

**ANDRÉA OLIVEIRA MACHADO**

**DINÂMICA DE UMA ASSOCIAÇÃO DE AZEVÉM PERENE E FESTUCA  
SUBMETIDA À DESFOLHAÇÃO ANIMAL**

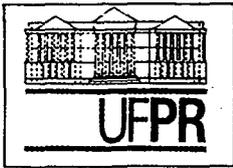
Tese apresentada como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Anibal de Moraes

Co-orientadores: Dr. Jean François Soussana

Prof. Dr. Paulo C. F. Carvalho

**CURITIBA  
2000**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E FITOSSANITARISMO  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
PRODUÇÃO VEGETAL

**PARECER**

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pela candidata **ANDREA OLIVEIRA MACHADO**, sob o título “**Dinâmica de uma Associação de Azevém Perene e Festuca submetida a Desfolhação Animal**”, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Curso de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Após haver analisado o referido trabalho e argüido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação.

Curitiba, 11 de dezembro de 2000.

Professora Dra. Frédérique Louault  
Primeira Examinadora

Professor Dr. Julio Cesar Damasceno  
Segundo Examinador

Professor Dr. Paulo César de Faccio Carvalho  
Terceiro Examinador

Professor Dr. Edeclaiton Daros  
Quarto Examinador

Professor Dr. Anibal de Moraes  
Presidente da Banca e Orientador

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Paraná e ao INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) de Clermont-Ferrand/França por possibilitar a realização deste trabalho;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos;

Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFPR pelos valiosos ensinamentos;

Ao Prof. Dr. Anibal de Moraes pela orientação e amizade;

Ao Dr. Jean-François Soussana (INRA) e ao Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho (UFRGS) pela co-orientação e ensinamentos;

Aos Professores Dr. Júlio César Damasceno (UEM) e Dr. Edelclaiton Daros (UFPR) pelas sugestões ao trabalho;

À Dra. Frédérique Louault (INRA) pelo auxílio na realização do trabalho e ensinamentos;

A secretária da Pós-Graduação, Lucimara, pelo auxílio e amizade;

Aos funcionários do INRA, Jean Yves Pailleaux e Patrick Pichon, pelo auxílio nos trabalhos;

Aos colegas de Pós-Graduação em Produção Vegetal;

Aos estagiários de Forragicultura da UFPR pela ajuda nos trabalhos de campo;

Ao amigo Sebastião pelo trabalho em equipe e amizade;

A minha família pelo carinho e incentivo;

Ao meu marido, Edson Cristiano, pela dedicação e companheirismo;

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	3
<b>CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
2.1. <b>COMPETIÇÃO POR LUZ E CONSEQUÊNCIAS PARA O CRESCIMENTO E A MORFOGÊNESE</b> .....	4
2.1.1. <i>Principais fatores que afetam a competição por luz</i> .....	4
2.1.2. <i>Consequências da competição por luz na morfogênese</i> .....	5
2.2. <b>DESFOLHAÇÃO</b> .....	5
2.2.1. <i>Componentes do bocado</i> .....	6
2.2.2. <i>Frequência e intensidade de desfolhação</i> .....	7
2.2.3. <i>Seleção</i> .....	7
2.3. <b>FLUXO DE TECIDOS</b> .....	8
2.4. <b>RESPOSTAS DAS PLANTAS À DESFOLHAÇÃO</b> .....	9
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	11
<b>CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E OS FLUXOS DE CRESCIMENTO, SENESCÊNCIA E DESFOLHAÇÃO DE AZEVÉM PERENE E FESTUCA, PUROS E EM ASSOCIAÇÃO</b> .....	15
<b>RESUMO</b> .....	15
<b>ABSTRACT</b> .....	16
3.1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
3.2. <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	18
3.2.1. <i>Estabelecimento</i> .....	18
3.2.2. <i>Modelo experimental</i> .....	19
3.2.3. <i>Animais</i> .....	19
3.2.4. <i>Desfolhação</i> .....	19
3.2.5. <i>Características da pastagem</i> .....	20
3.2.6. <i>Fluxo de tecidos</i> .....	20
3.2.7. <i>Intervalo real de desfolhação do perfilho</i> .....	21
3.2.8. <i>Cálculo do índice de agressividade do azevém</i> .....	21
3.2.9. <i>Análise estatística</i> .....	21
3.3. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	21
3.3.1. <i>Características da pastagem no início do experimento</i> .....	21
3.3.2. <i>Altura da pastagem</i> .....	22
3.3.3. <i>Profundidade e massa do bocado</i> .....	24
3.3.4. <i>Seleção entre espécies</i> .....	25
3.3.5. <i>Fluxos de crescimento, senescência, desfolhação e eficiências de utilização da pastagem</i> .....	26
3.3.6. <i>Densidade de perfilhos</i> .....	28
3.3.7. <i>Massa do perfilho e produção de matéria seca</i> .....	29
3.4. <b>CONCLUSÕES</b> .....	32
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	33
<b>CAPÍTULO 4 - FREQUÊNCIA E INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO NOS FLUXOS DE CRESCIMENTO, SENESCÊNCIA E DESFOLHAÇÃO E NO EQUILÍBRIO DE GRAMÍNEAS EM ASSOCIAÇÃO</b> .....	35
<b>RESUMO</b> .....	35
<b>ABSTRACT</b> .....	36
4.1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	37
4.2. <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	38
4.2.1. <i>Estabelecimento</i> .....	38
4.2.2. <i>Modelo experimental</i> .....	38

4.2.3. Animais.....	39
4.2.4. Desfolhação.....	39
4.2.5. Características da pastagem .....	40
4.2.6. Interceptação luminosa ao nível do solo .....	40
4.2.7. Fluxo de tecidos.....	40
4.2.8. Intervalo real de desfolhação do perfilho.....	41
4.2.9. Análise estatística .....	41
4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	41
4.3.1. Características da pastagem no início do experimento.....	41
4.3.2. Altura da pastagem.....	42
4.3.3. Profundidade e massa do bocado .....	43
4.3.4. Intervalo real de desfolhação do perfilho.....	44
4.3.5. Interceptação luminosa ao nível do solo .....	45
4.3.6. Crescimento, senescência e desfolhação por perfilho.....	46
4.3.7. Eficiência de utilização da pastagem.....	47
4.3.8. Densidade de perfilhos e massa do perfilho .....	49
4.3.9. Porcentagem de festuca na matéria seca .....	50
4.4. CONCLUSÕES .....	51
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>52</b>
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO 6 - APÊNDICES.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 – CARACTERÍSTICAS DO AZEVÉM PERENE (A) E DA FESTUCA (F), NO INÍCIO DO EXPERIMENTO, EM FUNÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM: PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA) .....	22
TABELA 3.2 - EFEITO DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM: PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA) NOS FLUXOS DE CRESCIMENTO, DESFOLHAÇÃO E SENESCÊNCIA, EFICIÊNCIAS REAL (ERUP) E POTENCIAL (EPUP) DE UTILIZAÇÃO DA PASTAGEM E NO INTERVALO REAL DE DESFOLHAÇÃO DO AZEVÉM PERENE (A) E DA FESTUCA (F).....	27
TABELA 4.1 - CARACTERÍSTICAS DA PASTAGEM NO INÍCIO DO EXPERIMENTO.....	42
TABELA 4.2 – EFEITO DA FREQUÊNCIA E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO NA PROFUNDIDADE E NA MASSA DO BOCADO .....	43

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 – EVOLUÇÃO DA ALTURA DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA, DURANTE TODA A FASE EXPERIMENTAL, EM FUNÇÃO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM: PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA).....	23
FIGURA 3.2 – EFEITO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM: PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA), NA RELAÇÃO ENTRE A ALTURA ANTES DA DESFOLHAÇÃO E A PROFUNDIDADE DO BOCADO NO AZEVÉM PERENE E NA FESTUCA DURANTE TODO O PERÍODO EXPERIMENTAL.....	24
FIGURA 3.3 - EFEITO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM: PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA), NA MASSA DO BOCADO.....	25
FIGURA 3.4 – EFEITO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) NA PORCENTAGEM DE BOCADOS REALIZADOS NO AZEVÉM PERENE E NA FESTUCA, NA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DE FAIXAS ALTERNADAS.....	26
FIGURA 3.5 - EFEITO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DE LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA) NO ÍNDICE DE AGRESSIVIDADE DO AZEVÉM PERENE.....	28
FIGURA 3.6 – EFEITO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM, PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA), NA DENSIDADE DE PERFILHOS DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA.....	29
FIGURA 3.7 – EFEITO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM, PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA), NA MASSA DO PERFILHO DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA.....	30
FIGURA 3.8 - EFEITO DA FREQUÊNCIA DE DESFOLHAÇÃO (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL DA PASTAGEM, PURA (P), LINHAS ALTERNADAS (LA) E FAIXAS ALTERNADAS (FA), NA PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA.....	30
FIGURA 4.1 – EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NA ALTURA DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA NA PRIMEIRA (A) E NA ÚLTIMA (B) DESFOLHAÇÃO.....	43
FIGURA 4.2 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NO INTERVALO REAL DE DESFOLHAÇÃO DO PERFILHO DE AZEVÉM PERENE E DE FESTUCA NA PRIMEIRA (A) E NA ÚLTIMA (B) DESFOLHAÇÃO.....	44
FIGURA 4.3 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NA INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA AO NÍVEL DO SOLO, ANTES (A) E APÓS (B) DESFOLHAÇÃO.....	45
FIGURA 4.4 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NO FLUXO DE CRESCIMENTO POR PERFILHO DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA, NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	46
FIGURA 4.5 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NO FLUXO DE SENESCÊNCIA POR PERFILHO DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	46
FIGURA 4.6 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ), NO FLUXO DE DESFOLHAÇÃO POR PERFILHO DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA, NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	47
FIGURA 4.7 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NA EFICIÊNCIA REAL DE UTILIZAÇÃO DA PASTAGEM (ERUP) DA FESTUCA E DO AZEVÉM PERENE NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	48
FIGURA 4.8 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NA EFICIÊNCIA POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DA PASTAGEM (EPUP) DA FESTUCA E DO AZEVÉM PERENE NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	49
FIGURA 4.9 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NA DENSIDADE DE PERFILHOS DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA, NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	49

FIGURA 4.10 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NA MASSA DO PERFILHO DO AZEVÉM PERENE E DA FESTUCA NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	50
FIGURA 4.11 - EFEITO DA FREQUÊNCIA (3,5, 7 E 14 DIAS) E DA INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO (160, 320 E 640 BOCADOS.M <sup>2</sup> ) NA PORCENTAGEM DE FESTUCA NA MATÉRIA SECA NO PRIMEIRO (A) E NO ÚLTIMO (B) PERÍODO.....	51

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO GERAL

O equilíbrio entre espécies em associação depende da capacidade de cada planta na obtenção e utilização dos recursos disponíveis (água, luz e nutrientes). A competição que ocorre nestas condições é complexa pois a necessidade de recursos, o crescimento, e a resposta ao ambiente podem variar de uma espécie para outra (FIRBANK e WATKINSON, 1990).

Os impactos da desfolhação e as práticas de manejo, dentre outros fatores, alteram a dinâmica de crescimento da pastagem e as interações competitivas que ocorrem entre as plantas (TURKINGTON e MEHRHOFF, 1990). Além disto, a competição por recursos pode levar à redução no crescimento e ou reprodução dos indivíduos (BEGON et al., 1990) modificando desta forma a estrutura da pastagem e o equilíbrio entre as espécies em associação.

Os componentes da desfolhação (frequência e intensidade) são, à escala de um *patch*, variáveis ao longo do tempo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Além disto, em grande parte dos experimentos de campo, os efeitos da frequência e da intensidade de desfolhação podem ser confundidos (BROCK e HAY, 1993).

A grande variabilidade na frequência e na intensidade de desfolhação é um dos obstáculos para se estudar os efeitos da desfolhação à campo, no entanto, a utilização de micropastagens, cultivadas em pequenas caixas, têm permitido controlar separadamente a frequência e a intensidade de desfolhação e, assim, identificar e quantificar os mecanismos que geram a recuperação da planta com base nas características iniciais da pastagem e na desfolhação animal controlada.

Tendo em vista a dificuldade de manutenção do equilíbrio entre espécies em associação, devido principalmente à competição entre plantas e à seleção animal, que podem alterar a dinâmica de crescimento e a composição da pastagem, torna-se necessário o ajuste dos componentes da desfolhação (frequência e intensidade) à dinâmica de crescimento das plantas.

Com base nestas informações, testou-se a hipótese de que se o processo de desfolhação efetuado pelo animal e a distribuição horizontal da pastagem modificam as interações competitivas entre as plantas, então, a variação na intensidade e frequência de

desfolhação e na distribuição horizontal da pastagem, irão modificar a dinâmica de crescimento e o equilíbrio entre espécies.

A partir disto desenvolveu-se o presente estudo com o objetivo de avaliar a resposta à desfolhação de uma associação de azevém perene e festuca. Num primeiro experimento avaliou-se os efeitos da distribuição horizontal da pastagem e posteriormente os efeitos da frequência e da intensidade de desfolhação sobre os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação.

## REFERÊNCIAS

BEGON, M. et al. (1990). *Ecology: individuals, populations and communities*. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific.

BROCK, J. L.; HAY, R. J. M. (1993). An ecological approach to forage management. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North. p. 837-841.

FIRBANK, L. G.; WATKINSON, A. R. (1990). On the effects of competition: from monocultures to mixtures. In: GRACE, J. B.; TILMAN, D. (Ed.). *Perspectives on Plant Competition*. California: Academic Press. p. 165-192.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. New Zealand: CAB International. p. 3-35.

TURKINGTON, R.; MEHRHOFF, L. A. (1990). The role of competition in structuring pasture communities. In: GRACE, J. B.; TILMAN, D. (Ed.). *Perspectives on plant competition*. California: Academic Press. p. 307-340.

## **CAPÍTULO 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. COMPETIÇÃO POR LUZ E CONSEQÜÊNCIAS PARA O CRESCIMENTO E A MORFOGÊNESE**

Segundo CARRÈRE et al. (2000), a associação de espécies é o reflexo da competição exercida no espaço e no tempo sobre cada um dos seus componentes e aquisição de recursos. A competição entre espécies irá depender principalmente das condições iniciais, que determinarão a eliminação de uma espécie por outra (exclusão competitiva) ou a coexistência das espécies (VOLTERRA, 1926).

No entanto, deve-se lembrar que o grau de complexidade do sistema é fortemente aumentado pela presença do animal pois este pode variar o consumo (THORNLEY et al., 1994) e alterar a dinâmica de crescimento e o equilíbrio de espécies em associação.

Dentre os recursos disponíveis às plantas a competição por luz é considerada como assimétrica, pois os indivíduos maiores interceptam mais luz, prejudicando assim o crescimento dos menores (SCHWINNING e WEINER, 1998). A competição por luz é também vista como a principal causa da assimetria e da morte de perfilhos em populações densas (HARPER, 1977) e, assim sendo, quando a competição ocorre é muito pequena a chance das espécies coexistirem (HUSTON e DE ANGELIS, 1994) o que leva a diminuição na diversidade da pastagem.

Em condições de alta densidade de plantas, a tolerância ao sombreamento pode estabilizar a composição botânica da pastagem. As folhas saturadas por luz possuem uma menor eficiência no uso da radiação, e o sombreamento pode aumentar a eficiência das espécies que se adaptem a esta condição. Desta forma, as respostas fisiológicas (tolerância ao sombreamento) e morfológicas (escape ao sombreamento) podem aumentar a possibilidade de coexistência de espécies (SOUSSANA e LAFARGE, 1998).

#### *2.1.1. Principais fatores que afetam a competição por luz*

Segundo GRIME e HODGSON (1987), as plantas competidoras por luz possuem algumas características como: alta capacidade de ramificação vegetativa,

rápida captação de recursos e produção de novas folhas e raízes e alta plasticidade morfológica. Além disto, outros fatores como o índice de área foliar (IAF), ângulo de inclinação das folhas e propriedades dos tecidos foliares (AERTS et al., 1990; LEMAIRE, 1997) têm sido determinantes da competição por luz.

### *2.1.2. Conseqüências da competição por luz à morfogênese*

A redução na quantidade e na qualidade de luz pode promover algumas modificações nas plantas. O comprimento dos pecíolos do trevo e das folhas das gramíneas é relativamente constante (DAVIES e EVANS, 1990). No entanto, em condições de sombreamento, observou-se a morte de ramos e de pequenos ápices (SOUSSANA et al., 1995) e alongamento dos pecíolos do trevo (VARLET-GRANCHER et al., 1989) além da redução na taxa de aparecimento e aumento na taxa de crescimento de folhas de gramíneas (WILSON e LAIDLAW, 1985; MAZZANTI, 1997). Esta reorientação do crescimento nas gramíneas geralmente leva a morte de um certo número de perfilhos normalmente menos vigorosos (MAZZANTI, 1997).

Um outro fator determinante do perfilhamento é a qualidade da luz (relação vermelho/vermelho-distante) (DAVIES e THOMAS, 1983). Em geral, quando ocorre o fechamento do dossel e conseqüentemente a entrada de luz diminui, o perfilhamento é reduzido (MAZZANTI, 1997). Outros fatores como a alta densidade e a competição entre plantas podem ocasionar a morte de perfilhos (YODA et al., 1963).

Além disto existe uma relação entre o peso e a densidade de perfilhos que determinam a otimização do IAF. Em menores alturas isto ocorre com uma maior densidade de perfilhos associada a perfilhos de menor peso e em alturas maiores com uma menor densidade de perfilhos de maior peso (YODA et al., 1963; DAVIES, 1974; MATTHEW et al., 1999). Este mecanismo é denominado compensação peso/densidade (LANGER, 1972; CHAPMAN e LEMAIRE, 1993; XIA et al., 1994; MATTHEW et al., 1995).

## 2.2. DESFOLHAÇÃO

A desfolhação é um fator determinante das modificações estruturais da pastagem, por meio da redução da superfície foliar e do número de pontos de crescimento, modificando a produção de fotoassimilados e a composição da pastagem (MAZZANTI, 1997).

Os efeitos da desfolhação no crescimento das plantas podem ser determinados pela parte da planta que é desfolhada, quantidade que é removida (intensidade de desfolhação) e intervalo de tempo entre desfolhações (frequência de desfolhação) (HARPER, 1977; CRAWLEY, 1983).

A estrutura da pastagem também influencia o processo de desfolhação (BLACK e KENNEY, 1984; STUTH et al., 1987; COLEMAN, 1992; DEMMENT e LACA, 1993; UNGAR, 1996), por meio da altura da pastagem (ARMSTRONG et al., 1995), densidade de folhas (FLORES et al., 1993; DEMMENT et al., 1995) e a distribuição espacial (horizontal e vertical) das diferentes espécies (TAINTON et al., 1996).

### 2.2.1. Componentes do bocado

A quantidade e a qualidade do material consumido é determinada principalmente pela possibilidade física do animal em desfolhar o material, pela altura da pastagem, teores de celulose e lignina, quantidade de material ofertado e de material verde (CARRÈRE et al., 2000) além do tipo de animal (tamanho e forma do bocado) (PRACHE e PEYRAUD, 1997).

A quantidade de material ingerido ( $i$ ) pelos animais é resultante da massa do bocado (MB), da frequência de bocados (FB) e do tempo de pastejo (TP), ou seja:  $i = MB \times FB \times TP$  (ALLDEN e WITTAKER, 1970).

Os ovinos em pastagens de azevém perene com altura inferior à 6 cm não conseguem compensar a menor massa do bocado aumentando o tempo de pastejo e a frequência de bocados (PENNING et al., 1991), desta forma a massa do bocado é fortemente influenciada pela estrutura da pastagem e pode ser modificada em função da presença de folhas mortas (PRACHE e PEYRAUD, 1997), da rigidez das plantas e da sua distribuição horizontal e vertical (DEMMENT et al., 1995).

Em geral, a alteração da massa do bocado ocorre devido a mudanças na estrutura da pastagem e conseqüentemente na área e/ou profundidade do bocado (CARVALHO, 1997). A profundidade do bocado corresponde à diferença de altura na pastagem antes e após desfolhação (UNGAR, 1996). Esta é influenciada pela altura da pastagem (GORDON e LASCANO, 1993) o que significa que quanto maior a altura da pastagem, maior a profundidade do bocado (BLACK e KENNEY, 1984; WADE, 1991; EDWARDS et al., 1995)

### *2.2.2. Frequência e intensidade de desfolhação*

A desfolhação pode ser vista por meio dos seus dois componentes: a frequência e a intensidade. A frequência de desfolhação é expressa como o intervalo (em dias) entre duas desfolhações sucessivas. Esta variável representa o componente horizontal da desfolhação, e reflete na composição espacial da pastagem (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; CARRÈRE et al., 1997).

A intensidade de desfolhação, expressa pela fração de material consumido em relação ao ofertado, é o componente vertical da desfolhação, e está relacionada à profundidade e a massa do bocado. Segundo WADE et al. (1989), a intensidade média de desfolhação normalmente é constante em relação ao comprimento do perfilho, o que significa que à escala de uma desfolhação (de um bocado) o animal remove aproximadamente, uma mesma proporção de material qualquer que seja a sua altura.

### *2.2.3. Seleção*

O consumo de plantas em associação é regulado por vários fatores ligados à planta e ao animal. Entre alguns dos fatores relacionados à planta estão a distribuição (horizontal e vertical) das espécies (DOVE, 1996), palatabilidade e presença de compostos tóxicos (BRISKE, 1991). Em geral, a preferência se dá pelos dosséis altos, comparados aos baixos (ILLIUS et al., 1992; ROGUET et al., 1998) e pelas espécies de maior palatabilidade tendo em vista que os animais podem associar, às plantas que eles não conhecem, consequências pós-digestivas que permitem recusar ou aceitar a planta num próximo pastejo (BRISKE, 1996).

Além disto, a seleção é feita entre partes da planta, as partes mais jovens são as preferidas e deste modo o pastejo pode aumentar as variações no valor nutritivo das plantas, e ao longo do tempo modificar a composição da pastagem (ILLIUS et al., 1992).

Com relação ao animal, o estágio fisiológico, a capacidade de utilizar a energia contida na pastagem, a idade e a experiência de pastejo (DOVE, 1996) são fatores importantes no processo de seleção. As necessidades energéticas também conduzem a escolha de alimentos de maior ou menor qualidade.

### 2.3. FLUXO DE TECIDOS

O desenvolvimento das gramíneas é caracterizado pelo aparecimento e desenvolvimento de folhas, perfilhos, raízes e alongamento do colmo. As taxas de aparecimento e crescimento de folhas e a duração de vida da folha constituem fatores morfogênicos do perfilho. Estas características são influenciadas pelas variáveis ambientais (luz, temperatura, água e nutrientes) que determinam as características estruturais da pastagem (número e tamanho das folhas e densidade de perfilhos) (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Para o estudo do equilíbrio de espécies em associação são necessárias medidas detalhadas que possibilitem a estimativa dos fluxos de crescimento, senescência e desfolhação de cada uma das espécies (CARRÈRE et al., 1997). Além disto, os componentes da desfolhação (frequência e a intensidade) alteram a taxa de produção de tecidos (PARSONS et al., 1994), que resulta do balanço entre os fluxos de crescimento (C), desfolhação (D) e senescência (S) (CARRÈRE et al., 1997).

A partir das variáveis relacionadas ao fluxo de tecidos, foram definidas a eficiência real de utilização da pastagem (ERUP), como a relação entre a quantidade de forragem desfolhada e a forragem em crescimento ( $D/C$ ), e a eficiência potencial de utilização da pastagem ( $EPUP = 1 - S/C$ ) que representa a proporção de forragem produzida que pode ser consumida pelo animal se o dossel é mantido em equilíbrio. A eficiência de utilização da pastagem varia de acordo com a frequência e a intensidade de desfolhação, e pode ser maior para espécies com fluxos de tecidos mais lento (LOUAULT et al., 1997). Por meio de critérios como a ERUP torna-se possível, em função das taxas de crescimento e senescência da pastagem, determinar a produção de forragem em diferentes situações de desfolhação e períodos do ano (CARRÈRE et al., 1997).

Além disto, o estudo detalhado dos fluxos de crescimento, senescência e desfolhação permitem o melhor entendimento da relação planta animal, uma vez que a análise do fluxo integra os efeitos de preferência dos animais, manejo e características das espécies (MAZZANTI, 1997).

## 2.4. RESPOSTAS DAS PLANTAS À DESFOLHAÇÃO

A maior influência dos animais na composição e perenidade das associações de plantas é resultado do comportamento animal (MATCHES, 1992). Os herbívoros podem pastejar uma determinada planta mais freqüentemente ou mais intensamente que outra (NEWMAN et al., 1995) e, como conseqüência, o equilíbrio entre espécies é modificado (RIDOUT e ROBSON, 1991; MARRIOT e CARRÈRE, 1998).

A desfolhação, a seleção alimentar, o pisoteio e as excreções, são fatores que influenciam as respostas das plantas à desfolhação. Estes podem alterar a persistência, a produtividade e a composição botânica da pastagem, além da velocidade de crescimento das plantas pastejadas (CARRÈRE et al., 2000).

A resposta fenotípica das plantas aos fatores ambientais e ao manejo, denominada plasticidade fenotípica (BRADSHAW<sup>1</sup>, 1965, citado por LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), é expressa por modificações na morfologia das plantas mas a resposta à desfolhação pode ser descrita a partir da planta individual: a curto prazo, por meio da adaptação fisiológica, ou a longo prazo por meio de adaptações morfológicas (BRISKE, 1991).

Com relação à adaptação, existem alguns mecanismos de tolerância ou de escape à desfolhação. Os mecanismos de tolerância são os que aumentam o crescimento da planta após a desfolhação por meio de processos fisiológicos e posicionamento do meristema, e os de escape caracterizam-se por reduzir a probabilidade e a intensidade de desfolhação por meio de compostos bioquímicos ou características morfológicas (BRISKE, 1991).

Os mecanismos de escape podem ser mecânicos, bioquímicos ou simbióticos. Em geral, caracterizam-se por adaptações na arquitetura da planta, aumento da resistência dos tecidos (lignina) ou presença de espinhos ou compostos químicos que reduzem a apreensão e a palatabilidade dos tecidos vegetais. A simbiose está relacionada à presença de fungos endofíticos produtores de alcalóides que podem diminuir o consumo e serem tóxicos aos animais.

Os mecanismos espaciais influenciam as distribuições vertical e horizontal das plantas no dossel, em geral as gramíneas de maior tamanho são substituídas por espécies de tamanho médio e estas por espécies menores. Este tipo de substituição,

1. LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. New Zealand: CAB International, p. 3-35.

induzida pelo pastejo, é baseada na acessibilidade e na quantidade de material que será consumido. Além disto, a redução na altura da pastagem diminui a capacidade de apreensão do material. No entanto, determinadas plantas podem colocar suas folhas nos estratos superiores, afim de otimizar o uso da luminosidade, ficando, desta forma, mais vulneráveis ao pastejo (BRISKE, 1991; 1996).

Segundo LEMAIRE (1999), a resposta fisiológica é relacionada à redução do suprimento de carbono para a planta, devido à diminuição da área foliar. Já a resposta morfológica é resultado das trocas de carbono entre diferentes órgãos de crescimento (folhas, perfilhos e raízes) que permitem a adaptação da planta à desfolhação, constituindo a estratégia descrita anteriormente por BRISKE (1991; 1996).

Além disto, o pastejo favorece as espécies mais aptas à reconstituírem os órgãos de assimilação, as que possuem uma maior quantidade de reservas e/ou pontos de crescimento mais protegidos (CARRÈRE et al., 2000).

No caso de espécies em associação, tem-se observado que as espécies com menor velocidade de emissão de folhas podem se adaptar melhor à desfolhação. Em desfolhações pouco freqüentes esta característica pode ser benéfica, pois permite o desenvolvimento de folhas mais longas e a redução na perda de nutrientes via senescência foliar. Por outro lado, em desfolhações freqüentes, a velocidade mais rápida de emissão de folhas torna-se vantajosa, pois folhas mais curtas são produzidas, escapam parcialmente da desfolhação, além do aumento do número de gemas axilares permitir a formação de novos perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; SOUSSANA e LAFARGE, 1998).

Desta forma, o estudo dos componentes da desfolhação aliado aos fluxos de crescimento, senescência e desfolhação são parâmetros chave para o entendimento da dinâmica de populações de plantas submetidas à desfolhação (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; LEMAIRE, 1999).

## REFERÊNCIAS

- AERTS, R. et al. (1990). Competition in heathland along an experimental gradient of nutrient availability. *Oikos*, Copenhagen, v. 57, p. 310-318.
- ALLDEN, W. G.; WITTAKER, I. A. (1970). The determinants of herbage intake by grazing sheep: the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v. 21, p. 755-766.
- ARMSTRONG, R. H. et al. (1995). The effect of sward height and its direction of change on herbage intake, diet selection and performance on weaned lambs grazing ryegrass swards. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 50, p.389-398.
- BLACK, J. L.; KENNEY, P. A. (1984). Factors affecting diet selection by sheep. II Height and density of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v. 35, p. 565-578.
- BRISKE, D. D. (1991). Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. K. (Ed.). *Grazing management: an ecological perspective*. Portland: Timber Press. p. 85-108.
- BRISKE, D. D. (1996). Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. New Zealand: CAB International. p. 37-67.
- CARRÈRE, P. et al. (1997). Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 34, p. 333-348.
- CARRÈRE, P. et al. (2000). How does the vertical and horizontal structure of a grass and clover sward influence grazing? Artigo não publicado.
- CARVALHO, P. C. F. (1997). A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá. p. 25-52.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. (1993). Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North. p 95-104.
- COLEMAN, S. W. (1992). Plant animal interface. *Journal of Production Agriculture*, Madison, US, v. 5, p. 7-13.
- CRAWLEY, M. J. (1983). *Herbivory: the dynamics of animal plant interactions*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- DAVIES, A. (1974). Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 82, p. 165-172.
- DAVIES, A.; EVANS, E. (1990). Axillary bud development in white clover in relation to defoliation and shading treatment. *Annals of Botany*, London, v. 66, p. 349-357.

- DAVIES, A.; THOMAS, H. (1983). Rates of leaf and tiller production in young spaced perennial ryegrass plants in relation to soil temperature and solar radiation. *Annals of Botany*, London, v. 57, p. 591-597.
- DEMMENT M. W. et al. (1995). Herbage intake at grazing: a modelling approach. In : International Symposium on the Nutrition of Herbivores, 4, 1995. *Proceedings...* Paris. p. 121-141.
- DEMMENT, M. W.; LACA, E. A. (1993). The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 7, 1993. *Proceedings...* Paris. p. 439-460.
- DOVE, H. (1996). Constraints to the modelling of diet selection and intake in the grazing ruminant. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v. 47, p. 257-275.
- FLORES, E. R. et al. (1993). Sward and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. *Agronomy Journal*, Madison, v. 85, p. 527-532.
- GORDON, I. J.; LASCANO, C. (1993). Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grassland: potential and constraints. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North. p. 681-690.
- GRIME, J. P.; HODGSON, J. G. (1987). Botanical contributions to contemporary ecological theory. In: RORISON, I. H. et al. (Ed.). *Frontiers of comparative plant ecology*. London: Academic Press. p. 283-296.
- HARPER, J. L. (1977). *Population biology of plants*. London: Academic Press. 892p.
- HUSTON, M. A.; DE ANGELIS, D. L. (1994). Competition and coexistence: the effects of resource transport and supply. *The American Naturalist*, Chicago, v. 144, p. 959-977.
- ILLIUS, A. W. et al. (1992). Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. *Journal Animal Ecology*, Oxford, v. 61, p. 183-194.
- LANGER, R. H. M. (1972). *How grasses grow*. London: Edward Arnold Publication. 60p.
- LEMAIRE, G. (1997). The physiology of grass growth under grazing: Tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1, 1997, Viçosa. *Anais...* Viçosa. p.117-144.
- LEMAIRE, G. (1999). Les flux de tissus foliaires au sein des peuplements prairiaux. éléments pour une conduite raisonnée du pâturage. *Fourrages*, Paris, v. 159, p. 203-222.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. New Zealand: CAB International. p. 3-35.
- LOUAULT, F. et al. (1997). Grass and clover herbage use efficiencies in mixtures continuously grazed by sheep. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 52, p. 388-400.
- MARRIOTT, C. A.; CARRÈRE P. (1998). Structure and dynamics of grazed vegetation. *Annales de Zootechnie*, Paris, v. 47, p. 359-369.

- MATCHES, A. G. (1992). Plant response to grazing: a review. *Journal of Production Agriculture*, Madison, US, v. 5, p. 1-7.
- MATTHEW, C. et al. (1995). A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. *Annals of Botany*, London, v. 76, p. 579-587.
- MATTHEW, C. et al. (1999). Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOFISIOLOGIA DA PASTAGEM E ECOLOGIA DO PASTEJO, 1, 1999, Curitiba. *Anais...* Curitiba. p.109-133.
- MAZZANTI, A. (1997). Adaptación de especies forrajeras a la defoliación. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá. p. 75-84.
- NEWMAN, J. A. et al. (1995). Optimal diet selection by a generalist grazing herbivore. *Functional Ecology*, Oxford, GB, v. 9, p. 255-268.
- PENNING P. D. et al. (1991). Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. *Grass and Forage Science*, Oxford, GB, v. 46, p. 15-28.
- PRACHE, S.; PEYRAUD, J. L. (1997). Préhensibilité de l'herbe pâturée chez les bovins et les ovins. *Productions Animales*, Paris, v. 10, n. 5, p. 377-390.
- RIDOUT, M. S.; ROBSON, M. J. (1991). Diet composition of sheep grazing grass/white clover swards: a re-evaluation. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v. 34, p. 89-93.
- ROGUET, C. et al. (1998). Sélection et utilisation des ressources fourragères par les herbivores: théories et expérimentations à l'échelle du site et de la station alimentaires. *Productions Animales*, Paris, v. 11, n. 4, p. 273-284.
- SCHWINNING, S.; WEINER, J. (1998). Mechanisms determining the degree of size asymmetry in competition among plants. *Oecologia*, Berlin, v. 113, p. 447-455.
- SOUSSANA, J. F. et al. (1995). The regulation of clover shoot growing points density and morphology during short-term decline in mixed swards. *European Journal of Agronomy*, Amsterdam, v. 4, p. 205-215.
- SOUSSANA, J. F.; LAFARGE, M. (1998). Competition for resources between neighbouring species and patch scale vegetation dynamics in temperate grasslands. *Annales de Zootechnie*, Paris, v. 47, p. 371-382.
- STUTH, J.W. et al. (1987). Effects of stocking rate on critical plant-animal interactions in a rotationally grazed *Schizachyrium-Paspalum* savanna. In: HORN, F. P. et al. *Grazing-lands research at the plant animal interface*. Winrock International, p. 115-140.
- TAINTON, N. M. et al. (1996). Complexity and stability in grazing systems. In: HODGSON J.; ILLIUS A. W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford, UK: CAB International. p. 275-299.
- THORNLEY, J. H. M. et al. (1994). A cost-benefit model of grazing intake and diet selection in a two-species temperate grassland sward. *Functional Ecology*, Oxford, GB, v. 8, p. 5-16.

- UNGAR, E. D. (1996). Ingestive behaviour. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. New Zealand: CAB International. p. 185-218.
- VARLET-GRANCHER, C. et al. (1989). Phytochrome mediated effects on white clover morphogenesis. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989, Nice. *Proceedings...* Nice. p. 477-478.
- VOLTERRA, V. (1926). Fluctuations in the abundance of a species considered mathematically. *Nature*, London, v. 118, p. 558-560.
- WADE, M. H. (1991). *Factors affecting the availability of vegetative Lolium perenne to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics stoking rate and grazing method*. Rennes, França, 1991. 70p. Thèse de Doctorat - Université de Rennes.
- WADE, M. H. et al. (1989). The dynamics of daily area and depth of grazing and herbage intake of cows in a five-day paddock system. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989, Nice. *Proceedings...* Nice. p. 1111-1112.
- WILSON, R. E.; LAIDLAW, A. S. (1985). The role of the sheath tube in the development of expanding leaves in perennial ryegrass. *Annals of Applied Biology*, Warwick, v. 106, n. 2, p. 385-391.
- XIA, J. X. et al. (1994). Effects of grazing on tissue turnover in Matua prairie grass dairy pasture. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v. 37, p. 41-50.
- YODA, K. et al. (1963). Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. *Journal of Institute of Polytechnics*, Osaka, v. 14, p. 107-129.

### **CAPÍTULO 3 - DISTRIBUIÇÃO HORIZONTAL E OS FLUXOS DE CRESCIMENTO, SENESCÊNCIA E DESFOLHAÇÃO DE AZEVÉM PERENE E FESTUCA, PUROS E EM ASSOCIAÇÃO**

**RESUMO** – O experimento foi realizado no INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) em Theix, França. Duas gramíneas (azevém perene e festuca) foram semeadas em caixas (0,13 m<sup>2</sup>) usando-se três distribuições horizontais da pastagem (pura, linhas alternadas e faixas alternadas) e três frequências de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias), com quatro repetições por tratamento. Quatro meses após a semeadura, a cada data de desfolhação, as caixas foram oferecidas, individualmente, a quatro ovelhas secas e retiradas após a realização de 340 bocados.m<sup>-2</sup>. Para cada gramínea estudou-se a densidade e a massa de perfilhos, a altura e a produção de matéria seca, a profundidade e a massa do bocado e os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação. A maior altura da pastagem, gerada por desfolhações menos frequentes, promoveu a realização de bocados mais profundos e de maior massa. Por outro lado, em desfolhações mais frequentes a altura da pastagem foi mantida mais baixa, e a profundidade e massa do bocado foram menores. A distribuição horizontal das plantas promoveu respostas diferenciadas em relação aos fluxos de crescimento, senescência e desfolhação. Quando em linhas alternadas a festuca teve o fluxo de crescimento limitado, provavelmente desfavorecida pela competição.

Palavras-chave: competição, densidade de perfilhos, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, massa do bocado, massa do perfilho, profundidade do bocado, seleção.

## **HORIZONTAL DISTRIBUTION AND GROWTH, SENESCENCE AND DEFOLIATION FLUXES OF PERENNIAL RYEGRASS AND TALL FESCUE PURES AND ASSOCIATED**

**ABSTRACT** – The experiment was carried in INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) at Theix, France. Two grasses (perennial ryegrass and tall fescue) were grown in sward boxes (0,13 m<sup>2</sup>), using three different sward horizontal distribution (pure, alternate rows and alternate strips) and three defoliation frequencies (3,5, 7 and 14 days between two successive defoliation) with four replications. Four months after sowing, at defoliation date, sward boxes were offered to four individual dry ewes and removed after 340 bites.m<sup>-2</sup> had been made. For each grass species, the density and the tiller mass, the sward height, the production of mass, the bite depth and the bite mass and growth, senescence and defoliation fluxes were studied. The largest height of the sward, generated by less frequent defoliation, promoted the accomplishment of deeper bites and of larger mass. On the other hand, in more frequent defoliation, the height of the sward was maintained lower, and the depth and mass of bites were smaller. The horizontal distribution of the sward promoted differentiated responses in relation to the growth, senescence and defoliation fluxes. When in alternate rows, the tall fescue probably had the growth flux limited unfavorable by the competition.

Key-words: competition, tiller density, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, bite mass, tiller mass, bite depth, selectivity.

### 3.1. INTRODUÇÃO

A associação de espécies tem sido uma alternativa utilizada para melhorar a distribuição da produção da pastagem ao longo do ano e a qualidade da dieta dos animais. No entanto, este é um sistema de maior complexidade, onde fatores como a competição entre plantas e a seleção animal atuam dificultando a manutenção do equilíbrio entre espécies.

A competição que ocorre entre plantas depende da forma de utilização dos recursos (água, luz e nutrientes). Além disto, o equilíbrio de espécies associadas pode evoluir também em função das necessidades de cada espécie. Determinadas plantas utilizam como estratégia colocar suas folhas nos estratos superiores, afim de otimizar o uso da luminosidade no entanto, esta estratégia as deixa mais vulneráveis à desfolhação (BRISKE, 1991). Já a seleção efetuada pelo animal depende, dentre outros fatores, da distribuição vertical e horizontal da pastagem e da palatabilidade.

O processo de desfolhação pode ser caracterizado como um dos fatores determinantes das modificações estruturais da pastagem, por meio da redução da superfície foliar e eventualmente do número de pontos de crescimento, diminuindo assim a produção de matéria seca (MS) (MAZZANTI, 1997).

A resposta das plantas à desfolhação depende, dentre outros fatores, da velocidade de emissão de folhas, uma vez que espécies com velocidade de emissão de folhas mais rápida são mais adaptadas à desfolhações mais frequentes.

Desta forma, a interação da resposta das espécies à desfolhação e dos componentes da desfolhação (frequência e intensidade) determinam o funcionamento do dossel, o fluxo e o equilíbrio entre espécies.

Para se estudar a resposta das plantas em associação aos componentes da desfolhação (frequência e intensidade), utilizou-se uma espécie de velocidade rápida de emissão de folhas e de maior palatabilidade (azevém perene) associada a outra de menor velocidade de emissão de folhas e menor palatabilidade (festuca). A partir disto foram testadas as seguintes hipóteses:

a) se a velocidade de emissão de folhas determina a resposta à desfolhação, então a espécie com velocidade mais rápida de emissão de folhas se adaptará melhor a condições de desfolhação frequente, pois pode renovar suas folhas mais rapidamente;

b) se o processo de desfolhação é influenciado pela distribuição horizontal das plantas e pela seleção animal, então a variação na distribuição horizontal da pastagem modificará a competição entre plantas e o processo de seleção levando a fluxos de crescimento, desfolhação e senescência diferenciados.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo geral avaliar os efeitos da distribuição horizontal sobre os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação do azevém perene e da festuca e como objetivo específico estudar a desfolhação do azevém perene e da festuca, por meio da massa e profundidade de bocados, em pastagens baixas, médias e altas, criadas pela frequência de desfolhação em três tipos de distribuição horizontal (pura, linhas alternadas e faixas alternadas).

## 3.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1. Estabelecimento

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) em Theix, França. O clima é classificado como semi-continental, com precipitação média anual de 760 mm e temperatura média diária variando de 1 a 20°C no período de janeiro a agosto (LOUAULT et al., 1997).

Em janeiro de 1999, a associação de azevém perene (*Lolium perenne* cv. Fennema) e festuca (*Festuca arundinacea* cv. Clarine, livre de fungo endofítico), foi semeada em caixas de 0,39 x 0,33 m (0,13 m<sup>2</sup>) e 0,14 m de profundidade. Foram escolhidas estas espécies por possuírem velocidade de emissão de folhas e palatabilidade diferentes, sendo o azevém perene de maior palatabilidade e velocidade de emissão de folhas mais rápida quando comparado a festuca.

As gramíneas foram estabelecidas em 8 linhas separadas de 5 cm utilizando-se 41 e 76 kg de sementes.ha<sup>-1</sup> para o azevém perene e festuca, respectivamente. Como substrato utilizou-se solo, que recebeu 144, 72 e 144 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, utilizando-se o adubo formulado 16-8-16.

Para o tratamento de linhas alternadas as oito linhas foram dispostas alternadamente, ou seja uma linha de azevém e uma linha de festuca, totalizando quatro linhas por espécie. Esta distribuição permitiu que as espécies estivessem bem misturadas, dificultando a seleção. Já em faixas alternadas, quatro linhas de festuca e quatro de azevém foram semeadas lado a lado de forma a facilitar o processo de seleção.

Durante a fase de estabelecimento (quatro meses) as caixas foram mantidas em casa de vegetação e a cada duas semanas as gramíneas foram cortadas à 5 cm de altura afim de estimular o perfilhamento. Além disto, durante o estabelecimento e posteriormente durante toda a fase experimental, duas vezes por semana, as caixas foram irrigadas e, a cada 15 dias, adubadas com 50 kg de N.ha<sup>-1</sup>, utilizando-se como fonte o nitrato de amônio.

### 3.2.2. *Modelo experimental*

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Os tratamentos foram compostos por três distribuições horizontais (pura, linhas alternadas e faixas alternadas) e três frequências de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias), com quatro repetições por tratamento. Cada ovelha pastejou uma repetição de cada tratamento afim de permitir o cálculo da variância entre animais.

### 3.2.3. *Animais*

Utilizou-se quatro ovelhas secas da raça INRA 401, com largura média de arcada dentária de 3,5 ± 0,2 cm e peso vivo médio de 60 ± 9,3 kg. Estas foram primeiramente selecionadas de um lote de 14, e treinadas a pastejar as caixas durante um período de duas semanas. Os animais foram mantidos em baias individuais e receberam pela manhã (após a desfolhação das caixas), feno de aveia (0,8 kg), grãos de cevada (0,2 kg) e palha de trigo à vontade.

### 3.2.4. *Desfolhação*

A cada data de desfolhação as caixas foram oferecidas pela manhã separadamente a cada ovelha sendo colocadas sobre um suporte de madeira, afim de permitir que a pastagem e o piso das baias onde os animais estavam mantidos ficassem no mesmo nível (como em condições de campo). Após a realização de 340 bocados.m<sup>-2</sup>, contados visualmente por duas pessoas as caixas eram removidas. Para o cálculo da profundidade média do bocado, antes e após cada desfolhação, a altura de cada espécie foi medida (*sward stick*) tomando-se 32 pontos por tratamento. Posteriormente, as caixas foram pesadas em balança de precisão (±1 g) e amostradas 24 folhas (última folha adulta ou outra folha adulta em bom estado) de cada espécie por tratamento. Em

seguida este material foi seco (48 horas à 70°C) e pesado em balança analítica (0,0001 g), e os teores de MS determinados.

A partir destes dados efetuou-se o cálculo da massa do bocado, dividindo-se o consumo por caixa (em g de MS) pelo número médio de bocados realizados em cada caixa e da profundidade média do bocado (cm), calculada pela diferença de altura antes e após desfolhação.

### *3.2.5. Características da pastagem*

Para a determinação das características da pastagem no início e no final do experimento, foram amostradas quatro caixas por tratamento, cortando-se (ao nível do solo), para cada espécie, quatro segmentos de linha de 2 cm de comprimento. Posteriormente, em laboratório, o número de perfilhos foi contado, o material pesado e seco em estufa (48 horas à 70°C) e determinadas a produção de MS, a porcentagem de festuca na MS, a densidade de perfilhos e a massa do perfilho.

### *3.2.6. Fluxo de tecidos*

As medições das taxas de crescimento, senescência e desfolhação foram realizadas durante três semanas, somente na frequência de pastejo de 7 dias. Foram marcados (com um fio colorido preso ao solo por um prego) 24 perfilhos por espécie e por tratamento. A cada desfolhação (antes e após) foram medidos (em mm) o comprimento verde e o comprimento senescente de lâminas, o comprimento da bainha e de perfilhos não adultos (com menos de duas folhas adultas).

Os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação foram calculados de acordo com CARRÈRE et al., (1997).

A eficiência real de utilização da pastagem (ERUP) foi calculada relacionando-se os fluxos de desfolhação (D) e crescimento da pastagem (C), ou seja:  $ERUP = D/C$ . A eficiência potencial de utilização da pastagem (EPUP) foi obtida pela fórmula:  $EPUP = 1 - S/C$  onde S representa o fluxo de senescência da pastagem (LOUAULT et al., 1997).

Com o objetivo de avaliar a seleção entre espécies, durante a desfolhação o tratamento com a distribuição horizontal de faixas alternadas foi filmado e posteriormente, o número de bocados realizados em cada espécie contado por dois observadores.

### 3.2.7. Intervalo real de desfolhação do perfilho

O intervalo real de desfolhação do perfilho foi calculado dividindo-se a frequência de desfolhação (dias) pela probabilidade de desfolhação do perfilho. Sendo a probabilidade de desfolhação de um perfilho, a relação entre o número de perfilhos marcados que foram desfolhados e o número total de perfilhos marcados.

### 3.2.8. Cálculo do índice de agressividade do azevém

O grau de competição da associação das gramíneas foi comparado por meio dos valores médios do índice de agressividade (IA) calculado pela fórmula proposta por MCGILHIRST e TRENATH (1971):

$$IA = 0,5 \left( \frac{MA_F}{MA} - \frac{MF_A}{MF} \right)$$

Onde  $MA_F$  e  $MF_A$  são, respectivamente a produção de MS do azevém e da festuca quando associados e  $MA$  e  $MF$  a produção de azevém e festuca, respectivamente, quando puros.

### 3.2.9. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa *Statgraphics Plus* Versão 4.1 (USA). Para a análise de variância utilizou-se a média dos dados por caixa com os fatores frequência de desfolhação, distribuição horizontal da pastagem, espécie, animal e suas interações. Para a comparação de médias adotou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.3.1. Características da pastagem no início do experimento

No início do experimento a densidade de perfilhos e a produção de MS para as duas espécies foram maiores quando pura, comparadas a distribuição em linhas alternadas e faixas alternadas (Tabela 3.1). Já para a massa do perfilho os resultados foram semelhantes, embora se esperasse que uma maior densidade de perfilhos fosse associada a perfilhos de menor massa e vice-versa.

Comparando-se as espécies com relação a densidade de perfilhos (Tabela 3.1) observa-se que o azevém quando cultivado puro e em linhas alternadas apresentou uma

maior densidade de perfilhos que a festuca, no entanto para a distribuição em faixas alternadas os resultados foram similares.

Para a massa do perfilho (Tabela 3.1) os resultados foram semelhantes entre espécies e com relação à produção de MS houve diferença entre espécies somente no tratamento de linhas alternadas, sendo a maior produção para o azevém. Nestas condições, a festuca produziu menos MS, e um menor número de perfilhos provavelmente devido ao maior índice de agressividade do azevém (Tabela 3.1). No entanto, quando associada em faixas alternadas isto não ocorreu, pois nesta condição o índice de agressividade do azevém foi praticamente nulo, indicando que a competição entre espécies foi pequena.

Com relação à porcentagem de festuca na associação (Tabela 3.1), no início do experimento, esta manteve-se em 14% e 44%, respectivamente nas distribuições horizontais de linhas alternadas e faixas alternadas.

TABELA 3.1 – Características do azevém perene (A) e da festuca (F), no início do experimento, em função da distribuição horizontal da pastagem: pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA)

	Espécie	Distribuição horizontal		
		P	LA	FA
Densidade (perfilhos.m <sup>-1</sup> )	A	1538 Aa	959 Ab	606 Ac
	F	975 Ba	219 Bb	409 Bb
Massa do perfilho (g de MS)	A	0,024 Aa	0,038 Aa	0,042 Aa
	F	0,046 Aa	0,026 Ba	0,040 Aa
Produção de MS (g de MS.m <sup>-1</sup> )	A	38 Aa	36 Bb	21 Ab
	F	43 Aa	6 Bb	17 Ab
Índice de agressividade do azevém	-	-	0,41 a	0,09 b
Porcentagem de festuca	-	-	14	44

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem ( $p < 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

### 3.3.2. Altura da pastagem

A diferença de altura entre o azevém perene e a festuca, após a estabilização do dossel (final do experimento) foi maior nas frequências de desfolhação de 7 e 14 dias (Figura 3.1). Nesta situação, quando pura a festuca manteve-se mais alta que o azevém,

no entanto, quando em associação apresentou-se mais baixa, provavelmente desfavorecida pela competição com o azevém.

O aumento da frequência de desfolhação diminuiu ( $p < 0,05$ ) a altura da pastagem, uma vez que desfolhações mais frequentes removem uma maior quantidade de material. A maior remoção de material ocorre em função da profundidade do bocado, pois pastagens mais altas permitem a realização de bocados mais profundos e consequentemente de maior massa.

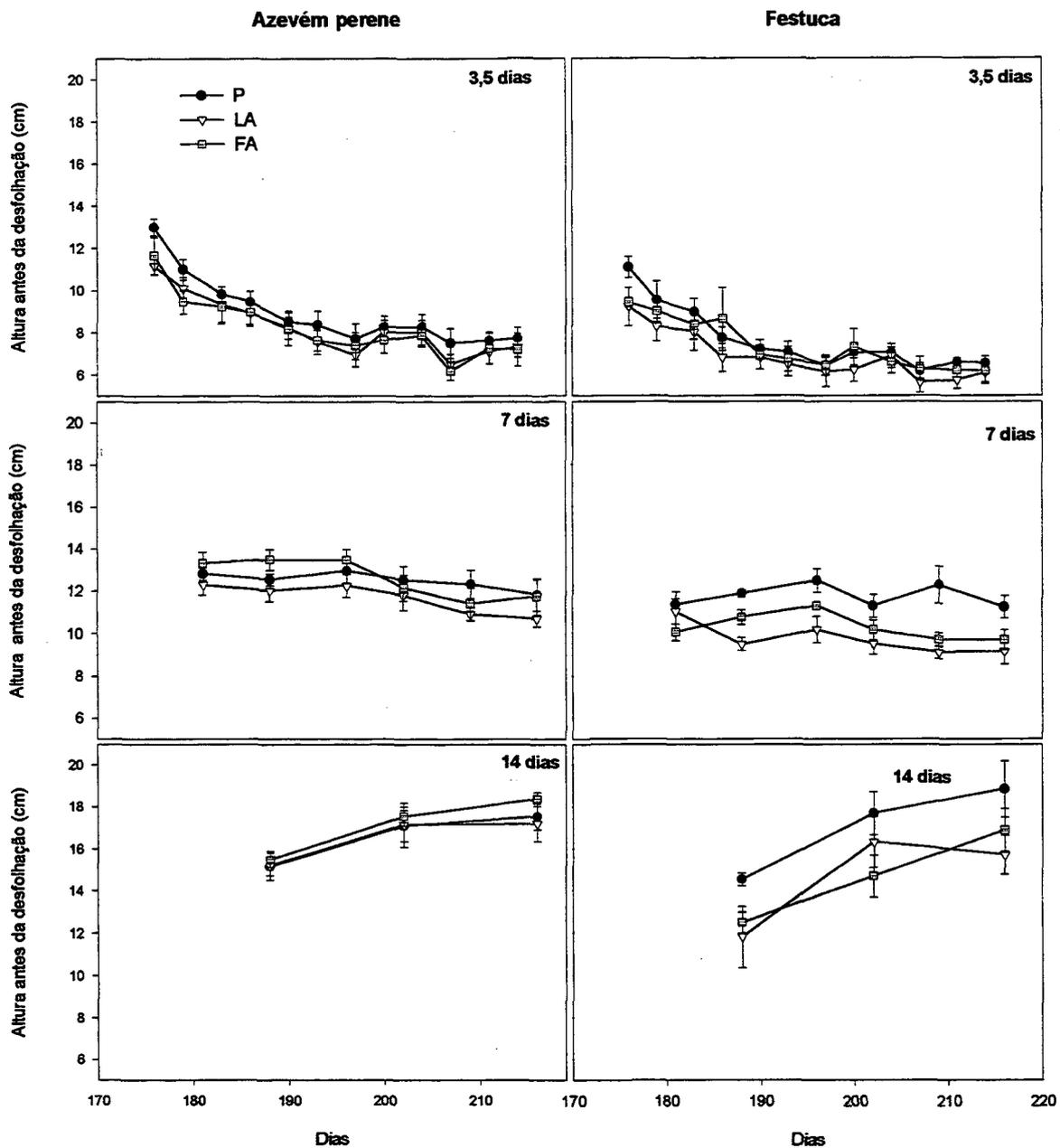


FIGURA 3.1 – Evolução da altura do azevém perene e da festuca, durante toda a fase experimental, em função da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal da pastagem: pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA).

### 3.3.3. Profundidade e massa do bocado

A profundidade do bocado é uma variável diretamente relacionada à altura da pastagem. Em geral, os dosséis mais altos permitem a realização de bocados de maior profundidade (WADE, 1991; ILLIUS et al., 1992; GORDON e LASCANO, 1993). Sendo assim, a maior frequência de desfolhação reduziu a altura da pastagem, e conseqüentemente a profundidade do bocado foi menor (Figura 3.2).

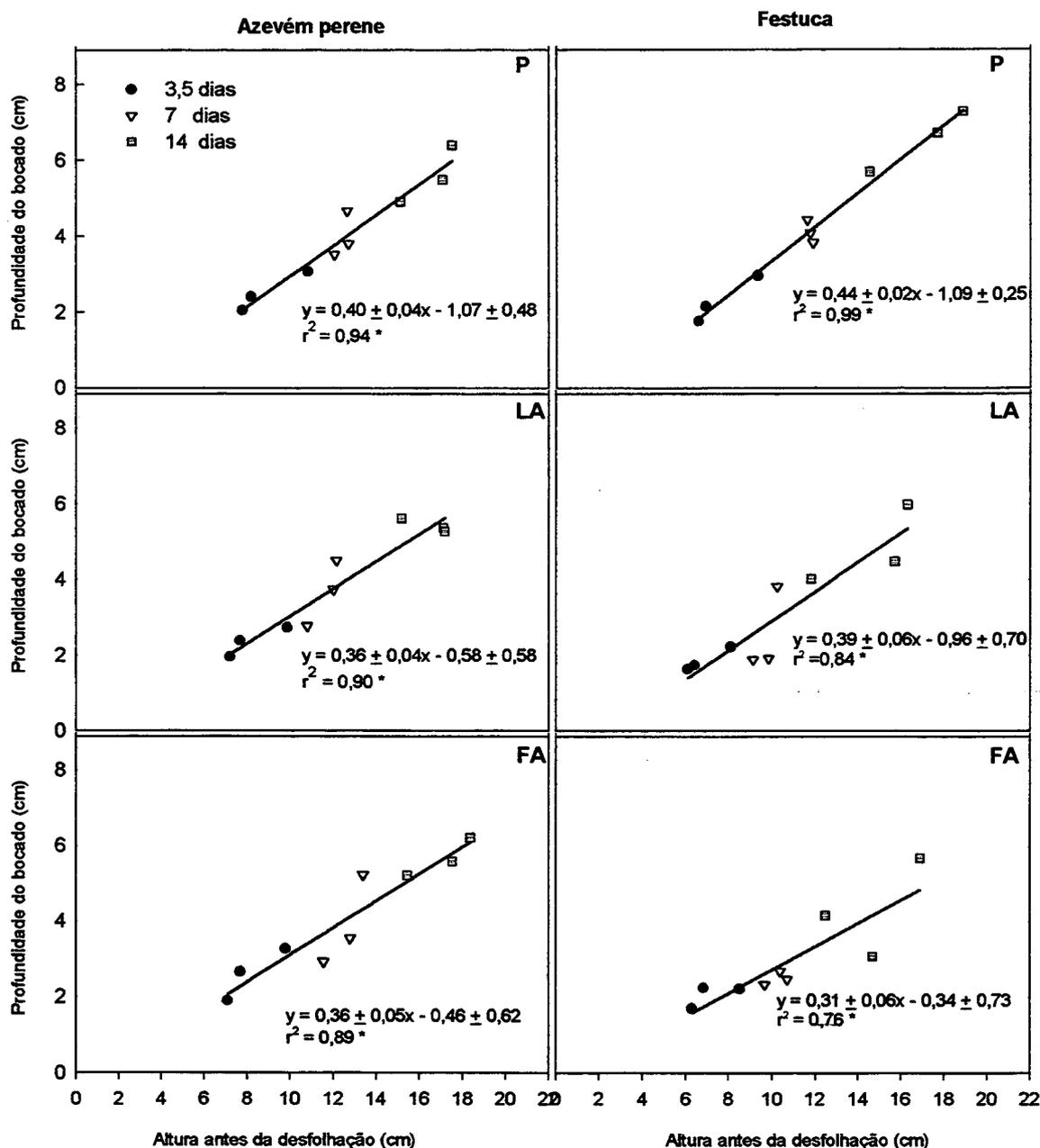


FIGURA 3.2 – Efeito da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal da pastagem: pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA), na relação entre a altura antes da desfolhação e a profundidade do bocado no azevém perene e na festuca durante todo o período experimental.

A profundidade do bocado foi maior (Figura 3.2) para a festuca na distribuição horizontal pura, quando comparada às associações, o que indica que nestas condições a intensidade de desfolhação desta espécie diminuiu (de 44% para 39 e 31% respectivamente para pura, linhas alternadas, e faixas alternadas) sendo assim menos consumida. O menor consumo pode ser devido a menor altura desta espécie em relação ao azevém, uma vez que os animais preferem as pastagens mais altas (ARMSTRONG et al., 1995), e/ou pela seleção do azevém em relação à festuca.

Além disto, a maior profundidade do bocado foi associada a bocados de maior massa. Nas pastagens mais altas, geradas por desfolhações menos frequentes (a cada 7 e 14 dias), a massa do bocado foi de 0,12 e 0,17 g de MS, respectivamente (Figura 3.3), quando pastejada mais frequentemente (a cada 3,5 dias) a massa do bocado foi reduzida (0,06 g de MS). Nesta condição, provavelmente, a dificuldade na apreensão do material e a diminuição na profundidade do bocado levaram à redução na massa do bocado, tendo em vista que esta variável é função das modificações na área e/ou profundidade do bocado e da densidade de MS no estrato pastejado (LACA et al., 1992; CARVALHO, 1997).

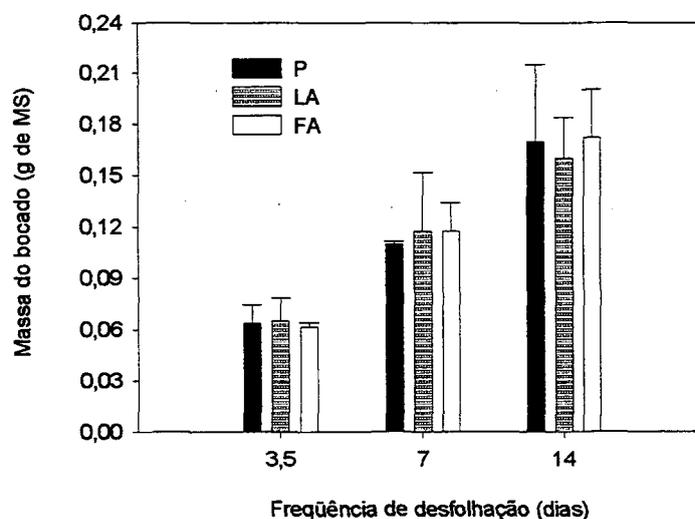


FIGURA 3.3 - Efeito da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal da pastagem: pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA), na massa do bocado.

#### 3.3.4. Seleção entre espécies

O processo de desfolhação pode ser influenciado pela distribuição horizontal das plantas, tendo em vista que o animal, diante de uma escolha, pode selecionar plantas ou parte da planta. (TAINTON et al., 1996). Na distribuição horizontal de faixas

alternadas, onde as espécies estavam dispostas em faixas lado a lado e o grau de mistura entre as espécies era menor, pode-se dizer que a seleção foi facilitada em relação a distribuição em linhas alternadas onde as plantas estavam bem misturadas. Assim sendo, comparou-se a porcentagem de bocados realizados em cada espécie no tratamento de faixas alternadas (Figura 3.4) e constatou-se que o número de bocados realizados no azevém foi superior (60%) ao da festuca (40%) quando desfolhado a cada 3,5 e 7 dias. Porém, na freqüência de 14 dias os resultados foram similares. A maior desfolhação no azevém pode ter ocorrido devido a seleção do azevém e/ou pela menor altura da festuca em relação ao azevém, uma vez que a preferência se dá por dosséis mais altos (ARMSTRONG, et al., 1995).

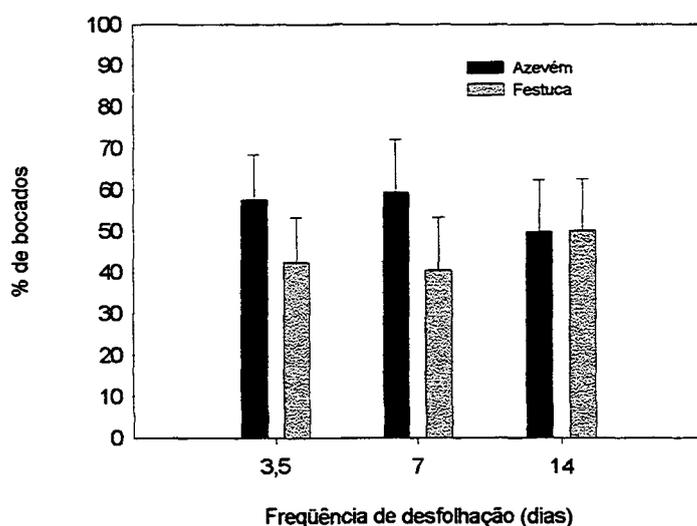


FIGURA 3.4 – Efeito da freqüência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) na porcentagem de bocados realizados no azevém perene e na festuca, na distribuição horizontal de faixas alternadas.

### 3.3.5. Fluxos de crescimento, senescência, desfolhação e eficiências de utilização da pastagem

Com relação a distribuição horizontal da pastagem, observa-se que em linhas alternadas o fluxo de crescimento do azevém foi maior em relação aos demais tratamentos (Tabela 3.2). Nesta condição o crescimento da festuca foi pequeno, favorecendo o crescimento do azevém. Além disto, observa-se que a desfolhação do azevém puro é maior do que em associações, o que indica que mesmo a festuca não

sendo a espécie de maior preferência ela é consumida na associação, mesmo que em menor quantidade.

TABELA 3.2 - Efeito da distribuição horizontal da pastagem: pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA) nos fluxos de crescimento, desfolhação e senescência, eficiências real (ERUP) e potencial (EPUP) de utilização da pastagem e no intervalo real de desfolhação do azevém perene (A) e da festuca (F)

	Distribuição horizontal			
	Espécie	P	LA	FA
Crescimento (g de MS.m <sup>-1</sup> )	A	0,57 Ab	0,99 Aa	0,60 Ab
	F	0,31 Bab	0,14 Bb	0,46 Aa
Desfolhação (g de MS.m <sup>-1</sup> )	A	0,57 Aa	0,49 Aa	0,40 Aa
	F	0,37 Aa	0,08 Bb	0,26 Aab
Senescência (g de MS.m <sup>-1</sup> )	A	0,20 Aa	0,32 Aa	0,36 Aa
	F	0,15 Aa	0,07 Aa	0,20 Aa
ERUP	A	1,00 Aa	0,49 Aa	0,67 Aa
	F	1,19 Aa	0,57 Aa	0,56 Aa
EPUP	A	0,65 Aa	0,68 Aa	0,40 Aa
	F	0,52 Aa	0,50 Aa	0,56 Aa
Intervalo real de desfolhação (dias)	A	9 Aa	12 Aa	8 Aa
	F	13 Aa	19 Aa	19 Aa

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Comparando-se a festuca em faixas alternadas à pura, observa-se que pura esta teve menor crescimento, pois nesta condição, estando como único material ela foi mais consumida do que quando havia a oferta do azevém (faixas alternadas), condição na qual o fluxo de crescimento foi maior, devido a menor desfolhação, ocasionada pela seleção por azevém, como visto anteriormente (Figura 3.1).

Porém quando associada em linhas alternadas os fluxos de crescimento e desfolhação foram muito baixos, pois nesta condição a disponibilidade de material era menor, diminuindo a desfolhação, sendo que o menor crescimento pode ser relacionado ao elevado índice de agressividade do azevém (Figura 3.5), que indica a ocorrência de competição entre as espécies. Além disto, a festuca se manteve num estrato inferior e portanto protegida da desfolhação, o que pode ser evidenciado pelo menor fluxo e

menor profundidade de desfolhação (Figura 3.2) e pelo maior intervalo real de desfolhação, que embora as diferenças não tenham sido significativas, este foi de 7 dias a mais em relação ao azevém.

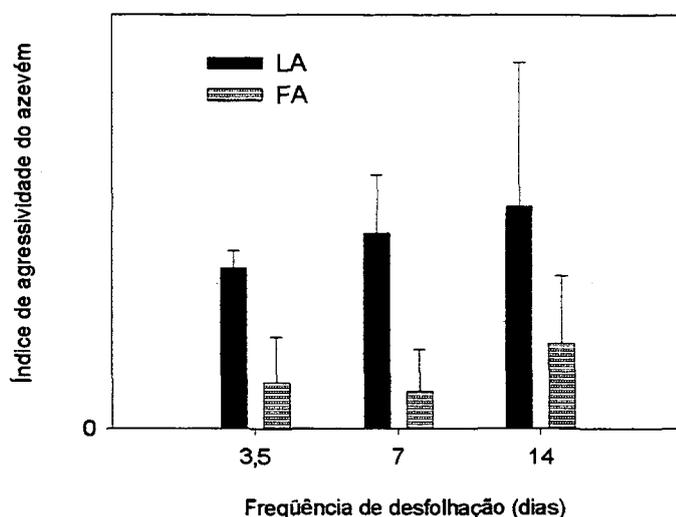


FIGURA 3.5 - Efeito da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal de linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA) no índice de agressividade do azevém perene.

De acordo com SOUSSANA e LAFARGE (1998) o maior crescimento das plantas proporciona um aumento nas perdas de nutrientes por senescência, no entanto, neste experimento, não houve variação no fluxo de senescência bem como nas eficiências de utilização da pastagem (Tabela 3.2).

### 3.3.6. Densidade de perfilhos

A densidade de perfilhos do azevém puro foi menor ( $p < 0,05$ ) do que em associação (Figura 3.6). Além disto, observa-se que as duas espécies quando puras produziram praticamente o mesmo número de perfilhos. No entanto, em associação o número de perfilhos do azevém foi sempre superior à festuca, sendo esta diferença mais acentuada para o tratamento de linhas alternadas, pois nesta condição o desenvolvimento da festuca foi prejudicado, e além disto, como ela se manteve num estrato inferior, a entrada de luz pode não ter sido suficiente para estimular o perfilhamento uma vez que a qualidade de luz é um dos principais fatores determinantes do perfilhamento (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996; MAZZANTI, 1997; LEMAIER, 1999).

A densidade de perfilhos também é função do equilíbrio entre as taxas de emissão e morte de perfilhos, ou seja de características morfogênicas e das condições ambientais (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), o que explica a diferença entre espécies pois a maior densidade de perfilhos do azevém está associada a maior taxa de emissão de perfilhos desta espécie em relação a festuca (MAZZANTI, 1997).

A frequência de desfolhação não modificou ( $p>0,05$ ) a densidade de perfilhos do azevém e da festuca, embora se esperasse que desfolhações mais frequentes que reduzem a altura da pastagem, permitindo uma maior entrada de luz nos estratos inferiores, levassem a produção de um maior número de perfilhos (MATTHEW et al., 1995).

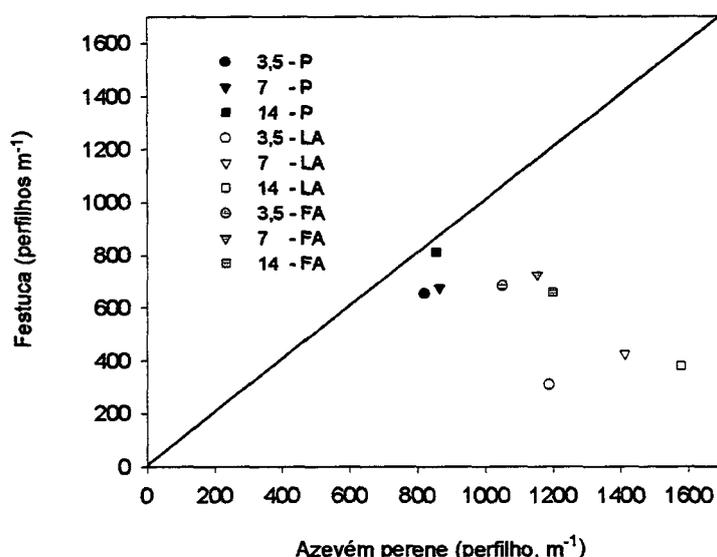


FIGURA 3.6 – Efeito da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal da pastagem, pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA), na densidade de perfilhos do azevém perene e da festuca.

### 3.3.7. Massa do perfilho e produção de matéria seca

A massa do perfilho (Figura 3.7) e a produção de MS (Figura 3.8) foram maiores ( $p<0,05$ ) em desfolhações menos frequentes (14 dias) quando comparadas a desfolhações mais frequentes (3,5 dias), tendo em vista que desfolhações mais frequentes retiram uma maior quantidade de material, diminuindo assim a produção de MS.

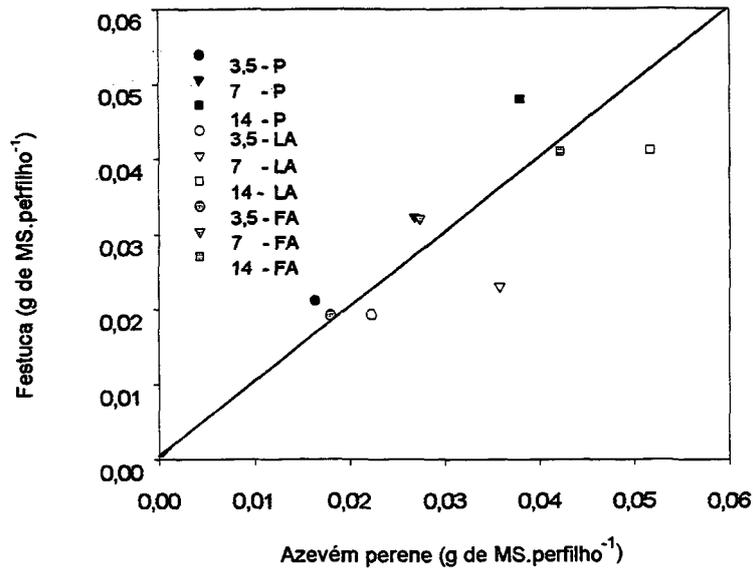


FIGURA 3.7 – Efeito da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal da pastagem, pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA), na massa do perfilho do azevém perene e da festuca.

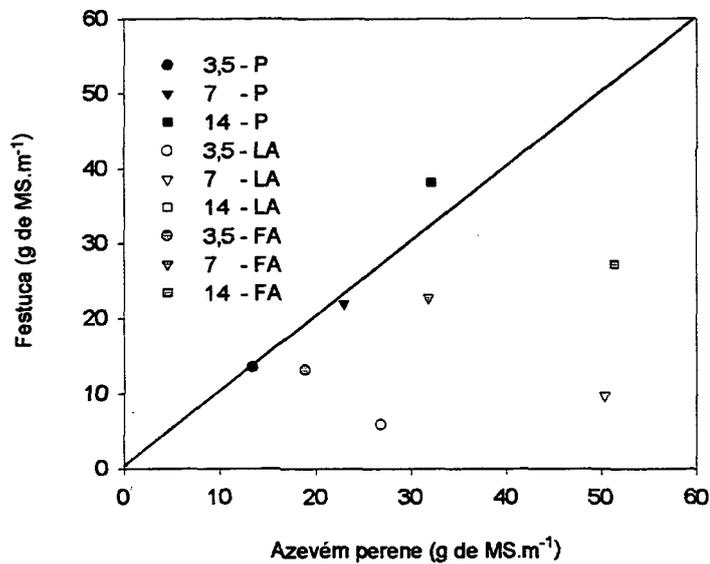


FIGURA 3.8 - Efeito da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal da pastagem, pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA), na produção de matéria seca do azevém perene e da festuca.

Com relação a massa do perfilho (Figura 3.7), não houve efeito ( $p < 0,05$ ) da distribuição horizontal da pastagem e os resultados foram similares entre espécies quando desfolhadas mais freqüentemente (3,5 e 7 dias). No entanto, quando desfolhadas menos freqüentemente (14 dias) os perfilhos do azevém tiveram maior massa quando associado em linhas alternadas, pois nesta condição a festuca pode ter sido prejudicada pelo sombreamento e elevado índice de agressividade do azevém.

A produção de MS (Figura 3.8) foi semelhante entre espécies quando estas foram mantidas puras, porém quando em associação, a produção de MS do azevém foi superior à da festuca, principalmente quando distribuída em linhas alternadas, pois nesta condição o elevado índice de agressividade do azevém (Figura 3.5) levou a menor densidade de perfilhos e menor produção, o que indica que esta espécie foi desfavorecida, provavelmente pela competição.

Já na distribuição horizontal de faixas alternadas, a massa do perfilho e a produção de MS da festuca foram maiores do que associada em linhas alternadas. Observando-se a Figura 3.5, nota-se que o índice de agressividade do azevém foi menor, ou seja, o grau de competição foi menor permitindo, desta forma, que a festuca produzisse perfilhos de maior massa bem como uma maior produção de MS.

Observa-se que não houve efeito da freqüência de desfolhação no índice de agressividade do azevém em linhas alternadas (0,93) e em faixas alternadas (0,27). Da mesma forma, a porcentagem de festuca não foi modificada com a variação da freqüência de desfolhação, ou seja: em torno de 17,5 e 39,9% para linhas alternadas e faixas alternadas, respectivamente. O baixa porcentagem de festuca na distribuição de linhas alternadas está relacionada ao elevado índice de agressividade do azevém nesta condição. Além disto, os cortes realizados a cada 15 dias no período de estabelecimento podem ter prejudicado o estabelecimento desta espécie, tendo em vista que esta é uma espécie que apresenta menor velocidade de emissão de folhas, e a freqüência de desfolhação imposta pode ter sido maior que o período necessário a emissão de uma nova folha, o que não ocorreu com o azevém perene visto que esta espécie possui uma velocidade mais rápida de emissão de folhas, adaptando-se assim a desfolhações mais freqüentes e de maior intensidade.

### 3.4. CONCLUSÕES

As espécies responderam de forma diferenciada à desfolhação. A festuca associada foi desfolhada em menor intensidade do que quando pura. Em linhas alternadas esta espécie se manteve mais baixa e com um menor crescimento devido a competição com o azevém, e, como consequência, manteve-se num estrato inferior que a protegeu da desfolhação. Porém quando em faixas alternadas a menor desfolhação, ocasionada pela seleção do azevém perene, permitiu o maior fluxo de crescimento desta espécie.

A variação na frequência de desfolhação permitiu que as maiores alturas, geradas por desfolhações menos frequentes, levassem a realização de bocados mais profundos e de maior massa. Por outro lado, desfolhações mais frequentes, que mantiveram a pastagem mais baixa, reduziram a profundidade e a massa do bocado.

## REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, R. H. et al. (1995). The effect of sward height and its direction of change on herbage intake, diet selection and performance on weaned lambs grazing ryegrass swards. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 50, p.389-398.
- BRISKE, D. D. (1991). Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. K. (Ed.). *Grazing management: an ecological perspective*. Portland: Timber Press. p. 85-108.
- CARRÈRE, P. et al. (1997). Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 34, p. 333-348.
- CARVALHO, P. C. F. (1997). A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá. p. 25-52.
- GORDON, I. J.; LASCANO, C. (1993). Foraging strategies of ruminant livestock on intensively managed grassland: potential and constraints. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North. p. 681-690.
- ILLIUS, A. W. et al. (1992). Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. *Journal Animal Ecology*, Oxford, v. 61, p. 183-194.
- LACA, E. A. et al. (1992). An integrated methodology for studying short-term grazing behavior of cattle. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 47, p. 91-102.
- LEMAIRE, G. (1999). Les flux de tissus foliaires au sein des peuplements prairiaux. éléments pour une conduite raisonnée du pâturage. *Fourrages*, Paris, v. 159, p. 203-222.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. New Zealand: CAB International. p. 3-35.
- LOUAULT, F. et al. (1997). Grass and clover herbage use efficiencies in mixtures continuously grazed by sheep. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 52, p. 388-400.
- MATTHEW, C. et al. (1995). A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. *Annals of Botany*, London, v. 76, p. 579-587.
- MAZZANTI, A. (1997). Adaptación de especies forrajeras a la defoliación. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1, 1997, Maringá. *Anais...* Maringá. p. 75-84.
- McGILCHRIST, C. A.; TRENATH, B. R. (1971). A revised analysis of plant competition experiments. *Biometrics*, Alexandria, VA, v. 27, p. 659-671.

SOUSSANA, J. F.; LAFARGE, M. (1998). Competition for resources between neighbouring species and patch scale vegetation dynamics in temperate grasslands. *Annales de Zootechnie*, Paris, v. 47, p. 371-382.

TAINTON, N. M. et al. (1996). Complexity and stability in grazing systems. In: HODGSON J.; ILLIUS A. W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford UK: CAB International. p. 275-299.

WADE, M. H. (1991). *Factors affecting the availability of vegetative Lolium perenne to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics stocking rate and grazing method*. Rennes, França, 1991. 70p. Thèse de Doctorat - Université de Rennes.

## **CAPÍTULO 4 - FREQUÊNCIA E INTENSIDADE DE DESFOLHAÇÃO NOS FLUXOS DE CRESCIMENTO, SENESCÊNCIA E DESFOLHAÇÃO E NO EQUILÍBRIO DE GRAMÍNEAS EM ASSOCIAÇÃO**

**RESUMO** – O experimento foi realizado no INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) em Theix, França. Duas gramíneas (azevém perene e festuca) foram semeadas em caixas (0,13 m<sup>2</sup>) usando-se três frequências (3,5, 7 e 14 dias) e três intensidades (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup> a cada desfolhação) de desfolhação, com quatro repetições por tratamento. Quatro meses após a semeadura, a cada data de desfolhação, as caixas foram oferecidas, individualmente, a quatro ovelhas secas e retiradas após a realização de um determinado número de bocados. Para cada gramínea foram estudados os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação. Os resultados mostraram que a frequência e a intensidade de desfolhação tiveram efeitos diferenciados nos fluxos de crescimento, senescência e desfolhação e no equilíbrio da associação.

Palavras-chave: densidade de perfilhos, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, massa do bocado, massa do perfilho, profundidade do bocado.

## **FREQUENCY AND INTENSITY OF DEFOLIATION ON THE GROWTH, SENESCENCE AND DEFOLIATION FLUXES AND EQUILIBRIUM OF ASSOCIATED GRASSES**

**ABSTRACT** - The experiment was carried in INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) at Theix, France. Two grasses (perennial ryegrass and tall fescue) were grown in sward boxes (0,13 m<sup>2</sup>), using three defoliation frequencies (3,5, 7 and 14 days between two successive defoliation) and three defoliation intensities (160, 320 and 640 bites.m<sup>-2</sup> at each defoliation). Four months after sowing, at defoliation date, sward boxes were offered to four individual dry ewes and removed after a given number of bites had been made. For each grass species, the growth, senescence and defoliation fluxes were studied. The results show that the frequency and the intensity of grazing have distinct effects on the growth, senescence and defoliation fluxes and equilibrium of grass mixtures.

Keywords: tiller density, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, bite mass, tiller mass, bite depth.

#### 4.1. INTRODUÇÃO

A resposta das plantas ao processo de desfolhação, composto pela intensidade e pela frequência de desfolhação, depende da espécie e da sua amplitude de resposta a este processo. Em geral, a resposta à desfolhação se dá principalmente pela frequência, pois as espécies com velocidade mais rápida de emissão de folhas são adaptadas a desfolhações mais frequentes.

O estudo do processo de desfolhação tem se mostrado complexo, pois os efeitos da frequência e da intensidade podem ser confundidos (BROCK e HAY, 1993). Além disto, fatores como a interação da frequência de desfolhação e a altura da pastagem tem se mostrado importante na taxa de crescimento e no acúmulo de forragem (ALEXANDER e THOMPSON, 1982). Outro fator, o comportamento animal, pode influenciar a composição e a perenidade das plantas (MATCHES, 1992) uma vez que os herbívoros podem pastejar uma determinada espécie mais frequentemente ou mais intensamente que outra (NEWMAN et al., 1995) e, como consequência, alterar a quantidade das espécies na pastagem (RIDOUT e ROBSON, 1991; MARRIOT e CARRÈRE, 1998).

A distribuição horizontal da pastagem também influencia o processo de desfolhação (BLACK e KENNEY, 1984; STUTH et al., 1987; COLEMAN, 1992; DEMMENT e LACA, 1993; UNGAR, 1996), por meio da altura da pastagem (ARMSTRONG et al., 1995), densidade de folhas (FLORES et al., 1993; DEMMENT et al., 1995), e distribuição espacial das diferentes espécies (TAINTON et al., 1996). Além disto, a forma de utilização dos recursos (água, luz e nutrientes) pelas diferentes espécies determinam a competição entre espécies, o que pode levar a maior contribuição de uma espécie em relação à outra, alterando, deste modo o equilíbrio e a composição da pastagem.

Com relação a adaptação das espécies ao processo de desfolhação, tem se observado que, quando associadas, as espécies com velocidade de emissão de folhas mais rápida têm melhor se adaptado a pastejos frequentes e intensos o que permite a dominância deste tipo de espécie (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Assim sendo, foram testadas as seguintes hipóteses:

a) se a espécie com velocidade de emissão de folhas mais rápida é mais adaptada a desfolhações frequentes, então o aumento da frequência e da intensidade de desfolhação modificará o equilíbrio da pastagem, fazendo com que esta espécie se torne dominante;

b) se a frequência e a intensidade de desfolhação alteram dinâmica de crescimento da pastagem, então aumento da frequência e da intensidade de desfolhação promoverá fluxos de crescimento e senescência menores e de desfolhação maior.

A partir disto realizou-se o presente estudo com o objetivo de estudar os efeitos da frequência e da intensidade de desfolhação sobre os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação e o equilíbrio da associação de azevém perene e festuca.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1. Estabelecimento

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Inra (Institut National de la Recherche Agronomique) em Theix, França. O clima é classificado como semi-continental, com precipitação média anual de 760 mm e temperatura média diária de 1 a 20°C no período de janeiro a agosto (LOUAULT et al., 1997).

Em janeiro de 1999, a associação de azevém perene (*Lolium perenne* cv. Fennema) e festuca (*Festuca arundinacea* cv. Clarine, livre de fungo endofítico), foi semeada em caixas de 0,40 x 0,31 m (0,12 m<sup>2</sup>) e 0,30 m de profundidade. Foram escolhidas estas espécies por possuírem velocidade de emissão de folhas e palatabilidade diferentes, sendo o azevém perene de maior palatabilidade e velocidade de emissão de folhas mais rápida quando comparado à festuca.

As gramíneas foram estabelecidas em 8 linhas separadas de 5 cm foram dispostas alternadamente, ou seja uma linha de azevém e uma linha de festuca, totalizando quatro linhas por espécie. Foram utilizados 41 e 76 kg de sementes.ha<sup>-1</sup> para o azevém perene e festuca, respectivamente. Como substrato utilizou-se solo, que recebeu 144, 72 e 144 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, utilizando-se o adubo formulado 16-8-16.

Durante a fase de estabelecimento (quatro meses) as caixas foram mantidas em casa de vegetação e a cada duas semanas as gramíneas foram cortadas à 5 cm de altura afim de estimular o perfilhamento. Além disto, durante o estabelecimento e posteriormente durante toda a fase experimental, duas vezes por semana, as caixas foram irrigadas e, a cada 15 dias, adubadas com 50 kg de N.ha<sup>-1</sup>, utilizando-se como fonte o nitrato de amônio.

#### 4.2.2. Modelo experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Os tratamentos foram compostos por três intensidades (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup> a cada desfolhação) e três frequências de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias), com quatro repetições por tratamento. Cada ovelha pastejou uma repetição de cada tratamento afim de permitir o cálculo da variância entre animais.

Durante as primeiras quatro semanas do experimento (período 1), foram mantidos oito animais, ou seja, oito repetições foram pastejadas por tratamento (para permitir a análise da pastagem no meio do experimento). Vinte e oito dias depois foi encerrado o período 1, e retirados, ao acaso, quatro animais e as caixas pastejadas por estes foram amostradas para a determinação do estado da pastagem, sendo então mantidos para os períodos posteriores (período 2: de 29 a 42 dias e período 3: de 43 a 56 dias) quatro animais e as caixas pastejadas por estes amostradas no final do experimento.

#### 4.2.3. Animais

Utilizou-se quatro ovelhas secas da raça INRA 401, com largura média de arcada dentária de  $3,5 \pm 0,2$  cm e peso vivo médio de  $60 \pm 9,3$  kg. Estas foram primeiramente selecionadas de um lote de 14, e treinadas a pastejar as caixas durante um período de duas semanas. Os animais foram mantidos em baias individuais e receberam pela manhã (após a desfolhação das caixas), feno de aveia (0,8 kg), grãos de cevada (0,2 kg) e palha de trigo à vontade.

#### 4.2.4. Desfolhação

A cada data de desfolhação as caixas foram oferecidas pela manhã separadamente a cada ovelha sendo colocadas sobre um suporte de madeira, afim de permitir que a pastagem e o piso das baias onde os animais estavam mantidos ficassem no mesmo nível (como em condições de campo). Após efetuado o número de bocados (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup> a cada desfolhação, de acordo com o tratamento), contados visualmente por duas pessoas as caixas foram retiradas. Para o cálculo da profundidade média do bocado, antes e após cada desfolhação, a altura de cada espécie foi medida (*sward stick*) tomando-se 32 pontos por tratamento. Posteriormente, as caixas foram pesadas em balança de precisão ( $\pm 1$  g) e amostradas 24 folhas (última folha adulta ou

outra folha adulta em bom estado) de cada espécie por tratamento. Em seguida este material foi seco (48 horas à 70°C) e pesado em balança analítica (0,0001 g), e os teores de MS determinados.

A partir destes dados efetuou-se o cálculo da massa do bocado, dividindo-se o consumo por caixa (em mg de MS) pelo número médio de bocados realizados em cada caixa e da profundidade média do bocado (cm) calculada pela diferença de altura antes e após desfolhação.

#### *4.2.5. Características da pastagem*

Para a determinação das características da pastagem no início e no final do experimento, foram amostradas quatro caixas, cortando-se (ao nível do solo), para cada espécie, quatro segmentos de linha de 2 cm de comprimento. Posteriormente, em laboratório, o número de perfilhos foi contado, o material pesado e seco em estufa (48 horas à 70°C) e determinadas a produção de MS, a porcentagem de festuca na MS, a densidade de perfilhos e a massa do perfilho.

#### *4.2.6. Interceptação luminosa*

Para a determinação da interceptação luminosa, no início e no final do experimento, às 12:00 horas, a radiação solar (fotossinteticamente ativa) incidente foi medida, ao nível do solo e a cada 5 cm de altura, com uma barra de radiação modelo *Decagon Devices Inc*, Pullman (USA). Para cada caixa foram feitas duas leituras em pontos diferentes e posteriormente foi calculada a radiação interceptada.

#### *4.2.7. Fluxo de tecidos e eficiências de utilização da pastagem*

Durante um período de dois meses avaliaram-se 24 perfilhos marcados (com um fio colorido preso ao solo por um prego) por espécie e por tratamento. A cada desfolhação (antes e após) foram medidos (em mm) o comprimento verde e o comprimento senescente de lâminas, o comprimento da bainha e de perfilhos não adultos (com menos de duas folhas adultas).

Os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação foram calculados de acordo com CARRÈRE et al., (1997).

A eficiência real de utilização da pastagem (ERUP) foi calculada relacionando-se os fluxos de desfolhação (D) e crescimento da pastagem (C), ou seja:  $ERUP = D/C$ . A

eficiência potencial de utilização da pastagem (EPUP) foi obtida pela fórmula:  $EPUP = 1 - S/C$  onde S representa o fluxo de senescência da pastagem (LOUAULT et al., 1997).

#### 4.2.8. Intervalo real de desfolhação do perfilho

O intervalo real de desfolhação do perfilho foi calculado dividindo-se a frequência de desfolhação (dias) pela probabilidade de desfolhação de um perfilho. Sendo a probabilidade de desfolhação de um perfilho, a relação entre o número de perfilhos marcados que foram desfolhados e o número total de perfilhos marcados.

#### 4.2.9. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa *Statgraphics Plus* Versão 4.1 (USA). Para a análise de variância utilizou-se a média dos dados por caixa com os fatores frequência de desfolhação, distribuição horizontal da pastagem, espécie, animal e suas interações. Para a comparação de médias adotou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.3.1. Características da pastagem no início do experimento

Os dados relativos às características da pastagem encontram-se na Tabela 4.1. Desde o início do experimento, o azevém perene apresentou um maior número de perfilhos quando comparado à festuca, o que pode estar associado às características morfogênicas da espécie, tendo em vista que o azevém possui uma rápida velocidade de emissão de folhas e perfilhos.

Com relação à produção de MS, a festuca teve uma menor produção, o que é resultado do menor perfilhamento ( $p > 0,05$ ) e da menor massa do perfilho, embora esta diferença não tenha sido significativa ( $p < 0,05$ ). Além disto, a festuca, por ser uma espécie de crescimento mais lento, pode ter sido prejudicada por cortes realizados a cada 15 dias na fase de estabelecimento e pela competição com o azevém, que pode ocorrer neste tipo de associação (ver capítulo 3).

A interceptação luminosa da pastagem, no início do experimento, antes da realização da desfolhação ou seja, da eliminação de tecidos, foi elevada (0,92), devido a maior quantidade de material foliar.

Para a altura da pastagem e porcentagem de festuca na MS, os resultados foram semelhantes entre espécies, em torno de 17,3 cm e  $17 \pm 1\%$ , respectivamente.

TABELA 4.1 - Características da pastagem no início do experimento

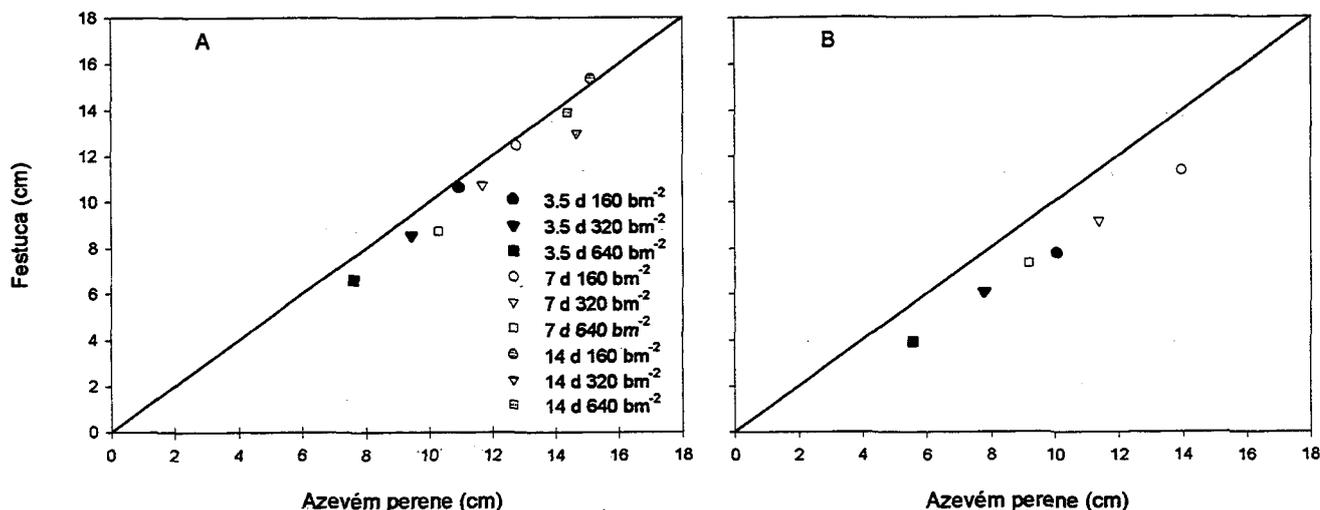
	Festuca	Azevém perene
Densidade (perfilhos.m <sup>-2</sup> )	2300 ± 200 a	5700 ± 700 b
Produção de MS (g MS.m <sup>-2</sup> )	40 ± 5 a	190 ± 10 b
Massa do perfilho (mg de MS)	20 ± 1 a	34 ± 1 a
Altura da pastagem (cm)	17,2 ± 0,4 a	17,4 ± 0,3 a
Interceptação luminosa	0,92 ± 0,04	
Porcentagem de festuca	17 ± 1	

Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

#### 4.3.2. Altura da pastagem

Durante o primeiro mês experimental (Figura 4.1 A), a altura do azevém perene e da festuca variou de 6 a 15 cm. Esta variação é similar ao que normalmente tem se observado em condições de pastejo contínuo onde predomina o azevém perene (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Comparando-se as duas espécies, inicialmente observa-se uma pequena diferença entre elas (Figura 4.1 A), que torna-se mais acentuada com a evolução do experimento (Figura 4.1 B), sempre com o azevém como a espécie mais alta. Além disto, o aumento da frequência e da intensidade de desfolhação reduziu a altura das gramíneas, uma vez que estas condições favorecem a retirada de uma maior quantidade de material, reduzindo desta forma a altura da pastagem.



\* As medidas referentes a última desfolhação para a frequência de 14 dias (Figura B) não foram realizadas.

FIGURA 4.1 – Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) na altura do azevém perene e da festuca na primeira (A) e na última (B) desfolhação.

#### 4.3.3. Profundidade e massa do bocado

A altura da pastagem é um dos fatores determinantes da profundidade e da massa do bocado. Observa-se que a profundidade, assim como a massa do bocado, foram maiores em pastejos menos frequentes e menos intensos (Tabela 4.2), pois nestas condições a altura da pastagem era maior, bem como a disponibilidade de material. Na maior frequência e intensidade de desfolhação (640 bocados.m<sup>-2</sup> a cada 3,5 dias), a menor altura da pastagem (Figura 4.1 B) dificultou a apreensão do material, levando a realização de bocados de menor massa e de menor profundidade.

Tabela 4.2 – Efeito da frequência e da intensidade de desfolhação na profundidade e na massa do bocado

	Frequência de desfolhação (dias)	Intensidade de desfolhação (bocados.m <sup>-2</sup> )		
		160	320	640
Profundidade do bocado (cm)	3,5	1,1 Bb	1,3 Bb	1,7 Ca
	7	1,9 Bb	1,8 Bb	2,6 Ba
	14	3,8 Ab	3,7 Ab	5,1 Aa
Massa do bocado (mg de MS)	3,5	136 Ba	75 Bb	35 Bc
	7	255 Aa	137 Ab	80 Ac
	14	305 Aa	198 Ab	134 Ab

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas) diferem ( $p < 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

#### 4.3.4. Intervalo real de desfolhação do perfilho

O intervalo real de desfolhação do perfilho foi sempre maior que a frequência de desfolhação imposta (Figura 4.2 A e B). Isto aconteceu pois nem todos os perfilhos foram pastejados a cada desfolhação.

A fração média de perfilhos desfolhados pode ser calculada dividindo-se a frequência de desfolhação imposta pelo intervalo real de desfolhação do perfilho. Pode-se dizer que, em média, menos do que a metade dos perfilhos do azevém foram desfolhados a cada desfolhação. Esta fração foi maior para desfolhações de maior intensidade e frequência, pois nestas condições foi retirada uma maior quantidade de material, tornando assim maior a probabilidade de desfolhação do perfilho. Os valores encontrados para o intervalo real de desfolhação são similares a resultados observados em condições de pastejo contínuo com predominância de azevém perene (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

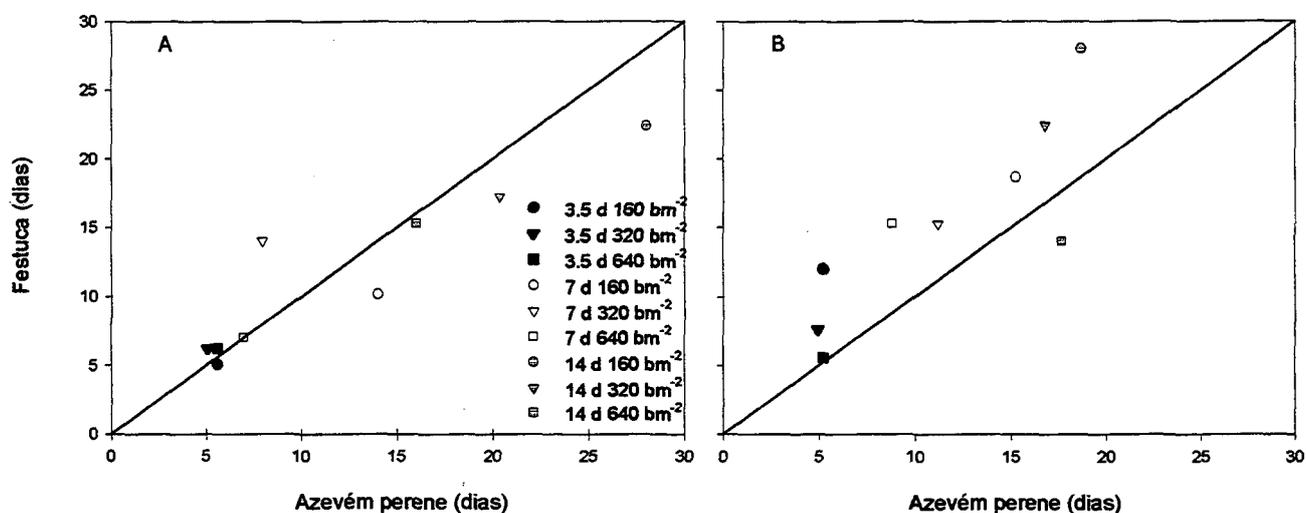


FIGURA 4.2 - Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) no intervalo real de desfolhação de um perfilho do azevém perene e da festuca na primeira (A) e na última (B) desfolhação.

O intervalo médio de desfolhação do perfilho foi maior em frequências e intensidades de desfolhação menores. Na primeira a probabilidade de desfolhação da festuca e do azevém perene os resultados foram próximos (Figura 4.2 A), no entanto, posteriormente, com os efeitos da intensidade e frequência de desfolhação, o intervalo real foi maior para a festuca (Figura 4.2 B). Nesta fase a festuca teve uma altura menor e pode ter se mantido abaixo do estrato pastejado, sendo assim protegida da

desfolhação. A menor altura da festuca em relação ao azevém pode ser associada a menor velocidade de emissão de folhas desta espécie (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Isto sugere que esta espécie deve ser desfolhada menos intensamente e menos freqüentemente.

#### 4.3.5. Interceptação luminosa

A interceptação luminosa antes da desfolhação foi próxima de um para as gramíneas desfolhadas a cada 14 dias (Figura 4.3 A), e foi reduzida pelo aumento da intensidade e da freqüência de desfolhação sendo que nas associações pastejadas a cada 3,5 dias e desfolhadas mais intensamente ( $640 \text{ bocados.m}^{-2}$ ), menos que 10% da radiação incidente foi interceptada, pois nesta condição a quantidade de material foliar foi bastante reduzida.

A interação entre a freqüência e a intensidade de desfolhação foi significativa. Após a desfolhação, a interceptação luminosa foi reduzida com o aumento da intensidade de desfolhação (Figura 4.3 B), o que indica que o crescimento diminuiu com o aumento do número de bocados, devido a maior remoção de material foliar e conseqüentemente menor interceptação luminosa. Sendo que na condição de desfolhação mais freqüente e mais intensa a interceptação luminosa foi praticamente nula (Figura 4.3 B).

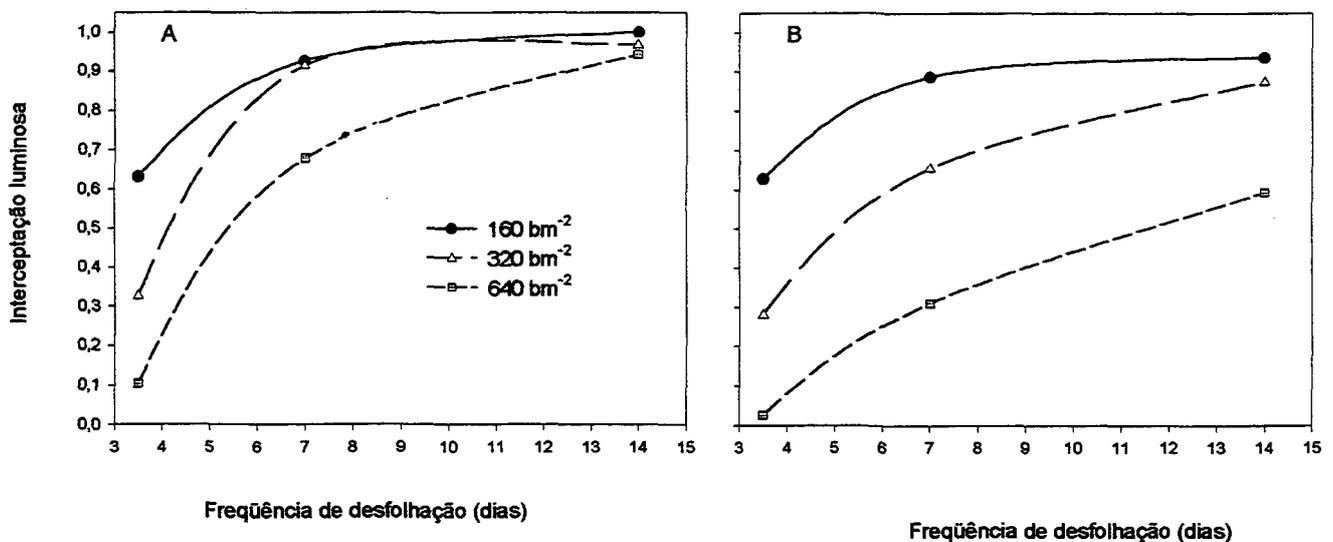


FIGURA 4.3 - Efeito da freqüência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e  $640 \text{ bocados.m}^{-2}$ ) na interceptação luminosa, antes (A) e após (B) desfolhação.

#### 4.3.6. Crescimento, senescência e desfolhação por perfilho

A frequência e a intensidade de desfolhação influenciaram significativamente os fluxos de crescimento, senescência e desfolhação da associação. Em regime de desfolhação menos intensa e menos frequente (160 bocados.m<sup>-2</sup> a cada 14 dias) os fluxos de crescimento (Figura 4.4 B) e senescência (Figura 4.5 B), bem como a altura da pastagem (Figura 4.1 B), foram maximizados. Durante o primeiro período a senescência por perfilho (Figura 4.5 B) foi menor (inferior a 0,2 mg de MS.perfilho<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>), mas aumentou posteriormente apenas na menor intensidade de desfolhação, pois nesta condição o fluxo de crescimento foi elevado.

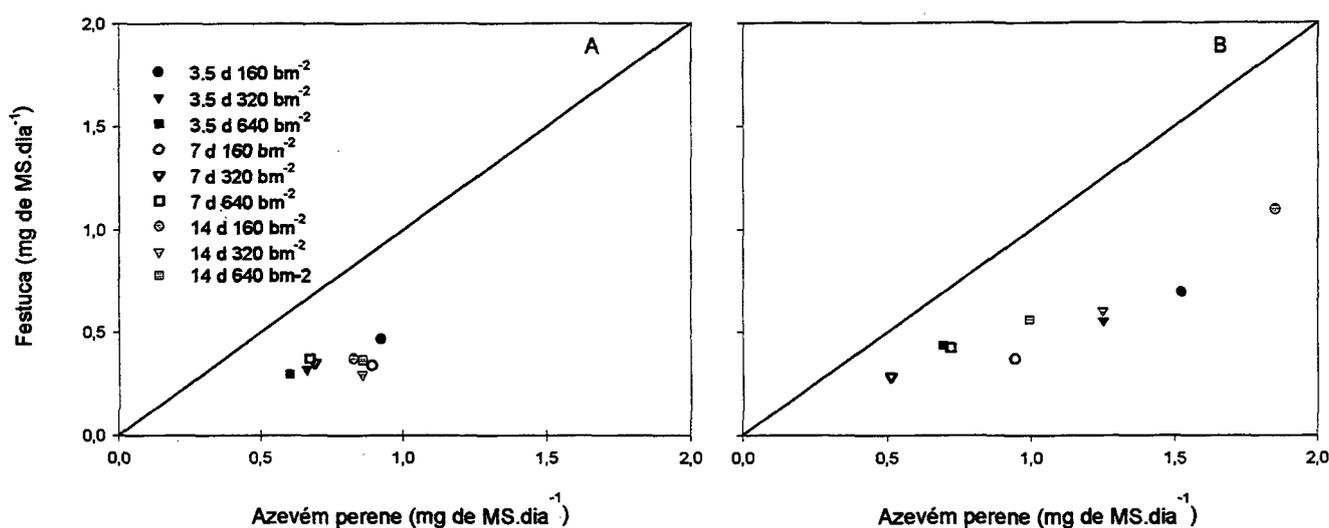


FIGURA 4.4 - Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) no fluxo de crescimento por perfilho do azevém perene e da festuca, no primeiro (A) e no último (B) período.

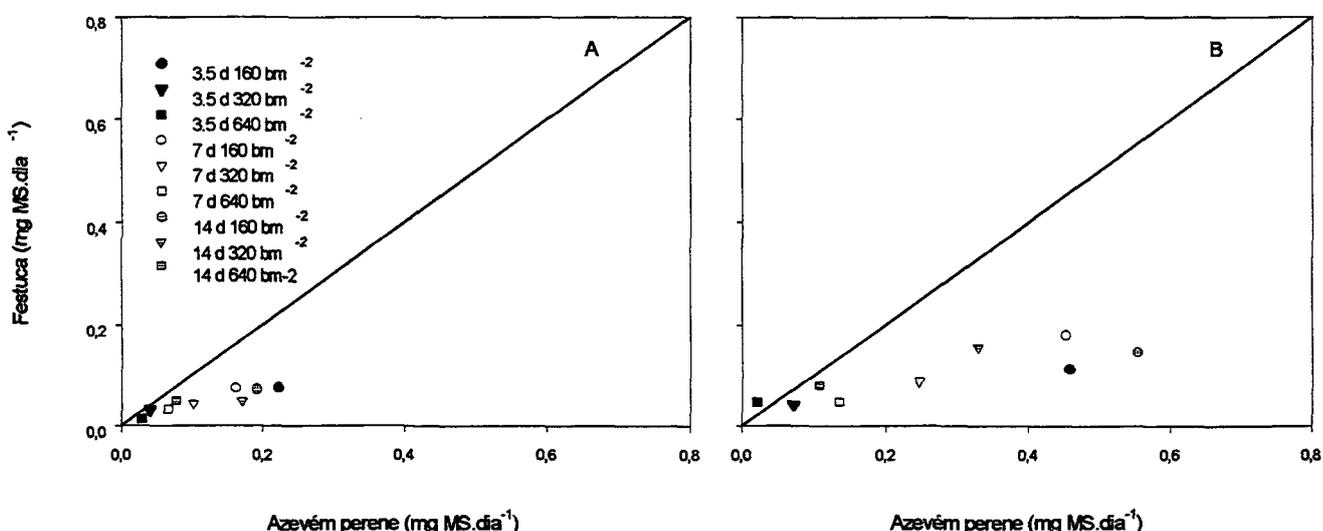


FIGURA 4.5 - Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) no fluxo de senescência por perfilho do azevém perene e da festuca no primeiro (A) e no último (B) período.

O maior fluxo de desfolhação por perfilho (Figura 4.6 B) ocorreu com desfolhações menos frequentes (a cada 14 dias) pois nesta condição a altura da pastagem era maior e propiciou a realização de bocados mais profundos e de maior massa (Tabela 4.2).

Comparando-se a festuca e o azevém, observa-se que os fluxos de desfolhação (Figura 4.6 B) e crescimento (Figura 4.4 B) do azevém foram maiores, sendo que para o fluxo de senescência (Figura 4.5 B) este foi maior em pastejos menos intensos, mas em condições de desfolhação mais freqüente e mais intensa (3,5 dias com 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) os resultados foram similares entre as espécies.

O menor crescimento aconteceu em desfolhações mais frequentes e intensas devido a redução na interceptação luminosa, ocasionada pela maior remoção de tecido foliar, sendo este efeito mais acentuado em desfolhações mais frequentes, como observado anteriormente na Figura 4.3 B.

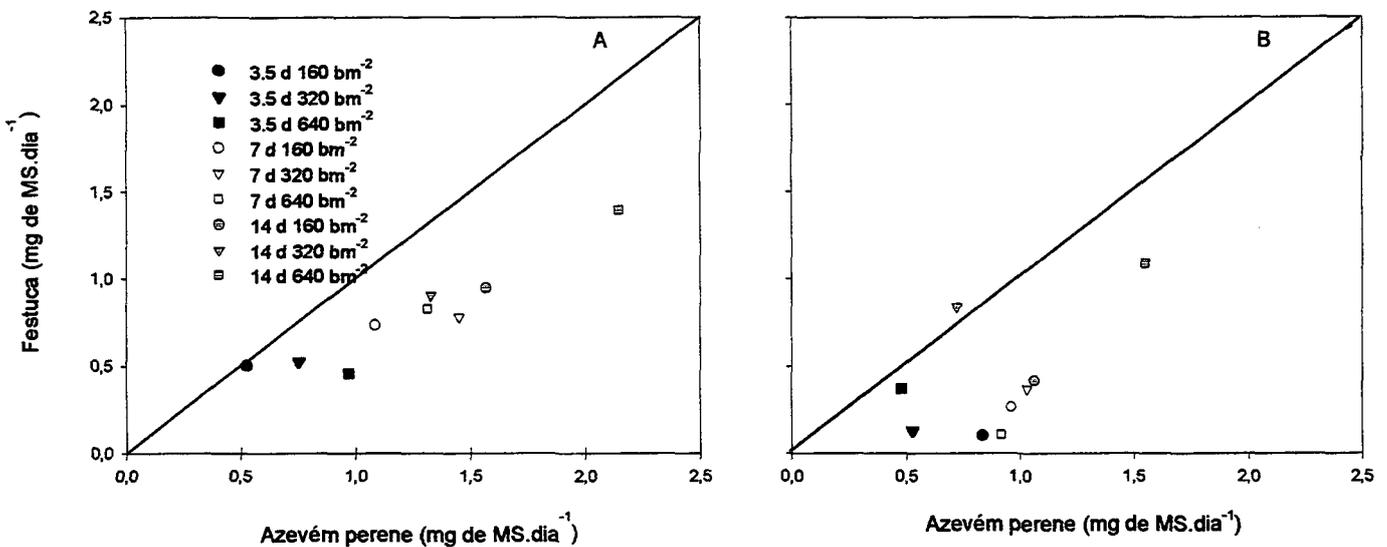


FIGURA 4.6 - Efeito da freqüência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>), no fluxo de desfolhação por perfilho do azevém perene e da festuca, no primeiro (A) e no último (B) período.

#### 4.3.7. Eficiência de utilização da pastagem

As interações entre a freqüência e a intensidade de desfolhação foram significativas ( $p > 0,05$ ) para as eficiências de utilização da pastagem.

Durante o período experimental 1, a eficiência real de utilização da pastagem (ERUP) foi superior a um (Figura 4.7 A), o que indica que a desfolhação foi maior que a fluxo de crescimento da pastagem. Além disto, a festuca teve uma maior ERUP quando comparada ao azevém. Posteriormente (Figura 4.7 B), os resultados foram

semelhantes entre espécies, sendo que a desfolhações mais intensas ( $640 \text{ bocados.m}^{-2}$ ) e menos freqüentes (7 e 14 dias) maximizaram a ERUP.

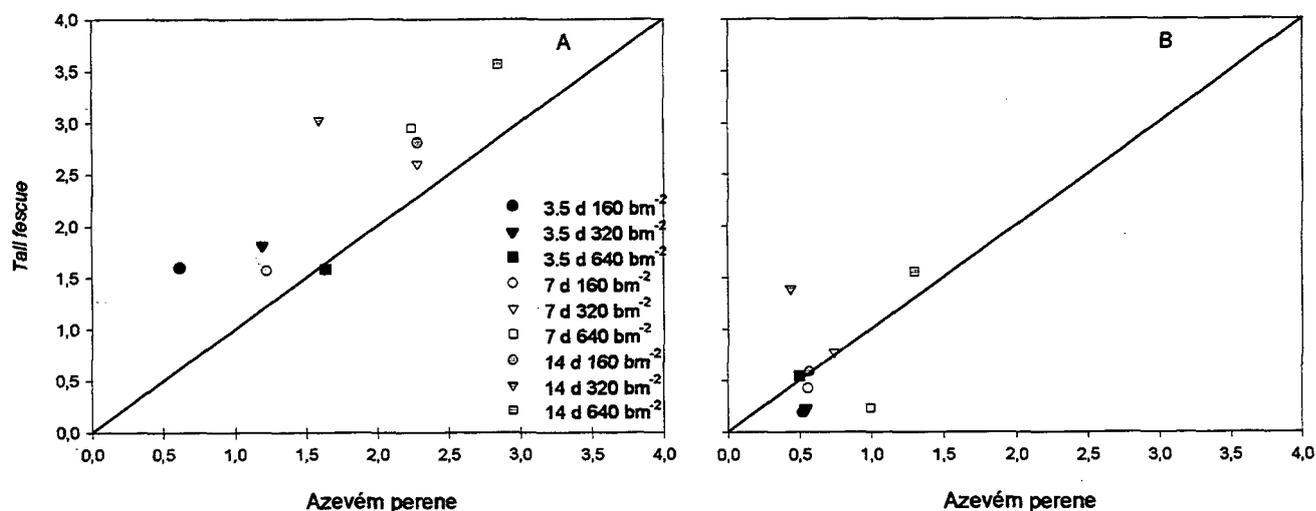


FIGURA 4.7 - Efeito da freqüência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação ( $160, 320$  e  $640 \text{ bocados.m}^{-2}$ ) na eficiência real de utilização da pastagem (ERUP) da festuca e do azevém perene no primeiro (A) e no último (B) período.

Com relação a eficiência potencial de utilização da pastagem (EPUP), esta foi próxima de um no primeiro período (Figura 4.8 A), sendo os resultados similares ( $p < 0,05$ ) entre espécies. Posteriormente (Figura 4.8 B), os efeitos da freqüência e da intensidade de desfolhação sobre o crescimento da pastagem foram aditivos, o que indica que o crescimento foi reduzido com o aumento da intensidade de desfolhação. Então, pode-se dizer que o fluxo de crescimento é maximizado com desfolhações menos intensas.

A interação entre a freqüência e a intensidade de desfolhação mostra que a distribuição dos bocados ao longo do tempo, modificou os fluxos de senescência e desfolhação, assim como a ERUP e a EPUP. A redução da intensidade de desfolhação aumentou, relativamente, mais a senescência do que o crescimento, o que levou a um declínio na EPUP, principalmente em desfolhações menos freqüentes. Já a ERUP foi maximizada por condições de desfolhação menos freqüente e severa ( $640 \text{ bocados m}^{-2}$  a cada 14 dias).

É importante salientar que a festuca teve perfilhos menores e fluxos de crescimento e senescência por perfilho inferiores quando comparados ao azevém, e que a maior EPUP, pode ser resultado do menor fluxo de folhas desta espécie.

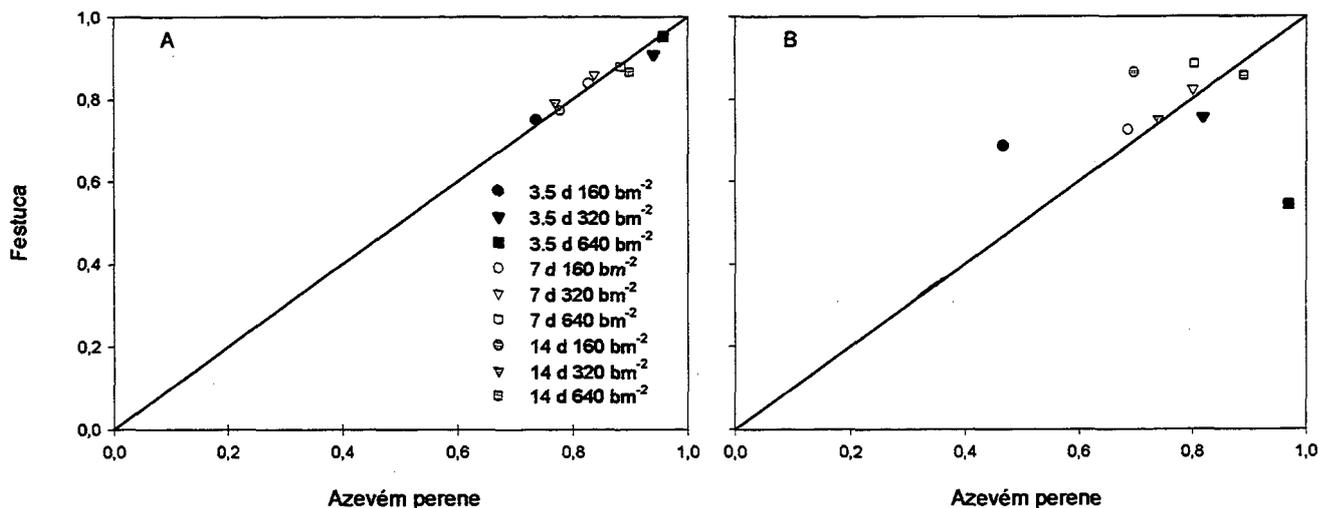


FIGURA 4.8 - Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) na eficiência potencial de utilização da pastagem (EPUP) da festuca e do azevém perene no primeiro (A) e no último (B) período.

#### 4.3.8. Densidade de perfilhos e massa do perfilho

Inicialmente a densidade de perfilhos foi de  $5700 \pm 700$  e  $2300 \pm 200$  perfilhos.m<sup>-2</sup> para o azevém e festuca, respectivamente (Tabela 4.1). Ao longo do tempo, a diferença no número de perfilhos entre as duas gramíneas foi maior, uma vez que o número de perfilhos do azevém aumentou (Figura 4.9 B).

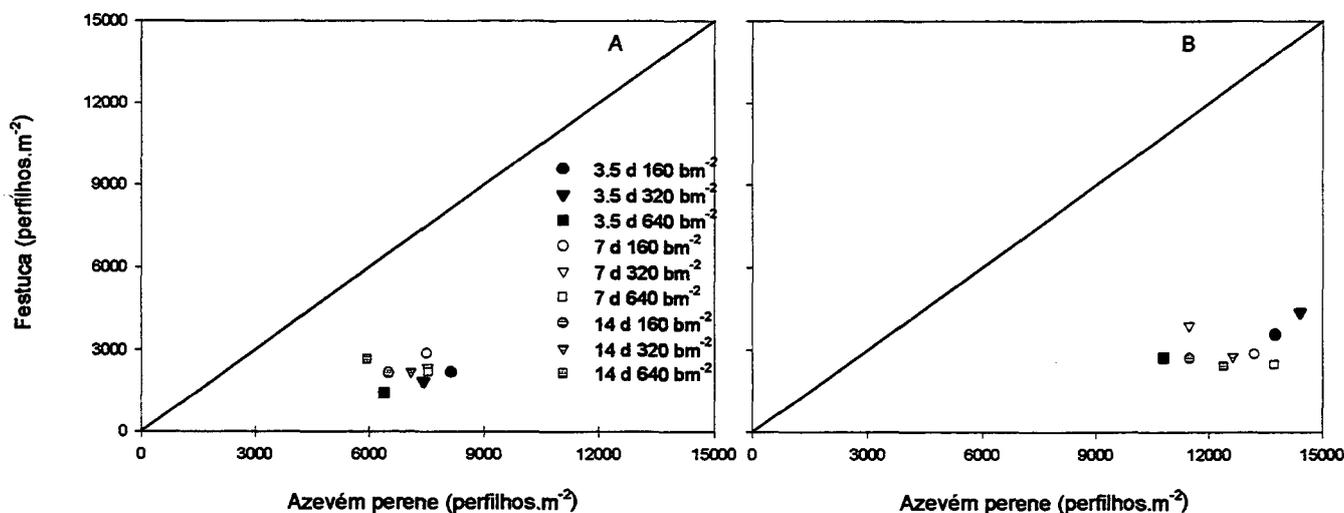


FIGURA 4.9 - Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) na densidade de perfilhos do azevém perene e da festuca, no primeiro (A) e no último (B) período.

No início do experimento a massa do perfilho manteve-se em  $34 \pm 1$  e  $20 \pm 1$  mg de MS para o azevém e a festuca, respectivamente (Tabela 4.1). Posteriormente, (Figura 4.10 B), o aumento da frequência e da intensidade de desfolhação reduziu a massa do perfilho, sendo esta sempre maior para o azevém quando comparado a festuca. No entanto, a diferença entre as duas espécies foi maior em desfolhações pouco frequentes comparado às mais frequentes.

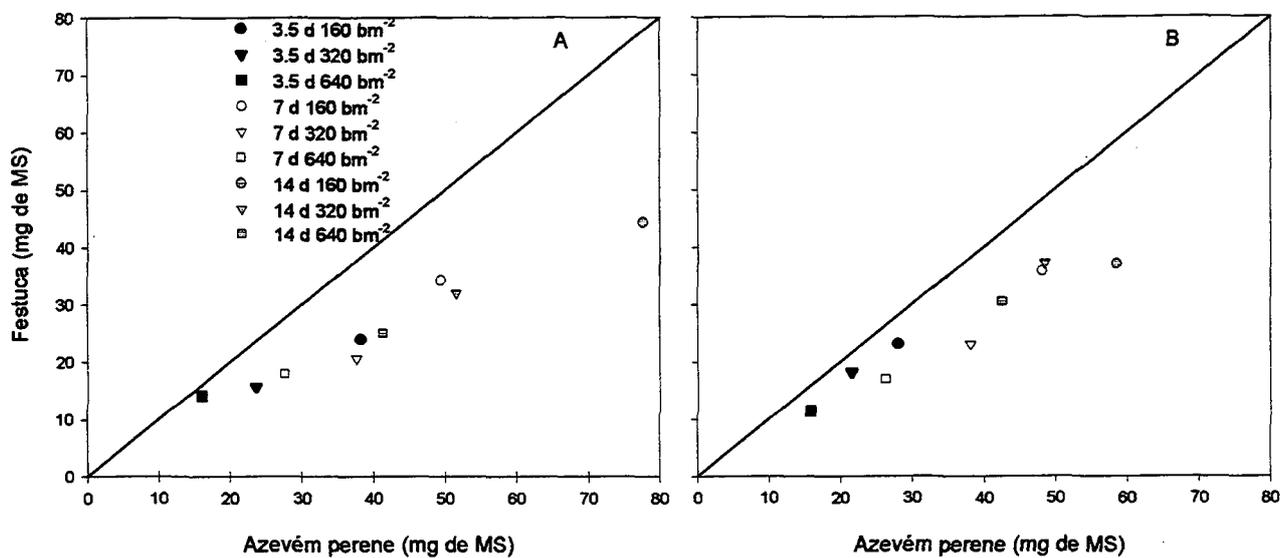


FIGURA 4.10 - Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) na massa do perfilho do azevém perene e da festuca no primeiro (A) e no último (B) período.

#### 4.3.9. Porcentagem de festuca na matéria seca

A porcentagem de festuca na MS foi de  $17 \pm 1\%$  no início do experimento (Tabela 4.1). A variação na porcentagem de festuca ao longo do tempo foi pequena (entre 14 e 18%) (Figura 4.11 B), uma vez que foi removida uma maior quantidade de material do azevém em relação à festuca, o que permitiu que esta espécie se mantivesse, mesmo que em menor proporção. No entanto, sendo o período de duração de apenas dois meses sugere-se que esta associação seja estudada em frequências de desfolhação superiores a 14 dias.

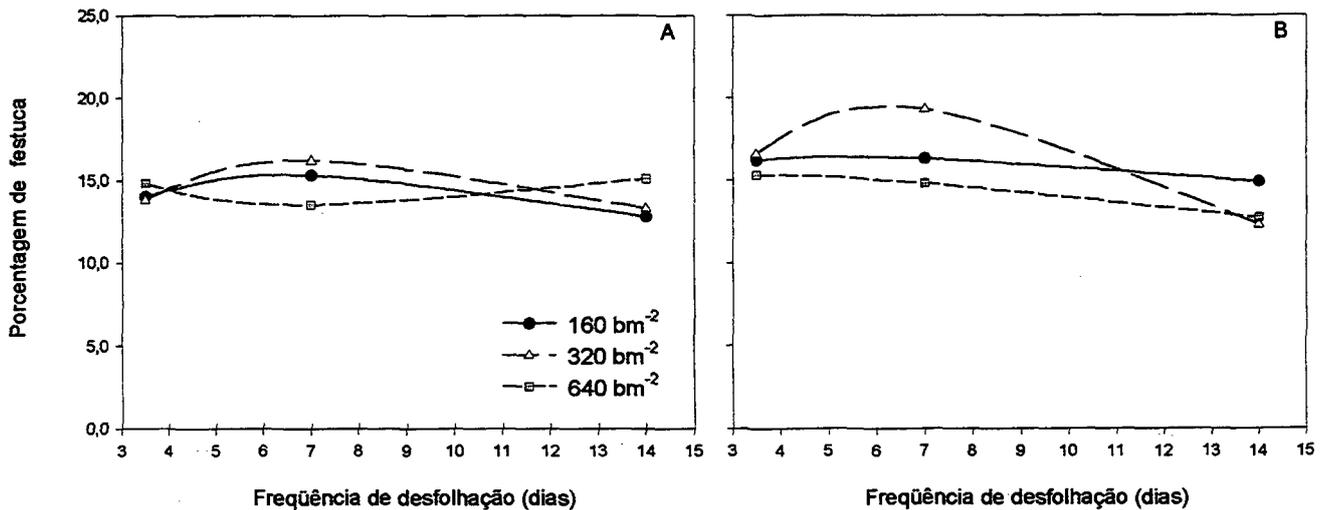


FIGURA 4.11 - Efeito da frequência (3,5, 7 e 14 dias) e da intensidade de desfolhação (160, 320 e 640 bocados.m<sup>-2</sup>) na porcentagem de festuca na matéria seca, no primeiro (A) e no último (B) período.

#### 4.4. CONCLUSÕES

A pequena diferença de altura entre a festuca e o azevém perene, gerada pelos componentes da desfolhação (frequência e intensidade) teve grandes conseqüências para os respectivos padrões de desfolhação pois os perfilhos da festuca cresceram menos em altura do que os de azevém, e tiveram um menor fluxo de desfolhação. Além disto o crescimento desta espécie foi prejudicado pela competição com o azevém.

A porcentagem de festuca se manteve baixa, mas praticamente estável, o que mostra a forte competição que o azevém exerce sobre esta espécie, e a dificuldade em se desenvolver em condições de alta frequência e intensidade de desfolhação, devido a menor velocidade de emissão de folhas.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, K. I.; THOMPSON, K. (1982). The effect of clipping frequency on the competitive interaction between two perennial grasses species. *Oecologia*, Berlin, v. 53, p. 251-254.
- ARMSTRONG, R. H. et al. (1995). The effect of sward height and its direction of change on herbage intake, diet selection and performance on weaned lambs grazing ryegrass swards. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 50, p.389-398.
- BLACK, J. L.; KENNEY, P. A. (1984). Factors affecting diet selection by sheep. II Height and density of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*, Victoria, v. 35, p. 565-578.
- BROCK, J. L.; HAY, R. J. M. (1993). An ecological approach to forage management. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17, 1993, Palmerston North. *Proceedings...* Palmerston North. p. 837-841.
- CARRÈRE, P. et al. (1997). Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 34, p. 333-348.
- COLEMAN, S. W. (1992). Plant animal interface. *Journal of Production Agriculture*, Madison, US, v. 5, p. 7-13.
- DEMMENT M. W. et al. (1995). Herbage intake at grazing: a modelling approach. In : International Symposium on the Nutrition of Herbivores, 4, 1995. *Proceedings...* Paris. p. 121-141.
- DEMMENT, M. W.; LACA, E. A. (1993). The grazing ruminant: models and experimental techniques to relate sward structure and intake. In: CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 7, 1993. *Proceedings...* Paris. p. 439-460.
- FLORES, E. R. et al. (1993). Sward and vertical morphological differentiation determine cattle bite dimensions. *Agronomy Journal*, Madison, v. 85, p. 527-532.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. (1996). Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The Ecology and Management of Grazing Systems*. New Zealand: CAB International. p. 3-35.
- LOUAULT, F. et al. (1997). Grass and clover herbage use efficiencies in mixtures continuously grazed by sheep. *Grass and Forage Science*, Oxford, v. 52, p. 388-400.
- MARRIOTT, C. A.; CARRÈRE P. (1998). Structure and dynamics of grazed vegetation. *Annales de Zootechnie*, Paris, v. 47, p. 359-369.
- MATCHES, A. G. (1992). Plant response to grazing: a review. *Journal of Production Agriculture*, Madison, US, v. 5, p. 1-7.
- NEWMAN, J. A. et al. (1995). Optimal diet selection by a generalist grazing herbivore. *Functional Ecology*, Oxford, GB, v. 9, p. 255-268.

- RIDOUT, M. S.; ROBSON, M. J. (1991). Diet composition of sheep grazing grass/white clover swards: a re-evaluation. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, Wellington, v. 34, p. 89-93.
- STUTH, J.W. et al. (1987). Effects of stocking rate on critical plant-animal interactions in a rotationally grazed *Schizachyrium-Paspalum* savanna. In: HORN, F. P. et al. *Grazing-lands research at the plant animal interface*. Winrock International, p. 115-140.
- TAINTON, N. M. et al. (1996). Complexity and stability in grazing systems. In: HODGSON J.; ILLIUS A. W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford UK: CAB International. p. 275-299.
- UNGAR, E. D. (1996). Ingestive behaviour. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). *The ecology and management of grazing systems*. New Zealand: CAB International. p. 185-218.
- WADE, M. H. et al. (1989). The dynamics of daily area and depth of grazing and herbage intake of cows in a five-day paddock system. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989, Nice. *Proceedings...* Nice. p. 1111-1112.

## **CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES GERAIS**

As espécies responderam de forma diferenciada à desfolhação. A festuca associada foi desfolhada em menor intensidade do que quando pura. Em linhas alternadas esta espécie se manteve mais baixa e com um menor crescimento devido a competição com o azevém, e, como consequência, manteve-se num estrato inferior que a protegeu da desfolhação. Porém quando em faixas alternadas a menor desfolhação, ocasionada pela seleção do azevém perene, permitiu o maior fluxo de crescimento desta espécie.

A variação na frequência de desfolhação permitiu que as maiores alturas, geradas por desfolhações menos frequentes, levassem a realização de bocados mais profundos e de maior massa. Por outro lado, desfolhações mais frequentes, que mantiveram a pastagem mais baixa, reduziram a profundidade e a massa do bocado.

A pequena diferença de altura entre a festuca e o azevém perene, gerada pelos componentes da desfolhação (frequência e intensidade) teve grandes consequências para os respectivos padrões de desfolhação pois os perfilhos da festuca cresceram menos em altura do que os de azevém, e tiveram um menor fluxo de desfolhação. Além disto o crescimento desta espécie foi prejudicado pela competição com o azevém.

A porcentagem de festuca se manteve baixa, mas praticamente estável, o que mostra a forte competição que o azevém exerce sobre esta espécie, e a dificuldade em se desenvolver em condições de alta frequência e intensidade de desfolhação, devido a menor velocidade de emissão de folhas.

## CAPÍTULO 6 - APÊNDICES

APÊNDICE 6.1 – Efeito da distribuição horizontal da pastagem: pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA) e da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) na altura da pastagem, profundidade do bocado e massa do bocado no azevém perene (A) e na festuca (F)

	Espécie	Frequência de desfolhação (dias)								
		3,5			7			14		
		P	LA	FA	P	LA	FA	P	LA	FA
Altura (cm)	A	6,6Aa	7,2Aa	7,1Aa	11,7Aa	10,8Aa	11,6Aa	18,8Aa	17,2Ab	18,3Aa
	F	7,8Aa	6,1Ab	6,3Ab	12,1Aa	9,1Bb	9,7Bb	17,5Aa	15,7Ab	16,9Ba
Profundidade do bocado (cm)	A	1,7 Aa	1,9 Aa	1,9 Aa	4,1Aa	2,8Ab	2,9Ab	7,3Aa	5,3Ab	6,2Aa
	F	2,0 Aa	1,6 Aa	1,7 Aa	3,5Ba	1,9Ab	2,3Ab	6,4Aa	4,5Ab	5,7Aa
Massa do bocado (g de MS)		0,06 Aa	0,06 Aa	0,06 Aa	0,12Aa	0,12 Aa	0,12 Aa	0,18Aa	0,16Aa	0,17Aa

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas), para 3,5, 7 ou 14 dias, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Comparação de médias para o efeito frequência de desfolhação:

Frequência	Profundidade do bocado	Altura	Massa do bocado
3,5	1,8 A	6,8 A	0,06 A
7	2,9 B	10,8 B	0,12 B
14	5,9 C	17,4 C	0,17 C

Médias seguidas de letras distintas (nas colunas), diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

APÊNDICE 6.2 - Efeito da frequência de desfolhação (3,5, 7 e 14 dias) e da distribuição horizontal da pastagem: pura (P), linhas alternadas (LA) e faixas alternadas (FA) na densidade de perfilhos, massa do perfilho, produção de matéria seca, interceptação luminosa, índice de agressividade do azevém e porcentagem de festuca na pastagem.

	Espécie	Frequência de desfolhação (dias)								
		3,5			7			14		
		P	LA	FA	P	LA	FA	P	LA	FA
Densidade (perfilhos.m <sup>-1</sup> )	A	821,9Ab	1187,5Aa	1050,0 <sup>A</sup> a	865,6Ac	1412,5Aa	1153,1Ab	856,2Ac	1578,1Aa	1200,0Ab
	F	653,1Aa	309,4Bb	684,4Ba	675,0Aa	426,0Bb	725,0Ba	809,4Aa	381,2Bb	659,4Ba
Massa do perfilho (g de MS)	A	0,016 Aa	0,022 Aa	0,018 Aa	0,027 Aa	0,036 Aa	0,027 Aa	0,038Ab	0,052Aa	0,042Aab
	F	0,021 Aa	0,019 Aa	0,019 Aa	0,032 Aa	0,023 Aa	0,032 Aa	0,048Ba	0,041Ba	0,041Aa
Produção de matéria seca (g de MS.m <sup>-1</sup> )	A	13,4Aa	26,8Aa	18,8Aa	21,9Ab	50,4Aa	31,8Ab	32,1Ac	85,9Aa	51,4Ab
	F	13,5Aa	5,9Ba	13,1Aa	22,9Aa	9,8Bb	22,7Aa	38,1Aa	16,0Bb	27,1Bab
Agressividade azevém	-	-	0,77 a	0,22 b	-	0,94 a	0,18 b	-	1,07 a	0,41 b
Porcentagem de festuca	-	-	18,8	41,6	-	16,2	42,2	-	17,7	36,0

Médias seguidas de letras distintas (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas), para 3,5, 7 ou 14 dias, diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

Comparação de médias para o efeito frequência de desfolhação:

Frequência	Densidade de perfilhos	Massa do perfilho	Produção de MS	% de festuca em LA	% de festuca em FA	Agressividade em LA	Agressividade em FA
3,5	784,4 A	0,019 A	15,3 A	18,8 A	41,6 A	0,77 A	0,18 A
7	876,2 A	0,029 B	26,6 B	16,2 A	42,2 A	0,94 A	0,22 A
14	914,0 A	0,044 C	41,8 C	17,7 A	36,0 A	1,07 A	0,41 A

Médias seguidas de letras distintas (nas colunas), diferem entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.