. *Agronomy Journal*, **95**, 1023-1027.
- HAMPTON J.G., KEMP P.D., WHITE J.G.H. (1999) Pasture species and cultivars. In: White J and Hodgson J. (eds) *New Zealand Pasture and Crop Science* pp 101-116. Auckland, Oxford University Press.
- HARRIS A.J. and BROWN K.R. (1970) Some effects of winter grazing management on winter and subsequent spring productivity of a ryegrass-white clover pasture. *New Zealand Grassland Association*, **32**, 191-197.
- HARVEY B.M.R. and CROTHERS S.H. (1984) Dry matter and quality of herbage harvested from *Holcus lanatus* and *Lolium perenne* grown in monocultures and in mixtures. *Grass and Forage Science*, **39**, 159-165.
- HASSINK J. (1995) Effect of the non-fertilizer N supply of grassland soils on the response of herbage to N fertilization under mowing conditions. *Plant and Soil*, **175**, 159-166.
- HAY R.J.M. (1989) A review of 10 years of research with red clovers under grazing in Southland. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, **58**, 243-246.

- HAY M.J.M., BROCK J.L. and THOMAS V J. (1989) Density of *Trifolium repens* plants in mixed swards under intensive grazing by sheep. *The Journal of Agricultural Science*, **113**, 81-86.
- HAYNES R.J. and WILLIAMS P.H. (1993) Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. *Advances in Agronomy*, **49**, 171-173.
- HENNESSY D., O'DONOVAN M., FRENCH P. and LAIDLAW A. S. (2008) Manipulation of herbage production by altering the pattern of applying nitrogen fertilizer. *Grass and Forage Science*, **63**, (1) 152-166.
- HESSLE A., WISSMAN J., BERTILSSON J. and BURSTEDT E. (2008) Effect of breed of cattle and season on diet selection and defoliation of competitive plant species in semi-natural grasslands. *Grass and Forage Science*, **63**, (1), 86-93.
- HILL N.S., STUEDEMANN J.A., WARE G.O. and PETERSEN J.C. (1989) Pasture Sampling Requirement for near Infrared Reflectance Spectroscopy Estimates of Botanical Composition. *Crop Science Society of America*, **29**, 774-777.
- HODGSON J. (1990) *Grazing Management Science into practice*. Longman Scientific and Technical, Essex, UK, 203 pp.
- HODGSON J. and BROOKES I.M. (1999) Nutrition of grazing animals. In: White J and Hodgson J. (eds) *New Zealand Pasture and Crop Science*, Auckland, Oxford University Press, pp 117-133.
- HOPKINS A. (1986) Botanical composition of permanent grassland in England and Wales in relation to soil, environment and management factors. *Grass and Forage Science*, **47**, 237-246.
- HOPKINS A., GILBE J., DIBB C., BOWLING P.J. and MURRAY P.J. (1990) Response of permanent and reseeded grassland to fertilizer nitrogen 1. Herbage production and herbage quality. *Grass and Forage Science*, **45**, 43-55.
- HOPKINS A. and HOLZ B. (2006) Grassland for agriculture and nature conservation: production, quality and multi-functionality (review) *Agronomy Research*, **4**, 3-20.
- HOSKIN S.O., BARRY T.N., WILSON PR., CHARLESTON W.A.G. and HODGSON J. (1999) Effects of reducing anthelmintic input upon growth and faecal egg and larval counts in young farmed deer grazing chicory and perennial ryegrass/white clover pasture. *The Journal of Agricultural Science*, **132**, 335-345.
- HUMPHREYS J. and O'KIELY P. (2006) Amount and quality of grass harvested for first-cut silage for differing spring-grazing frequencies of two mixtures of perennial ryegrass cultivars with contrasting heading date. *Grass and Forage Science*, **61**, 77-88.
- HUMPHREYS, J., O'CONNELL, K. and CASEY, I. A. (2008) Nitrogen flows and balances in four grassland-based systems of dairy production on a clay-loam soil in a moist maritime environment. *Grass and Forage Science*, **63**, 467-480.
- HUMPHREYS J., O'CONNELL K. and WATSON C.J. (2003) Effect of Nitrate legislation on fertilizer nitrogen management for grassland. In: *Proceedings of the International Fertilizer Society*, York, No. 517, 35 pp.
- JACKSON M.V. and WILLIAMS T.E. (1979) Response of grass swards to fertilizer N under cutting or grazing. *The Journal of Agricultural Science*, **92**, 549-562.
- JANSSON S.L. and PERSSON J. (1982). Mineralization and immobilization of soil nitrogen. In: Stevenson F.J. (ed) *Nitrogen in agricultural soils*. American Society of Agronomy, Madison, WI., pp. 229-252.
- JONES H.R., MALING I R. and CURRNOW B.C. (1984) Prediction of the responsiveness to phosphorus of annual non-irrigated pasture in Northern Victoria. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, **24**, 579-585.
- KARSTEN H.D. and MACADAM J.W. (2001) Effect of Drought on Growth, Carbohydrates, and Soil Water Use by Perennial Ryegrass, Tall Fescue, and White clover. *Crop Science Society of America*, **41**, 156-166.

- KEATING T. and O'KIELY P. (2000) Comparison of Old Permanent Grassland, *Lolium perenne* and *Lolium multiflorum* Swards Grown for Silage: 3. Effects of Varying Fertiliser Nitrogen Application Rate. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, **39**, 35-53.
- KEMP P.D., MATTHEW C. and LUCAS R.J. (1999) Pasture species and cultivars. In: White J and Hodgson J. (eds) *New Zealand Pasture and Crop Science*, Auckland, Oxford University Press, pp. 83-100.
- KEMP D.R. and DOWLING P.M. (2000) Towards sustainable temperate perennial pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, **40**, 152-132.
- KOLVER E.S. (2000) Nutrition Guidelines for the high producing dairy cow. In: *Proceedings of Ruakura dairy farmers conference, Ruakura, NZ*, pp 17-28.
- KORTE C.J., CHU A.C.P. and FIELD T.R.O. (1997) Pasture Production. In: Nicol A.M. (ed) *Livestock Feeding on Pasture, Occasional Publication N° 10, New Zealand Society of Animal Production*, pp 7-20.
- LAMBERT M.G., CLARK D.A., GRANT D.A. and GRAY Y.S. (1986) Influence of fertilizer and grazing management on North Island moist hill country. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **29**, 23-32.
- LAMBERT M.G., BARKER D.J., MACKAY A.D. and SPRINGETT J. (1996) Biophysical indicators of sustainability of North Island hill pasture systems. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association, Waitangi, Bay of Islands, NZGA*, **57**, 31-36.
- LANGER R. H. M. (1972) *How Grasses Grow*. London, U.K., 60 pp.
- LANGER R.H.M. (1990) Pasture plants. In: Langer R.H.M. (ed) *Pastures: Their ecology and management*, Oxford, UK, Oxford University Press, pp 39-74.
- LANTINGA E.A., DENNEN P.J.A G. and KEULEN H.V. (1999) Herbage and animal production responses to fertilizer nitrogen in perennial ryegrass swards. II. Rotational grazing and cutting. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, **47**, 243-261.
- LEAFE E.L. and WOLEDGE J. (1976) Single leaf and canopy photosynthesis in a ryegrass sward. *Annals of Botany*, **50**, 25-35.
- LEDGARD S.F. and STEELE K.W. (1992) Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. *Plant and Soil*, **141**, 137-153.
- LEDGARD S F., CRUSH J.R. and PENNO J.W. (1998) Environmental impacts of different inputs on dairy farms and implications for the Resource Management Act of New Zealand. *Environmental Pollution*, **102**, Supplement 1, 515-519.
- LEMAIRE G. and DENOIX A. (1987) Summer dry matter accumulation in *Festuca arundinaceae* and *Dactylis glomerata* populations in the Western France. II. Interaction between moisture level and nitrogen nutrition. *Agronomie*, **7**, 381-389.
- LEMAIRE G. (1997) *Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops*. Berlin, DE, Springer-Verlag, pp. 241.
- LEMAIRE G. and GASTAL F. (1997) N Uptake and Distribution in Plant Canopies. In: Lemaire G. (ed) *Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops*. Berlin, DE, Springer-Verlag, pp. 3-43.
- LEONARDI C., STEVENSON M. and ARMENTANO L E. (2003) Effect of two levels of crude protein and methionine supplementation on the performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, **86**, 4033-4042.
- LIGHTNER J.W., MENGEL D.B. and RHYKERD C.L. (1990) Ammonia Volatilization from Nitrogen Fertilizer Surface Applied to Orchardgrass Sod. *Soil Science Society of America*, **54**, 1478-1482.
- LOURENÇO M.E.V., CARVALHO R.J.M. and SILVA M.L.A.P. (1989) Effects of fertilization and liming on the improvement of native pastures. *XVI International grassland Congress, Nice, FR: Association Française por la Production Fourragère*, pp 57-58.
- LUCAS R.J. and THOMPSON, K.F.(1990). *PASTURES, their ecology and management*. In: Langer R. H. M. (ed) Auckland, New Zealand: Oxford University Press, pp. 241-262.

- OLMOS COMMENERO J.J. and BRODERIK G.A. (2006) Effect of Dietary Crude Protein Concentration on Ruminant Nitrogen Metabolism in Lactating Dairy Cows. *Journal of dairy Science*, **89**, 1694-1703.
- MACRAE J., THEODOROU M. K. (2003). Potentials for enhancing the animal and human nutrition perspectives of grazing systems. *Aspects of Applied Biology, Proceedings Crop Quality: Its role in sustainable livestock production, Association of Applied Biologists Conference, Manchester, 15-16 December 2003*, **70**, 93-100.
- MALTZ E. , DEVIR S., KROLL O., ZUR B., SPAHR S.L., SHANKS R.D. (1992) Comparative responses of lactating cows to total mixed rations or computerized individual concentrates feeding. *Journal of dairy Science*, **75**, 1588-1603.
- MANNETJE L.'t (1994) Towards a sustainable grassland management in The Netherlands. Mannetje L. 't and Frame, J.(eds). *Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation*, Wageningen ND, Wageningen Pers., pp 3-18.
- MARRIOTT C.A., FISHER J.M., HOOD K.J. and SMITH, M.A. (1997) Persistence and colonization of gaps in sown swards of grass and clover under different sward managements. *Grass and Forage Science*, **53**, 156-166.
- MATTHEWS P.N.P., HARRINGTON K.C., HAMPTON J.G. (1999) Management of grazing systems. In: White J. and Hodgson J. (eds) *New Zealand Pasture and Crop Science*, Auckland, NZ, Oxford University Press, pp 153-174.
- MAYNE C.S. and O' KIELY P. (2005) An overview of silage production and utilisation in Ireland (1950-2005). In: Park S.E. and Stronge M.D. (eds) *Silage production and utilisation. Proceedings of the XIVth International Silage Conference, a satellite workshop of the XXth International Grassland Congress*, Belfast, NI, 2005, pp. 19-34.
- MCKENZIE B.A., KEMP P.D., MOOT D.J., MATTHEW C. and LUCAS R.J. (1999) Environmental Effects on plant growth and development. In: White J. and Hodgson J. (eds) *New Zealand Pasture and Crop Science*, Auckland, NZ, Oxford University Press, pp 153-174.
- MEHLICH A. (1953) Determination of P, K, Na, Ca, Mg and NH₄. Soil Test Division Mimeo, Raleigh, NC USA, North Carolina Department of Agriculture.
- MENZI H., BLUM H. and NOSBERGER J. (1991) Relationship between climatic factors and the dry matter production of swards of different composition at two altitudes. *Grass and Forage Science*, **46**, 223-230.
- MIN B.R. and HART S.P. (2003) Tannins for suppression of internal parasites. *Journal of Animal Science*, Vol 81, 102-109.
- MOEHRLEN C., KIELY G. and PAHLOW M. (1999) Long term budget in a grassland catchment in Ireland. *Current Biology*, **24**, 23-29.
- MOOLER S.N., PARKER W.J., EDWARDS N.J. (1996) Within-year variation in pasture quality has implications for dairy cow nutrition. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, Waitangi, Bay of Islands, NZ, NZGA, **57**, 173-177.
- MOORE C.W.E. (1964) Distribution of grasslands. In: Barnard C. (ed). *Grasses and grassland*. London, UK: MacMillan, pp. 182-205.
- MONAGHAN R.M., PATTON R.J., SMITH L.C., DREWRY J.J. and LITTLEJOHN R.P. (2005) The impacts of nitrogen fertilization and increased stocking rate on pasture yield, soil physical condition and nutrient losses in drainage from a cattle-grazed pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **48**, 227-240.
- MONTAZEDIAN I. and SHARROW S. (1986) Defoliation Effects on Forage Dry Matter Production of a Perennial Ryegrass-Subclover Pasture. *Agronomy Journal*, **78**, 581-584.
- MORRIS R.M., THOMAS J.G. (1972) The seasonal pattern of dry-matter production of grasses in the North Pennines. *Journal of the British Grassland Society*, **27**, 163-172.

- MORRISON J. (1980) The influence of climate and soil on the yield of grass and its response to fertilizer nitrogen. In: Prins W. H. and Arnold G.H. (eds) *The Role of Nitrogen in Intensive Grassland Production*, Wageningen, NL, PUDOC, pp. 51-57.
- MUCK R.E. and KUNG L. Jr. (2007) Silage Production. In: Barnes J., Nelson J., Moore K. e Collins M. *Forages, Volume II, The Science of Grassland Agriculture*, Baltimore, USA, Wiley Blackwell, pp. 482-483.
- NRC (1989) Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 6th Revised Edition. National Research Council, Washington, D.C., USA, National Academy Press, 157 pp.
- NRC (1996) Nutrient Requirements of Beef Cattle 7th Revised Edition. National Research Council. Washington, D.C., USA: National Academy Press, 242 pp.
- NRC (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th Revised Edition. National Research Council. Washington, D.C., USA: National Academy Press, 381 pp.
- O'KIELY P. (2000) Achieving high yield and high digestibility with first-cut silage. *Irish Farmers Journal*, April 2000.
- OLMOS COLMENERO J.J. and BRODERICK G.A. (2006) Effect of Dietary Crude Protein Concentration on Ruminal Nitrogen Metabolism in Lactating Dairy Cows. *Journal of dairy Science*, **89**:1694-1703.
- OLSEN S.R., WATANABLE COLE F.S., DEAN L.A. (1954) Estimation of Available Phosphorus in Soils by Extraction with Sodium Bicarbonate. USDA Circular N° 939, Washington DC, USA, US Government Printing Office.
- OWENS L.B., EDWARDS W.M. and VANKEUREN R.W. (1994). Groundwater nitrate levels under fertilized grass and grass-leume pastures. *Journal of Environmental Quality*, **23**, 752-758.
- PAHLOW G., MUCK R.E., DRIEHUIS F. and ELFERINK S.J.W.H. (2003) Microbiology of ensiling. In Buxon D.R., Muck R.E. and Harrison J.H. *Silage and Technology*, Madison, WI, USA, American Society of Agronomy, pp. 31-93.
- PARSONS A.J. and ROBSON M.J. (1981) Seasonal changes in the physiology of S24 perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). II. Potential leaf and canopy photosynthesis during the transition from vegetative to reproductive growth. *Annals of Botany*, **40**, 249-258.
- PARSONS A.J., LEAFE E.L., COLLET B., PENNING P.D., LEWIS J. (1983) Physiology of grass production under grazing. *Journal of Applied Ecology*, **20**, 127-139.
- PARSONS A.J., JOHNSON I.R. and HARVEY A. (1988) Use of a model to optimize the interactions 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.
- PECETTI L., ROMANI M. and PIANO E. (2001) *Australian Journal of Agricultural Research*, **57**, 999-1007.
- PEECH M. (1965) Lime requirement In: Black C.A. *Methods of soil analysis* VOL. 2., Madison, WI, USA, American Society of Agronomy pp. 927-932.
- PEETERS A. and DECAMPS C. (1999) Rendement et qualité de graminées secondaires comparées au ray-grass anglais et à la fleôle, selon 3 régimes de coupes et 4 niveaux de fertilization rates (1996-1998). *Rapport d'essais, Laboratoire d' Ecologie des Prairies, Université Catholique de Louvain*, Louvain la Neuve, Belgium, 30 pp.
- PEETERS A. (2004) *Wild and sown grasses*. Roma, IT: FAO and Blackwell Publishing, 311 pp.
- PERI P.L., MOOT D.J., McNEIL D.L. and LUCAS R.J. (2003) Modelling net photosynthetic rate of field-grown cocksfoot leaves to account for regrowth duration. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **46**, 105-115.
- PONTES S., CARRÈRE P., ANDUEZA D., LOUAULT F. and SOUSSANA J.F. (2007) Seasonal productivity and nutritive value of temperate grasses found in semi-natural pastures in Europe: Responses to cutting frequency and nitrogen supply. *Grass and forage Science*, **62**, 485-496.

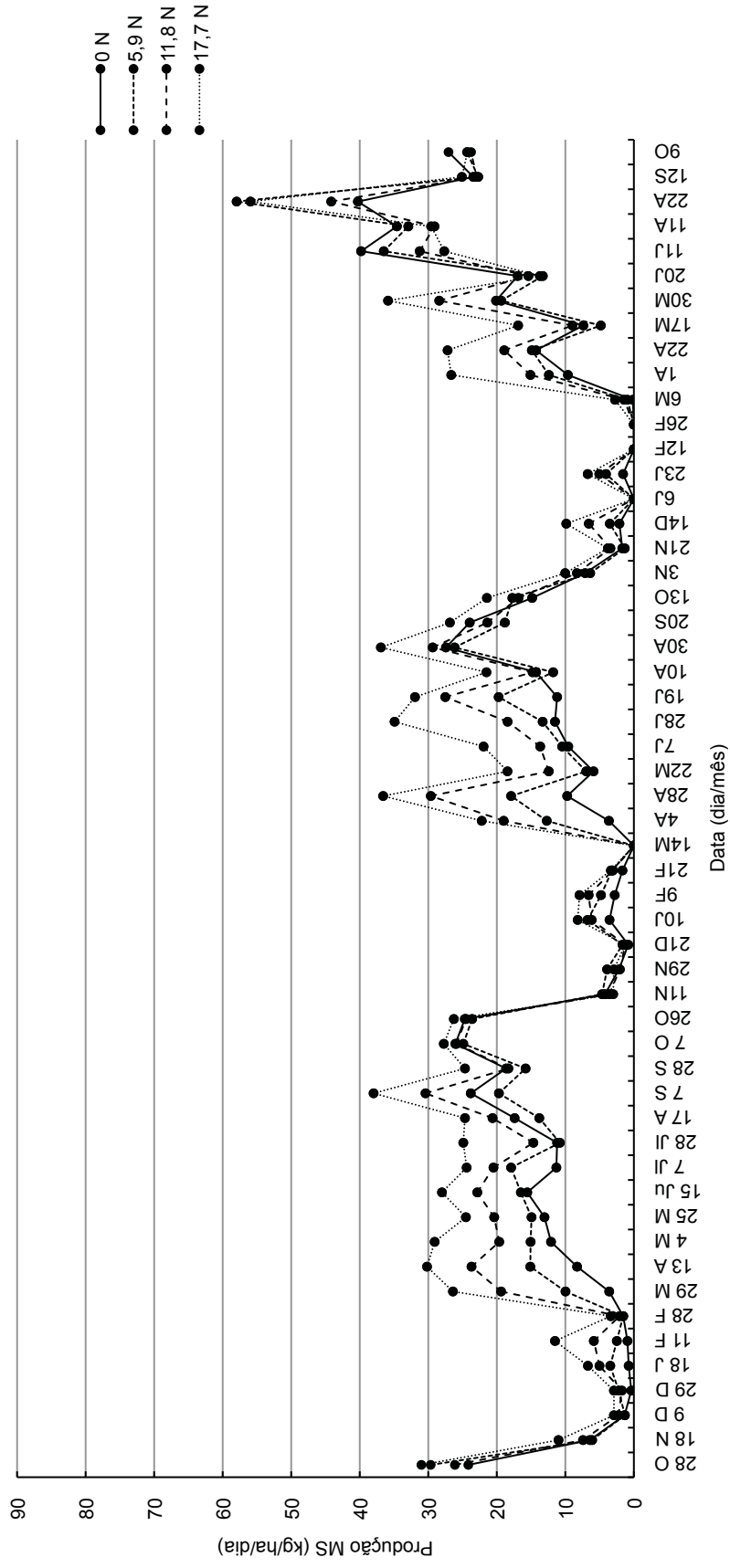
- PROVENZA F.D. and VILLALBA J.J. (2006) Foraging in Domestic Herbivores: Linking the Internal and External Milieux. In: Bels V. *Feeding in Domestic Vertebrates: From Structure to Behaviour*. Oxfordshire, UK: CABI, pp. 210-240.
- REGO L.V. and DOURADO J.S. (1978). Effects of different types of fertilizers in the behaviour of a hill sward. *7th General Meeting of the European Grassland Federation*. Gent: European Grassland Federation.
- RICHARDS I.R. and WOLTON K.M. (1975) A note on urine scorch cause by grazing animals. *Journal of the British Grassland Society*, **30**, 187-188.
- ROCHON J.J. (1994) Start of the validation of the significance of annual legumes through the study of three systems of sheep management in the South of France. EAAP Publications, **63**, 307-311.
- 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 Forrage Science*, **59**, 197-214.
- RYAN M. (2002) Nitrogen Losses in Relation to Soil Type. In: *Proceedings of the Fertilizer Association of Ireland's Winter Scientific Meeting, November 22nd 2002*. No. **39**, 3-12.
- RYDEN J.C. (1984) The flow of nitrogen in grassland. In: *Proceedings of the Fertiliser Society*, London, No. **229**.
- ROTZ C.A. (2004) Management to reduce nitrogen losses in animal production. *Journal of Animal Science*, **82**, 119-137.
- ROTZ C.A., TAUBE F., RUSSELLE M.P., OENEMA J. SANDERSON M.A., WACHENDORFF M. (2005) Whole-Farm Perspectives of Nutrient Flow in Grassland Agriculture. *Crop Science Society of America*, **45**, 2139-2159.
- SANDERSON M.A. and ELWINGER G.F. (2002) Plant Density and Environment Effects on Orchardgrass-White Clover Mixtures. *Crop Science Society of America*, **42**, 2055-2063.
- SANDERSON M.A., LABREVEUX M., HALL M.H. and ELWINGER G.F. (2003) Nutritive Value of Chicory and English Plantain Forage. *Crop Science Society of America*, **43**, 1797-1804.
- SANDERSON M.A., SKINNER R.H., BARKER D.J., EDWARDS G.R., TRACY B.F. and WEDIN D.A. (2004) Plant Species Diversity and Management of Temperate Forage and grazing land Ecosystems. *Crop Science Society of America*, **44**, 1132-1144.
- SANDERSON M.A., SODER K.J., MULLER L.D., KLEMENT K. D., SKINNER R.H. and GOSLEE S.C. (2005) Forage Mixtures Productivity and Botanical Composition in Pastures Grazed by dairy Cattle. *Agronomy Journal*, **97**, 1465-1471.
- SATTER L.D., DHIMAN T.R. and CADORNIGA C. (1992) Supplementation of forage and pasture for cows, *Australian Dairy Corporation*, pp. 45-67.
- SCHULTE R.P.O. and NEUTEBOOM J.H. (2002) Advanced analysis of dry-weight-rank data to discriminate direct interactions between white clover and grasses in a multi-species pasture under a range of management strategies. *Grass and Forrage Science*, **57**, 113-123.
- SCOTT D. (2001) Sustainability of New Zealand high country pastures under contrasting development inputs. 7. Environmental gradients, plant species selection, and diversity. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **44**, 59-90.
- SCOTT D. (2006) Constancy in pasture composition? Empirical measurements and mathematical models. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **49**, 183-190.
- SHEAT G.W., HAY R.J.M. and GILLES K.H. (1987) Managing Pastures for Grazing Animals. In: Nicol A.M. (ed) *Livestock Feeding on Pasture*. New Zeland Society of Animal Production, *Ocasional publication N° 10*, A.M. Nicol, pp. 65-74.
- SHEEHY J.E. and PEACOCK J.M. (1975) Canopy Photosynthesis and Crop Growth Rate of Eight Temperate Forage Grasses. *Journal of Experimental Botany*, **26**, 679-691.

- SKINNER H. e Moore K.J. (2007) Growth and Development of Forage Plants. In: Barnes J., Nelson J., Moore K. e Collins M. (eds) *Forages, Volume II, The Science os Grassland Agriculture*, Baltimore, USA, Wiley Blackwell, pp. 53-66.
- SMETHAM M.L. (1990) Pasture management. In: Langer R.H.M. (ed.) *PASTURES, their ecology and management*, Auckland, New Zealand, Oxford University Press, pp. 197-240.
- SMITH G.S., CORNFORTH I.S. and HENDERSON H.V. (1985) Critical leaf concentrations for deficiencies of nitrogen, potassium, phosphorus, sulphur and magnesium in perennial ryegrass. *New Phytologist*, **101**, pp. 393-409.
- SNAYDON R.W. (1978) Yield, seasonal changes in root competitive ability and competition for nutrients among grass species. *The Journal of Agricultural Science*, **90**, 115-124.
- SOEGAARD K. (1984) Agronomy of white clover. In: Mannelje L.'t and Frame J. (eds) *Grassland and Society. Proceedings of the 15th general meeting of the European Grassland Federation, Wageningen, The Netherlands*, Wageningen Pers, pp. 515-524.
- SPEARS R.A., KOHN R.A. and YOUNG A.J. (2003) Whole-Farm Nitrogen Balance on Western Dairy Farms. *Journal of Dairy Science*, **86**, 4178-4186.
- STEEL R.G.D. and TORRIE J.H. (1980) *Principles and Procedures of Statistics-A Biometrical Approach*. McGraw-Hill, NY, U.S.A, 631 pp.
- STEINER J.J. (2002) Birdsfoot Trefoil Flowering Response to Photoperiod Lenght. *Crop Science Society of America*, **42**, 1709-1718.
- STOUT W.L. and JUNG G.A. (1992) Influences of Soil Environment on Biomass and Nitrogen Accumulation Rates of Orchardgrass. *Agronomy Journal*, **84**, 1011-1019.
- SUCKLING F.E.T. (1960) Productivity of pasture species on hill country. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **3**, 579-591.
- SWIFT G. and EDWARDS R.A. (1983) The effects of spring closing date on the yield and quality of perennial ryegrass and cocksfoot cut for conservation. *Grass and Forage Science*, **38**, (3) 251-260.
- THOMSON D.J. (1984) The nutritive value of white clover. In: Thomson D.J. (ed) *Occasional Symposium N° 16*. British Grassland Society, Hurley, 78-92.
- TISDALE S.L., NELSON W.L. and BEATON J.D. (1985) *Soil Fertility and Fertilizers*. New York, Macmillan Publishing Company, 4 ed., 754 pp.
- TOW P.G. and LAZENBY A. (2001) Competition and Sucession in Pastures - Some Concepts and Questions. In: Tow P.G. and Lazenby A. (eds) *Competition and Sucession in Pastures* Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing, pp. 1-13.
- TRACY B.F. and FAULKNER D.B. (2006) Pastures and Cattle Responses in Rotationally Stocked Grazing Systems Sown with Differing Levels of Species Richness. *Agronomy Journal*, **46**, 2062-2068.
- TURKINGTON R. and HARPER J. (1979) The growth, distribution and neighbour relationships of *Trifolium repens* in a permanent pasture. *Journal of Ecology*, **67**, 245-254.
- TURNER N.C. and BEGG J. E. (1978) Response of pasture plants to water deficits. In: Wilson, J.R. (ed.) *Plant relations in pastures*, Melbourne, CSIRO, pp. 50-66.
- VALENTINE I. and KEMP P. D. (1999) Sustainability of pastures and crops. In: White J. and Hodgson J. (ed) *New Zealand Pasture and Crop Science*. Auckland, New Zealand, Oxford University Press, pp. 293-305.
- VAN DER MEER H.G. (1983) Effective use of nitrogen on grassland farms. In: *Occasional Symposium, N°14*. British Grassland Society, Reading, pp. 61-68.
- VAN DER MEER H.G. and LOHUYZEN U.V. (1986) The relationship between inputs and outputs of nitrogen in intensive grassland systems. In: Van Der Meer H.G., Ryden J.C. and Ennik G.C. (eds) *Nitrogen Fluxes in Intensive Grassland Systems*, Dordrecht, Martinus Nijhoff, pp 1-18.

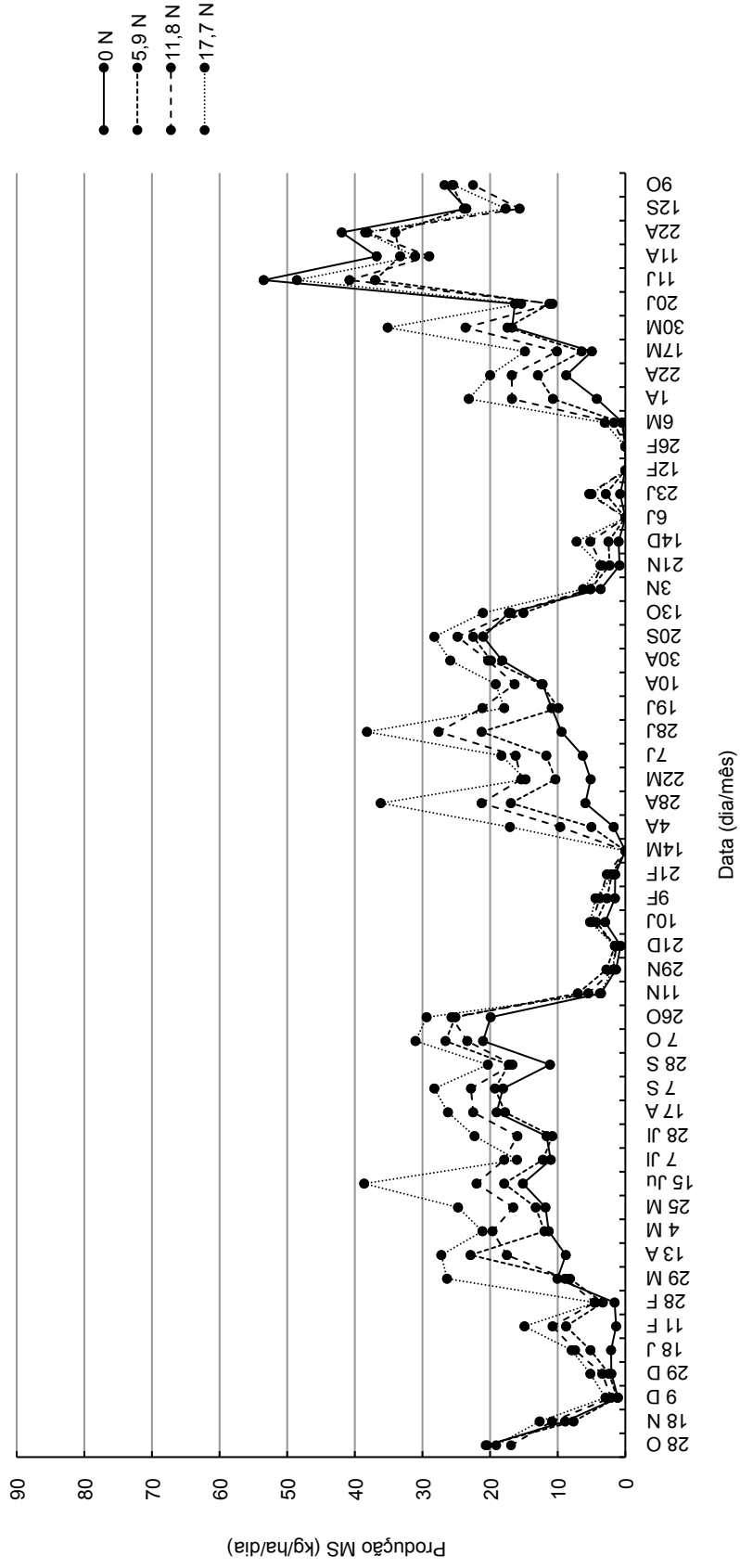
- VAN SOEST P.J. (1982) *Nutritional Ecology of the Ruminant*, Corvallis, Oregon, EUA, O & B Books, Inc, 374 pp.
- VAN VUUREN A.M. and MEIJS J.A. (1987) Effects of herbage composition and supplement feeding on the excretion of nitrogen in dung and urine by grazing dairy cows. In: Van Der Meer H. G., Unwin R. J., Van Dick J.A. and Ennik G.C. (eds) *Animal manure on grassland and fodder crops: fertilizer or waste?* Dordrecht, NL, Martinus Nijhoff, 17-25.
- VARGAS JR. J.M. and TURGEON A.J. (2004) *Poa Annuua*. Physiology, Culture and Control of Annual Bluegrass, John Wiley & Sons, Inc. 194 pp.
- VARTHA E.W. (1965) Of what significance is the presence of *Poa trivialis* in ryegrass pastures. *New Zealand Grassland Association*, **27**, 102-111.
- VÉRITÉ R. and DELABY L. (2000) Relationships between nutrition, performance and nitrogen excretion in dairy cows. *Annales de Zootechnie* **49**, 217-230.
- VILLALBA J.J., PROVENZA F.D. and HAN G.D. (2004) Experience influences diet mixing by herbivores: implications for plant biochemical diversity. *OIKOS*, **107**, 100-109.
- VIRO P.J. (1955) Utilization of EDTA in soil analysis. I. Experimental. *Soil Science*, **79**, 459-465.
- VISSERS M.M.M., DRIEHUIS F., GIFFEL M.C.T., JONG P.D. and LANKVELD J.M.G. (2007) Concentrations of butyric acid bacteria spores in silage and relationships with aerobic deterioration. *Journal of Dairy Science*, **90**, 928-936.
- WALKEY A. and BLACK I. C. (1934). Examination of the Degtjare method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid nitration method. *Soil Science*, **37**, 29-38.
- WATSON C.J., JORDAN C., TAGGART P.J., LAIDLAW A.S., GARRET M.K. and STEEN R.W.J. (1992) The leaky N-cycle on grazed grassland. In: Archer J.R. (ed) *Nitrate and Farming Systems*. Warwick, UK, Association of Applied Biologists, 215-222
- WATT T.A. and HAGGAR R.J. (1980) The effect of defoliation upon yield, flowering and vegetative spread of *Holcus lanatus* growing with and without *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*, **35**, 227-234.
- WHITE J.G.H., MATTHEW C. and KEMP P.D. (1999) Supplementary Feeding Systems. In: White J. and Hodgson J. (eds) *New Zealand Pasture and Crop Science*, Auckland, NZ, Oxford University Press, pp. 175-197.
- WHITEHEAD D.C. (1995) *Grassland Nitrogen*, Wallingford, UK, CAB International, 385 pp.
- WILKINSON J.M. (1985) *BEEF PRODUCTION from silage and other conserved forages*. Essex, England, Longman House, 137 pp.
- WILKINSON J.M. (2005). *Silage*, Chalcombe Publications, UK, pp. 254.
- WILMAN D. (1965) The effect of nitrogenous fertilizer on the rate of growth of Italian Ryegrass. *Journal of the British Grassland Society*, **20**, 248-254.
- WILMAN D. and ALTIMI M.A.K. (1984) The *in vitro* digestibility and chemical composition of plant parts in white clover, red clover and lucerne during primary growth. *Journal of the Science of Food and Sgriculture* **35**, 133-138.
- WILSEY B.J. and POTVIN C. (2000) Biodiversity and Ecosystem functioning: Importance of species evenness in an old field. *ECOLOGY*, **81**, 892-997.
- WOLEDGE J. (1973) The photosynthesis of ryegrass leaves grown in a simulated sward. *Annals of Applied Biology*, **73**, 229-237
- WOLEDGE J. and LEAFE E.L. (1976) Single leaf and canopy photosynthesis in a ryegrass sward. *Annals of Botany*, **40**, 773-783.
- WOODMANSEE R.G. (1979) Factors influencing input and output of nitrogen in grasslands. In: French N.R. (ed.) *Perspectives in Grassland Ecology*, New York, Springer-Verlag, pp. 117-134.

- WOODWARD S.J.R. (1998) Quantifying different causes of leaf and tiller death in grazed perennial ryegrass swards. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **41**, 149-159.
- ZEMENCHIK ROBERT A. and KENNETH ALBRECHT A. (2002). Nitrogen use Efficiency and Apparent Nitrogen Recovery of Kentucky Bluegrass, Smooth Bromegrass and Orchardgrass. *Agronomy Journal*, **94**, 421-428.

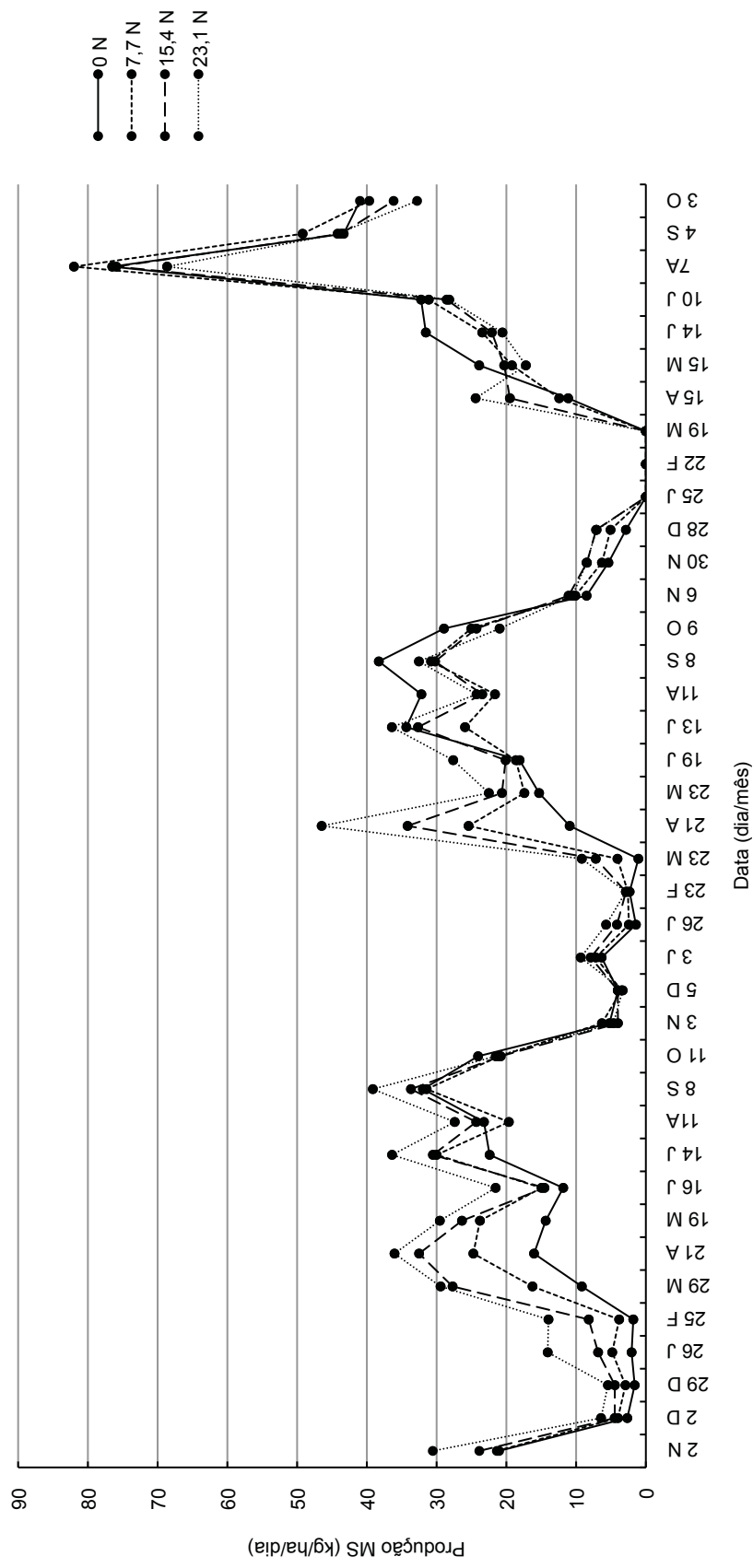
ANEXOS



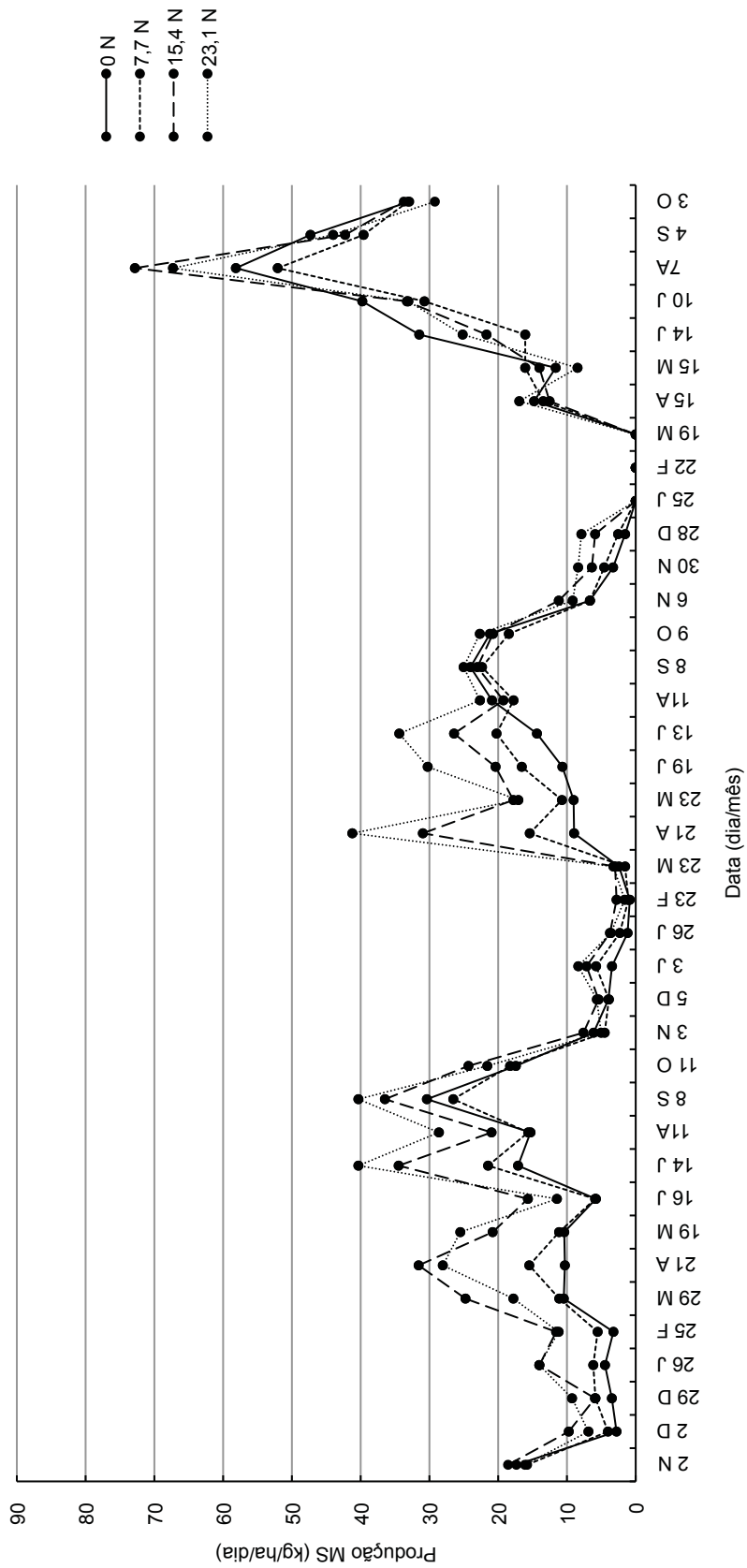
Anexo I. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, em cortes de três semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 5,9; 11,8 e 17,7 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.



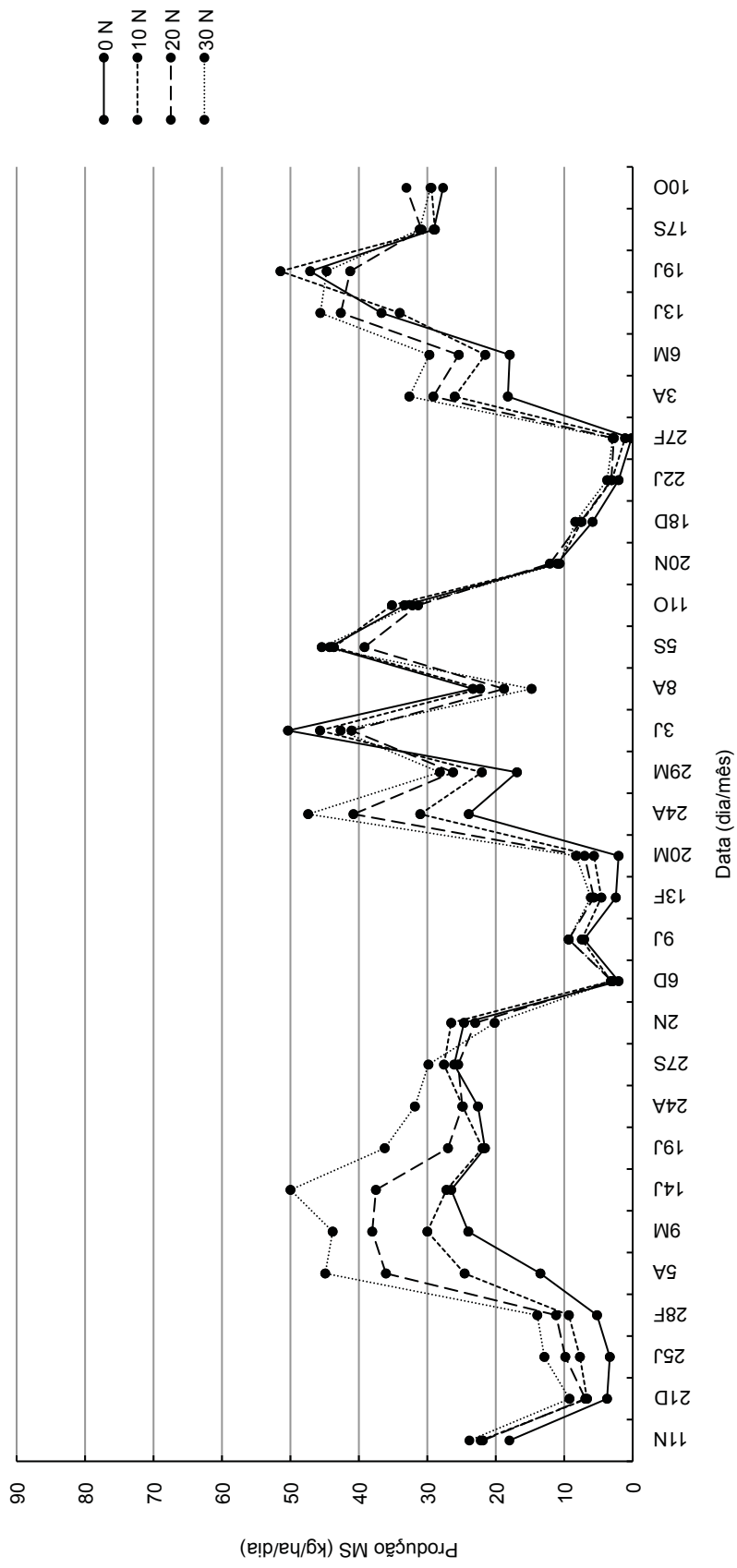
Anexo II. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, em cortes de três semanas, efectuados na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 5,9; 11,8 e 17,7 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.



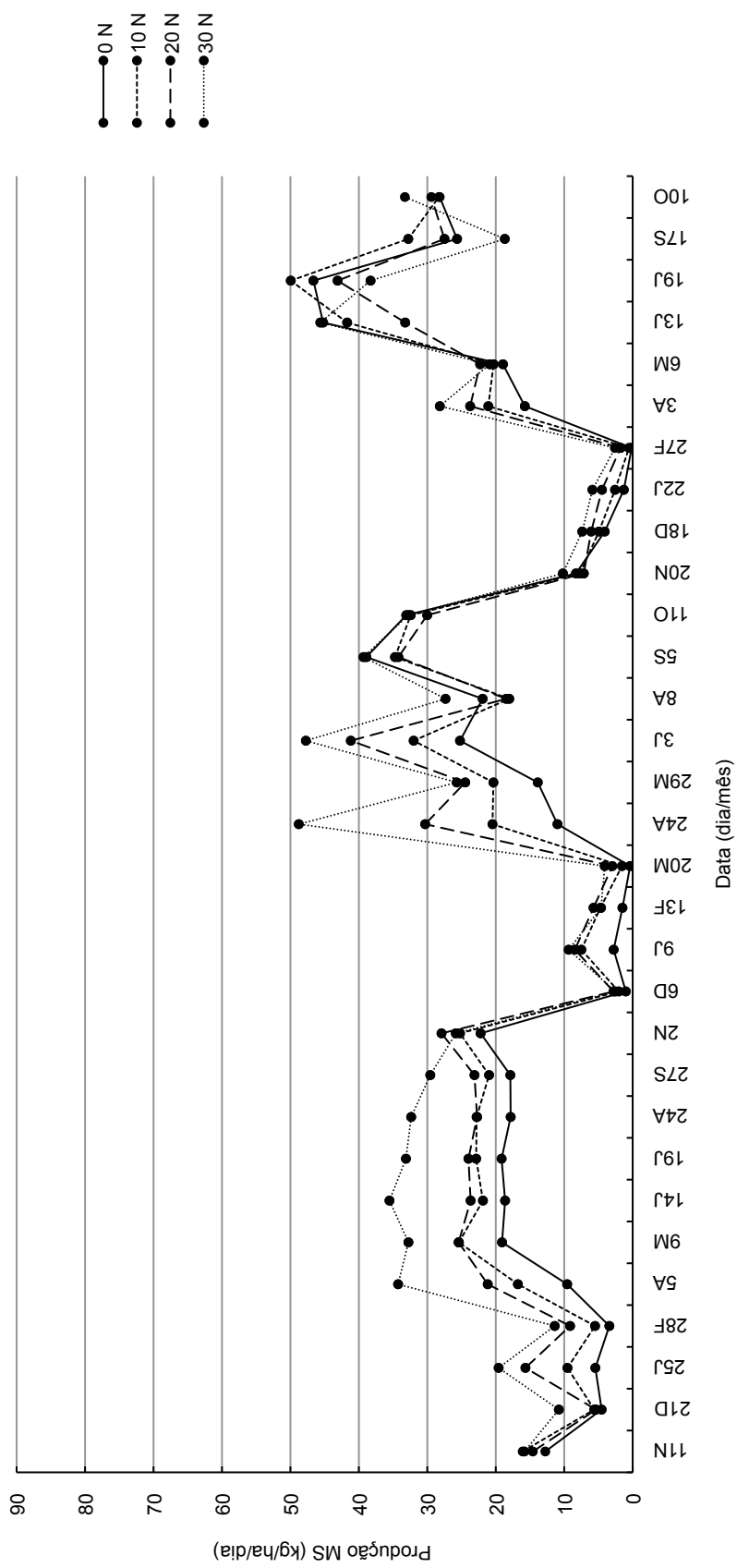
Anexo III. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, em cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 7,7; 15,4 e 23,1 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.



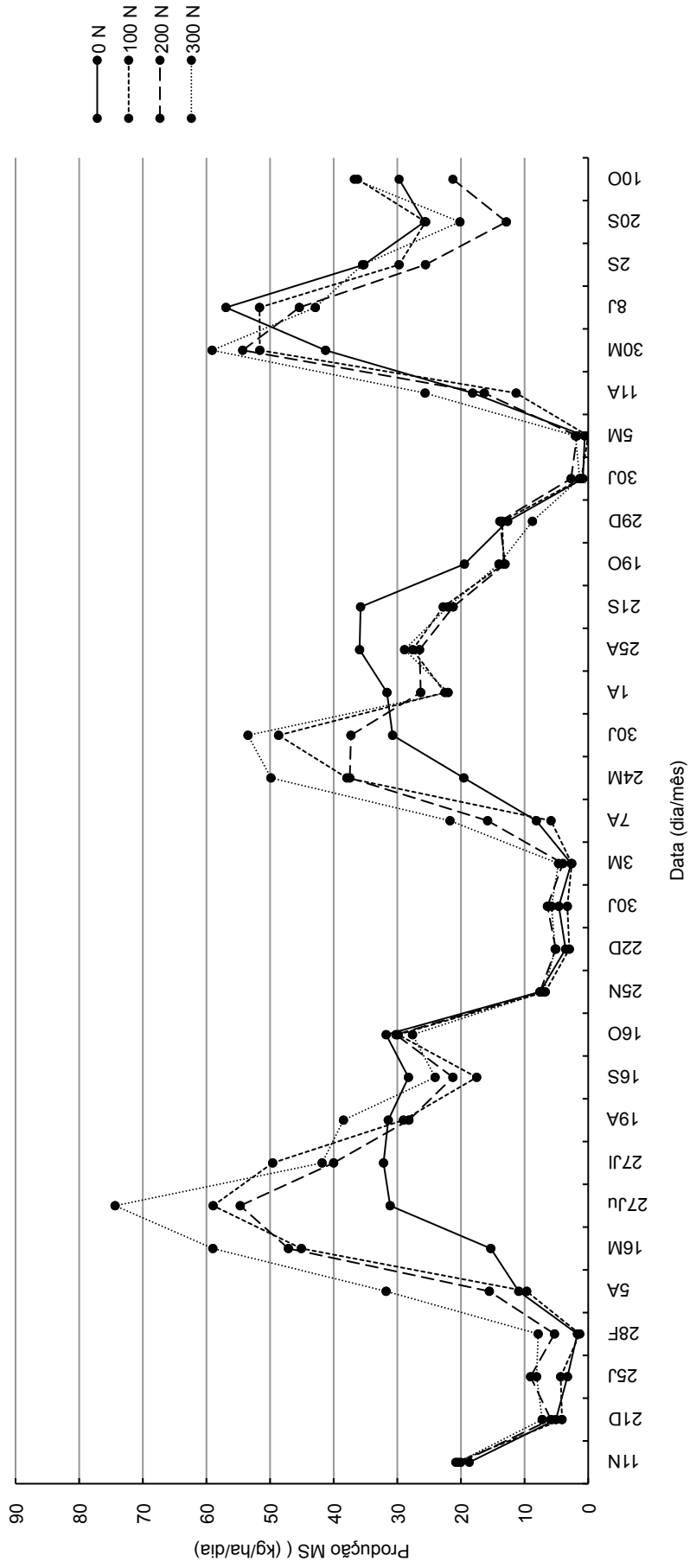
Anexo IV. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, em cortes de quatro semanas, efectuados na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 7,7; 15,4 e 23,1 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.



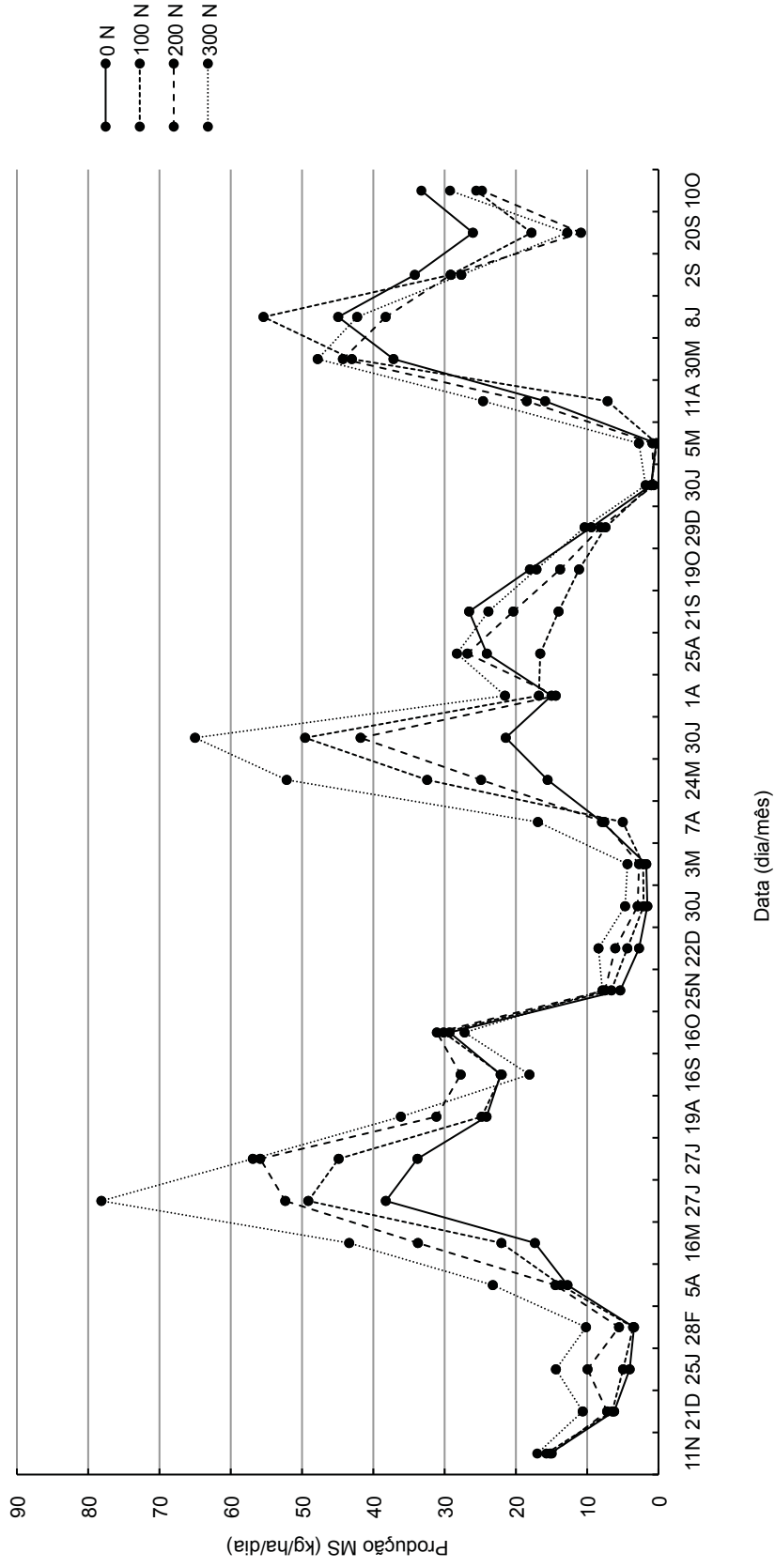
Anexo V. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, em cortes de cinco semanas, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 10; 20; 30 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.



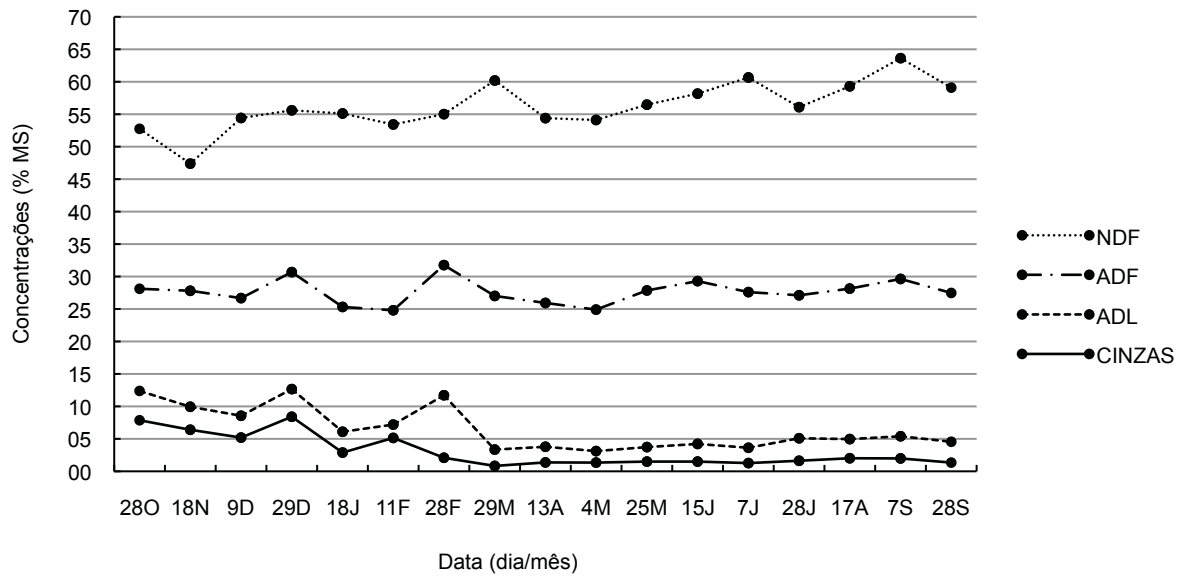
Anexo VI. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, em cortes de cinco semanas, efectuados na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto por corte (0; 10; 20; 30 kg ha⁻¹), correspondentes a 0, 100, 200 e 300 kg N ha⁻¹ ano⁻¹.



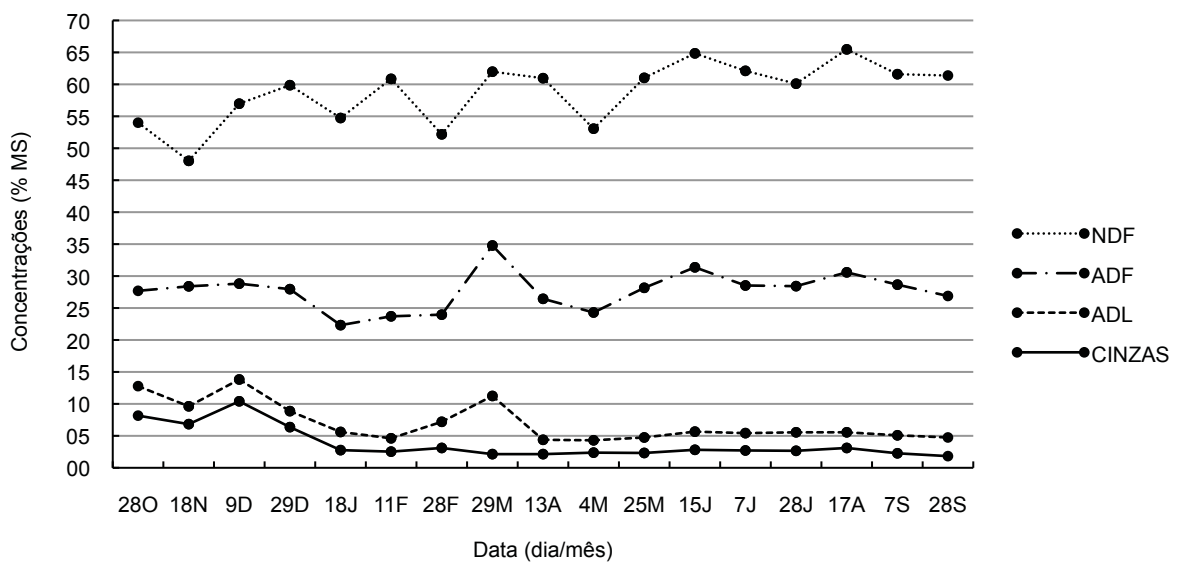
Anexo VII. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, nos cortes do intervalo de crescimento variável, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹).



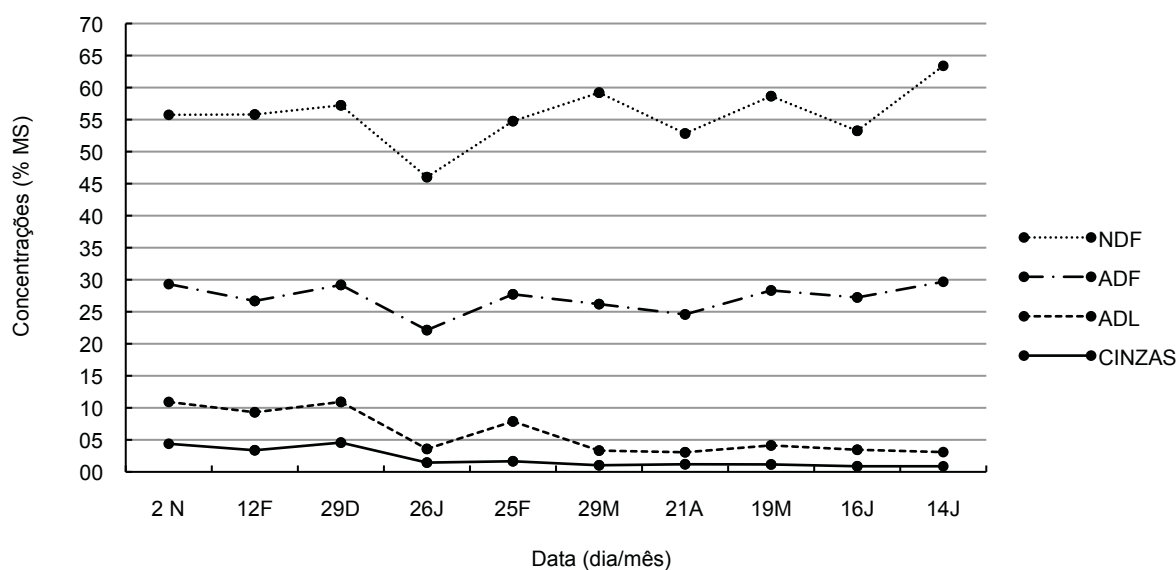
Anexo VIII. Produções médias diárias de matéria seca (kg) obtidas por hectare de Outubro de 1993 a Outubro de 1996, nos cortes do intervalo de crescimento variável, efectuados na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, adubada com quatro níveis de azoto (0, 100, 200 e 300 kg ha⁻¹ ano⁻¹).



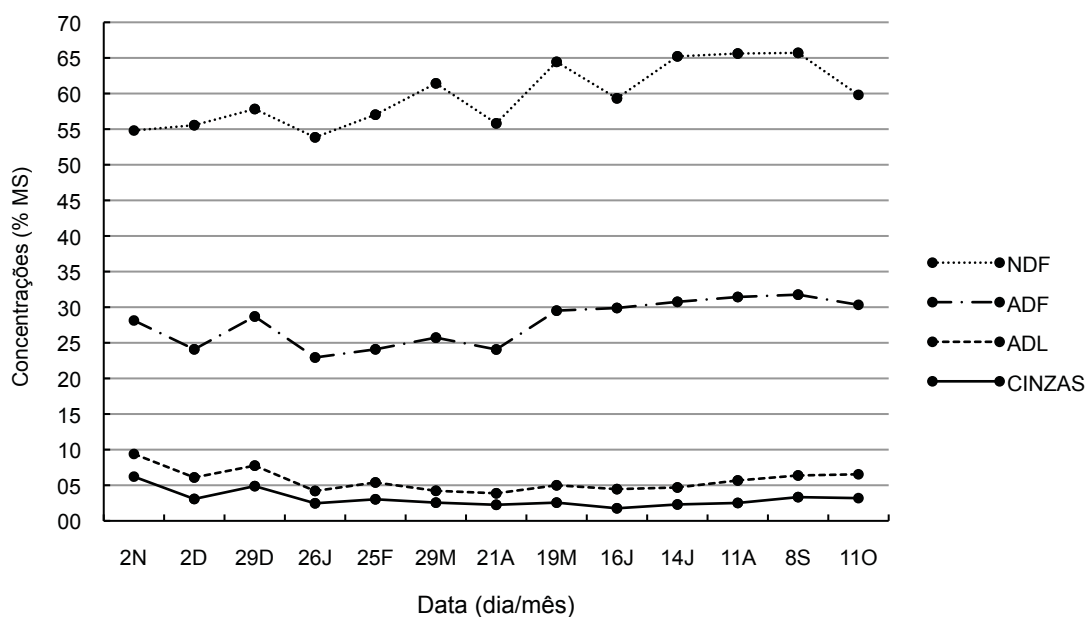
Anexo IX. Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e cinzas insolúveis obtidas em 1993-1994, em dezassete cortes com três semanas de crescimento, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*.



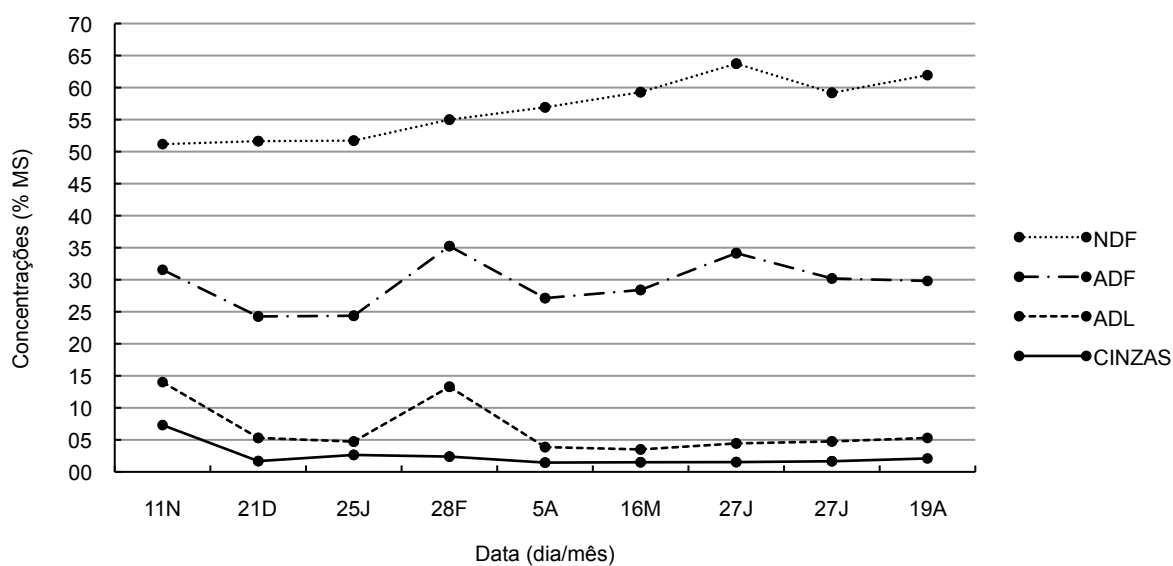
Anexo X. . Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e cinzas insolúveis obtidas em 1993-1994, em dezassete cortes com três semanas de crescimento, efectuados na pastagem espécies espontâneas e *Trifolium repens*.



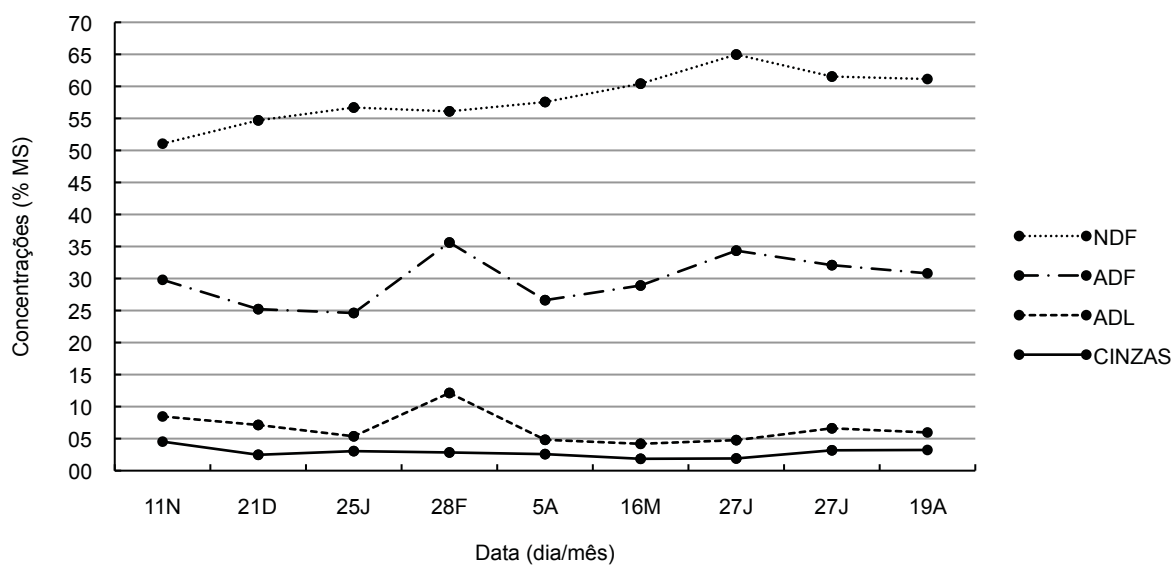
Anexo XI. Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e cinzas insolúveis obtidas em 1993-1994, em dez cortes com quatro semanas de crescimento, efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*.



Anexo XII. Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e cinzas insolúveis obtidas em 1993-1994, em treze cortes com quatro semanas de crescimento, efectuados na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens*.



Anexo XIII. Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e cinzas insolúveis obtidas em 1993-1994, em nove cortes efectuados na pastagem de *Lolium perenne* e *Trifolium repens* num regime em que o intervalo de crescimento variava com a época do ano.



Anexo XIV. Concentrações médias de NDF, ADF, ADL e cinzas insolúveis obtidas em 1993-1994, em nove cortes efectuados na pastagem de espécies espontâneas e *Trifolium repens*, num regime em que o intervalo de crescimento variava com a época do ano.