

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

PAULO GONÇALVES DUCHINI

**DINÂMICA DO ACÚMULO E DO PERFILHAMENTO EM PASTOS DE AVEIA E
AZEVÉM CULTIVADOS PUROS OU EM CONSÓRCIO**

LAGES

2013

PAULO GONÇALVES DUCHINI

**DINÂMICA DO ACÚMULO E DO PERFILHAMENTO EM PASTOS DE AVEIA E
AZEVÉM CULTIVADOS PUROS OU EM CONSÓRCIO**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência Animal, da
Universidade do Estado de Santa Catarina,
como requisito parcial à obtenção do título
de Mestre em Ciência Animal
Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. André Fischer Sbrissia

LAGES

2013

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária
Renata Weingärtner Rosa – CRB 228/14ª Região
(Biblioteca Setorial do CAV/UEDESC)

Duchini, Paulo Gonçalves
Dinâmica do acúmulo e do perfilhamento em pastos de aveia e azevém
cultivados puros ou em consórcio. / Paulo Gonçalves Duchini;
orientador: André Fischer Sbrissia. – Lages, 2013.
89f.

Inclui referências.
Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias /
UEDESC.

1. *Avena Strigosa* Schreb cv. IAPAR-61. 2. Compensação
tamanho/densidade. 3. Competição. 4. Dinâmica populacional.
5. Morfogênese. 6. *Lolium multiflorum* Lam. cv. Comum. I. Título.

CDD – 633.2

PAULO GONÇALVES DUCHINI

**DINÂMICA DO ACÚMULO E DO PERFILHAMENTO EM PASTOS DE AVEIA E
AZEVÉM CULTIVADOS PUROS OU EM CONSÓRCIO**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, área de concentração: Produção Animal.

Banca examinadora:

Orientador: _____

Eng. Agrônomo, Prof. Dr. André Fischer Sbrissia
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV)

Membro: _____

Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva
Universidade de São Paulo (USP/ESALQ)

Membro: _____

Zootecnista, Prof. Dr. Henrique M. N. Ribeiro Filho
Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV)

Lages - SC, 04/03/2013

*"O que aproxima as pessoas não é o espaço físico onde se encontram,
mas os sentimentos e as vivências compartilhadas."*

Cristina Duchini

"Dar menos que o seu melhor é sacrificar o dom que recebeu."

Steve Prefontaine

Dedico este trabalho a toda minha família, em especial meus pais João Paulo e Cristina, pelo amor e ensinamentos que, mesmo à distância, permitiram que eu concluísse mais essa etapa da minha vida.

Ofereço ao meu avô Rui Abrahão Gonçalves (“*in memoriam*”), por ter despertado em mim o gosto pelas coisas do campo e por estar de alguma forma sempre presente na minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus, por ter me dado a vida e permitido, como em todas as demais etapas da minha vida, que eu chegasse com sucesso ao final.

Aos meus pais João Paulo e Cristina, pelo amor, ensinamentos, incentivo e apoio que mesmo a distância sempre foram e, são, essenciais em todos os momentos.

Ao meu irmão Henrique, pelo companheirismo, mesmo a distância, e por ter me ensinado a conviver e lidar com personalidades distintas.

A minha namorada Gabriela, pelo amor e companheirismo, sendo indispensável física e emocionalmente para a condução do experimento e elaboração deste manuscrito.

Um agradecimento especial ao meu orientador Prof. Dr. André Fischer Sbrissia, pelos ensinamentos e dicas de muita valia para minha vida científico-acadêmica e pela amizade construída em tão pouco tempo.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Henrique Mendonça Nunes Ribeiro Filho, pelas valiosas conversas, principalmente na ausência do meu orientador.

A UDESC pelo ensino de qualidade, estrutura e concessão de bolsa para a realização deste trabalho.

A CAPES pela concessão inicial de bolsa de estudos.

Aos meus colegas e amigos do tempo de graduação Júlio, Murilo, André e Késia que por um motivo ou outro também seguiram no mestrado, pelos maravilhosos momentos vividos a mais de sete anos.

Agradecendo ao Fábio, Jaime Gabriel, Luciano e Celso gostaria de agradecer a todos os meus amigos tradicionalistas, pelos momentos descontraídos e conversas sobre as coisas do campo.

A todos os professores e colegas do programa de pós-graduação.

Aos bolsistas e voluntários que auxiliaram na condução do experimento a campo.

Em fim, a todos que de alguma forma participaram desta conquista, meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

DUCHINI, Paulo Gonçalves. **Dinâmica do acúmulo e do perfilhamento em pastos de aveia e azevém cultivados puros ou em consórcio**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Concentração: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2013.

Em regiões de clima subtropical a utilização de gramíneas em consórcio, principalmente aveia e azevém, é uma prática comum, porém as vantagens e desvantagens do consórcio em relação ao cultivo puro são pouco estudadas. Objetivou-se avaliar a produção e a longevidade de pastos de aveia-preta e azevém anual cultivados puros ou em consórcio ao longo de todo o período de utilização. Os três tratamentos foram distribuídos em blocos completos casualizados com quatro repetições, tendo cada unidade experimental 98 m². As alturas em pré-pastejo foram 23, 20 e 17 cm para a aveia, o consórcio e o azevém, respectivamente, sendo rebaixados em 40% destas alturas. A morfogênese foi realizada por meio da técnica de perfilhos marcados e a dinâmica e densidade populacional de perfilhos (DPP) em três anéis de PVC com 10 cm de diâmetro por piquete. Os tratamentos não diferiram quanto ao comprimento final de folha intacta, ficando o mês de outubro com os menores valores (aproximadamente 48% menor). Não houve efeito da forma de cultivo para os valores de filocrono, porém os valores foram crescentes com o avanço da estação de crescimento. A taxa de alongamento foliar reduziu com o passar dos meses, com valor médio de 0,14 cm/perfilho.grau-dia para todos os tratamentos. O avanço da estação de crescimento resultou em incrementos nas taxas de alongamento de colmos, com as espécies no consórcio apresentando menores incrementos nos meses finais. De maneira geral, as taxas de senescência foliar reduziram com o avanço dos meses, sendo que o consórcio aumentou a morte de tecidos do azevém. O consórcio manteve a DPP constante até outubro, apresentando uma inversão na participação das duas espécies em agosto. Dos perfilhos existentes no último ciclo de pastejo, aproximadamente 0, 40 e 20% eram da primeira geração no azevém, na aveia e no consórcio, respectivamente. Com isso, apesar de apresentar a menor taxa de aparecimento de perfilhos o azevém cultivado puro apresentou o mesmo índice de estabilidade populacional do consórcio. O azevém cultivado puro apresentou as maiores taxas de acúmulo líquido médio por apresentar as menores perdas de forragem por senescência. A compensação tamanho/densidade de perfilhos foi observada segundo a lei do auto-desbaste (*self thinning rule*) nos três tratamentos quando levados em conta todos os perfilhos da área, não sendo encontrada relação quando as espécies foram analisadas individualmente no consórcio. Para as espécies testadas o estágio de desenvolvimento dos pastos apresenta maior influência sobre as características morfogênicas e estruturais do que a forma de cultivo. A semelhança morfológica da aveia e do azevém possibilita características morfogênicas e estruturais parecidas em ambas as formas de cultivo. É sugestivo que em consórcios entre gramíneas de clima temperado sob lotação intermitente os mecanismos de compensação tamanho/densidade operem na comunidade de plantas e ao longo dos ciclos de pastejo da mesma forma que nos cultivos puros, mantendo elevado índice de área foliar e capacidade produtiva.

Palavras chave: *Avena Strigosa* Schreb cv. IAPAR-61, compensação tamanho/densidade, competição, dinâmica populacional, morfogênese, *Lolium multiflorum* Lam. cv. Comum

ABSTRACT

DUCHINI, Paulo Gonçalves. **Tillering and accumulation dynamics in pastures of oat and ryegrass cultivated pure or intercropping**. 2013. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal – Área de Concentração: Produção Animal) – Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2013.

In regions with subtropical climates the use of grasses intercropping, mainly oats and ryegrass is a common practice, but the advantages and disadvantages of the intercrop in relation the pure culture are little studied. The aim of this work was to evaluate the production and persistence of black oat and ryegrass swards grown pure or intercropping throughout the period of use. The three treatments were randomly distributed into a complete blocks design with four replicates. The pre-grazing sward heights were 23, 20 and 17 cm for the oat, intercrop and ryegrass treatments, respectively. The post-grazing sward heights were 40% lower than their initial heights. Morphogenesis was performed using the technique of marked tillers and dynamic and tiller population density (TPD) was determined with three 10-cm-diameter PVC rings per paddock. The treatments did not differ in the final length of intact leaf, being the October month with the lowest values (approximately 48% lower). The phyllochron was not affected by the form of cultivation, but the values were increasing with the advance of the growing season. The leaf elongation rate decreased over the months, with a mean value of 0.14 cm / perfilhos.graus-day for all treatments. The advance of the growing season resulted in increases stem elongation rates, with the species in the intercrop having smaller increments in the final months. In general, rates of senescence reduced with the advance of months, and the intercrop increased tissue death of ryegrass. The intercrop TPD remained constant until October, inverting the participation of species in August. Of the tillers existing on the last grazing cycle, approximately 0, 40 and 20% were first generation of the oats, ryegrass and intercrop, respectively. Thus, despite of ryegrass pure have the lowest rate of tillering, it have the same rate of population stability of the intercrop. The pure ryegrass had the highest average net accumulation rates by offering smaller forage losses by senescence. Tiller size/density compensation was observed in the three plant communities (treatments) according to the *self-thinning* rule. In addition, no relationships were found when each species was analysed individually in the intercrop treatment. For the species tested the developmental stage of sward has greater influence on the morphogenesis and structural characteristics than cultivation form. The morphological similarity of oats and ryegrass enables evaluated traits similar in both forms of cultivation. When intercropping the temperate climate grasses under rotational grazing, size/density compensation mechanisms occurred throughout the grazing cycles and in the plant communities the same form of the pure cultivation to maintain the leaf area index and production capacities of the pastures.

Key words: *Avena Strigosa* Schreb cv. IAPAR-61, competition, *Lolium multiflorum* Lam. cv. Comum, morphogenesis, population dynamic, *self thinning rule*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama das relações entre as variáveis morfogênicas e características estruturais do dossel (LEMAIRE e CHAMPMAN, 1996).	22
Figura 2 - (a) □ Local da área experimental e ○ Tambo leiteiro do CAV/UDESC; (b) Área experimental implantada.	30
Figura 3 - Pluviosidade e temperaturas (máximas, médias e mínimas) durante o ano experimental (2011) e médias históricas dos últimos 85 anos em Lages, SC. Fonte: EPAGRI	32
Figura 4 - Disposição dos tratamentos (av = aveia pura; az = azevém puro e; c = consórcio) e dos blocos na área experimental.	32
Figura 5 - (a) Implantação da área experimental; (b) Amarelecimento de invasoras após a aplicação de 2, 4 - D.....	33
Figura 6 - (a) Medição da altura da pastagem com o bastão graduado (<i>sward stick</i>); (b) Uso do prato ascendente para determinação da biomassa aérea.....	35
Figura 7 - (a) Transecta onde eram dispostos os perfilhos marcados; (b) Detalhe da marcação realizada nos perfilhos em que tiveram a morfogênese e as características estruturais (exceto DPP) medidas.....	36
Figura 8 - (a) Detalhe da identificação com uma nova cor dos novos perfilhos; (b) Perfilhos identificados por geração e espécie em um consórcio de aveia-preta e azevém anual.	40
Figura 9 - Intervalo de pastejo (dias) e período total de utilização (dias) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio.	45
Figura 10 - Porcentagem de perfilhos de cada espécie em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização... ..	52
Figura 11 - Padrão demográfico do perfilhamento em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) em cultivo puro ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha)	55
Figura 12 - demográfico do perfilhamento em pastos de azevém anual (cv. Comum) em cultivo puro ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).. ..	55
Figura 13 - Padrão demográfico do perfilhamento em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).	55

Figura 14 - Padrão demográfico do perfilhamento de aveia-preta (cv. IAPAR-61) em consórcio com azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).	56
Figura 15 - Padrão demográfico do perfilhamento de azevém anual (cv. Comum) em consórcio com aveia-preta (cv. IAPAR-61) ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).	56
Figura 16 - Diagrama de estabilidade da população de perfilhos (adimensional) (IEP) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e do consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos. Para cada tratamento, a partir do ponto mais a direita tem-se o avanço dos meses.	57
Figura 17 - Contribuição de cada espécie no crescimento em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.	58
Figura 18 - Contribuição de cada espécie para a senescência em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.	59
Figura 19 - Contribuição de cada espécie no acúmulo líquido de forragem em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.	60
Figura 20 - Contribuição de cada espécie no crescimento de folhas em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.	61
Figura 21 - Contribuição de cada espécie no crescimento de colmos em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.....	62
Figura 22 - Porcentagem do crescimento de folhas e de colmos em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio em relação ao tipo de pasto (a) e ao mês de avaliação (b).....	63
Figura 23 - Porcentagem de inflorescências na massa de forragem em pré-pastejo em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e em relação a cada espécie quando em consórcio ao longo do período de utilização.	64
Figura 24 - Densidade populacional de perfilhos (DPP – perfilhos/m ²) e massa por perfilho (MP – mg/perfilho) em pré-pastejo ao longo dos ciclos de pastejo em pastos de aveia-preta (a), azevém anual (b) e consórcio de aveia + azevém (c).	65
Figura 25 - Relação funcional entre taxa de alongamento foliar (cm/GD/perfilho) e filocrono (graus-dia/folha) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C).	70

Figura 26 - Relação funcional entre taxa de alongamento foliar (cm/GD/perfilho) e o comprimento de colmo + pseudocolmo (cm) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C). 71

Figura 27 - Diagrama entre o log da densidade populacional de perfilhos (Log DPP) e o log da massa por perfilho (Log MP) para a aveia (a), o azevém (b) e o consórcio (c) ao longo de todo o período experimental e separado em duas fases devido à alteração na inclinação da linha para a aveia (d), o azevém (e) e o consórcio (f). 78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Datas de aplicação, tipos de adubos e quantidades de adubação fosfatada, potássica e nitrogenada durante o período experimental.	31
Tabela 2 - Alturas do dossel forrageiro em pré-pastejo (cm) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos ciclos de utilização dos pastos.	42
Tabela 3 - Alturas do dossel forrageiro em pós-pastejo (cm) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos ciclos de utilização dos pastos.	43
Tabela 4 - Massa de forragem em pré-pastejo (kg de MS/ha) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos ciclos de utilização dos pastos.	43
Tabela 5 - Massa de forragem em pós-pastejo (kg de MS/ha) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	44
Tabela 6 - Intervalo de pastejo (dias) e período total de utilização (dias) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio.	45
Tabela 7 - Número de folhas vivas por perfilho (folhas/perfilho) (NFV) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	46
Tabela 8 - Comprimento final de folha intacta (cm/folha) (CFF) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.	47
Tabela 9 - Filocrono (graus-dia/folha) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	48
Tabela 10 - Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.graus-dia) (TAIF) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	49
Tabela 11 - Taxa de alongamento de colmos (cm/perfilho.graus-dia) (TAIC) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	50

Tabela 12 - Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.graus-dia) (TSF) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	51
Tabela 13 - Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m ²) (DPP) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e do consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	52
Tabela 14 - Taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/perfilho.mês) (TAP) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	53
Tabela 15 - Taxa de mortalidade de perfilhos (perfilho/perfilho.mês) (TMP) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	54
Tabela 16 - Índice de estabilidade da população de perfilhos (adimensional) (IEP) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e do consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	57
Tabela 17 – Taxas de crescimento (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos..	58
Tabela 18 – Taxas de senescência (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.	59
Tabela 19 – Taxas de acúmulo líquido de forragem (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	60
Tabela 20 – Taxas de crescimento de folhas (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	61
Tabela 21 – Taxas de crescimento de colmos (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.....	62

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 A IMPORTÂNCIA DAS PASTAGENS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL EM REGIÕES DE CLIMA SUBTROPICAL E TEMPERADO.....	17
2.1.1 Aveia-preta, azevém anual e o consórcio.....	18
2.2 O PERFILHO	19
2.2.1 Dinâmica do perfilhamento.....	20
2.3 MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS.....	21
2.4 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM.....	23
2.5 COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS	25
2.6 COMPENSAÇÃO TAMANHO/DENSIDADE DE PERFILHOS	28
3 MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1 LOCAL E PERÍODO.....	30
3.2 SOLO	30
3.3 CLIMA	31
3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	32
3.5 IMPLANTAÇÃO E MANEJOS.....	33
3.6 ALTURA E MASSA DE FORRAGEM DA PASTAGEM.....	34
3.7 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE FORRAGEM	35
3.7.1 Número de folhas vivas por perfilho.....	36
3.7.2 Comprimento final de folha intacta.....	37
3.7.3 Filocrono.....	37
3.7.4 Taxas de alongamento, senescência e acúmulo de forragem	37
3.8 DENSIDADE E DINÂMICA POPULACIONAL DE PERFILHOS.....	39
3.8.1 Densidade populacional de perfilhos	39
3.8.2 Dinâmica populacional de perfilhos	39
3.8.3 Taxas de aparecimento, mortalidade e sobrevivência de perfilhos	40
3.9 MASSA POR PERFILHO.....	41
3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA	41
4 RESULTADOS	42

4.1 CARACTERÍSTICAS E PERÍODO DE USO DOS PASTOS.....	42
4.1.1 Alturas do dossel e massa de forragem em pré e pós-pastejo	42
4.1.2 Intervalos entre pastejos e período total de uso dos pastos.....	44
4.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS	45
4.2.1 Número de folhas vivas por perfilho.....	45
4.2.2 Comprimento final de folha intacta.....	46
4.2.3 Filocrono.....	47
4.2.4 Taxa de alongamento foliar	48
4.2.5 Taxa de alongamento de colmos	49
4.2.6 Taxa de senescência foliar.....	50
4.3 DENSIDADE E DINÂMICA POPULACIONAL DE PERFILHOS.....	51
4.3.1 Densidade populacional de perfilhos	51
4.3.2 Taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos.....	52
4.3.3 Padrões demográficos do perfilhamento	54
4.3.4 Índices e diagrama de estabilidade da população de perfilhos.....	56
4.4 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM.....	58
4.4.1 Crescimento	58
4.4.2 Senescência	59
4.4.3 Acúmulo líquido de forragem	60
4.4.4 Crescimento de folhas	61
4.4.5 Crescimento de colmos.....	62
4.4.6 Porcentagem do crescimento proveniente de folhas e de colmos.....	63
4.4.7 Porcentagem de inflorescências na massa de forragem em pré-pastejo.....	63
4.5 RELAÇÃO ENTRE DPP E MASSA POR PERFILHO AO LONGO DOS CICLOS DE PASTEJO	64
5 DISCUSSÃO	66
5.1 CARACTERÍSTICAS E PERÍODO DE USO DOS PASTOS	66
5.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS	67
5.3. DINÂMICA DO PERFILHAMENTO	72
5.4. DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM.....	74
5.5. COMPENSAÇÃO TAMANHO DENSIDADE DE PERFILHOS	76
5.6. IMPLICAÇÕES AGRONÔMICAS	79
6 CONCLUSÕES.....	81
7 REFERÊNCIAS.....	82

1 INTRODUÇÃO

A produção de carne e leite baseada em sistemas pastoris constitui a forma mais barata de se produzir proteína de origem animal. Entretanto, é necessário grandes extensões de área em comparação com a produção baseada no fornecimento de alimentos concentrados e volumosos no cocho. O Brasil, devido às suas dimensões continentais, se posiciona como um dos principais fornecedores de alimentos para o mundo, inclusive proteína de origem animal, sendo o segundo maior produtor e exportador de carne e o quinto maior produtor de leite de bovinos (USDA, 2012). A enorme disponibilidade de terras sustentou, durante muitos anos a produção agropecuária com baixos investimentos e índices produtivos pífios, muito aquém do potencial dos sistemas. No entanto, a redução das áreas passíveis de exploração agropecuária, a forte pressão dos ambientalistas e os altos custos da terra e de produção estão forçando os produtores, cada vez mais, a investir no aumento de produtividade. Os elevados preços pagos pelos produtos agrícolas como soja e milho colocam pressão ainda maior sobre os produtores que continuam na atividade pecuária. Esse cenário acaba aos poucos por tirar do mercado ou enfraquecer os produtores que utilizam métodos tradicionais extrativistas para a produção de carne e leite. Além disso, o aumento da competitividade gerada pela globalização força a diversificação da produção e melhor uso da terra, como a implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária. Dessa forma, é importante que sistemas intensivos de produção sejam aplicados também a produção animal em pastagens.

Ao longo dos anos, a pesquisa vem buscando prover técnicas que visem aumentar a produtividade pecuária. Contudo, estudos com pastagens que não respeitam os processos envolvidos na produção de forragem e manutenção da pastagem, ou mesmo a vontade de resolver problemas terminais do processo como a conversão alimentar, acabaram por fornecer resultados que não são reproduzidos na frente produtiva e/ou que não se sustentam ao longo dos anos. No Brasil, apenas na década de 1990 começaram a ser realizados experimentos visando compreender os processos morfogênicos e de persistência das plantas forrageiras, indicando manejos adequados aos pastos para maximizar o lucro e a sustentabilidade da produção pecuária. Essas estratégias de manejo baseadas na ecofisiologia das plantas forrageiras permitem que seja aproveitado o máximo potencial produtivo da pastagem e dos animais sobre ela. Para que isso seja possível é necessário que se compreenda a inter-relação entre as plantas forrageiras, os animais em pastejo e o ambiente em que estão inseridos.

Em regiões de clima subtropical como o sul do Brasil, o norte da Argentina e o Uruguai, a utilização de gramíneas hibernais para a implantação de pastagens de inverno é muito comum, sendo que a aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) assumem papel de destaque. Segundo relatório de pesquisa fornecido pelo consórcio SEBRAE, SENAR e FARSUL em 2005, mais da metade dos produtores de carne do Rio Grande do Sul utilizam essas duas espécies em consórcio, porém não existem estudos comprobatórios de que essa forma de cultivo é superior aos monocultivos. Apesar de uma possível ampliação do período de utilização dos pastos, devido à sazonalidade de produção diferente, estudos sobre competição entre plantas indicam a possibilidade de a competição interespecífica ser mais prejudicial que a intraespecífica, o que poderia estar reduzindo o potencial produtivo das pastagens de inverno nessas regiões.

De acordo com o manejo imposto é possível modificar a estrutura de um pasto e seu índice de área foliar (IAF) e, conseqüentemente, as taxas com que ocorrem os processos de geração e expansão de novos tecidos. De outra forma, os processos morfogênicos definem as características estruturais da comunidade forrageira que, por sua vez, determinam o potencial produtivo do pasto e a taxa com que os animais irão ingerir a forragem oferecida. Sendo assim, experimentos que avaliem a capacidade produtiva e persistência dos pastos por meio das respostas morfogênicas e modificações estruturais do dossel forrageiro aos manejos testados possibilitam recomendações de manejo das pastagens que garantem produtividade e longevidade ao sistema.

Com base no exposto, este trabalho teve com objetivo avaliar e entender os processos envolvidos na produção e longevidade de pastos de aveia-preta e azevém anual cultivados puros ou em consórcio por meio das características morfogênicas e estruturais das plantas bem como da dinâmica populacional de perfilhos a fim de identificar benefícios e/ou prejuízos dessas duas formas de cultivo. O presente estudo foi conduzido para testar a hipótese de que o cultivo em consórcio entre duas gramíneas prejudica o potencial produtivo do pasto por meio de redução na população de perfilhos, assim como no aparecimento e alongamento foliar destes, além de aumentar o alongamento de colmos e a senescência dos tecidos devido à competição interespecífica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A IMPORTÂNCIA DAS PASTAGENS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL EM REGIÕES DE CLIMA SUBTROPICAL E TEMPERADO

A utilização de pastagens para a alimentação animal em regiões de clima subtropical e temperado, como o sul do Brasil, o Uruguai e o norte da Argentina, é de fundamental importância para a viabilidade econômica das propriedades rurais. Nessas regiões, há grandes variações entre as temperaturas de verão e inverno, com verões relativamente quentes e invernos rigorosos. Essa amplitude térmica ocasiona oscilação bastante intensa na produção forrageira devido à composição botânica das pastagens nativas e naturalizadas presentes nessas regiões, formadas principalmente por espécies estivais (C4), que apresentam elevada produção no verão e redução do crescimento e valor nutritivo no período de outono-inverno (ROSO et al., 2000; SOARES et al., 2005). Sendo assim, a utilização de plantas forrageiras adaptadas ao clima de inverno é uma importante saída para suprir esse déficit forrageiro, fornecendo alimento em quantidade e qualidade aos animais, o que possibilita manter elevada produtividade animal durante todo o ano.

A aveia-preta e o azevém anual são as espécies destinadas ao pastejo mais cultivadas durante o inverno na Região Sul do Brasil. Segundo levantamento realizado pelo SEBRAE/SENAR/FARSUL (2005), 81% dos produtores do Rio Grande do Sul utilizam pastagens anuais de inverno, sendo 28% exclusivas de azevém anual e 56% de consórcio entre azevém anual e aveia-preta. O grande sucesso dessas espécies deve-se, em parte, ao elevado potencial produtivo de forragem de qualidade nos meses em que as espécies nativas e naturalizadas têm sua produção e valor nutritivo reduzidos, além de suportarem bem o pastejo, tanto em lotação contínua como intermitente. Em trabalho realizado por Alves Filho et al. (2003), o acúmulo médio diário de forragem durante os ciclos de avaliação do azevém anual superou os 60 kg de matéria seca por hectare. Da mesma forma, Cauduro et al. (2007) encontraram valores de acúmulo diário para azevém anual, no período de setembro a outubro, superiores a 75 kg de matéria seca por hectare em três dos quatro tratamentos testados. Além disso, com o elevado valor nutritivo das espécies hibernais permite a manutenção de elevadas taxas de lotação e ganho de peso ou produção de leite por animal, resultando em elevada produtividade. Para ambas as espécies, quando bem manejadas, frequentemente pode-se

observar ganhos de peso superiores a um quilo por animal/dia, valor muito superior a média brasileira (HELLBRUGGE et al., 2008; MOREIRA et al., 2005).

2.1.1 Aveia-preta, azevém anual e o consórcio

A aveia-preta surgiu como uma excelente espécie para a alimentação de animais em pastejo. Além de apresentar tolerância a temperaturas baixas e elevado potencial produtivo, é muito rústica e resistente à presença dos animais. A precocidade dessa espécie a torna importante na diminuição do vazio forrageiro de outono (QUADROS e MARASCHIN, 1987), porém normalmente completa seu ciclo antes do final do inverno, mantendo muito extenso o vazio forrageiro de primavera.

O azevém anual apresenta características agrônômicas excepcionais para a produção forrageira e a utilização em pastejo como elevada produtividade, qualidade nutricional semelhante às melhores leguminosas, aceitabilidade excelente por parte dos animais e ressemeadura natural. Essas características permitem que o azevém anual, se bem manejado, seja utilizado por vários anos sem necessitar novas sementeiras. Por tolerar menos o calor na fase de estabelecimento em comparação com a aveia-preta, a sementeira do azevém anual deve ser realizada em meados do outono, porém seu ciclo se estende até meados da primavera, quando o calor e o fotoperíodo acabam induzindo o florescimento, finalizando seu ciclo.

Com a utilização de qualquer uma dessas duas espécies é possível manter altas produtividades durante o inverno, porém, mesmo que de menor duração, criam-se dois novos vazios forrageiros: um de outono, pois neste período as pastagens hibernais ainda não estão estabelecidas, em especial o azevém anual; e outro de primavera, uma vez que as duas espécies encerram seu ciclo nessa época, principalmente a aveia-preta, e as plantas forrageiras nativas e naturalizadas ainda não apresentam produções satisfatórias. Sendo assim, a diferença de sazonalidade de produção dessas duas espécies, tendo a aveia-preta seu pico de produção de junho a setembro e o azevém anual de agosto a novembro, permitiu a idealização do uso em consórcio entre elas, visando a ampliação do período de utilização das pastagens e reduzindo os períodos de vazio forrageiro de outono e de primavera. Com essa única premissa os produtores e técnicos recomendam, na maioria dos casos, o uso das duas espécies em

consórcio visando em, um primeiro momento, à utilização da aveia-preta (mais precoce) e, posteriormente, do azevém anual (mais tardio) (CARVALHO et al., 2010a).

2.2 O PERFILHO

Segundo Hodgson (1990), o perfilho é a unidade básica de desenvolvimento de gramíneas, sendo constituído por uma sequência de fitômeros diferenciados a partir do meristema apical em diferentes estádios de desenvolvimento (BRISKE, 1991; VALENTINE e MATTHEW, 1999). De acordo com Nelson (2000), um fitômero é constituído de lâmina e bainha foliar, nó, entrenó e gema axilar. O conjunto de perfilhos oriundos de uma mesma semente forma uma planta, sendo que fatores ambientais e de manejo influenciam o número e a morfofisiologia de cada um desses perfilhos.

Todos os perfilhos estão interligados à planta mãe (colmo principal) (MATTHEW, 2002), de modo que um processo dinâmico de fluxo de nutrientes ocorre entre os perfilhos de uma planta. As condições (ambiente, manejo do pastejo, estágio de desenvolvimento, etc.) em que um pasto se encontra irão determinar o fluxo de nutrientes entre perfilhos. Segundo Davies et al. (1983), em dosséis onde ocorre competição por luz, maior quantidade de assimilados é alocada para perfilhos já existentes, reduzindo a formação e expansão de novos perfilhos. Essa regulação resulta muitas vezes na morte de perfilhos já existentes, principalmente jovens, normalmente posicionados no horizonte mais sombreado do dossel (ONG et al., 1978) ou até mesmo no aborto de gemas axilares (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), com consequente redução das taxas de aparecimento de perfilhos.

Em um único perfilho ocorrem simultaneamente processos de crescimento (formação e expansão de folhas e alongamento de colmos) e perda (senescência e morte foliar) de tecidos (HODGSON, 1990). Esses processos, aliados a variações em número de perfilhos, são determinantes do acúmulo de forragem do pasto em um ambiente pastoril.

2.2.1 Dinâmica do perfilhamento

A capacidade de regeneração da área foliar do pasto após desfolhação é a principal característica que assegura produção e longevidade do pasto, sendo que essa regeneração pode ocorrer a partir da emissão de folhas de meristemas apicais localizados abaixo do plano de corte ou a partir de gemas axilares por meio de perfilhamento. O perfilhamento de um pasto é importante na fase de estabelecimento das plantas, permitindo que a superfície do solo seja coberta com maior rapidez, especialmente em situações em que a severidade de desfolhação seja intensa a ponto de eliminar os meristemas apicais.

Inúmeros fatores ambientais e antrópicos influenciam a dinâmica do perfilhamento, sendo esta dependente de fatores intrínsecos e extrínsecos às plantas. Entende-se por fatores intrínsecos aqueles relacionados com própria planta como, por exemplo, capacidade de perfilhamento e estágio de desenvolvimento, e extrínsecos aqueles influenciados por fatores externos como manejo do pastejo, adubação, temperatura, umidade e luz. De acordo com Jewis (1972), toda gema axilar tem capacidade de originar um novo perfilho, no entanto, segundo Langer (1963), os principais fatores responsáveis pela regulação do perfilhamento são genótipo, temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de água e nutrientes, estágio fenológico e desfolhação (manejo). Normalmente, o perfilhamento é controlado pela combinação de um ou mais desses fatores (MITCHELL, 1953; ALBERDA, 1957), principalmente associados com a desfolhação. No entanto, a interferência do homem por meio do manejo e de alterações no ambiente através de, por exemplo, irrigação e adubação é capaz de modificar o dinâmico processo de renovação de tecidos e perfilhos, interferindo no acúmulo de forragem e longevidade dos pastos.

Segundo Silsbury (1966), o número de perfilhos é o principal fator que condiciona o acúmulo de forragem durante o estágio vegetativo, mas durante o estágio reprodutivo o aparecimento de novos perfilhos cessa e o acúmulo é dependente do crescimento dos perfilhos existentes. De acordo com Sbrissia (2004), a dinâmica de aparecimento e morte de perfilhos permite às gramíneas persistirem por longo período, além de contribuir para aumentar sua flexibilidade e adaptação ao processo de pastejo e às condições ambientais impostas a elas. Essa capacidade de formar ou abrir mão de perfilhos permite adaptação mais rápida dos pastos às condições de ambiente e de manejo quando comparada com alterações em outras características como taxa de aparecimento foliar e comprimento final das folhas.

A dinâmica de aparecimento e morte dos perfilhos é dependente do método de pastejo, sendo que a maior causa de morte dos perfilhos é a remoção do ápice pelo pastejo. No método de lotação intermitente a densidade populacional de perfilhos aumenta após desfolhação, mas quando um índice de área foliar (IAF) entre 3 e 4 é alcançado, inicia-se um declínio na produção dos perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), voltando a crescer quando um novo pastejo for realizado. Entretanto, no método de lotação contínua a quantidade de perfilhos que se mantém na área é determinada principalmente pelo IAF mantido, onde pastejos mais severos resultam em menor IAF e maior quantidade de perfilhos pequenos e pastejos mais lenientes o inverso. De maneira geral, o número e o peso dos perfilhos variam de forma inversa, sendo que pastos mais baixos apresentam mais perfilhos e com menor tamanho que pastos mais altos (HERNÁNDEZ-GARAY et al., 1999; SBRISSIA e DA SILVA, 2008).

Sendo assim, é bastante sugestivo que a altura de manejo de um pasto também modifica os padrões de perfilhamento. Para Lemaire e Chapman (1996), a densidade populacional de perfilhos de um pasto é dependente do equilíbrio entre o número de perfilhos que aparece e o número de perfilhos que morrem, sendo que os motivos pelo qual ocorre morte de perfilhos podem ser variados. Segundo Hodgson (1990), a principal causa de morte de perfilhos é atribuída ao processo de desfolhação (quando o meristema apical é decapitado), porém manejos inadequados e condições ambientais desfavoráveis também podem reduzir a população de perfilhos na área. Estudos mostraram que o manejo do pastejo (intensidade e frequência de desfolhação) pode aumentar ou diminuir a persistência de uma pastagem, de modo que pastejos frequentes e intensos são mais prejudiciais à persistência dos perfilhos quando comparados a pastejos menos frequentes, independentemente da intensidade de desfolhação (McKENZIE, 1997). De acordo com Parsons e Chapman (2000), quando uma pastagem já está estabelecida, cada perfilho necessitaria formar apenas um outro durante seu tempo de vida para a manutenção de uma população constante, resultando em um pasto estável e persistente.

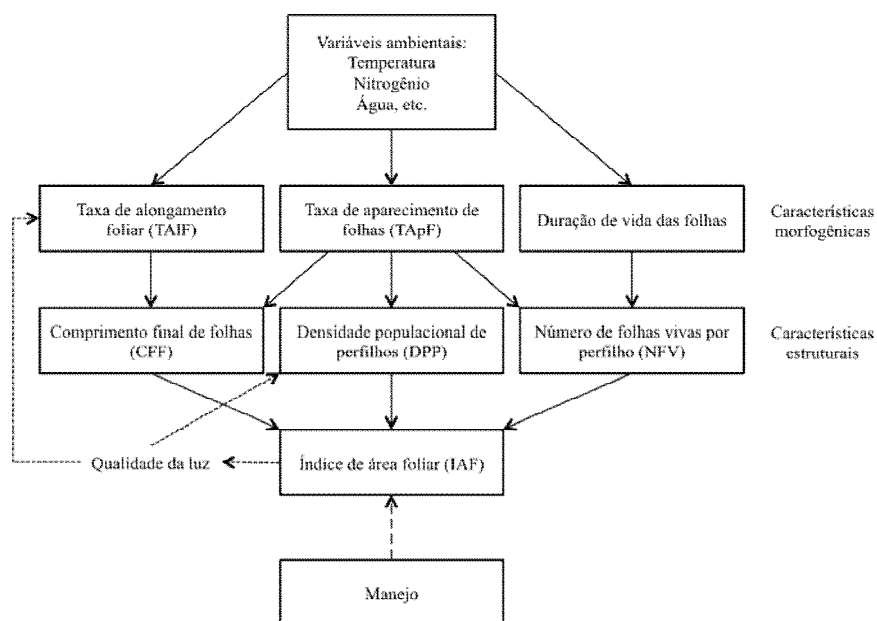
2.3 MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS

A formação e a expansão dos tecidos das plantas determinam sua morfogênese (Lemaire e Chapman, 1996), que é responsável pela forma da planta no espaço e, consequentemente, pela estrutura do dossel forrageiro. De acordo com Lemaire (1997), as

variáveis mais importantes que caracterizam a morfogênese no período vegetativo são a taxa de aparecimento foliar, a taxa de alongamento foliar e a duração da vida das folhas (Figura 1). Segundo Sbrissia e Da Silva (2001), em plantas tropicais o alongamento do colmo assume papel importante mesmo durante o estágio vegetativo, sendo que durante o estágio reprodutivo ou em pastagens mal manejadas até mesmo as plantas hibernais apresentam alongamento de colmo acentuado. As três características morfológicas citadas acima determinam a estrutura das plantas, composta pelo comprimento final das folhas, densidade populacional de perfilhos e número de folhas por perfilho. Essas três características definem o índice de área foliar (IAF) do pasto que, por sua vez, influencia os processos morfológicos (Figura 1). Sendo assim, por meio do manejo é possível manipular o IAF de um pasto e, dessa forma, as taxas dos processos morfológicos.

O inverso da taxa de aparecimento foliar (TApF) é o filocrono, que indica o período (geralmente expresso em graus-dia) necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas. Lemaire e Agnusdei (2000) discutiram o papel da TApF como central na determinação da estrutura de um dossel forrageiro, uma vez que influencia as três principais características estruturais (Figura 1). Segundo Skinner e Nelson (1995) e Duru e Docrocq (2000), a TApF e, conseqüentemente, o filocrono são dependentes da taxa de alongamento foliar e do comprimento da bainha foliar, que são influenciadas, além de outros fatores, pelo manejo adotado.

Figura 1. Diagrama das relações entre as variáveis morfológicas e características estruturais do dossel (LEMAIRE e CHAMPMAN, 1996).



A taxa de alongamento foliar, por sua vez, é dependente de duas características: divisão celular (aparecimento de novas células) e alongamento celular (aumento do tamanho das células já existentes). Essa variável é altamente correlacionada com o IAF do pasto (GRANT et al., 1981), com o suprimento de nutrientes (principalmente o nitrogênio) (SKINNER e NELSON, 1995) e com a temperatura ambiental. Alguns trabalhos mostraram forte relação entre filocrono e taxa de alongamento foliar e parece cada vez mais consolidada a ideia de que essa relação não é linear, sendo influenciada principalmente pelo estágio de desenvolvimento da planta (SKINNER e NELSON, 1995; SBRISSIA, 2004).

Para Lemaire e Chapman (1996), após um pasto atingir equilíbrio entre aparecimento e morte de folhas, o número de folhas vivas por perfilhos é mantido mais ou menos constante para um determinado genótipo. Isso é possível graças a um sincronismo entre a TApF e a duração de vida dessas folhas, de modo que quanto mais rápido aparecem novas folhas mais rápido as folhas de gerações anteriores senescem. Sendo assim, quando as condições ambientais são favoráveis (principalmente temperatura e umidade) as folhas apresentam menor longevidade que quando as condições são desfavoráveis ao aparecimento de folhas (BRISKE, 1991), uma vez que nessa situação os processos morfogênicos ocorrem mais lentamente. Dessa forma, fica evidente que condições ambientais e de manejo que favoreçam aparecimento de folhas, ou seja, o rápido desenvolvimento do pasto, acabam, inevitavelmente, reduzindo a duração de vida das mesmas, o que não é, necessariamente, ruim, mas exige maior controle do manejo do pastejo (especialmente da frequência) para maximizar o processo de colheita (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

As características estruturais de um pasto sofrem influência direta e indireta das condições ambientais e do manejo, uma vez que esses fatores são determinados pelo aparecimento, expansão e senescência de tecidos, ou seja, pela morfogênese das plantas. Sendo assim, deve-se buscar estratégias de manejo que mantenham elevados índices de área foliar e eficiência de colheita, permitindo a maximização do uso das condições ambientais pelas plantas e favorecendo o desempenho animal.

2.4 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM

Segundo Hodgson et al. (1981), o acúmulo de forragem é o resultado do balanço entre o crescimento e a senescência de tecidos das plantas componentes do relvado. Bircham e

Hodgson (1983) definiram o acúmulo de forragem como sendo o balanço entre os processos de crescimento, consumo e senescência, podendo ser nulo quando os animais consomem exatamente a quantidade de forragem produzida. Durante o estágio vegetativo, quando o pasto é manejado corretamente, o acúmulo de forragem se dá principalmente na forma de folhas, componente altamente desejável. Entretanto, quando as plantas entram em estágio reprodutivo a produção de folhas cessa e o acúmulo se dá na forma de colmos (HODGSON, 1990).

Em um pasto a planta forrageira está sujeita a diferentes intensidades de desfolhação de acordo com a espécie animal que está pastejando, a densidade de lotação utilizada e o manejo ao qual a pastagem está submetida (WADE & CARVALHO, 2000). Sendo assim, o acúmulo de forragem ocorre de maneira distinta de acordo com o manejo imposto, em especial pelos métodos de pastejo. Isso reflete em todas as funções e aspectos de crescimento das plantas, uma vez que a fotossíntese é responsável por fornecer a energia e os nutrientes necessários ao crescimento dos vegetais (BRISKE et al., 2008) e as folhas representam quase a totalidade da área fotossinteticamente ativa das plantas.

Quando um pasto está submetido a lotação intermitente, a área foliar fotossinteticamente ativa é diminuída após pastejo, de modo que o IAF residual é baixo, o que reduz, em um primeiro momento, a energia e os nutrientes absorvidos pelas plantas. Durante o período entre pastejos o acúmulo de forragem obedece uma curva sigmoideal (PARSONS e PENNING, 1988). Com o passar do tempo, a área foliar vai se recompondo e, ainda, com as taxas baixas de senescência, os pastos atingem sua máxima taxa instantânea de acúmulo de forragem. Esse comportamento segue até o momento em que novamente o IAF se torna alto e a competição por recursos, principalmente luz no interior do dossel, eleva as taxas de senescência, conduzindo para acúmulos de forragem nulos ou mesmo negativos. Esse momento tem sido descrito na literatura como sendo a condição em que o dossel forrageiro atinge 95% de interceptação luminosa (IL) independentemente da espécie (BROUGHAM, 1956; CARNAVALLI et al, 2006; DA SILVA et al., 2009; ZANINI et al, 2012a), oportunidade na qual a rebrotação do pasto deve ser interrompida e novo pastejo realizado.

Quando a lotação contínua é utilizada, a taxa dos processos de crescimento e senescência de tecidos ocorre simultaneamente e de forma contínua no tempo de acordo com a altura em que o pasto é mantido. Nessa condição, devido à plasticidade fenotípica das plantas forrageiras, é reconhecida a possibilidade de se trabalhar dentro de uma ampla faixa de alturas de pasto com máximo acúmulo de forragem (BIRCHAM e HODGSON, 1983; SBRISIA, 2004; CARVALHO et al., 2010b).

Independentemente do método de manejo utilizado, o acúmulo de forragem é resultado do aparecimento, crescimento e morte de tecidos (folhas e colmos), bem como da densidade populacional de perfilhos. Sendo assim, é importante utilizar estratégias de manejo que ponderem esses pontos e maximizem o acúmulo de forragem e o consumo animal.

2.5 COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS

A presença de mais de uma planta, lado a lado, desencadeia processos de competição por recursos, sendo que em uma população de plantas existem dois tipos de competição. A primeira é referente à competição entre plantas da mesma espécie, chamada de intraespecífica e a segunda diz respeito à disputa por recursos entre plantas de espécies diferentes, denominada interespecífica. A intensidade desses processos competitivos sobre uma planta ou sobre a comunidade vegetal vai depender das características das comunidades alvo e infestante (espécies, composição botânica, densidade e distribuição) e da duração e época em que ocorreu o convívio, sendo influenciada pelos recursos disponíveis e pelo manejo imposto sobre a comunidade de plantas (PITELLI, 1985).

Em trabalho conduzido por Nelson e Zarroug (1981), antes dos pastos atingirem uma densidade populacional de perfilhos estável, o número de perfilhos determinou em maior grau o acúmulo de forragem relativamente ao peso de cada perfilho. No entanto, quando o estande de plantas atingiu seu ápice, o peso de cada perfilho passou a determinar com maior intensidade o acúmulo de forragem dos pastos (NELSON e ZARROUGH, 1981), provavelmente pela intensificação dos processos competitivos e aumento da mortalidade de perfilhos jovens. Para Zanine e Santos (2004), em pastagens consorciadas, a redução do perfilhamento e a elevação da parte aérea podem se tornar alternativas para as gramíneas competirem mais eficientemente por luz. Davies et al. (1983) mostraram que a redução do perfilhamento ocorre devido à competição por luz no dossel (sombreamento), com os fotoassimilados sendo translocados preferencialmente para perfilhos já existentes em detrimento da formação de novos perfilhos. Isso pode explicar parcialmente o exposto por Ong et al. (1978) e Nelson e Zarroug (1995), que perfilhos jovens são os mais propensos a morrer em condição de sombreamento. Sendo assim, a disponibilidade de recursos e o manejo da pastagem afetam a participação relativa das espécies em cultivos consorciados, modificando assim a estrutura do dossel (BULLOCK, 1996; SANDERSON e ELWINGER,

2002). Essas modificações são capazes de alterar a captação de recursos de cada espécie, influenciando as interações competitivas entre plantas e, conseqüentemente, a capacidade do pasto em produzir biomassa aérea nos ciclos seguintes.

Para Briske et al. (2008), uma meta importante do manejo de pastagens é implementar o pastejo de modo a minimizar os efeitos negativos sobre a produção das plantas e composição florística da área. Sendo assim, o manejo correto da pastagem possibilita uma relação máxima entre crescimento e senescência do dossel forrageiro, maximizando a utilização da forragem acumulada. No entanto, a diferença morfofisiológica entre as espécies componentes de pastos consorciados impossibilita que todas elas expressem ao mesmo tempo seu máximo potencial produtivo por meio de um único manejo. Além disso, as diferentes exigências por recursos também prejudica o desenvolvimento homogêneo do pasto, favorecendo uma espécie ou outra, dependendo das condições vigentes e época do ano. Sendo assim, é praticamente inevitável manejar um consórcio forrageiro sem prejudicar o potencial produtivo das espécies, sendo que os processos competitivos podem reduzir a expressão produtiva das forrageiras a níveis inferiores à produtividade de uma ou ambas as espécies quando cultivadas puras. Isso porque a competição entre espécies distintas pode ser maior que entre plantas de mesma espécie, uma vez que as diferentes exigências permitem que a espécie mais adaptada a determinada condição edafoclimática tenha vantagens competitivas sobre a outra. Já entre plantas de mesma espécie, apesar da competição intraespecífica, a igualdade de necessidades e potencial competitivo permite, desde que manejadas corretamente, que se desenvolvam com homogeneidade, com menor impacto sobre as plantas vizinhas.

A competição interespecífica pode ainda resultar em elevado alongamento de colmos, aumento na quantidade dos tecidos de sustentação e, conseqüentemente, no teor de fibras, aumento da senescência e morte de perfilhos jovens, reduzindo a relação folha/colmo, o que acaba por diminuir a qualidade nutricional da forragem (CARRÈRE et al., 2006). Além disso, como as alturas em pré e pós-pastejo e a frequência de pastejo são alguns fatores inerentes ao manejo das pastagens que devem ser definidos de acordo com os objetivos de sua exploração e, principalmente, a espécie forrageira utilizada, ficam claras as dificuldades em potencializar a utilização de um pasto consorciado. Vários trabalhos têm mostrado que independente da espécie ou da altura de entrada, rebaixamento abaixo de 50% da altura em pré-pastejo resulta em restrições de consumo (AMARAL, 2009; FONSECA et al., 2012; PÉREZ-PRIETO e DELAGARDE, 2012), pois aproximadamente 90% dos colmos encontram-se na metade inferior do dossel forrageiro (ZANINI et al., 2012b). Sendo assim, as alturas ideais em pré e

pós-pastejo são distintas para cada espécie forrageira, de modo que em pastos consorciados uma ou ambas as espécies não apresentaram seu máximo potencial produtivo.

Devido à dificuldade de identificação e à facilidade de adubação, os processos de competição abaixo do solo são pouco mensurados e discutidos. No entanto, 70% dos 47 trabalhos comparando a competição abaixo e acima do nível do solo avaliados por Wilson (1988), concluíram que a competição entre raízes é mais prejudicial que a competição por luz, de modo que o sombreamento do dossel se torna mais importante quanto maior forem as limitação química e física do solo (SANDERSON e ELWINGER, 2002). Entretanto, vale ressaltar que as competições acima e abaixo do solo, de certa forma, sofrem influência de uma sobre a outra. Isso porque a maior capacidade de exploração do solo e absorção de nutrientes favorece o crescimento da parte aérea das plantas, e plantas com grande área fotossinteticamente ativa apresentam elevada capacidade de extração de nutrientes do solo, de modo que o sucesso em um desses tipos de competição facilitará o sucesso no outro (ZANINE e SANTOS, 2004).

Alguns trabalhos foram realizados a fim de determinar estratégias de manejo para cultivos em consórcio (DA ROCHA et al., 2007; AGUINAGA et al., 2008; CARVALHO et al., 2010b). Contudo, estudos comparativos entre cultivo consorciado e monocultivo das mesmas espécies são restritos. Harris e Thomas (1972) demonstraram que a espécie de estabelecimento mais rápido acaba por suprimir o desenvolvimento das demais espécies, o que pode, de certa forma, prejudicar o desenvolvimento do pasto nos ciclos em que a espécie mais tardia passaria a ter grande importância na produção e persistência do pasto. Além disso, Harris (1968) comentou que o consórcio entre duas gramíneas pode ser vantajoso se essas apresentarem hábitos distintos como, por exemplo, a orientação das folhas. De outra forma, Raventós e Silva (1995) demonstram que para espécies morfológicamente semelhantes não existe diferença entre competição intra e interespecífica. Sendo assim, essa diversidade de resultados sobre o assunto indica a importância de estudos comparativos em condição de campo entre as diferentes formas de implantação de pastagens e com diferentes espécies de plantas forrageiras.

2.6 COMPENSAÇÃO TAMANHO/DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS

Ajustes em densidade populacional de perfilhos é a resposta de uma comunidade de plantas forrageiras que permite maior flexibilidade de manejo dos pastos. Os primeiros estudos que retratam a relação entre tamanho e número de plantas datam das décadas de 1920 e 1930 (WEAVER e HANSON, 1929 e REINEKE, 1933 apud WHITE, 1985) com espécies arbóreas em monocultivo. Porém, a partir das décadas de 1960 e 1970 inúmeros trabalhos têm estudado e mostrado essa relação para diversas plantas, incluindo pastagens (WHITE e HARPER, 1970; MATTHEW et al., 1995; SACKVILLE-HAMILTON et al., 1995; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; YU et al., 2008). Em populações de gramíneas forrageiras cultivadas puras está bem estabelecida a existência de uma relação inversa entre o tamanho e o número de perfilhos na área, segundo a qual maiores densidades populacionais de perfilhos (DPP) estão associadas com perfilhos menores e vice-versa (MATTHEW et al., 1995; HERNANDEZ-GARAY et al., 1999; SBRISSIA et al., 2001, 2003; CALSINA et al., 2012).

Essa relação tem sido tradicionalmente relacionada com a lei descrita por Yoda et al. (1963) ($-3/2$ power law), tratada, em português, como lei do auto-desbaste. No entanto, foi observada inconsistência na inclinação teórica da reta de $-3/2$, geralmente com valores de inclinação mais negativos, em torno de $-5/2$ (DAVIES, 1988; HERNANDEZ-GARAY et al., 1999; SBRISSIA et al., 2001, 2003). Foi então sugerido que as variações nesse coeficiente angular (β) fossem resultado de alterações no IAF, na razão área foliar/tamanho dos perfilhos (R) e na densidade aparente destes (MATTHEW et al., 1995). Dessa forma, são recomendadas correções (denominadas Ca, Cr e Cd) para essas variações capazes de ajustar os desvios da inclinação teórica de $-3/2$ (MATTHEW et al., 1995; SBRISSIA e DA SILVA, 2008; CALSINA et al., 2012) e permitir a compreensão das estratégias de crescimento e perenização utilizadas pelas plantas.

Matthew et al. (1995) sugeriram que em uma população de plantas sob desfolhação seria esperado, além da inclinação de $-3/2$, outras três fases com inclinações distintas para um diagrama de compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos, sendo que cada uma delas corresponde a uma condição do pasto: 1) Baixa massa de forragem (número e tamanho de perfilhos pequenos), onde aumentos na quantidade e no tamanho dos perfilhos não são capazes de iniciar o auto-desbaste e posicionar a reta sobre a linha com inclinação de $-3/2$; 2) Área foliar variável com aumentos na massa de forragem, pois aumentos na massa por perfilho se tornam mais importantes que as reduções na quantidade destes, posicionando o



auto-desbaste sobre uma linha com inclinação de $-5/2$; 3) Área foliar constante com aumentos na massa por perfilho ainda sendo mais eficientes que reduções na densidade populacional destes, resultando em incrementos na massa de forragem e posicionando a linha do auto-desbaste sobre uma inclinação de $-3/2$; 4) Massa de forragem constante, devido a uma equivalência da importância entre o aumento na massa por perfilho e a redução na quantidade destes, com a inclinação da reta do auto-desbaste igual a -1 .

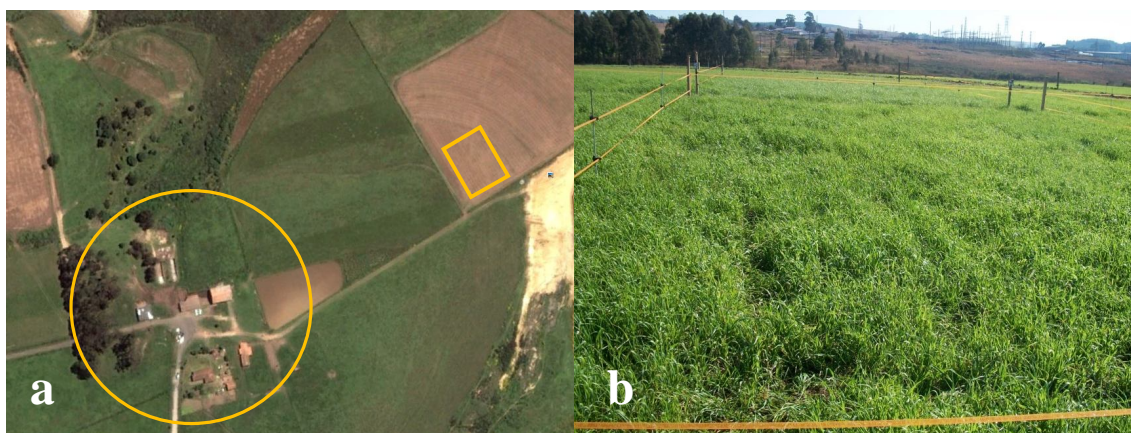
Esses intensos mecanismos de compensação entre a quantidade (DPP) e a massa por perfilho, permite que comunidades de plantas forrageiras se adaptem e mantenham a capacidade produtiva dos pastos em uma ampla faixa de altura de manejo sob lotação contínua (BIRCHAM e HODGSON, 1983; CARVALHO et al., 2010b). Estudos avaliando essa relação em consórcios são bastante restritos e normalmente não utilizam apenas espécies de gramíneas. Além disso, apesar dos trabalhos avaliando consórcios encontrarem relações próximas a $-3/2$ para as espécies analisadas individualmente (WHITE e HARPER, 1970; NIE et al., 1997; YU et al., 2008), Nie et al. (1997) sugeriram que a utilização de todas as plantas componentes do relvado fosse mais apropriada para estimar o auto desbaste em pastos com mistura de espécies.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E PERÍODO

O experimento foi conduzido na área da bovinocultura leiteira do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC, localizado no município de Lages, Estado de Santa Catarina, Brasil – (27°47' S, 50°18' O) (Figura 2). As unidades experimentais foram implantadas no dia 20 de abril de 2011, sendo que as avaliações tiveram início no dia 27 de junho de 2011 com o primeiro pastejo e foram finalizadas em 1º de novembro do mesmo ano com a realização do último pastejo.

Figura 2. (a)  Local da área experimental e  Tambo leiteiro do CAV/UEDESC; (b) Área experimental implantada.



3.2 SOLO

O solo da área experimental é um Cambissolo Húmico Alumínico Léptico, argiloso, com horizonte A moderado (EMBRAPA, 2006) e, de acordo com a análise de solo realizada no dia 06/04/2011, apresentava na camada de 0-20 cm os seguintes valores: pH (SMP) = 6,4; MO = 2,9%; K = 39 mg/dm³; P = 7,5 mg/dm³; Ca = 7,7 cmol_c/dm³; Mg = 5,9 cmol_c/dm³; H+Al = 2,8 cmol_c/dm³; CTC = 13,8 cmol_c/dm³; Saturação de bases = 83,1%; Argila = 60%.

Com base nesses valores e considerando o cultivo anterior de milheto (*Pennisetum glaucum*) na área, foram realizadas adubações de correção a lanço para gramíneas de estação fria (plantas forrageiras) de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil (Comissão de química e fertilidade do solo - RS/SC, 2004) (Tabela 1).

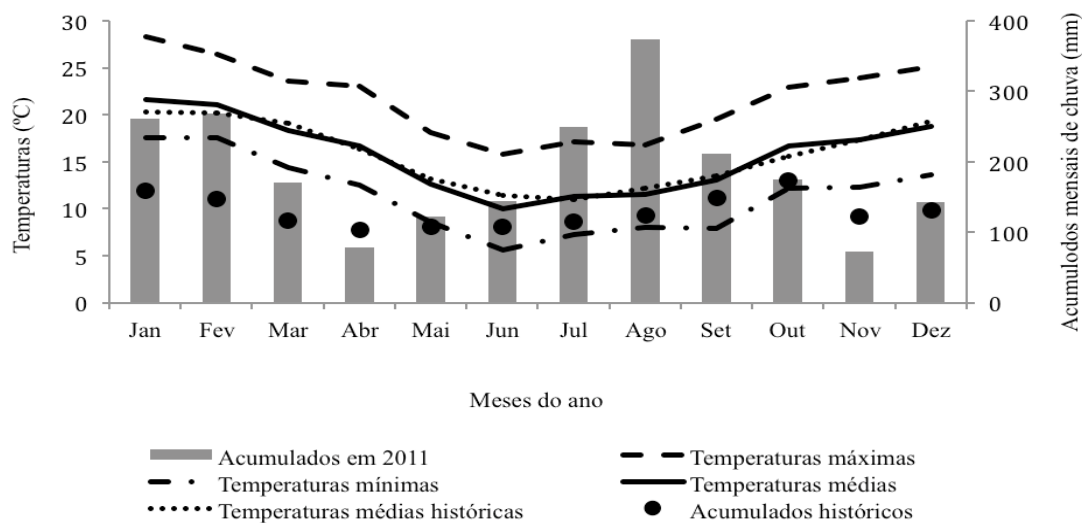
Tabela 1. Datas de aplicação, tipos de adubos e quantidades de adubação fosfatada, potássica e nitrogenada durante o período experimental.

Datas de aplicação	Elemento	Tipo de adubo	Quantidade do adubo (kg/ha)	Quantidade do elemento (kg/ha)
20/04/2011	P	Super Triplo	100	45 kg de P_2O_5
20/04/2011	K	KCl	50	30 kg de K_2O
07/06/2011	N	Ureia	220	100 kg de N
07/06/2011	K	KCl	50	30 kg de K_2O
22/08/2011	N	Ureia	110	50 kg de N

3.3 CLIMA

De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é Cfb (subtropical úmido), pois apresenta inverno rigoroso e verão ameno com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Os dados climáticos durante o período experimental, bem como as normais dos últimos 85 anos, estão apresentados na figura 3.

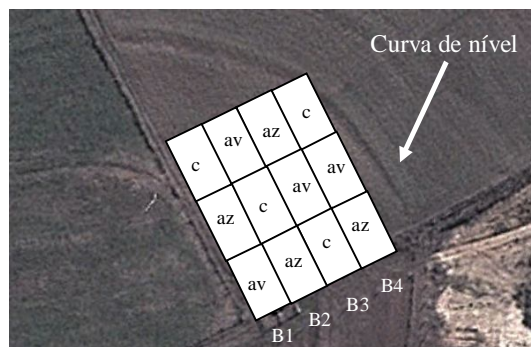
Figura 3. Pluviosidade e temperaturas (máximas, médias e mínimas) durante o ano experimental (2011) e médias históricas dos últimos 85 anos em Lages, SC. Fonte: EPAGRI



3.4 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos utilizados foram pastos de aveia-preta (*Avena strigosa* cv. IAPAR-61) cultivada pura, azevém anual (*Lolium multiflorum* L. cv. Comum) cultivado puro e o consórcio das duas espécies. O delineamento utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições, totalizando 12 unidades experimentais (piquetes) com área de 98 m² cada (área total de 1312,1 m²). O bloqueamento foi realizado devido a uma curva de nível existente a leste da área experimental o que, normalmente, resultava em maior umidade de solo (Figura 4).

Figura 4. Disposição dos tratamentos (av = aveia pura; az = azevém puro e; c = consórcio) e dos blocos na área experimental.



3.5 IMPLANTAÇÃO E MANEJOS

O preparo do solo da área foi realizado com duas gradagens, sendo uma antes e outra após a semeadura, que foi realizada a lanço no dia 20/04/2011 com a quantidade de sementes equivalente a 100 kg/ha para os pastos de aveia ($VC = 78,4$), 50 kg/ha para os pastos de azevém ($VC = 86,0$) e 120 kg/ha para o consórcio (90 kg de aveia e 30 kg de azevém dos mesmos lotes de sementes semeadas nos cultivos puros). As quantidades de sementes utilizadas foram superiores as recomendadas (50-95, 20-30 e 70-90 kg/ha de semente para os pastos de aveia, azevém e consórcio, respectivamente - SANTOS et al., 2009) a fim de permitir o máximo estande de plantas e uma rápida cobertura do solo (Figura 5a).

Os pastos foram manejados sob lotação intermitente com alturas em pré-pastejo de 23, 17 e 20 cm para a aveia, o azevém e o consórcio, respectivamente, sendo rebaixados em 40% da altura inicial (FONSECA et al., 2012). A altura utilizada para o azevém foi determinada com base em experimentos anteriores que indicaram elevado alongamento de colmos a partir de 18 cm (SANTOS, 2013, dados não publicados). Para a aveia, devido à falta de informações na literatura, a altura foi determinada pela estrutura de planta, que é um pouco maior em comparação ao azevém, gerando uma altura intermediária às duas espécies para o cultivo em consórcio, visando alturas adequadas de manejo para os três tipos de pasto. Os pastos foram rebaixados em aproximadamente 45 minutos, sendo realizado por três novilhas da raça Holandês com peso vivo inicial de 300 ± 20 kg. Entre pastejos os animais permaneceram em um piquete de aproximadamente 1 hectare com predominância de gramíneas de clima temperado e acesso irrestrito a água e sal mineral.

Figura 5. (a) Implantação da área experimental; (b) Amarelecimento de invasoras após a aplicação de 2, 4 - D.



Devido à invasão de plantas daninhas no período de estabelecimento, principalmente nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e língua de vaca (*Rumex obtusifolius* L.) foi realizada aplicação de 2, 4 - D (*diclorofenoxiacético*) na dosagem de 1 L/ha no dia 01/06/2011 nos pastos de aveia e no dia 17/06/2011 nos demais tratamentos. A diferença no dia de aplicação foi decorrente do estágio de desenvolvimento da espécie desejada, que estava mais avançado nos pastos formados com aveia em monocultivo (Figura 5b).

3.6 ALTURA E MASSA DE FORRAGEM DA PASTAGEM

As alturas em pré-pastejo foram monitoradas semanalmente com um bastão graduado (*sward stick* - BARTHAM, 1985), sendo mais frequente (a cada dois dias) quando a altura se aproximava da meta pré-pastejo (Figura 6a). Para definir o momento de saída dos animais dos piquetes, as medidas com o *sward stick* eram efetuadas a cada 15 minutos, passando para cada 5 minutos quando a altura de resíduo desejada estava próxima. Essas medidas foram realizadas em 50 pontos por unidade experimental, porém durante o pastejo apenas 15 medidas foram realizadas para monitoramento da altura em pós-pastejo, visando interferir o mínimo possível na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo dos animais.

A determinação da massa de forragem em pré-pastejo foi realizada por meio de medidas indiretas não destrutivas utilizando a relação entre a altura comprimida - medida com um prato ascendente (Farmworks®, F200, New Zealand) - e a quantidade de matéria seca (MS) presente na área do prato ($0,1 \text{ m}^2$). Para tanto, dois pontos por piquete foram medidos com o prato ascendente e a massa de forragem coletada no nível do solo, totalizando 8 amostras por tratamento em cada ciclo, distribuídas entre a menor e a maior altura observada (Figura 6b). As amostras coletadas foram pesadas verdes (amostra fresca), acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante para determinação do teor de MS (%). Com base nesses valores foram determinadas equações de regressão para estimar a massa de forragem (kg de MS/ha) em pré-pastejo em função das alturas comprimidas (unidade de disco). As alturas comprimidas médias de cada piquete foram calculadas a partir de 30 leituras.

O primeiro intervalo de pastejo foi calculado pela diferença entre o dia em que ocorreu o primeiro pastejo e o dia em que foi realizada a primeira adubação nitrogenada. Os demais

intervalos foram sempre determinados pelo número de dias decorridos entre um pastejo e outro.

Figura 6. (a) Medição da altura da pastagem com o bastão graduado (*sward stick*); (b) Uso do prato ascendente para determinação da biomassa aérea.

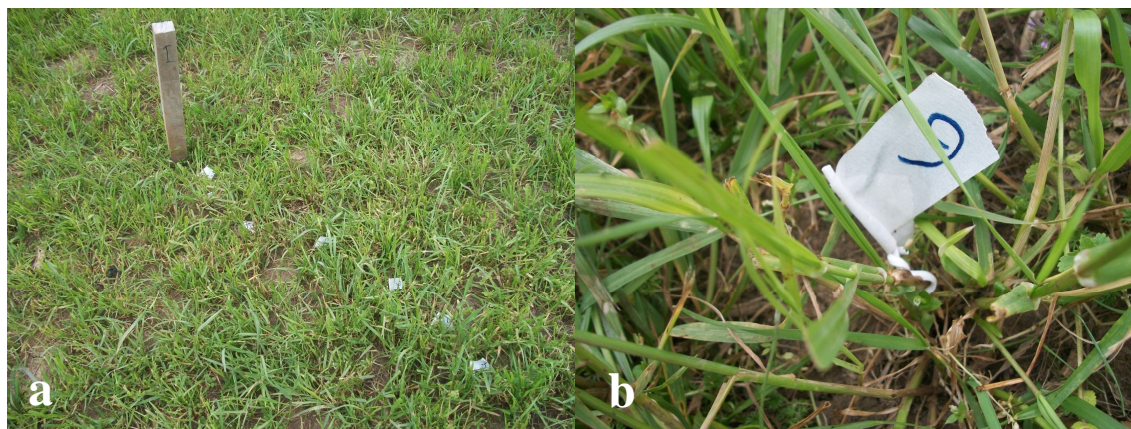


3.7 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS, ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE FORRAGEM

A morfogênese foi determinada utilizando a técnica de perfilhos marcados (BIRCHAM e HODGSON, 1983). Para isso, nos pastos cultivados puros foram marcados 20 perfilhos por unidade experimental, distribuídos igualmente em duas transectas de dois metros. No consórcio foram marcados 10 perfilhos de cada espécie por transecta, totalizando 40 perfilhos por unidade experimental, 20 de cada espécie (Figura 7). Após cada pastejo, eram escolhidos perfilhos equidistantes representativos da condição média dos pastos em cada piquete para serem marcados. No dia da identificação dos perfilhos, foram medidos em cada um destes, com o auxílio de régua milimetrada, o comprimento do colmo (do solo até a última lígula exposta), perfilho estendido (do solo até a ponta da folha mais alta quando esticadas) e de cada folha. O comprimento das folhas era medido da lígula até a ponta da respectiva folha (para folhas em expansão – sem lígula exposta – era tomada como referência a última lígula exposta). Para folhas em senescência foram considerados os comprimentos de lâmina verde, ou seja, até o local onde a senescência havia avançado. Além do comprimento das folhas

foram identificados a maturidade e o estado de integridade destas, sendo classificadas como folha em expansão ou madura e intacta ou desfolhada.

Figura 7. (a) Transecta onde eram dispostos os perfilhos marcados; (b) Detalhe da marcação realizada nos perfilhos em que tiveram a morfogênese e as características estruturais (exceto DPP) medidas.



Essas medidas eram repetidas a cada cinco dias até o próximo pastejo. Os dados coletados no campo foram anotados em planilhas específicas para esse fim e transferidos posteriormente para uma planilha de Excel desenvolvida para determinar as variáveis morfogênicas (filocrono e taxas de alongamento de folhas, colmos e senescência foliar) e estruturais (número de folhas vivas por perfilho e comprimento final de folhas) das pastagens.

Para facilitar a discussão e o entendimento dos dados, quando possível, os valores obtidos para cada período de avaliação (intervalo de pastejo) foram interpolados para a apresentação de médias mensais. Para transformar a escala temporal dos valores de filocrono, taxa de alongamento foliar, de colmo e de senescência foliar de dias para graus-dia (GD) os resultados obtidos foram divididos pela média diária de °C acima de sete (7°C - temperatura basal aproximada) para o respectivo mês (°C).

3.7.1 Número de folhas vivas por perfilho

No cálculo do número de folhas vivas por perfilho (NFV) (folhas vivas/perfilho) foram consideradas todas as folhas presentes nos perfilhos avaliados, exceto as folhas em que 90% do limbo foliar estava senescido. Para calcular o NFV foi utilizada a equação (1):

$$NFV = (\text{nº de folhas em expansão, expandidas e senescentes}) / \text{nº de perfilhos avaliados} \quad (1)$$

3.7.2 Comprimento final de folha intacta

Para a determinação do comprimento final de folha intacta (CFF) foi utilizada uma régua milimetrada, de modo que o comprimento da lígula exposta até a ponta de todas as folhas intactas (sem estar cortada ou senescida) nos perfilhos marcados foi medido. A determinação do CFF foi realizada de acordo com a equação (2):

$$CFF = \Sigma \text{ comprimento final das folhas intactas} / \text{nº de folhas intactas} \quad (2)$$

3.7.3 Filocrono

O filocrono (dias para o surgimento de duas folhas consecutivas) é o inverso da taxa de aparecimento foliar (TApF) que, por sua vez, indica o número de folhas surgidas em um dado intervalo. Como normalmente os valores para TApF são muito baixos optou-se em apresentar apenas os filocronos, calculados pela equação (3):

$$\text{Filocrono} = 1 / \text{TApF} \quad (3)$$

Onde: $\text{TApF} = (\Sigma \text{ nº de folhas novas} / \text{nº de perfilhos avaliados} \times \text{período de avaliação}) / ^\circ\text{C}$.

3.7.4 Taxas de alongamento, senescência e acúmulo de forragem

As taxas de alongamento foliar (TAIF) e de colmos (TAIC), bem como de senescência foliar (TSF), foram calculadas pela diferença em comprimento de cada estrutura entre duas avaliações consecutivas. Diferenças positivas em comprimento foram utilizadas para calcular as taxas de alongamento, da mesma forma que reduções no comprimento da porção verde de

lâmina foliar resultaram nas taxas de senescência. Para o cálculo das taxas de alongamento foliar, alongamento de colmos e senescência foliar foram utilizadas as equações (4), (5) e (6), respectivamente:

$$\text{TAIF} = (\Sigma \text{ Aumento no comprimento de lâminas foliares} / \text{n}^\circ \text{ de perfilhos avaliados}) / ^\circ\text{C} \quad (4)$$

$$\text{TAIC} = (\Sigma \text{ Aumento no comprimento de colmos} / \text{n}^\circ \text{ de perfilhos avaliados}) / ^\circ\text{C} \quad (5)$$

$$\text{TSF} = (\Sigma \text{ Aumento no comprimento senescido das folhas} / \text{n}^\circ \text{ de perfilhos avaliados}) / ^\circ\text{C} \quad (6)$$

Para que as taxas de alongamento e senescência calculadas em cm/perfilho.dia pudessem ser apresentadas em kg de MS/ha.dia foi necessário gerar um fator de conversão. Para tanto foram coletados aleatoriamente 50 perfilhos cortados no nível do solo por unidade experimental (nos consórcios foram 25 de cada espécie) antes do pastejo e levados para o laboratório, onde foram separados e medidos com uma régua milimétrica os comprimentos de lâmina foliar verde, lâmina foliar senescida e colmo + pseudocolmo. Esses componentes foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante, para posterior pesagem e determinação do peso específico de cada componente (g de MS/cm). As taxas diárias de acúmulo líquido de forragem (kg de MS/ha.dia) foram obtidas segundo a equação abaixo:

$$\text{TxAcL} = (\text{TAIF} * \text{pFV} + \text{TAIC} * \text{pC} - \text{TSF} * (\text{pFV} - \text{pFS})) * \text{DPP} * 10 \quad (7)$$

Onde: TxAcL = taxa diária de acúmulo líquido de forragem (kg de MS/ha.dia); TAIF = taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.dia); pFV = peso específico de folha verde (g de MS/cm de folha verde); TAIC = taxa de alongamento de colmo (cm/perfilho.dia); pC = peso específico do colmo (g de MS/cm de colmo); TSF = taxa de senescência foliar (cm/perfilho.dia); pFS = peso específico de folha senescida (g de MS/cm de folha senescida); DPP = densidade populacional de perfilho (perfilhos/m²) e; 10 = fator de conversão de g de MS/m² para kg de MS/ha.

Para o cálculo das taxas de crescimento de folhas e de colmos (em kg de MS/ha) foi utilizado a mesma lógica, porém apenas a taxa de alongamento e o fator de conversão referente ao componente desejado foram utilizados na equação. Somando-se o crescimento de

folhas e o de colmos obteve-se a taxa de crescimento dos pastos em kg de MS/ha. Para o cálculo das taxas de senescência foliar utilizou-se na equação a taxa de senescência foliar em centímetros multiplicada pelo fator de conversão de lâmina foliar verde subtraído do fator de conversão de lâmina foliar senescida.

3.8 DENSIDADE E DINÂMICA POPULACIONAL DE PERFILHOS

3.8.1 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (DPP - perfilhos/m²) foi mensurada em três anéis de PVC por piquete, com 10 cm de diâmetro cada (0,00785 m²), fixados no solo com grampos metálicos antes do primeiro pastejo. Para o consórcio foram contados os perfilhos de aveia e de azevém separadamente em cada anel. As contagens de perfilhos foram realizadas antes da entrada dos animais nos piquetes para minimizar possíveis diferenças em DPP ocasionadas pelo pastejo (HODGSON, 1990).

3.8.2 Dinâmica populacional de perfilhos

A dinâmica populacional de perfilhos foi realizada nos mesmos anéis, onde antes de cada pastejo os perfilhos eram marcados com anéis plásticos de cores distintas para cada espécie e ciclo de pastejo (Figura 8). Logo após a marcação dos novos perfilhos eram contabilizados todos os perfilhos sobreviventes, mortos e novos dentro de cada anel. De posse desses dados foram calculadas as taxas de aparecimento, mortalidade e sobrevivência de perfilhos de cada tratamento e de cada espécie, no caso do consórcio.

Figura 8. (a) Detalhe da identificação com uma nova cor dos novos perfilhos; (b) Perfilhos identificados por geração e espécie em um consórcio de aveia-preta e azevém anual.



3.8.3 Taxas de aparecimento, mortalidade e sobrevivência de perfilhos

Para determinação das taxas de aparecimento de perfilhos (TAP) foram contabilizados todos os perfilhos surgidos em cada ciclo de pastejo. Posteriormente foi determinada qual a porcentagem que esses novos perfilhos representavam em relação a população total de perfilhos do ciclo anterior. A taxa de mortalidade de perfilhos (TMP) foi calculada em cada ciclo da mesma forma, porém utilizando o número de perfilhos que morreram no mesmo período. Sendo assim, a taxa de sobrevivência de perfilhos (TSP) foi determinada subtraindo a taxa de mortalidade de 100.

Com base nas taxas de aparecimento e sobrevivência de perfilhos foi calculado o índice de estabilidade populacional de perfilhos (IEP). Esse índice fornece um panorama geral da estabilidade da população de perfilhos dos pastos, de modo que com valores maiores ou próximos a 1 (um) o pasto se mantém estável e quanto mais abaixo de 1 (um) mais instável é o pasto. Para o cálculo dos índices de estabilidade populacional de perfilhos foi utilizada a equação (8):

$$P_1 / P_0 = TSP * (1 + TAP) \quad (8)$$

Onde: P_1 / P_0 = proporção entre a população de perfilhos existentes na contagem atual e a população existente na contagem anterior; TSP = taxa de sobrevivência de perfilhos e; TAP = taxa de aparecimento de perfilhos.

3.9 MASSA POR PERFILHO

A massa por perfilho foi obtida pelo quociente entre a massa de forragem em pré-pastejo (obtida com o prato ascendente) e a DPP. Para o consórcio foi realizada uma coleta representativa da forragem acima do nível do solo antes do pastejo, mantendo a estrutura vertical do pasto. Em laboratório foi feita a separação botânica de espécies (aveia e azevém), secagem (com circulação forçada de ar a 65°C até peso constante) e determinação da proporção de cada espécie na massa total de forragem, de modo que também foi possível estimar no consórcio a massa por perfilho de cada espécie.

3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Com exceção das características e período de uso dos pastos e do padrão demográfico de perfilhamento, foi realizada interpolação simples dos dados para transformar os valores coletados a cada ciclo de pastejo em médias mensais (julho, agosto, setembro e outubro). A apresentação dos padrões demográficos de perfilhamento foi mantida em sua escala original por apresentar de maneira mais clara o que ocorre com cada geração de perfilhos ao longo do tempo, não sendo realizada, nesse caso, análise estatística.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS[®] (*Statistical Analysis System*), versão 9.2. Para escolha da matriz de covariância que melhor se ajustasse aos conjuntos de dados foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). Foram utilizados nos modelos os fatores principais tratamento, mês e bloco, além da interação tratamento × mês, considerando medidas repetidas no tempo (mês). Foram considerados fixos os efeitos de tratamento, mês e a interação entre eles, sendo aleatório o efeito de bloco. A estimativa das médias foi realizada por meio do LSMEANS e a comparação entre elas realizada pelo teste “t” de Student a 5% de significância. As análises de regressão entre DPP e massa por perfilho foram realizadas com o software estatístico Past[®], versão 2.16, utilizando para estimativa dos coeficientes angulares o método do RMA (*reduced major axis*), uma vez que houve erro amostral nos dois eixos (LA BARBERA, 1989).

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS E PERÍODO DE USO DOS PASTOS

4.1.1 Alturas do dossel e massa de forragem em pré e pós-pastejo

Como as alturas do dossel em pré o pós-pastejo foram pré estabelecidas, foi realizado apenas teste de comparação de médias entre os ciclos de pastejo para cada tratamento (Tabelas 2 e 3). De maneira geral, os pastos cultivados com aveia em monocultivo ou em consórcio com o azevém não apresentaram diferença em altura em pré e pós-pastejo ao longo do período de utilização. No entanto, os pastos formados apenas com azevém apresentaram nos dois últimos ciclos de pastejo valores acima do pretendido em pré (17 cm) e em pós-pastejo (10,2 cm).

Tabela 2. Alturas do dossel forrageiro em pré-pastejo (cm) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos ciclos de utilização dos pastos.

Tratamento	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo	5º Ciclo	6º Ciclo
Aveia	23,2 ^A (0,3895)	22,9 ^A (0,4536)	23,4 ^A (0,3895)	23,9 ^A (0,3895)	23,7 ^A (0,5598)	-
Azevém	17,2 ^D (0,3895)	18,2 ^{CD} (0,3895)	18,1 ^{CD} (0,3895)	18,7 ^C (0,3895)	20,2 ^B (0,3895)	21,5 ^A (0,3895)
Consórcio	20,4 ^A (0,3895)	20,3 ^A (0,3895)	20,2 ^A (0,3895)	21,2 ^A (0,3895)	20,5 ^A (0,3895)	21,3 ^A (0,4536)

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si (P>0,05).

Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 3. Alturas do dossel forrageiro em pós-pastejo (cm) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos ciclos de utilização dos pastos.

Tratamento	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo	5º Ciclo	6º Ciclo
Aveia	13,6 ^A (0,1788)	13,3 ^A (0,2995)	13,1 ^A (0,2108)	13,7 ^A (0,4271)	14,0 ^A (0,5009)	-
Azevém	10,2 ^C (0,1788)	10,6 ^{BC} (0,2108)	10,4 ^C (0,2573)	10,4 ^{BC} (0,4271)	11,2 ^{AB} (0,3513)	11,8 ^A (0,5181)
Consórcio	12,1 ^A (0,1788)	12,5 ^A (0,2573)	11,3 ^B (0,2108)	11,5 ^{AB} (0,4271)	11,8 ^{AB} (0,3513)	12,8 ^A (0,5995)

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($P>0,05$).

Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A massa de forragem (kg de MS/ha) tanto em pré quanto em pós-pastejo variou em função do tratamento ($P<0,0001$), mês ($P<0,0001$) e da interação tratamento \times mês ($P<0,0001$). Com exceção do 1º ciclo de pastejo, a aveia em cultivo puro apresentou sempre a maior massa de forragem em pré-pastejo (Tabela 4). De maneira geral, a massa de forragem em pré-pastejo foi aumentando com o passar do tempo, alcançando estabilidade a partir do 3º e 5º ciclos para a aveia e o azevém cultivados puros. Já para os pastos consorciados houve incremento até o 5º ciclo com posterior queda (Tabela 4). A massa de forragem em pós-pastejo teve comportamento semelhante ao pré-pastejo para a aveia e o consórcio ao longo do período de utilização. No entanto, para o azevém cultivado puro houve incremento constante até atingir seu pico no 5º ciclo (Tabela 5).

Tabela 4. Massa de forragem em pré-pastejo (kg de MS/ha) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos ciclos de utilização dos pastos.

Tratamento	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo	5º Ciclo	6º Ciclo	Média
Aveia	1143 ^{C c} (23,1916)	1603 ^{B a} (33,6937)	1909 ^{A a} (54,0434)	2022 ^{A a} (40,0759)	1909 ^{A a} (58,9264)	-	
Azevém	1233 ^{C b} (23,1916)	1307 ^{C c} (28,8573)	1719 ^{B b} (54,0434)	1769 ^{B b} (40,0759)	2009 ^{A a} (41,2368)	1924 ^{A a} (37,8306)	1626 (16,2705)
Consórcio	1316 ^{D a} (23,1916)	1480 ^{C b} (28,8573)	1471 ^{C c} (54,0434)	1726 ^{B b} (40,0759)	2022 ^{A a} (41,2368)	1744 ^{B b} (43,9585)	1659 (15,8368)
Média	1230 (13,3897)	1463 (17,6407)	1699 (31,2020)	1839 (23,1378)	1980 (27,6351)		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$).

Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 5. Massa de forragem em pós-pastejo (kg de MS/ha) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo	5º Ciclo	6º Ciclo	Média
Aveia	675 ^{C b} (31,8728)	1123 ^{B a} (37,1114)	1400 ^{A a} (31,8728)	1408 ^{A a} (31,8728)	1340 ^{A ab} (45,8040)	-	
Azevém	781 ^{E a} (31,8728)	926 ^{D b} (31,8728)	1125 ^{C b} (31,8728)	1331 ^{B a} (31,8728)	1437 ^{A a} (31,8728)	1336 ^{B a} (31,8728)	1156 (13,0120)
Consórcio	684 ^{D b} (31,8728)	876 ^{C b} (31,8728)	895 ^{C c} (31,8728)	1146 ^{B b} (31,8728)	1259 ^{A b} (31,8728)	1154 ^{B b} (37,1114)	1002 (13,3922)
Média	974 (19,4622)	713 (18,4018)	1140 (18,4018)	1294 (18,4018)	1345 (21,4211)		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.1.2 Intervalo de pastejo e período total de utilização dos pastos

Para intervalo de pastejo (dias) houve efeito de tratamento ($P<0,0001$), ciclo de pastejo ($P<0,0001$) e interação tratamento \times mês ($P<0,0001$). Para período total de utilização dos pastos foi realizada apenas comparação de médias. Não houve diferença entre tratamentos para o momento em que foram realizados os primeiros pastejos (Tabela 6), que ocorreram dia 12/07 (± 2 dias) na aveia, 10/07 (± 3 dias) no azevém e 14/07 (± 5 dias) no consórcio. Com exceção do período necessário para a realização do 2º e 3º ciclos de pastejo, em que a aveia cultivada pura apresentou os maiores intervalos de pastejo, não houve diferença entre tratamentos (Tabela 6). O azevém cultivado puro apresentou o menor período total de utilização, porém a aveia permitiu um ciclo de pastejo a menos (Tabela 6).

Tabela 6. Intervalo de pastejo (dias) e período total de utilização (dias) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio.

Tratamento	*1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo	5º Ciclo	6º Ciclo	Período total de utilização
Aveia	35 ^{A a} (1,9277)	27 ^{B a} (2,2458)	38 ^{A a} (2,2458)	24 ^{B a} (1,9277)	23 ^{B a} (2,7712)	-	147 ^a (4,3)
Azevém	36 ^{A a} (1,9277)	18 ^{C b} (1,9277)	18 ^{C c} (1,9277)	24 ^{B a} (1,9277)	20 ^{BC a} (1,9277)	17 ^{C a} (1,9277)	133 ^b (4,3)
Consórcio	38 ^{A a} (1,9277)	17 ^{D b} (1,9277)	24 ^{BC b} (1,9277)	27 ^{B a} (1,9277)	20 ^{CD a} (1,9277)	23 ^{BCD a} (2,2447)	149 ^a (4,3)

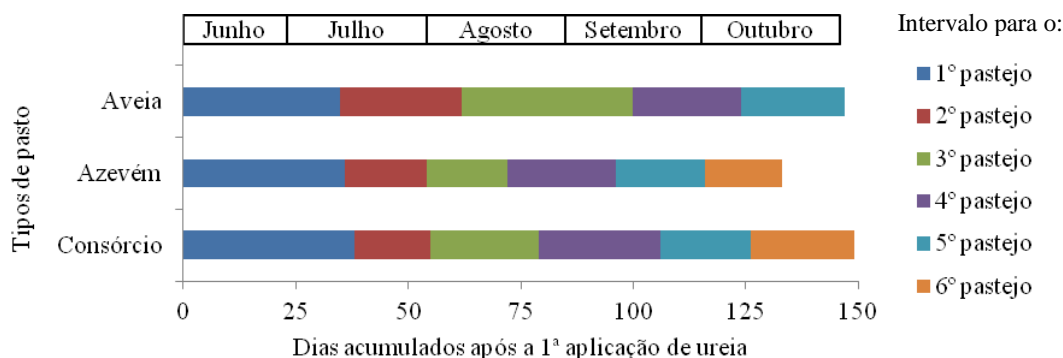
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$).

Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

*Tempo necessário para o primeiro pastejo a partir da 1ª aplicação de ureia.

Para uma visualização cronológica mais fácil dos intervalos de pastejo e do período total de utilização dos pastos os dados foram plotados no diagrama abaixo.

Figura 9. Intervalo de pastejo (dias) e período total de utilização (dias) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio.



4.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS

4.2.1 Número de folhas vivas por perfilho

O número total de folhas vivas por perfilho (folhas/perfilho) (NFV) foi influenciado por tratamento ($P<0,0001$), mês ($P<0,0001$) e pela interação tratamento \times mês ($P<0,0001$). De

forma geral a aveia apresentou NFV relativamente estável ao longo dos meses, independente do método de cultivo (Tabela 7). Com exceção do mês de outubro, o azevém apresentou maior NFV em comparação à aveia em ambas as formas de cultivo. Apenas em julho as espécies no consórcio apresentaram valores de NFV superior aos cultivos puros. No último mês, o NFV do azevém cultivado puro se igualou aos valores para a aveia (3,0 folhas/perfilho), sendo que o azevém no consórcio apresentou redução de uma folha viva por perfilho, resultando no menor valor de NFV de todas as avaliações (2,4 folhas/perfilho) (Tabela 7).

Tabela 7. Número de folhas vivas por perfilho (folhas/perfilho) (NFV) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	2,8 ^{AB c} (0,1330)	3,0 ^{AB b} (0,1142)	2,8 ^{B c} (0,1142)	3,1 ^{A a} (0,1330)	2,9 (0,06187)
Azevém	3,5 ^{AB b} (0,1142)	3,6 ^{A a} (0,1142)	3,2 ^{BC ab} (0,1142)	3,0 ^{C a} (0,1142)	3,3 (0,05710)
Aveia no C	3,3 ^{A b} (0,1142)	2,9 ^{B b} (0,1142)	3,0 ^{B bc} (0,1142)	3,0 ^{AB a} (0,1142)	3,1 (0,05710)
Azevém no C	3,8 ^{A a} (0,1142)	3,7 ^{AB a} (0,1142)	3,4 ^{B a} (0,1142)	2,4 ^{C b} (0,1142)	3,3 (0,05710)
Média	3,4 (0,05958)	3,3 (0,05710)	3,1 (0,05710)	2,9 (0,05958)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.2.2 Comprimento final de folha intacta

O comprimento final de folha intacta (cm/folha) (CFF) variou apenas em função do mês ($P<0,0001$). O CFF foi o mesmo de julho a setembro para a aveia e o azevém em ambas as formas de cultivo (13,6 cm/folha, em média) (Tabela 8). Entretanto, o CFF apresentou uma redução drástica em outubro (32% menor), resultando em valores médios para todos os tratamentos testados de 9,2 cm/folha (Tabela 8).

Tabela 8. Comprimento final de folha intacta (cm/folha) (CFF) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	13,8 (2,2894)	15,1 (0,9565)	14,2 (0,4602)	10,2 (0,8086)	13,3 (0,6621)
Azevém	12,1 (1,9808)	11,5 (0,9565)	12,6 (0,4602)	9,0 (0,6944)	11,3 (0,5880)
Aveia no C	13,6 (1,9808)	13,4 (0,9565)	13,4 (0,4602)	8,6 (0,6944)	12,4 (0,5880)
Azevém no C	14,2 (1,9808)	15,1 (0,9565)	13,9 (0,4602)	9,1 (0,6944)	13,1 (0,5880)
Média	13,4 ^A (1,0311)	13,9 ^A (0,4782)	13,5 ^A (0,2301)	9,2 ^B (0,3623)	

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si ($P>0,05$).

Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.2.3 Filocrono

O filocrono (graus-dia/folha) variou com o mês ($P<0,0001$) e com a interação tratamento \times mês ($P=0,0474$). No mês de setembro houve aumento no filocrono para o azevém cultivado puro e em consórcio, bem como para a aveia na mistura, porém a aveia pura permaneceu estável de julho a setembro (Tabela 9). Em agosto a aveia apresentou o maior filocrono, independentemente da forma de cultivo. Em julho e setembro, com exceção do azevém no consórcio, todos os tratamentos apresentaram valores semelhantes de filocrono.

Tabela 9. Filocrono (graus-dia/folha) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro*	Média
Aveia	89,2 ^{A a} (12,1811)	85,0 ^{A a} (1,8694)	92,0 ^{A b} (8,6715)	133,0	88,7 (5,0229)
Azevém	71,7 ^{B a} (10,5394)	74,2 ^{B b} (1,8694)	113,7 ^{A ab} (8,6715)	498,0	86,6 (4,5919)
Aveia no C	86,8 ^{AB a} (10,5394)	83,6 ^{B a} (1,8694)	111,3 ^{A ab} (8,6715)	178,0	93,9 (4,5919)
Azevém no C	71,6 ^{B a} (10,5394)	73,7 ^{B b} (1,8694)	126,0 ^{A a} (8,6715)	707,0	90,4 (4,5919)
Média	79,8 (5,4864)	79,1 (0,9347)	110,7 (4,3358)	-	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$).

Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

*Médias apenas para visualização, não tendo sido utilizadas para qualquer análise estatística.

4.2.4 Taxa de alongamento foliar

A taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.graus-dia) (TAIF) variou com o mês ($P<0,0001$) e com a interação tratamento \times mês ($P=0,0008$). No mês de julho, a aveia em cultivo puro apresentou a menor TAIF (0,19 cm/perfilho.graus-dia) (Tabela 10). No entanto, em outubro, apresentou a maior TAIF (0,07 cm/perfilho.graus-dia) relativamente aos demais tratamentos. Estes apresentaram reduções similares em TAIF ao longo dos meses de avaliação até atingirem os menores valores em outubro (Tabela 10).

Tabela 10. Taxa de alongamento foliar (cm/perfilho.graus-dia) (TAIF) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	0,19 ^{A b} (0,01700)	0,18 ^{A ab} (0,007937)	0,14 ^{B a} (0,008430)	0,07 ^{C a} (0,008022)	0,15 (0,005514)
Azevém	0,24 ^{A a} (0,01469)	0,17 ^{B b} (0,007937)	0,11 ^{C b} (0,008430)	0,03 ^{D bc} (0,006858)	0,14 (0,004980)
Aveia no C	0,24 ^{A a} (0,01469)	0,17 ^{B ab} (0,007937)	0,12 ^{C ab} (0,008430)	0,04 ^{D b} (0,006858)	0,14 (0,004980)
Azevém no C	0,24 ^{A a} (0,01469)	0,19 ^{B a} (0,007937)	0,11 ^{C b} (0,008430)	0,02 ^{D c} (0,006858)	0,14 (0,004980)
Média	0,23 (0,007649)	0,18 (0,003969)	0,12 (0,004215)	0,04 (0,003583)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.2.5 Taxa de alongamento de colmos

A taxa de alongamento de colmos (cm/perfilho.graus-dia) (TAIC) foi influenciada por tratamento ($P<0,0001$), mês ($P<0,0001$) e interação tratamento \times mês ($P<0,0001$). O alongamento de colmos mostrou o mesmo padrão para a aveia e o azevém em ambos os cultivos, com menores valores registrados nos meses de julho e agosto e maiores nos meses de setembro e outubro, exceção feita ao azevém no consórcio que apresentou taxas de alongamento de colmos em outubro semelhantes aos primeiros meses (Tabela 11). De maneira geral, as maiores TAIC foram registradas nos pastos de azevém, não diferindo entre as formas de cultivo, exceto em outubro, quando o cultivo puro favoreceu as TAIC. O mesmo comportamento ocorreu para a aveia, com exceção de setembro, quando valores maiores foram registrados para o cultivo puro relativamente ou consórcio (Tabela 11).

Tabela 11. Taxa de alongamento de colmos (cm/perfilho.graus-dia) (TAIC) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	0,0048 ^{C ab} (0,003831)	0,0036 ^{C b} (0,003289)	0,0226 ^{B a} (0,003289)	0,0342 ^{A ab} (0,004730)	0,0163 (0,001924)
Azevém	0,0124 ^{B a} (0,003289)	0,0156 ^{B a} (0,003289)	0,0297 ^{A a} (0,003289)	0,0346 ^{A a} (0,003289)	0,0231 (0,001644)
Aveia no C	0,0016 ^{B b} (0,003289)	0,0032 ^{B b} (0,003289)	0,0100 ^{B b} (0,003289)	0,0230 ^{A b} (0,003289)	0,0095 (0,001644)
Azevém no C	0,0148 ^{B a} (0,003289)	0,0180 ^{B a} (0,003289)	0,0292 ^{A a} (0,003289)	0,0087 ^{B c} (0,003289)	0,0177 (0,001644)
Média	0,0084 (0,001716)	0,0101 (0,001644)	0,0229 (0,001644)	0,0251 (0,001851)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.2.6 Taxa de senescência foliar

A taxa de senescência foliar (cm/perfilho.graus-dia) (TSF) variou com tratamento ($P<0,0001$), mês ($P<0,0001$) e a interação tratamento \times mês ($P<0,0001$). O azevém em cultivo puro apresentou valores iguais para TSF em todos os meses de avaliação (média de 0,028 cm/perfilho.graus-dia), com a menor senescência de julho a setembro (Tabela 12). Os demais tratamentos tiveram TSF semelhante, exceto no mês de setembro, quando a aveia pura manteve taxas mais elevadas e em outubro quando menores valores foram registrados para o azevém em consórcio. Em outubro, as duas espécies, em ambos os cultivos, apresentaram as menores TSF com o azevém apresentando as menores taxas (0,027 cm/perfilho.graus-dia, em média) (Tabela 12).

Tabela 12. Taxa de senescência foliar (cm/perfilho.graus-dia) (TSF) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	0,059 ^{AB ab} (0,01652)	0,074 ^{A a} (0,01038)	0,071 ^{A a} (0,002413)	0,046 ^{B a} (0,004565)	0,062 (0,005044)
Azevém	0,020 ^{A b} (0,01430)	0,041 ^{A b} (0,01038)	0,023 ^{A d} (0,002413)	0,029 ^{A b} (0,003919)	0,028 (0,004564)
Aveia no C	0,082 ^{A a} (0,01430)	0,076 ^{A a} (0,01038)	0,048 ^{B b} (0,002413)	0,036 ^{C ab} (0,003919)	0,060 (0,004564)
Azevém no C	0,080 ^{A a} (0,01430)	0,081 ^{A a} (0,01038)	0,031 ^{B c} (0,002413)	0,025 ^{B b} (0,003919)	0,054 (0,004564)
Média	0,060 (0,007443)	0,068 (0,005189)	0,043 (0,001207)	0,034 (0,002045)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.3 DENSIDADE E DINÂMICA POPULACIONAL DE PERFILHOS

4.3.1 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²) (DPP) foi influenciada por tratamento ($P<0,0001$), mês ($P<0,0001$) e pela interação tratamento \times mês ($P=0,0442$). A aveia-preta e o azevém anual quando cultivados puros apresentaram redução da população de perfilhos ao longo do período de utilização, com os maiores valores em julho e os menores em outubro e valores intermediários em agosto e setembro (valores médios de 2135 e 3974 perfilhos/m² para a aveia e o azevém, respectivamente) (Tabela 13). A população de perfilhos do consórcio permaneceu estável durante os três primeiros meses (valor médio de 3418 perfilhos/m²), diminuindo em outubro (Tabela 13). Em todos os meses a maior DPP foi registrada para o azevém, a menor para a aveia e a intermediária para o consórcio. No mês de julho a proporção de perfilhos de aveia no consórcio foi aproximadamente 13% maior que a de perfilhos de azevém (56,4 e 43,6% para a aveia e o azevém, respectivamente) (Figura 10). No entanto, em agosto, houve inversão na participação relativa das duas espécies no

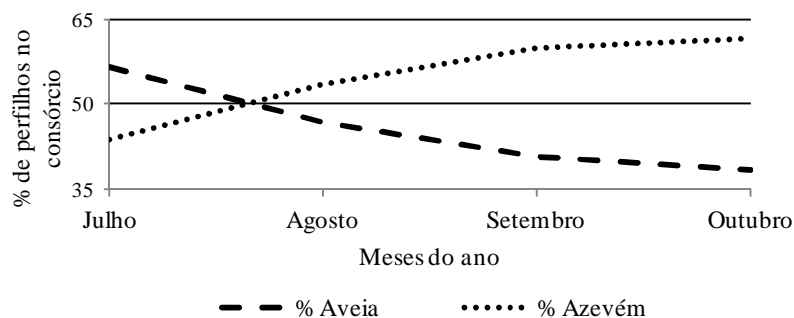
consórcio, com o azevém passando a representar a maior proporção de perfilhos na DPP. Nos meses seguintes essa diferença foi aumentando, terminando o período de utilização do consórcio com 38,4% de perfilhos de aveia e 61,6% de perfilhos de azevém.

Tabela 13. Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²) (DPP) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e do consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	2908 ^{A c} (130,82)	2236 ^{B c} (130,82)	2034 ^{BC c} (130,82)	1693 ^{C c} (130,82)	2218 (75,2124)
Azevém	4610 ^{A a} (130,82)	4132 ^{B a} (130,82)	3816 ^{B a} (130,82)	2934 ^{C a} (130,82)	3873 (75,2124)
Consórcio	3588 ^{A b} (130,82)	3292 ^{A b} (130,82)	3375 ^{A b} (130,82)	2474 ^{B b} (130,82)	3182 (75,2124)
Média	3702 (75,5280)	3220 (75,5280)	3075 (75,5280)	2367 (75,5280)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Figura 10. Porcentagem de perfilhos de cada espécie em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.



4.3.2 Taxas de aparecimento e mortalidade de perfilhos

A taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/perfilho.mês) (TAP) variou com tratamento ($P<0,0001$) e mês ($P<0,0001$). A taxa de aparecimento de perfilhos (TAP) foi crescente com o passar dos meses até setembro, reduzindo em outubro a patamares

equivalentes ao mês de agosto. Maiores valores de TAP para a aveia foram observados no tratamento puro relativamente ao consórcio. Para o azevém ocorreu o inverso, com maiores valores de TAP registrados no consórcio (Tabela 14).

Tabela 14. Taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/perfilho.mês) (TAP) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	6,84 (3,9074)	32,94 (3,9074)	39,49 (3,9074)	33,69 (5,6172)	28,24 ^a (2,1988)
Azevém	7,14 (3,9074)	12,25 (3,9074)	23,05 (3,9074)	12,64 (3,9074)	13,77 ^b (1,9537)
Aveia no C	4,24 (3,9074)	22,31 (3,9074)	31,88 (3,9074)	15,04 (3,9074)	18,37 ^b (1,9537)
Azevém no C	18,50 (3,9074)	32,52 (3,9074)	43,48 (3,9074)	22,40 (3,9074)	29,22 ^a (1,9537)
Média	9,18 ^C (1,9537)	25,00 ^B (1,9537)	34,47 ^A (1,9537)	20,94 ^B (2,1988)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A taxa de mortalidade de perfilhos (perfilho/perfilho.mês) (TMP) foi influenciada por tratamento ($P<0,0001$), mês ($P<0,0001$) e pela interação tratamento \times mês ($P=0,0255$). As menores taxas de mortalidade de perfilhos (TMP) ocorreram em julho para ambas as espécies e nas duas formas de cultivo (Tabela 15). No entanto, a aveia apresentou TMP semelhantes nos meses seguintes, tanto em cultivo puro quanto consorciado. Para o azevém os maiores valores de TMP ocorreram em outubro e setembro/outubro quando consorciado e cultivado puro, respectivamente. Além disso, a aveia apresentou as maiores TMP, sendo maior quando cultivada pura, exceto em outubro (Tabela 15). Para o azevém as TMP foram semelhante nas duas formas de cultivo, com exceção de outubro, quando o cultivo em consórcio apresentou maior mortalidade de perfilhos que o cultivo puro.

Tabela 15. Taxa de mortalidade de perfilhos (perfilho/perfilho.mês) (TMP) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C) ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	34,64 ^{B a} (3,5468)	49,00 ^{A a} (3,5468)	55,36 ^{A a} (3,5468)	55,34 ^{A a} (5,0988)	48,59 (1,6912)
Azevém	11,15 ^{B b} (3,0054)	19,08 ^{B c} (3,0054)	28,44 ^{A c} (3,0054)	34,56 ^{A b} (3,0054)	23,31 (1,5027)
Aveia no C	16,62 ^{B b} (3,0054)	39,54 ^{A b} (3,0054)	42,97 ^{A b} (3,0054)	46,08 ^{A a} (3,0054)	36,30 (1,5027)
Azevém no C	9,47 ^{C b} (3,0054)	19,55 ^{B c} (3,0054)	26,87 ^{B c} (3,0054)	46,41 ^{A a} (3,0054)	25,58 (1,5027)
Média	17,97 (1,5027)	31,79 (1,5027)	38,41 (1,5027)	45,60 (1,6912)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.3.3 Padrões demográficos do perfilhamento

De modo geral, após a segunda aplicação de ureia houve incremento nas TAP em todos os tratamentos. No entanto, nos pastos formados somente com aveia, bem como o azevém no consórcio, apresentaram incrementos mais intensos (Figuras 11 e 15). Os perfilhos de aveia surgidos antes da segunda aplicação de ureia não chegaram, ou chegaram em pouco número, ao último ciclo de pastejo, independentemente da forma de cultivo (Figuras 11 e 14). Nos pastos formados apenas com azevém a primeira geração de perfilhos respondeu por aproximadamente 40% dos perfilhos ao final do período de utilização, mostrando um decréscimo bem mais leniente na quantidade de perfilhos formados no estabelecimento destes pastos (Figura 12). Já nos pastos consorciados, aproximadamente 80% dos perfilhos ao final do período de utilização surgiram nos três últimos ciclos de pastejo (Figura 13).

Figura 11. Padrão demográfico do perfilamento em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) em cultivo puro ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).

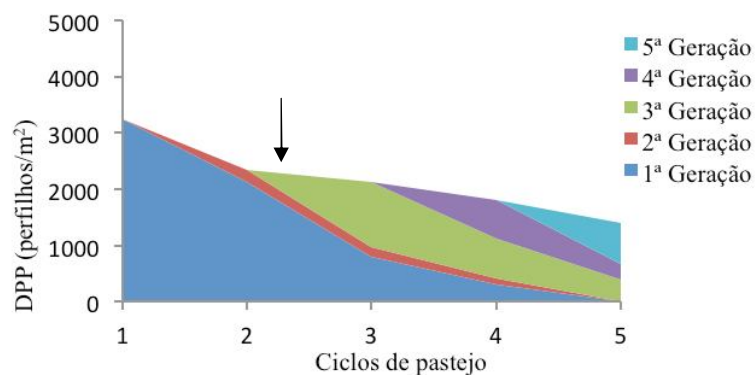


Figura 12. Padrão demográfico do perfilamento em pastos de azevém anual (cv. Comum) em cultivo puro ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).

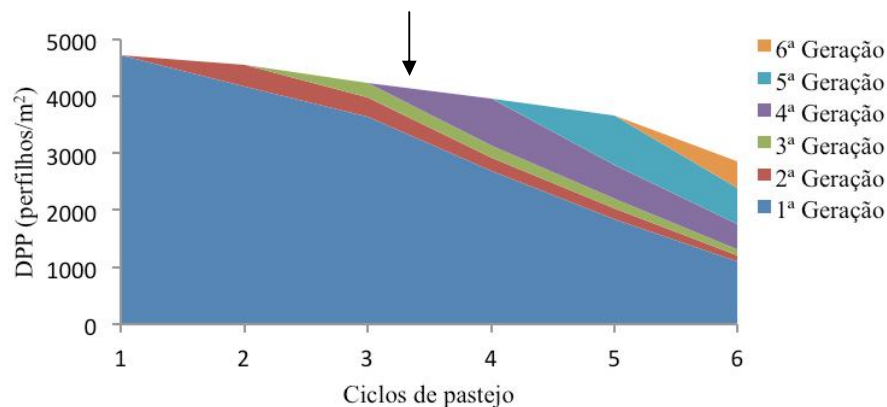


Figura 13. Padrão demográfico do perfilamento em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).

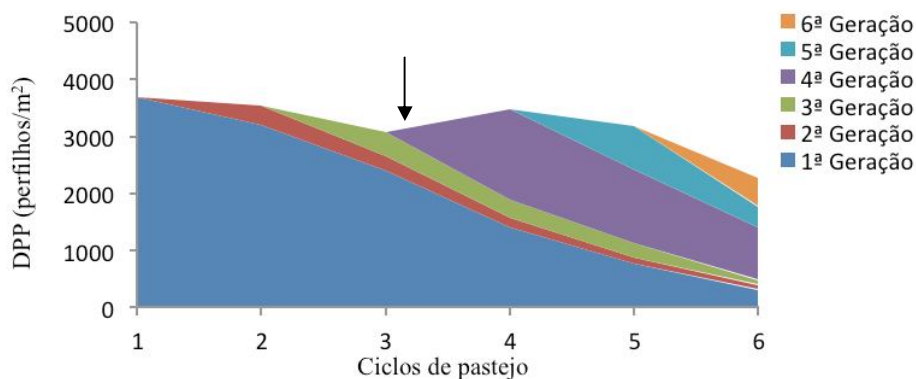


Figura 14. Padrão demográfico do perfilamento de aveia-preta (cv. IAPAR-61) em consórcio com azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).

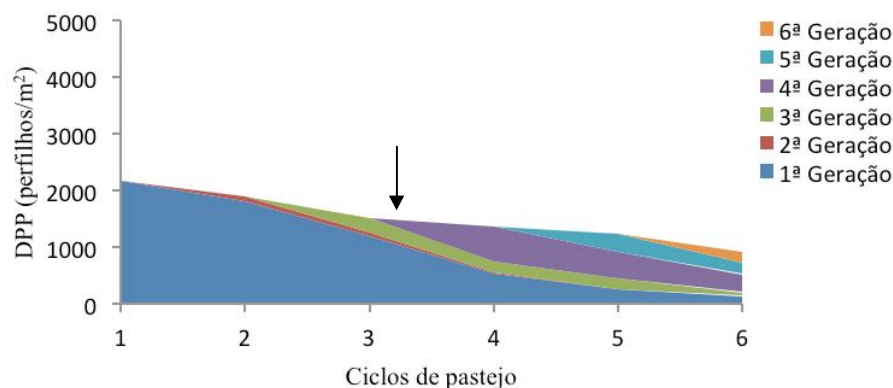
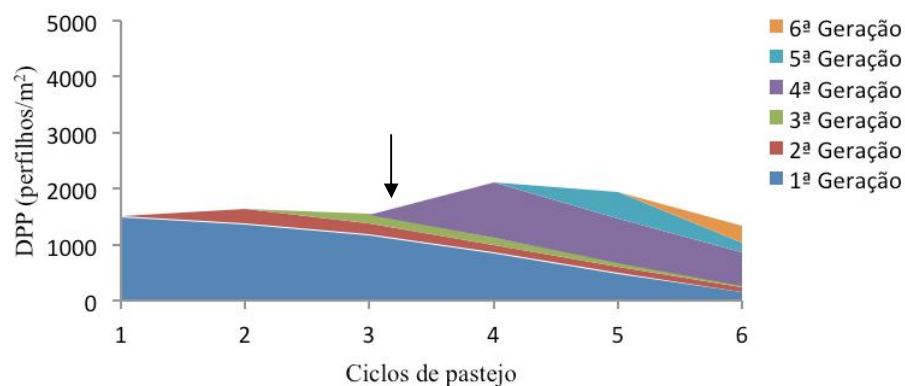


Figura 15. Padrão demográfico do perfilamento de azevém anual (cv. Comum) em consórcio com aveia-preta (cv. IAPAR-61) ao longo do período de utilização (↓, segunda aplicação de ureia – 50 kg de N/ha).



4.3.4 Índices e diagrama de estabilidade da população de perfilhos

O índice de estabilidade da população de perfilhos (adimensional) (IEP) variou com tratamento ($P < 0,0001$) e mês ($P < 0,0001$). O índice de estabilidade populacional de perfilhos (IEP) decresceu com o avanço dos meses, tendo os maiores valores em julho e os menores em outubro (Tabela 17). Pastos cultivados com aveia pura apresentaram o menor IEP médio ao longo do período de utilização. Já os pastos de azevém cultivado puro ou associado com a aveia (consórcio) apresentaram valores médios de IEP semelhantes ao longo do período de utilização (valor médio de 0,85) (Tabela 17).

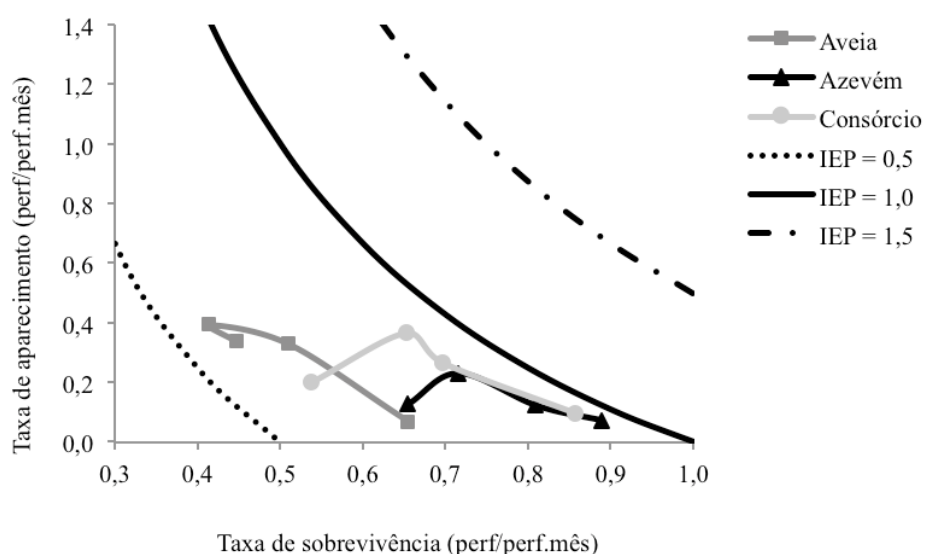
Tabela 17. Índice de estabilidade da população de perfilhos (adimensional) (IEP) de pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e do consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	0,70 (0,03615)	0,64 (0,03615)	0,57 (0,03615)	0,59 (0,05228)	0,62 ^b (0,02039)
Azevém	0,95 (0,03615)	0,90 (0,03615)	0,88 (0,03615)	0,74 (0,03615)	0,87 ^a (0,01808)
Consórcio	0,94 (0,03615)	0,87 (0,03615)	0,88 (0,03615)	0,65 (0,03615)	0,83 ^a (0,01808)
Média	0,86 ^A (0,02087)	0,80 ^{AB} (0,02087)	0,78 ^B (0,02087)	0,66 ^C (0,02437)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Os pastos cultivados com azevém puro ou em consórcio mantiveram IEP próximos a 1,0 nos três primeiros meses, reduzindo em outubro (Figura 16). No entanto, os pastos cultivados apenas com aveia apresentaram reduções no IEP até setembro com uma estabilização em outubro, embora com valores baixos.

Figura 16. Diagrama de estabilidade da população de perfilhos (adimensional) (IEP) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e do consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos. Para cada tratamento, a partir do ponto mais a direita tem-se o avanço dos meses.



4.4 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM

4.4.1 Crescimento

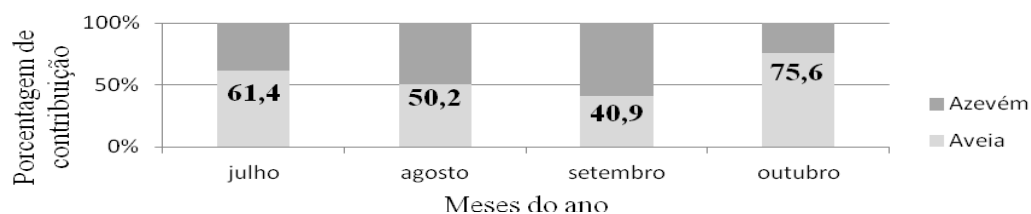
O crescimento (kg de MS/ha.dia) variou somente em função do mês ($P<0,0001$), com maiores valores registrados em julho e menores nos demais meses (Tabela 18). A contribuição da aveia para o crescimento do consórcio foi reduzindo de julho a setembro, quando o azevém teve maior importância, voltando a aumentar em outubro (Figura 17).

Tabela 18. Taxas de crescimento (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	71,7 (5,2644)	58,2 (5,1852)	77,5 (13,0629)	83,7 (16,6307)	72,8 (5,5952)
Azevém	99,8 (4,4455)	73,9 (5,1852)	92,4 (13,0629)	69,2 (14,3720)	83,8 (5,1469)
Consórcio	101,9 (4,4455)	80,7 (5,1852)	83,8 (13,0629)	33,1 (14,3720)	74,8 (5,1469)
Média	91,1 ^A (2,7333)	70,9 ^B (2,9937)	84,6 ^{AB} (7,5419)	62,0 ^B (8,7540)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Figura 17. Contribuição de cada espécie no crescimento em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.



4.4.2 Senescência

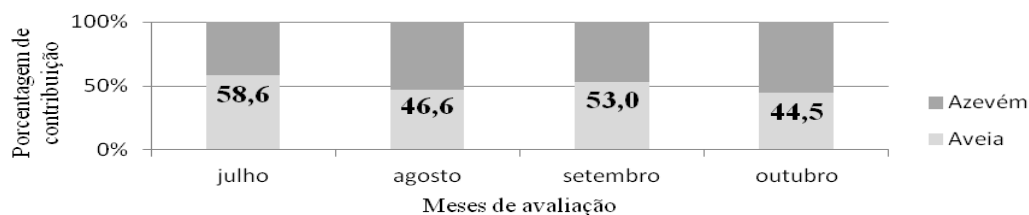
A senescência (kg de MS/ha.dia) foi influenciada por tratamento ($P<0,0001$), mês ($P<0,0001$) e pela interação tratamento \times mês ($P<0,0001$). Para os pastos de aveia e azevém em cultivo puro as perdas por senescência foram constantes ao longo do período de utilização (Tabela 19). Entretanto, para o consórcio, as maiores perdas ocorreram em julho e agosto (19,8 kg de MS/ha.dia, em média) com redução nos meses finais. Nos dois primeiros meses de uso dos pastos o consórcio apresentou os maiores valores de senescência, porém em setembro valores semelhantes foram observados entre aveia pura e consórcio e em outubro os valores foram semelhantes para todos os tratamentos (Tabela 19). A aveia e o azevém no consórcio foram responsáveis por proporções semelhantes da senescência dos pastos ao longo do período de utilização (Figura 18).

Tabela 19. Taxas de senescência (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	8,0 ^{A b} (2,6535)	7,5 ^{A b} (1,6968)	6,8 ^{A a} (0,6711)	5,2 ^{A a} (0,9978)	6,9 (0,8421)
Azevém	4,1 ^{A b} (2,2935)	6,2 ^{A b} (1,6968)	3,5 ^{A b} (0,6711)	3,4 ^{A a} (0,8509)	4,3 (0,7629)
Consórcio	19,8 ^{A a} (2,2935)	19,7 ^{A a} (1,6968)	8,3 ^{B a} (0,6711)	3,4 ^{C a} (0,8509)	12,8 (0,7629)
Média	10,6 (1,3969)	11,1 (0,9797)	6,2 (0,3875)	4,0 (0,5211)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Figura 18. Contribuição de cada espécie para a senescência em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.



4.4.3 Acúmulo líquido de forragem

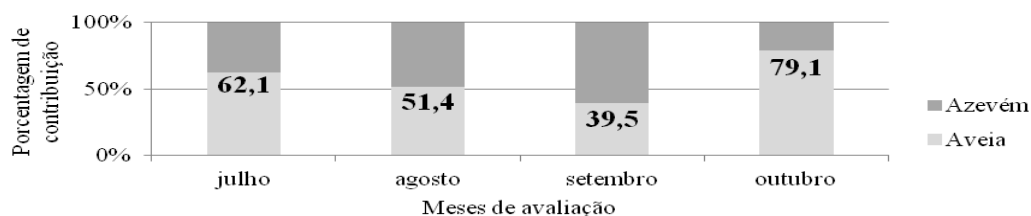
O acúmulo líquido de forragem (kg de MS/ha.dia) variou com tratamento ($P=0,0491$) e mês ($P=0,0002$). Os maiores valores de acúmulo líquido de forragem foram registrados em julho, menores em agosto e outubro e intermediários em setembro (Tabela 20). O azevém cultivado puro apresentou o maior acúmulo líquido de forragem médio e o consórcio o menor, não havendo diferença de ambos para a aveia em cultivo puro. A contribuição da aveia no acúmulo líquido de forragem do consórcio foi reduzindo de julho a setembro, quando o azevém teve maior importância, voltando a aumentar em outubro (Figura 19).

Tabela 20. Acúmulo líquido de forragem (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	63,4 (5,2839)	50,7 (5,3446)	70,6 (12,9472)	78,8 (16,2648)	65,9 ^{ab} (5,5210)
Azevém	95,6 (4,4598)	68,7 (5,3446)	88,9 (12,9472)	65,8 (14,0537)	79,8 ^a (5,0842)
Consórcio	82,0 (4,4598)	61,0 (5,3446)	75,4 (12,9472)	29,7 (14,0537)	62,0 ^b (5,0842)
Média	80,4 ^A (2,7427)	60,1 ^C (3,0857)	78,3 ^{AB} (7,4751)	58,1 ^{BC} (8,5606)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Figura 19. Contribuição de cada espécie no acúmulo líquido de forragem em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.



4.4.4 Crescimento de folhas

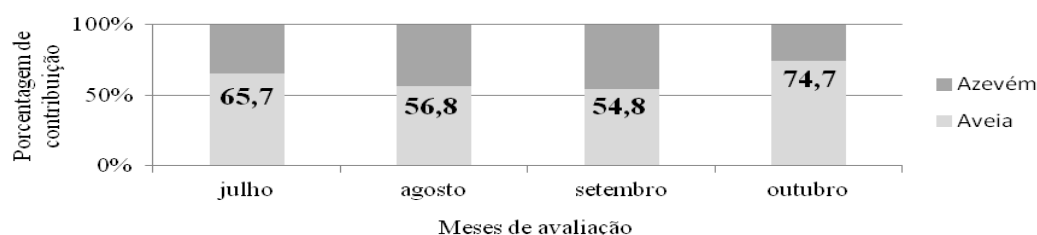
O crescimento de folhas (kg de MS/ha.dia) variou com mês ($P<0,0001$) e com a interação tratamento \times mês ($P=0,0022$). De modo geral, o crescimento de folhas foi maior em julho com reduções até outubro (Tabela 21). Apesar do menor crescimento de folhas da aveia em julho, esta apresentou o maior valor em outubro. Além disso, o consórcio foi superior ao azevém cultivado puro em julho e agosto igualando nos meses seguintes. A aveia foi a maior responsável por produzir folhas nos pastos consorciados (Figura 20).

Tabela 21. Crescimento de folhas (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	65,1 ^{A c} (5,4242)	53,9 ^{AB ab} (4,6444)	42,0 ^{BC a} (4,6444)	31,1 ^{C a} (5,4242)	48,0 (2,5188)
Azevém	79,7 ^{A b} (4,6444)	51,2 ^{B b} (4,6444)	39,5 ^{B a} (4,6444)	13,4 ^{C b} (4,6444)	45,9 (2,3222)
Consórcio	93,8 ^{A a} (4,6444)	66,9 ^{B a} (4,6444)	45,8 ^{C a} (4,6444)	9,6 ^{D b} (4,6444)	54,0 (2,3222)
Média	79,5 (2,8395)	57,3 (2,6814)	42,4 (2,6814)	18,0 (2,8395)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Figura 20. Contribuição de cada espécie no crescimento de folhas em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.



4.4.5 Crescimento de colmos

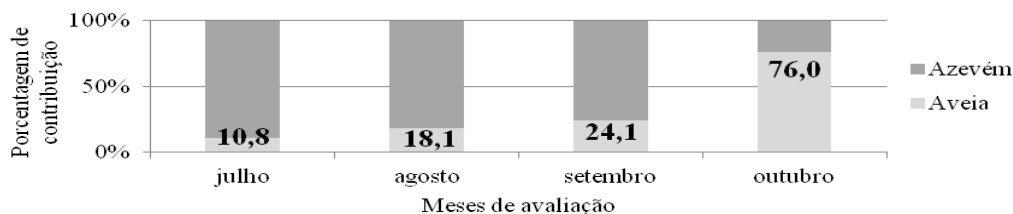
O crescimento de colmos (kg de MS/ha.dia) variou com tratamento ($P=0,0085$) e mês ($P<0,0001$). O crescimento de colmos foi menor em julho e agosto (12,5 kg de MS/ha.dia, em média), e mais elevado em setembro e outubro (42,9 kg de MS/ha.dia, em média) (Tabela 22). Ao longo de todo o período de utilização dos pastos o azevém em cultivo puro apresentou as maiores taxas de crescimento de colmos relativamente aos demais tratamentos. Nos três primeiros meses o azevém contribuiu com 82% do crescimento de colmos dos pastos consorciados, sendo que em outubro a aveia contribuiu com 76% (Figura 21).

Tabela 22. Crescimento de colmos (kg de MS/ha.dia) em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e no consórcio destas ao longo dos meses de utilização dos pastos.

Tratamento	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Média
Aveia	5,6 (3,0278)	4,3 (2,9149)	35,5 (9,7473)	51,9 (13,0678)	24,3 ^b (4,2066)
Azevém	20,0 (2,5545)	23,7 (2,9149)	53,0 (9,7473)	55,8 (11,3039)	38,1 ^a (3,8553)
Consórcio	8,1 (2,5545)	13,7 (2,9149)	38,0 (9,7473)	23,4 (11,3039)	20,8 ^b (3,8553)
Média	11,2 ^B (1,5712)	13,9 ^B (1,6829)	42,1 ^A (5,6276)	43,7 ^A (6,8825)	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si ($P>0,05$). Os números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

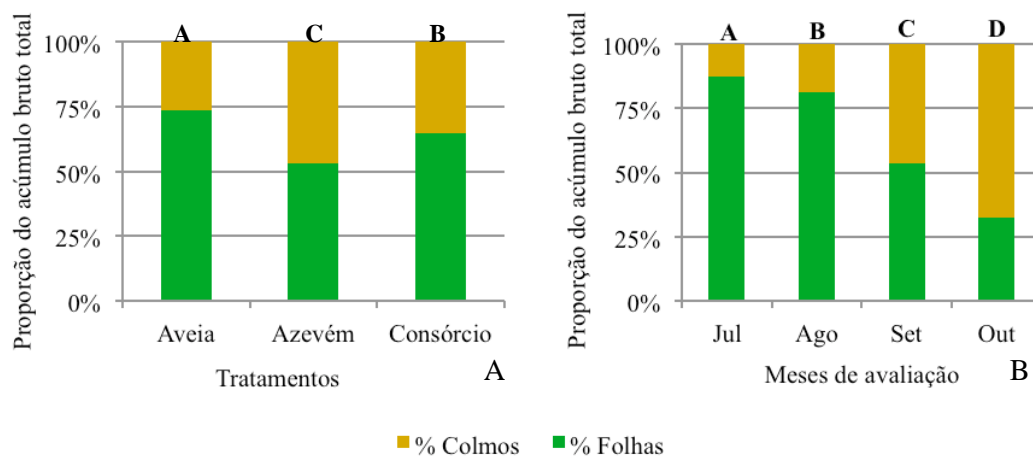
Figura 21. Contribuição de cada espécie no crescimento de colmos em pastos consorciados de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) ao longo do período de utilização.



4.4.6 Porcentagem do crescimento proveniente de folhas e de colmos

A porcentagem do acúmulo bruto em folhas e colmos (%) foi influenciada por tratamento ($P<0,0001$) e mês ($P<0,0001$). A aveia em cultivo puro apresentou o maior percentual de acúmulo em folhas e o azevém o menor (Figura 22a). Além disso, ao longo dos meses de utilização dos pastos a porcentagem de contribuição de folhas no acúmulo bruto de forragem foi diminuindo e a de colmos aumentando (Figura 22b).

Figura 22. Porcentagem do crescimento proveniente de folhas e de colmos em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio em relação ao tipo de pasto (a) e ao mês de avaliação (b).

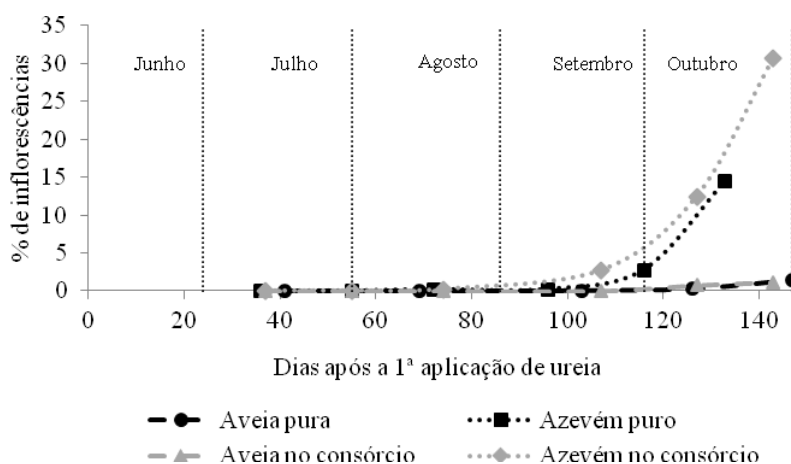


Médias de acúmulo bruto em folhas seguidas pela mesma letra na mesma figura não diferem entre si ($P>0,05$).

4.4.7 Porcentagem de inflorescências na massa de forragem em pré-pastejo

A presença de inflorescências foi notável a partir do 4º ciclo de pastejo, sendo que o azevém apresentou porcentagens bem superiores às da aveia, que se aproximou de zero em ambas as formas de cultivo (Figura 23). Quando em consórcio, o azevém apresentou porcentagem de inflorescência bem superior ao cultivo puro.

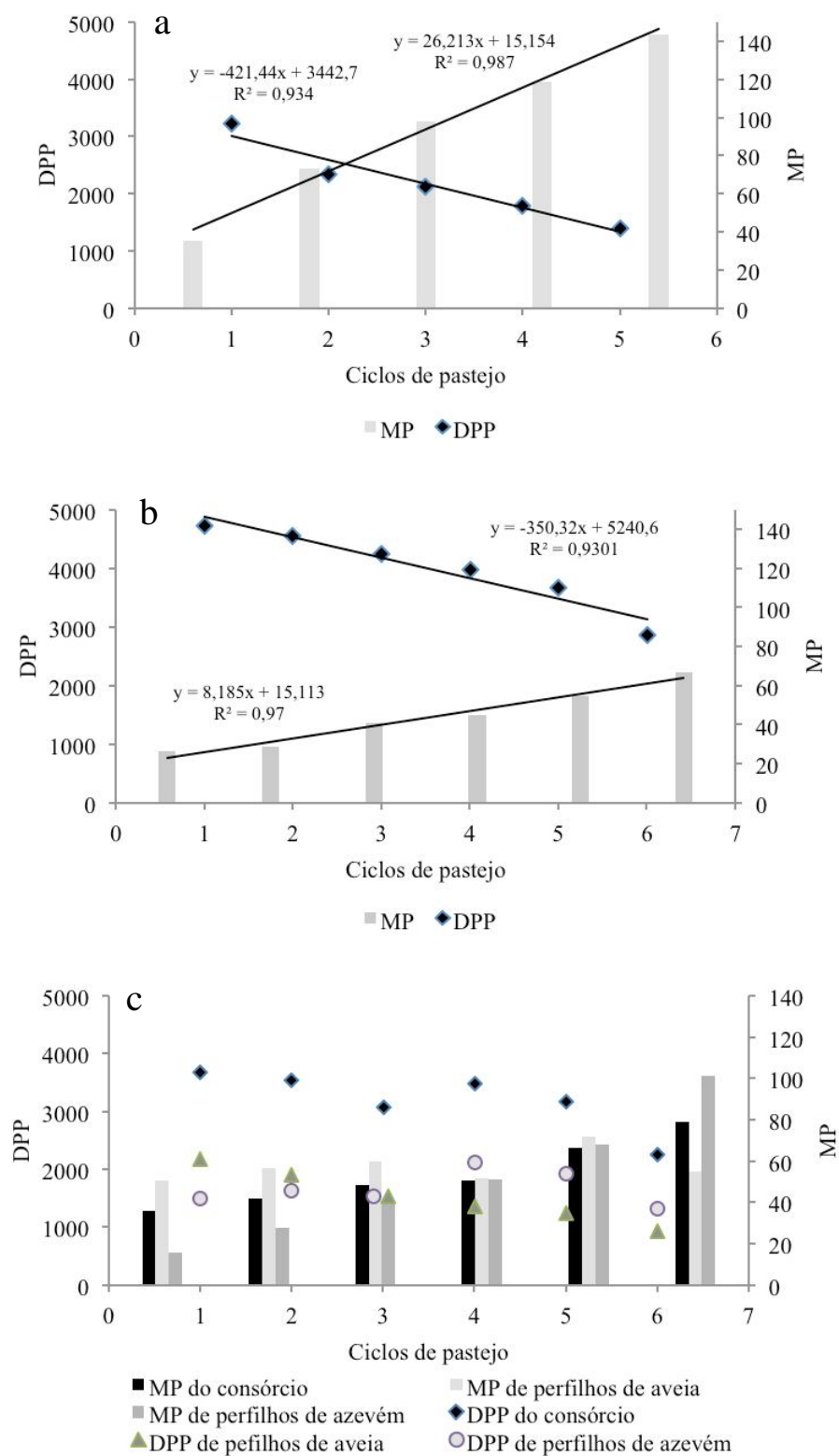
Figura 23. Porcentagem de inflorescências na massa de forragem em pré-pastejo em pastos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros e em relação a cada espécie quando consorciado ao longo do período de utilização.



4.5 RELAÇÃO ENTRE DPP E MASSA POR PERFILHO AO LONGO DOS CICLOS DE PASTEJO

Nos pastos de aveia e azevém cultivados puros a DPP diminuiu ao longo de todo o período experimental, porém a massa por perfilho aumentou de forma linear da primeira até a última avaliação. Contudo, a aveia apresentou reduções mais drásticas em DPP com incrementos mais intensos em massa por perfilho (Figura 24a e 24b). No consórcio, a DPP diminuiu até o 3º ciclo, quando uma elevada produção de perfilhos de azevém no 4º ciclo resultou na única variação positiva em DPP deste experimento. Entretanto, no 5º e 6º ciclos a DPP do consórcio voltou a diminuir, com aumento efetivo na massa média por perfilho (Figura 24c). A massa por perfilho do azevém em consórcio aumentou consistentemente ao longo do período de utilização, mesmo quando seu balanço entre aparecimento e morte de perfilhos foi positivo (4º ciclo). Contudo, os maiores incrementos em tamanho de perfilhos estiveram associados com as reduções mais intensas em DPP desse tratamento (5º e 6º ciclos). A DPP da aveia no consórcio reduziu linearmente ao longo dos ciclos, porém sua massa por perfilho foi relativamente constante (Figura 24c).

Figura 24. Densidade populacional de perfilhos (DPP – perfilhos/m²) e massa por perfilho (MP – mg/perfilho) em pré-pastejo ao longo dos ciclos de pastejo em pastos de aveia-preta (a), azevém anual (b) e consórcio de aveia + azevém (c).



5 DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS E PERÍODO DE USO DOS PASTOS

As alturas utilizadas em cada tratamento foram determinadas com o objetivo de manter as condições ideais para cada tipo de pasto e permitir comparações entre as produções e os mecanismos envolvidos nesse processo. O aumento das alturas em pré e pós-pastejo do azevém puro nos dois últimos ciclos de pastejo ocorreram devido ao rápido alongamento de colmos com o início do estágio reprodutivo dessa espécie. Esse comportamento resultou em elevada proporção de colmos e inflorescências no estrato a ser pastejado, impondo barreiras físicas ao consumo dos animais durante o pastejo (BENVENUTTI et al., 2006; BENVENUTTI et al., 2009), resultando, devido ao protocolo utilizado, que a meta de altura pós-pastejo também não pudesse ser alcançada para esse tratamento nesses ciclos. Apesar disso, as condições propostas para o presente estudo foram atendidas.

No primeiro ciclo de uso dos pastos a aveia pura apresentou a menor massa de forragem em pré-pastejo como consequência do menor potencial de perfilhamento dessa espécie (NELSON e ZARROUGH, 1981), visto que a altura em pré-pastejo era a maior e a massa por perfilho nesse ciclo igual ao consórcio e superior ao azevém cultivado puro. Esses dados reforçam a grande importância do perfilhamento na fase de estabelecimento das pastagens (LANGER, 1972), indicando a necessidade de um manejo que favoreça o aparecimento de perfilhos no início do estabelecimento dos pastos, principalmente formados exclusivamente com aveia-preta, uma vez que o maior tamanho dos perfilhos não foi capaz de compensar o menor número destes. No entanto, após o estabelecimento dos pastos, tanto nos cultivos puros quanto no consórcio, a massa de forragem em pré-pastejo aumentou nos ciclos subsequentes, ou seja, o aumento na massa por perfilho se tornou capaz de compensar a redução em DPP (NELSON e ZARROUGH, 1981; SILSBURY, 1966). Sendo assim, a partir do 2º ciclo a maior altura e os maiores incrementos em massa por perfilho da aveia contribuíram para que esta tivesse sempre a maior massa de forragem em pré-pastejo.

O maior tempo necessário para o pastejo da aveia no 2º e 3º ciclos foi decorrente de temperaturas médias muito baixas nos meses de junho, julho e agosto, uma vez que sua temperatura basal é mais elevada que a do azevém (SANTOS et al., 2009), o que reduziu com

maior intensidade as taxas de crescimento da aveia nesse período (DURU e DUCROCQ, 2000).

5.2 CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS

Segundo Matthew et al. (2000) e Lemaire e Chapman (1996), o número de folhas vivas por perfilho (NFV) é um valor relativamente constante, pois apresenta plasticidade limitada e é determinado geneticamente, porém pode ser modificado, principalmente, pelo manejo (SBRISSIA, 2004). Apesar de permanecer relativamente constante, o NFV do azevém apresentou influência do estágio de desenvolvimento das plantas, reduzindo com o avanço do ciclo devido à translocação de nutrientes para a formação da estrutura reprodutiva em detrimento da produção de folhas (CAUDURO et al., 2006). No entanto, o azevém em consórcio apresentou a maior redução no NFV em outubro, porém as razões para isso não estão claras, uma vez que o consórcio apresentou menor quantidade de inflorescências de ambas as espécies no último ciclo. Vale destacar que o cultivar de aveia-preta utilizado (IAPAR-61), considerado de ciclo longo e tardio, apresentou um período vegetativo mais longo que o azevém com reduzida produção de inflorescências, mantendo o NFV relativamente constante em ambas as formas de cultivo durante todo o período de utilização.

De acordo com Lemaire e Agnusdei (2000), o comprimento final da folha intacta (CFF) é resultado da taxa de alongamento foliar (TAIF) e da duração do alongamento foliar, que, por sua vez, pode ser calculada multiplicando-se o filocrono pelo número de folhas em expansão em determinado momento no mesmo perfilho. Como o CFF até o mês de outubro se manteve constante, mesmo com reduções na TAIF, era esperado que o filocrono apresentasse incrementos com o avanço dos meses. No entanto, os valores de filocrono para os meses de julho e agosto sugerem que o número de folhas em expansão por perfilho tenha aumentado ligeiramente neste período (dado não mensurado a campo). Já em setembro, aumentos significativos no filocrono para todos os tratamentos foram capazes de compensar as reduções em TAIF, mantendo o CFF constante até este mês. Em outubro, provavelmente reduções no número de folhas em expansão por perfilho e a queda acentuada da TAIF devido o estágio reprodutivo avançado, foram responsáveis pelo CFF reduzido no final do período de utilização dos pastos. Sendo assim, o CFF das espécies estudadas, tanto em cultivo puro como consorciado, refletiu o estágio fenológico da planta sem interferência da forma de cultivo, se

valendo de mecanismos que aumentaram o período de alongamento foliar para manter o CFF constante durante o período vegetativo, os quais não foram suficientes quando chegou o estágio reprodutivo.

Para os valores de filocrono optou-se em não utilizar os valores do mês de outubro nas análises estatísticas devido à grande diferença de resultados entre as repetições, principalmente para o azevém, que prejudicariam a análise dos dados. Isso ocorreu devido aos valores muito baixos para taxa de aparecimento de folhas nesse mês, uma vez que o filocrono é o inverso dessa, ou seja, o tempo necessário para o aparecimento de duas folhas consecutivas (KLEPPER et al., 1982). Dessa forma, o surgimento de poucas folhas a mais nos 20 perfilhos marcados em um piquete em relação a outro durante o mês de outubro, resultaram em taxas de aparecimento foliar variando de 0,001 a 0,006 e 0,0004 a 0,003 folha/graus-dia para o azevém no cultivo puro ou em consórcio com a aveia, respectivamente. No entanto, numericamente os valores para filocrono no mês de outubro foram os maiores para as duas espécies em ambos os cultivos.

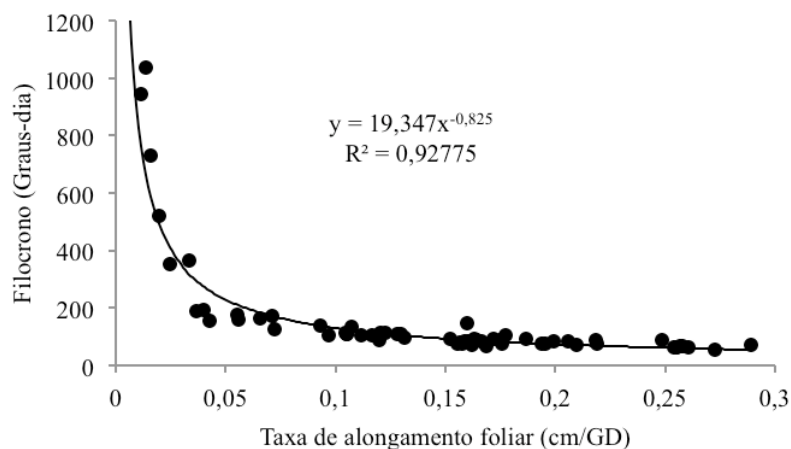
O aumento do filocrono com a aproximação do estágio reprodutivo foi bastante significativo e esperado, uma vez que nessa fase a planta aloca a maior parte dos nutrientes para a formação da estrutura reprodutiva, diminuindo consideravelmente a produção de folhas (CAUDURO et al., 2006). Além do estágio de desenvolvimento das plantas, existem inúmeros fatores que influenciam o filocrono. De acordo com Skinner e Nelson (1995) e Duru e Ducrocq (2000), dentre outros fatores, o filocrono é fortemente influenciado pelo comprimento das bainhas e pela taxa de alongamento foliar, que resultam no comprimento do pseudocolmo e no tempo utilizado por uma folha para percorrê-lo e aparecer no ápice do perfilho, respectivamente. Cauduro et al. (2006) encontraram valores de filocrono para azevém anual em pastejo rotativo de 276 graus-dia/folha. No presente estudo, se utilizada temperatura basal de 0°C, os valores aproximados de filocrono para o azevém puro foram de 185, 187 e 245 graus-dia/folha para os meses de julho, agosto e setembro, respectivamente. O maior valor de filocrono encontrado por aqueles autores pode ser explicado em partes pelo período de avaliação (final do ciclo vegetativo) e pelo comprimento da bainha. Segundo os autores, as baixas taxas de aparecimento foliar estiveram relacionadas com a presença demasiada de perfilhos em estágio reprodutivo, o que provavelmente resultou nas baixas taxas de alongamento foliar registradas (0,025 cm/graus-dia), valores semelhantes a outubro no presente estudo. Sendo assim, a menor frequência de pastejo nos dois primeiros ciclos utilizados por aqueles autores (aproximadamente 30 dias entre pastejos) pode ter sido responsável por um maior tamanho de bainhas, resultando posteriormente em maior tempo

para a exposição de uma nova folha durante o período de avaliação (realizado de 11/agosto a 20/outubro) (WILSON e LAIDLAW, 1985; SKINNER e NELSON, 1995).

Alguns trabalhos consideram o filocrono um parâmetro relativamente constante para uma determinada espécie quando expresso em tempo térmico (graus-dia - GD) (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000; HAUN, 1973) e outros comentam a possibilidade de variações (NABINGER, 1997; SBRISIA, 2004). No entanto, parece se consolidar a ideia de que, embora com comportamentos diferentes, tanto em pastos sob desfolhação quanto em crescimento livre, as mudanças em filocrono com o avanço da estação de crescimento sejam bastante significativas para uma mesma espécie (SKINNER e NELSON, 1995; SBRISIA, 2004). No presente estudo, esse comportamento pôde ser observado, sendo que com o amadurecimento dos pastos ocorreram aumentos em filocrono, principalmente com a proximidade do estágio reprodutivo, condição em que incrementos bastante intensos foram observados.

A relação entre filocrono e taxa de alongamento foliar (TAIF) já foi descrita por outros autores (SKINNER e NELSON, 1994; SKINNER e NELSON, 1995; SBRISIA, 2004). Neste trabalho essas variáveis apresentaram relação potencial significativa e altamente explicativa para as duas espécies em cultivo puro ou consorciado (Figura 25). Comportamento semelhante foi encontrado por Sbrissia (2004) para o capim-marandu, aonde variações em TAIF elevadas alteraram pouco o filocrono e pequenas variações em TAIF baixas aumentaram bem o filocrono. A aveia e o azevém, independente da forma de cultivo, apresentaram redução relativamente pequena em filocrono para TAIF acima de 0,05 cm/GD/perfilho, tendendo a estabilizar com as maiores TAIF (provavelmente limitadas geneticamente em valores próximos a 0,3 cm/GD/perfilho), mantendo valores de filocrono entre 50 e 150 GD ou 10 e 20 dias por folha (Figura 25). No outro extremo, reduções muito pequenas em TAIF abaixo de 0,05 cm/GD/perfilho resultaram em aumentos extremamente elevados do filocrono. Isso pode ser explicado pela chegada do estágio reprodutivo, cujos fatores explicativos estão comentados acima (redução da TAIF e alongamento de colmos+pseudocolmos).

Figura 25. Relação funcional entre taxa de alongamento foliar (cm/GD/perfilho) e filocrono (graus-dia/folha) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C).

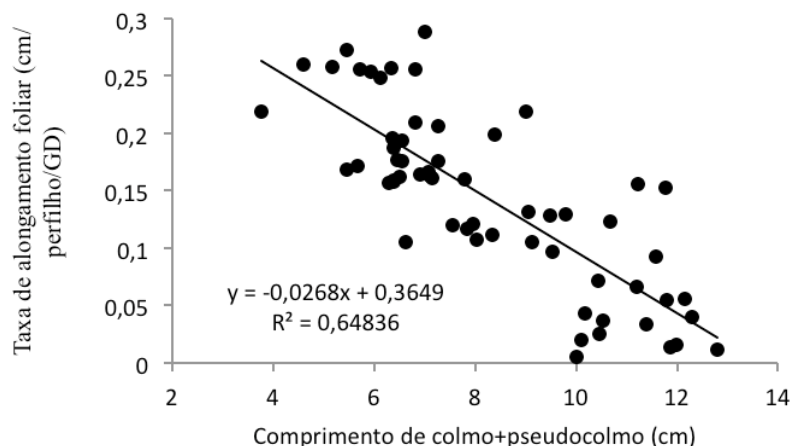


Estudos que avaliam o filocrono normalmente utilizam medidas de comprimento de bainha (ou pseudocolmo) para explicar algumas relações entre as características morfogênicas (WILSON e LAIDLAW, 1985; SKINNER e NELSON, 1995). No entanto, no presente estudo não foi possível mensurar o comprimento apenas do pseudocolmo (cartucho formado pela junção das bainhas acima do meristema apical), e sim de colmo + pseudocolmo. Contudo, o comprimento total de colmo + pseudocolmo apresentou uma relação linear significativa e com bom nível de explicação com a taxa de alongamento foliar (Figura 26). Essa relação sugere que incremento no comprimento de colmo + pseudocolmo não apenas pela chegada do estágio reprodutivo (quando as TAIF estiveram abaixo de 0,05 cm/perfilho/GD), apresentam relação inversa com a TAIF. Sendo assim, o alongamento de colmo + pseudocolmo deve ser controlado, não apenas para evitar que essas estruturas restritivas do consumo compoñham o estrato destinado ao pastejo (BENVENUTTI et al., 2006; BENVENUTTI et al., 2009; ZANINI et al., 2012), mas também para possivelmente manter elevadas TAIF por mais tempo. Contudo, essa relação deve ser confirmada, e os motivos pelo qual ela ocorreria melhor estudados.

De maneira geral, as taxas de alongamento de colmo (TAIC) foram iguais e menores nos dois primeiros meses, o que reforça a ideia das alturas ideais utilizadas para o manejo dos pastos. No entanto, como para as demais variáveis morfogênicas e estruturais, o avanço do ciclo apresentou grande influência também nas TAIC, de modo que mesmo utilizando altas frequências de desfolhação (alturas baixas em pré-pastejo) não foi possível controlar os

aumentos nas TAIC e segurar os incrementos em comprimento de colmo + pseudocolmo com o avanço dos meses, principalmente em outubro (6º ciclo), quando ocorreu elevada emissão de inflorescências.

Figura 26. Relação funcional entre taxa de alongamento foliar (cm/GD/perfilho) e o comprimento de colmo + pseudocolmo (cm) em perfilhos de aveia-preta (cv. IAPAR-61) e azevém anual (cv. Comum) cultivados puros ou em consórcio (Aveia no C e Azevém no C).



Contudo, novamente as espécies apresentaram comportamento semelhante em ambas as formas de cultivo. Essa semelhança na morfogênese da aveia-preta e do azevém anual quando cultivados puros ou em consórcio pode ser parcialmente explicada pela semelhança das duas espécies. Aarssen (1985) sugeriu que espécies semelhantes podem coexistir graças a proximidade das competições intra e interespecíficas. Esse resultado também foi encontrado por Raventós e Silva (1995), onde embora trabalhando com duas espécies tropicais, encontraram efeito da competição de acordo com o número de plantas vizinhas e não da espécie de planta envolvida na competição. Segundo esses autores, para comunidades de plantas semelhantes a complexidade das interações entre efeitos e respostas, bem como durante os estádios vegetativo e reprodutivo, poderia apresentar um efeito líquido de habilidade competitiva equivalente ou compensatória para as espécies envolvidas.

Dos processos morfogênicos, apenas as taxas de senescência foliar (TSF) apresentaram interferências claras da forma de cultivo. Os resultados obtidos para essa variável revelaram que a consorciação tem influência sobre as TSF da espécie mais tardia e de menor porte, neste caso o azevém, o que pode ser explicado pela competição por luz. No entanto, o estágio de desenvolvimento das plantas também foi responsável por alterações nas

TSF, independente da espécie e da forma de cultivo. Os menores valores de TSF observados nos dois últimos meses, principalmente durante o estágio reprodutivo (outubro), foram resultado principalmente da redução de área foliar e consequente diminuição do sombreamento devido à redução drástica do comprimento final de folhas e da DPP de ambos os tratamentos.

5.3 DINÂMICA DO PERFILHAMENTO

Diversos autores demonstram a influência positiva da adubação nitrogenada sobre a densidade populacional de perfilhos (PREMAZZI et al., 2003; CAMINHA et al., 2010; ROMA et al., 2012). Entretanto, a realização da segunda adubação nitrogenada não foi efetiva em aumentar a DPP dos tratamentos testados, mesmo aumentando a taxa de aparecimento de perfilhos, sendo esse efeito menos pronunciado no azevém puro e na aveia no consórcio. Isso ocorreu, possivelmente, devido à elevada quantidade de perfilhos no azevém puro e ao rápido e intenso desenvolvimento do azevém no consórcio (após a segunda aplicação de nitrogênio) que passou a contribuir com grande parte dos perfilhos nesse tratamento e sobrepôs a aveia. Dessa forma, a diminuição da chegada de luz de qualidade nas plantas de aveia reduziu a eficiência do perfilhamento destas (ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001), mesmo com a adubação nitrogenada.

Apesar da necessidade do aparecimento de novos perfilhos ao longo do período de utilização dos pastos para mantê-los persistentes e produtivos (MATTHEW et al., 2000), o grau de importância da taxa de aparecimento de perfilhos (TAP) variou de acordo com o tratamento devido às diferentes taxas de mortalidade (TMP). A elevada TMP do consórcio e, principalmente, da aveia pura, fez com que o surgimento de grande quantidade de perfilhos fosse extremamente importante na tentativa de manter a estabilidade dos pastos. De outra forma, apesar da redução dos perfilhos do azevém puro de cada geração ao longo dos ciclos, cerca de 40% dos perfilhos da primeira geração chegaram ao final do experimento. Esses resultados mostram que, apesar de serem morfológicamente parecidas, as duas espécies exigem manejos bastante distintos, devendo ser dada ênfase a manejos que favoreçam o perfilhamento e/ou diminuam a mortalidade ao longo dos ciclos de pastejo, especialmente, na aveia pura e no consórcio.

Apesar de incrementos constantes nas TAP, as elevadas TMP mantiveram reduções constantes na DPP dos cultivos puros. No entanto, a grande emissão de perfilhos de azevém em setembro no consórcio foi responsável por manter estável a DPP desse tratamento nos três primeiros meses. Sendo assim, a partir de agosto o azevém passou a contribuir com a maior quantidade de perfilhos no consórcio, chegando em setembro e outubro a representar cerca de 60% dos perfilhos presentes na área, ou seja, o inverso do que apresentava em julho, quando apenas 40% da população de perfilhos era constituída por essa espécie. Esse resultado confirma e quantifica o observado por técnicos e produtores no passado, que levou a proposição do consórcio dessas duas espécies visando, em um primeiro momento a utilização da aveia (mais precoce) e, posteriormente, do azevém (mais tardio) (CARVALHO et al., 2010a).

O aumento nas TAP foi consequência, provavelmente, do aumento nas TMP, por permitir maior chegada de luz vermelha na base das plantas (ALMEIDA e MUNDSTOCK, 2001), o que explica em partes os maiores valores médios para a aveia e os menores para o azevém em monocultivos. O aumento nas TMP por sua vez, foi resultado possivelmente do “envelhecimento” dos pastos, que aumentou o tamanho dos perfilhos ao longo dos meses e consequentemente reduziu a quantidade destes na área por meio do auto-desbaste (*self thinning rule* – YODA et al., 1963).

O índice de estabilidade populacional de perfilhos (IEP) dos pastos permite avaliar conjuntamente as taxas de aparecimento e sobrevivência de perfilhos, ou seja, a capacidade de substituição dos perfilhos mortos. Quanto mais próximo de 1,0 for o IEP mais estável é a população de plantas e maior a persistência da pastagem, sendo que valores abaixo de um (1,0) indicam pastos instáveis, tendendo a colapsar quanto mais próximo de zero (0,0). A Figura 8 apresenta um diagrama de estabilidade populacional de perfilhos para os três tratamentos ao longo dos meses. Nessa figura fica evidente que o menor IEP da aveia pura foi consequência da baixa TSP, ou seja, por ter apresentado elevada mortalidade de perfilhos em todos os meses. Possivelmente, a maior altura em pré-pastejo e menor DPP, resultando em maior tamanho de perfilhos, aumentou a competição por luz e intensificou os mecanismos de auto-desbaste (YODA et al., 1963), provocando a supressão de pequenos perfilhos (ONG et al., 1978).

A igualdade de IEP do azevém puro e do consórcio ocorreu por meios distintos. Maiores TSP no azevém puro e maiores TAP no consórcio, principalmente de azevém, mantiveram os IEP desses tratamentos próximos a 1,0 durante os três primeiros meses. Entretanto, novamente a chegada do estágio reprodutivo tem grande influência sobre o

desenvolvimento dos pastos, fazendo com que as plantas aloquem os fotoassimilados para a formação da inflorescência em detrimento da produção de folhas e novos perfilhos. Dessa forma, as TAP e TSP dos dois tratamentos em outubro reduziram, o que resultou em queda acentuada no IEP, principalmente do consórcio que se aproximou dos valores baixos observados na aveia pura.

5.4 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM

As taxas dos processos morfogênicos e a dinâmica do perfilhamento de uma pastagem são extremamente importantes e devem ser compreendidos com detalhes. No entanto, é a análise conjunta dessas variáveis que fornece as informações que irão resultar no acúmulo de forragem, uma vez que esse é resultado dos processos morfogênicos ocorridos em toda a população de perfilhos (SBRISSIA, 2004). Outro fato a ser considerado é a diferença entre a densidade específica (mg/cm), pois por ser de porte maior e manejada com altura mais elevada, a aveia apresentou maior peso para um mesmo comprimento de folha e de colmo em relação ao azevém, independente da forma de cultivo. Em contrapartida, os pastos com menor peso específico de cada componente mantiveram na área um número maior de perfilhos. Por esses motivos, mesmo com valores diferentes para a TAIC não houve diferença entre os tratamentos para crescimento de forragem. Vale resaltar a influência do ciclo tardio da aveia-preta utilizada, pois apesar de incrementos na contribuição do azevém no crescimento de forragem do consórcio até setembro, devido a redução do ciclo do azevém nesse tratamento, a aveia representou cerca de 75% da produção de folhas e colmos em outubro.

A senescência deve ser analisada da mesma forma que o crescimento, pois também ocorrem em todos os perfilhos da comunidade de plantas. Independentemente da forma de cultivo as TSF da aveia foram maiores, porém apesar das TSF do consórcio terem sido equivalentes às da aveia pura apenas em julho e agosto, a maior DPP do consórcio foi responsável pela maior senescência nesse tratamento. Como as diferenças em senescência foram pequenas, o acúmulo líquido diário se apresentou da mesma forma que o crescimento ao longo dos meses. No entanto, as baixas TSF e, consequentemente, senescência do azevém puro acabaram permitindo que esse pasto apresentasse maior acúmulo líquido diário de forragem ao longo do período de utilização. Este resultado sugere superioridade do azevém puro sobre os demais tratamentos. No entanto, entender de que forma se dá o acúmulo de

forragem em ecossistemas multiespecíficos é um passo a frente em estudos de dinâmica do acúmulo de forragem nestes ambientes. Este trabalho sugere que é necessário tomar alguns cuidados quando experimentos dessa natureza são conduzidos. Em situações onde, por exemplo, uma das espécies apresenta elevado potencial de produção de colmos (azevém), resultados simplistas da produção total de forragem podem levar a conclusões obscuras do real potencial deste ecossistema em gerar desempenho animal. Isso porque, 17 cm em pré-pastejo para o azevém, apesar de possibilitar o maior acúmulo líquido de forragem, permitiu TAIC relativamente altas desde os primeiros meses, resultando na maior proporção de colmos entre os tratamentos testados, que não resultará, necessariamente, no maior potencial de gerar desempenho animal.

A elevada produção de colmos do azevém ocorreu para sustentar e elevar a grande quantidade de inflorescências emitidas por esta espécie no terço final do experimento, sendo uma ferramenta utilizada por muitas espécies de gramíneas para aumentar a dispersão de sementes. Entretanto, aumentos significativos na produção de colmos em setembro e outubro ocorreram também para a aveia-preta que, apesar de ter exposto pequena quantidade de inflorescência, apresentou nesses meses grande quantidade de perfilhos no estágio de “emborrachamento”. No entanto, a competição interespecífica antecipou o florescimento do azevém em consórcio, resultando nas baixas taxas de alongamento de colmos dessa espécie nesse tratamento em outubro. Esse comportamento foi responsável pela redução abrupta no crescimento de forragem desse tratamento em outubro, pois neste mês aproximadamente 60% dos perfilhos eram de azevém.

Apesar da ligeira superioridade no acúmulo líquido de forragem do azevém puro, grande parte desse acúmulo foi de colmos, sendo que o crescimento de folhas não apresentou diferença entre os tratamentos, com reduções constantes ao longo dos meses para os três tipos de pasto. A maior proporção de colmo no azevém puro, além da produção de inflorescências em setembro e outubro, pode ter ocorrido na tentativa de melhorar a competição por luz ocasionada pela maior quantidade de plantas vizinhas em julho e agosto (maior DPP) (RAVENTÓS e SILVA, 1995; ZANINE e SANTOS, 2004). Sendo assim, o aumento na proporção de colmo para todos os tratamentos com o avanço dos meses foi consequência do estágio de desenvolvimento das plantas, resultando diretamente em aumento no acúmulo de colmos e redução no acúmulo de folhas.

5.5 COMPENSAÇÃO TAMANHO DENSIDADE DE PERFILHOS

Os monocultivos deste trabalho apresentaram relação inversa entre DPP e massa por perfilho, resultado que corrobora o observado por vários autores (DAVIES, 1988; MATTHEW et al., 1995; SBRISSIA et al., 2003; CALSINA et al., 2012). Apesar de diferenças nas intensidades das variações em DPP e massa por perfilho das duas espécies, a maior redução em DPP na aveia esteve associada com o maior incremento na massa por perfilho (inclinações para DPP e massa por perfilho da aveia em cultivo puro 3,20 e 1,20 vezes maiores, respectivamente, em relação ao azevém cultivado puro). Considerando que não houve variações significativas nas alturas dos pastos, dois motivos podem ter influenciado os incrementos em massa por perfilho ao longo dos ciclos: aumento na densidade específica (avanço da maturidade, aumentando o teor de matéria seca) e aumento no volume dos perfilhos com a redução da DPP (SBRISSIA e DA SILVA, 2008). Da mesma forma, o menor aumento em massa por perfilho do azevém cultivado puro pode ter sido reflexo da manutenção mais efetiva da DPP nesse tratamento ao longo do período experimental.

Para identificar se as variações em DPP e massa por perfilho foram capazes de manter o IAF ou a massa de forragem em pré-pastejo nos pastos cultivados puros ou em associação, as relações entre o log da DPP e o log da massa por perfilho nos diferentes pastos foram calculadas (Figuras 27). De acordo com Yoda et al. (1963) e Westoby (1984), em situações onde é permitido o crescimento livre das plantas, existe uma relação inversa, com inclinação de -1,5 entre o log da DPP e o log da massa por perfilho. Essa relação sugere que comunidades de plantas procuram manter seu IAF constante por meio de ajustes na densidade populacional a fim de assegurar sua capacidade produtiva ao longo de diferentes períodos (épocas) do ano. Entretanto, de acordo com Matthew et al. (1995), quando a inclinação da linha formada pela relação entre o log da DPP e o log da massa por perfilho é próxima a -1, a massa de forragem se mantém constante.

No presente trabalho, quando analisados o conjunto de dados obtidos ao longo de todo o período de utilização dos pastos o coeficiente de regressão do log da DPP em função do log da massa por perfilho foi próximo a -1,5 em todos os tratamentos, indicando um IAF constante ao longo dos meses (SACKVILLE-HAMILTON et al., 1995) (Figuras 27a, 27b e 27c). Contudo, dois comportamentos distintos foram observados em todos os tratamentos na primeira e segunda metades do período de avaliação. Nos pastos de aveia e azevém em monocultivo as inclinações foram menores que -1,5 até o 3º ciclo de pastejo e se aproximaram

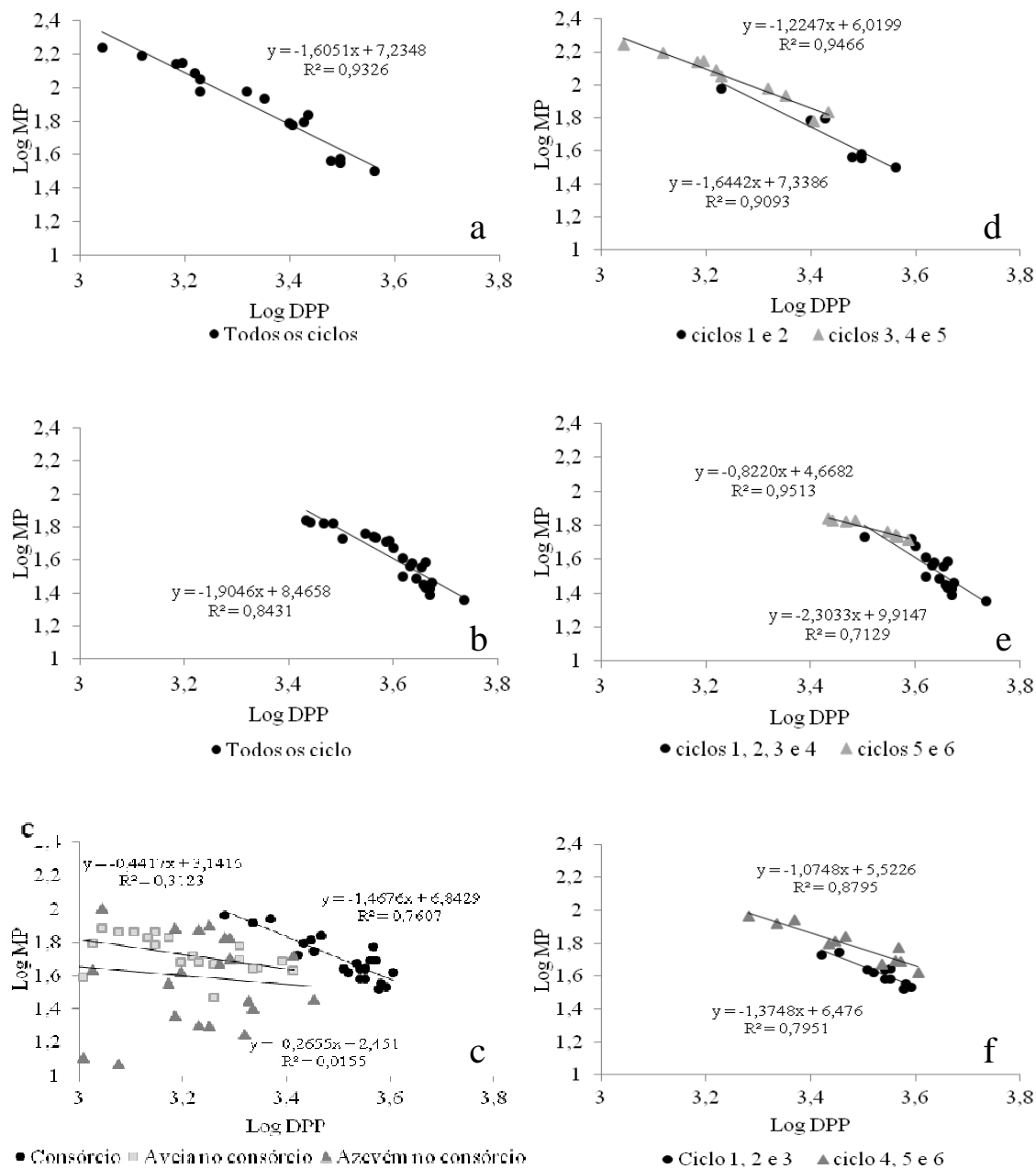
de -1 nos ciclos subsequentes (Figuras 27a e 27b). Nesta última situação as massas de forragem em pré-pastejo se mostraram constantes de um ciclo para o outro, corroborando o exposto por Matthew et al. (1995).

Nos pastos em associação, não foi possível encontrar relação entre o log da DPP e o log da massa por perfilho da aveia e do azevém quando analisados separadamente ao longo de todo o período de utilização dos pastos (Figura 27c). Esses resultados contrariam o observado para misturas de *Raphanus sativus* L. e *Brassica napus* L por White e Harper (1970) e para *Lolium perenne* em consorciação com *Trifolium repens* por Yu et al. (2008). No entanto, Nie et al. (1997), trabalhando com consórcio de *Lolium perenne* e *Trifolium repens*, apesar de encontrar relação entre o log da DPP e da massa por perfilho quando analisada apenas a gramínea, sugeriram que a utilização da DPP total e do peso médio de todas as plantas é mais apropriada para estimar a compensação entre o tamanho e a densidade de perfilhos em pastos consorciados. Nesse experimento a gramínea representou aproximadamente 90% da densidade total de plantas, o que de certa forma pode ter contribuído para que fosse encontrada relação entre a DPP e a massa por perfilhos quando analisada apenas a gramínea.

A explicação para a não relação observada no presente estudo está possivelmente na sazonalidade de produção (aveia mais precoce), responsável por uma inversão na participação de cada espécie na composição do dossel, e na mudança da capacidade de competição das espécies utilizadas de acordo com as variações climáticas (principalmente temperatura). Essas razões podem ter alterado a eficiência do mecanismo de compensação tamanho/densidade de perfilhos de ambas as espécies quando consorciadas por um longo período. Contudo, quando a relação entre o log da DPP e o log da massa por perfilho levou em consideração todos os perfilhos presentes na área (independente da espécie) essa relação funcional se tornou robusta, com inclinações de reta semelhantes àsquelas encontradas em pastos cultivados puros (Figura 27c). Isso é um indício de que a manutenção do IAF ao longo do período de utilização dos pastos é dependente da interação entre os perfilhos das diferentes espécies presentes na área. Essa resposta mostra claramente que os processos de compensação tamanho/densidade operam em nível de comunidade de plantas, ao menos quando essas são formadas exclusivamente por duas gramíneas hibernais.

Para o consórcio também ocorreu uma mudança no comportamento da linha de compensação tamanho/densidade de perfilhos, sendo observado um reposicionamento desta no 4º ciclo de pastejo (Figura 27f). Esse reposicionamento ocorreu devido ao aparecimento de um grande número de perfilhos de azevém no 4º ciclo dos pastos consorciados, comportamento indicativo da supressão dessa espécie na mistura até o 3º ciclo, visto que seu

Figura 27. Diagrama entre o log da densidade populacional de perfilhos (Log DPP) e o log da massa por perfilho (Log MP) para a aveia (a), o azevém (b) e o consórcio (c) ao longo de todo o período experimental e separado em duas fases devido à alteração na inclinação da linha para a aveia (d), o azevém (e) e o consórcio (f).



máximo potencial de perfilhamento ainda não havia sido expressado em função da elevada presença de plantas de aveia. A inclinação da linha após o reposicionamento sugere que a massa de forragem do consórcio seja constante a partir desse ciclo (inclinação de -1,0748), sendo que, apesar da existência de alguma variação nos últimos ciclos, as maiores massas de forragem em pré-pastejo ocorreram na metade final do experimento. Interessante que as taxas de acúmulo dos pastos consorciados foram sempre equivalentes aos pastos de azevém anual (com maior potencial produtivo), com exceção do último ciclo de pastejo. Entretanto, vale ressaltar que a menor taxa de acúmulo do consórcio no último ciclo foi consequência do menor acúmulo em colmos, resultado da menor emissão de inflorescências nesse tratamento, porém o acúmulo de folhas foi semelhante ao azevém em cultivo puro.

5.6 IMPLICAÇÕES AGRONÔMICAS

Os resultados obtidos neste experimento reforçam o exposto por Aarssen (1985) e Raventós e Silva (1995), de que espécies com características morfogênicas semelhantes podem coexistir devido a similaridade entre os processos competitivos inter e intraespecíficos. Isso pode ser percebido em quase todas as variáveis morfogênicas e estruturais estudadas, uma vez que diferenças importantes foram observadas entre espécies, porém variações muito pequenas foram observadas entre as formas de cultivo, não ficando claro um maior prejuízo causado pela competição interespecífica. No entanto, com taxas parecidas dos processos morfogênicos a densidade populacional de perfilhos teve papel principal no acúmulo de forragem ao longo do período de utilização dos pastos. Além disso, a compensação tamanho/densidade de perfilhos verificada nos pastos puros, bem como na população total de plantas do consórcio, indicam que a comunidade de plantas tende a manter um IAF que viabilize altas produções de forragem.

Esses resultados revelam uma importante vantagem de pastos consorciados com gramíneas de clima temperado sobre seus monocultivos. Isso porque diferentes espécies possuem diferentes exigências (QIAN e FRY, 1997; GRÜNZWEIG e KÖRNER, 2001; PUGNAIRE e HAASE, 1996), permitindo, de acordo com as condições edafoclimáticas, que a capacidade de produção de forragem do pasto se mantenha próxima à espécie de melhor desempenho sob uma determinada condição. Sendo assim, é sugestivo que em períodos

prolongados de utilização dos pastos a consorciação de duas ou mais espécies de gramíneas, com diferentes exigências e adaptação, seja uma importante ferramenta para aumentar o rendimento e manter mais estável a produção de forragem. Esse pode ser o motivo pelo qual a utilização do consórcio entre essas duas gramíneas tem ganhado destaque na alimentação de animais em pastejo.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados fornecidos pelo presente estudo e de acordo com o discutido acima foram formuladas as seguintes conclusões:

- O cultivo em consórcio da aveia-preta e do azevém anual não prejudica a produtividade do pasto, principalmente quando considerado apenas o acúmulo de folhas.
- A produtividade do consórcio é mantida por meio de ajustes sazonais na população de perfilho de cada espécie na área, de forma a manter o índice de área foliar constante ao longo dos ciclos de pastejo.
- A similaridade entre plantas de aveia-preta e azevém anual resulta em competição intra e interespecíficas muito próximas, acarretando, embora com pequenas diferenças, em características morfogênicas e estruturais semelhantes, permitindo que essas espécies coexistam.
- Para os tratamentos testados devem ser preconizados manejos que favoreçam o perfilhamento e/ou reduzam a mortalidade de perfilhos.

7 REFERÊNCIAS

- AARSSSEN, L. W. Interpretation of the evolutionary consequences of competition in plants: An experimental approach. **Oikos**, v.45, p.99-109, 1985.
- AGUINAGA, A. A. Q.; CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINONI, I. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1523-1530, 2008.
- ALBERDA, T. H. The effects of cutting, light intensity and night temperature on growth and soluble carbohydrate content of *Lolium perenne* L. **Plant and Soil**, v.8, p.199-230, 1957.
- ALMEIDA, M. L.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilhamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v.31, n.3, p.401-408, 2001.
- ALVES FILHO, C.D.; NEUMANN, M.; RESTLE, J.; SOUZA, A.N.M. de; PEIXOTO, L. A. O. Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) fertilizada com dois tipos de adubo. **Ciência Rural**, v.33, n.1, p.143-149, 2003.
- AMARAL, M.F. **Estruturas de pasto para elevadas velocidades de ingestão**: um modelo para sistemas leiteiros. 2009. 173f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2009.
- BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: ALCOCK, M.M. (Ed.) **Biennial Report of the Hill Farming Research Organization**. Midlothian: Hill Farming Research Organization, 1985. p.29-30.
- BENVENUTTI, M. A., GORDON, I. J., POPPI, D. P. The effect of the density and physical properties of grass stems on the foraging behaviour and instantaneous intake rate by cattle grazing an artificial reproductive tropical sward. **Grass and Forage Science**, v.61, p.272-281, 2006.
- BENVENUTTI, M. A., GORDON, I. J., POPPI, D. P. et al. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing five tropical grasses. **Livestock Science**. v.126, p.229-238, 2009.
- BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.
- BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Ed) **Grazing Management**: an ecological perspective. Portland: Timber Press, 1991. p.85-108.
- BRISKE, E.D.; DERNER, J.D.; BROWN, J.R. et al. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. **Rangeland Ecology Management**. v.61, n.1, p.3-17, 2008.

- BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal Agricultural Research**, v.7, p.377-387, 1956.
- BULLOCK, J.M. Plant competition and population dynamics. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. **The ecology and management of grazing systems**. Guildford: CAB International, 1996. p.69-100.
- CALSINA, L. M.; AGNUSDEI, M. G.; ASSUERO, S. G. et al. Size/density compensation in *Chloris gayana* Kunth cv. Fine Cut subjected to different defoliation regimes. **Grass and Forage Science**, v.67, p.255-262, 2012.
- CAMINHA, F. O.; DA SILVA, S. C.; PAIVA, A. J. et al. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.2, p.213-220, 2010.
- CARNEVALLI, R. A.; DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, P.C de F.; SANTOS, D.T.; GONÇALVES, E.N. et al. Forrageiras de clima temperado. In: FONSECA, D.M. e MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010a. p.494-537.
- CARVALHO, P. C. de F.; DA ROCHA, L. M.; BAGGIO, C. et al. Característica produtiva e estrutural de pastos mistos de aveia e azevém manejados em quatro alturas sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1857-1865, 2010b.
- CAUDURO, G. F.; CARVALHO, P. C. de F.; BARBOSA, C. M. P.; LUNARDI, R.; NABINGER, C.; GONÇALVES, E. N.; DEVICENZI, T. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1298-1307, 2006.
- CAUDURO, G. F.; CARVALHO, P. C. de F.; BARBOSA, C. M. P.; LUNARDI, R.; NABINGER, C.; DOS SANTOS, D. T.; VELLEDA, G. L. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.***-***, 2007.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400p.
- DA ROCHA, M. G.; PEREIRA, L. E. T.; SACARAVELLI, L. F. B.; OLIVO, C. L.; AGNOLIN, C. A.; ZIECH, M. F. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.7-15, 2007.
- DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. de O.; CARNEVALLI, R. A. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, v.66, n.1, p.8-19, 2009.

DAVIES, A.; EVANS, M. E.; EXLEY, J. K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, v.101, p.131-137, 1983.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M. B.; LAZENBY, A. (Ed) **The grass crop**. London: Chapman and Hall, 1988, p.85-127.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, p.635-643, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FONSECA, L. et al. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 145, n. 1, p. 205–211, 2012.

GRANT, S.A.; BERTHARM, G.T. e LYNNETORVELL. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**. V.36, p.155-168, 1981.

GRÜNZWEIG, J. M.; KÖRNER, C. Growth, water and nitrogen relations in grassland model ecosystems of the semi-arid Negev of Israel exposed to elevated CO₂. **Oecologia**, v.128, p.251-262, 2001.

HARRIS, W. Pastures seeds mixtures, competition and productivity. **Proceedings...** N.Z. grasslands association, 1968. p.142-153.

HARRIS, W.; THOMAS, V. J. Competition among pasture plants. **New Zealand Journal of Agricultural Research**. v.15, n.1, p.19-32, 1972.

HAUN, J. R. Visual quantification of wheat development. **Agronomy Journal**, v.65, p.116-119, 1973.

HELLBRUGG, C.; MOREIRA, F.B.; MIZUBUTI, I.Y. et al. Desempenho de bovinos de corte em pastagem de azevém (*Lolium Multiflorum*) com ou sem suplementação energética. **Semina: Ciências Agrárias**, v.9, n.3, p.723-730, 2008.

HERNÁNDEZ GARAY, A.; MATTHEW, C.; HODGSON, J. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. **Grass and Forage Science**, v.54, p.347-356, 1999.

HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A. et al. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SYMPOSIUM ON PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, 1981, Nottingham. **Proceedings...** Belfast: British Grassland Society, 1981. p.125-173.

HODGSON, J. **Grazing management**: science into practice. Essex: Longman Scientific & Technical, 1990, 203p.

JEWISS, O. R. Tillering in grasses: Its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, v.72, p.65-82, 1972.

KLEPPER, B.; RICKMAN, R.W.; PETERSON, C.M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, n. 5, p. 789-792, 1982.

LABARBERA, M. Analyzing body size as a factor in ecology and evolution. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.20, p.97-117, 1989.

LANGER, R. H. M. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstracts**, v.33, n.3, p.141-148, 1963.

LANGER, R. H. M. *How grasses grow*. London, Edward Arnold, 1972. 60p. (Studies in Biology, 34).

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. p.03-36.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997. **Anais...** Viçosa, p.115-144, 1997.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Ed) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CAB International, 2000. p.265-288.

MATTHEW, C.; LEMAIER, G.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R. et al. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, v.76, p.579-587, 1995.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S. G.; BLACK, C. K.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. (Ed) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.127-150.

MATTHEW, C. Translocation from flowering to daughter tillers in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). **Australian Journal of Agriculture Research**, v.53, p.21-28, 2002.

McKENZIE, F. R. Influence of grazing frequency and intensity on the density and persistence of *Lolium perenne* tillers under subtropical conditions. **Tropical Grasslands**, v.31, p.219-226, 1997.

MITCHELL, K. J. Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (*Lolium* spp). II. The control of lateral bud development. **Physiologia Plantarum**, v.6, p.425-443, 1953.

MOREIRA, F.B.; DO PRADO, I.N.; DE SOUZA, N.E. et al. Desempenho animal e características da carcaça de novilhos terminados em pastagem de aveia preta, com ou sem suplementação energética. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.27, n.4, p.469-473, 2005.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1997, p.213-251.

NELSON, C. J.; ZARROUGH, K. M. Tiller density and tiller weight as yield determination of vegetative swards. **Plant Physiology and Herbage Production**, v.13, p.25-29, 1981. (Ocasional Symposium)

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses. Leaf growth vs. Tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER, C. (Ed) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.101-126.

NIE, Z. N.; MACKAY, A. D.; BARKER, D. J et al. Changes in plant population density, composition and sward structure of a hill pasture during a pastoral fallow. **Grass and Forage Science**, v.52, p.190-198, 1997.

ONG, C. K.; MARSHALL, C.; SAGAR, G. R. The physiology of tiller death in grasses. 2. Causes of tiller death in grass sward. **Journal of the British Grassland Society**, v.17, p.205-211, 1978.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v.43, p.15-27, 1988.

PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D. F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.) Grass. It's production and utilization. **Blackwell Science**, Oxford, p. 31-88, 2000.

PÉREZ-PRIETO, L. A.; DELAGARDE, R. Meta-analysis of the effect of pregrazing pasture mass on pasture intake, milk production, and grazing behavior of dairy cows strip-grazing temperate grasslands. **Journal of Dairy Science**. v.95, n.9, p.5317-5330, 2012.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, v.11, n.29, p.16-27, 1985.

PREMAZZI, L. M.; MONTEIRO, F. A.; CORRENTE, J. E. Tillering of Tifton 85 bermudagrass in response to nitrogen rates and time of application after cutting. **Scientia Agricola**, v.60, n.3, p.565-571, 2003.

PUGNAIRE, F. I.; HAASE, P. Comparative physiology and growth of two perennial tussock grass species in a semi-arid environment. **Annals of Botany**, v.77, p.81-86, 1996.

QIAN, Y.; FRY, J. D. Water relations and drought tolerance of four turfgrasses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.122, n.1, p.129-133, 1997.

QUADROS, F. L. F.; MARASCHIN, G. E. Desempenho animal em misturas de espécies forrageiras de estação fria. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.5, p.535-541, 1987.

REVANTÓS, J.; SILVA, J. F. Competition effects and responses to variable numbers of neighbours in two tropical savanna grasses in Venezuela. **Journal of Tropical Ecology**, v.11, p.39-52, 1995.

ROMA, C. F. da C.; CECATO, U.; SOARES FILHO, C. V. et al. Morphogenetic and tillering dynamics in Tanzania grass fertilized and non-fertilized with nitrogen according to season. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.3, p.565-573, 2012.

ROSO, C; RESTLE, J; SOARES, A. B; ANDREATTA, E. Aveia preta, triticales e centeio em mistura com azevém. 1. Dinâmica, produção e qualidade de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.75-84, 2000.

SACKVILLE-HAMILTON, N. R.; MATTHEW, C.; LEMAIRE, G. In defence of the $-3/2$ boundary rule: a re-evaluation of self-thinning concepts and status. **Annals of Botany**, v.76, p.569-577, 1995.

SANDERSON, M.A.; ELWINGER, G.F. Plant density and environment effects Orchardgrass-White clover mixtures. **Crop science**. v. 42, p. 2055-2063, 2002.

SANTOS, H. P. dos.; FONTANELI, Ren. S.; FONTANELI, Rob. S. Gramíneas anuais de inverno. In: FONTANELI, Ren. S.; SANTOS, H. P. dos.; FONTANELI, Rob. S. (Eds.). **Forrageiras para Integração Lavoura-pecuária na Região Sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 340p.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.731-754.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B. et al. Tiller size/population density compensation in Coastcross grazed swards. **Scientia Agrícola**, v.58, n.4, p.655-665, 2001.

SBRISSIA, A.; DA SILVA, S.; MATTHEW, C. et al. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1459-1468, 2003.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua**. Piracicaba, SP, 2004. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

SCURSONI, J. A.; SATORRE, E. H. Barley (*Hordeum vulgare*) and wild oat (*Avena fatua*) competition is affected by crop and weed density. **Weed Technology**, v.19, p.790-795, 2005.

SEBRAE:SENAR:FARSUL. **Diagnóstico de sistemas de produção da bovinocultura de corte do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS. IEPE, 2005. 265p. (Relatório de Pesquisa).

SILSBURY, J.H. Interrelations in the growth and development of *Lolium*. II. Tiller number and dry weight at low density. **Australian Journal Research**. v.17, n.6, p.841-847, 1966.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Effect of tiller trimming on phyllochron and tillering regulation during tall fescue development. **Crop Science**, v. 34, p. 1267-1273, 1994.

SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, v.35, n.1, p.4-10, 1995.

SOARES, A. B.; CARVALHO, P. C. de F.; NABINGER, C. et al. Produção animal e de forragem em pastagem nativa submetida a distintas ofertas de forragem. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1148-1154, 2005.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. Disponível em: http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf. Acesso em: 14 fev. 2013.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **Dairy: World Markets and Trade**. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/circulars/dairy.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2013.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed) **New Zealand – Pasture and Crop Science**. Oxford: Cambridge University Press, 1999. p.11-27.

WADE, M.; CARVALHO, P.C. DE FACCIO. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; NABINGER, C.; CARVALHO, P.C. DE FACCIO (Eds.). **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. Wallingford (UK): CAB International, 2000.

WESTOBY, M. The self-thinning rule. **Advances in Ecological Research**, v.14, p.41-76, 1984.

WHITE, J.; HARPER, J. L. Correlated changes in plant size and number in plant populations. **Journal of Ecology**, v.58, n.2, p.467-485, 1970.

WHITE, J. The thinning rule and its application to mixtures of plant populations. In: WHITE, J. **Studies on plant demography**. Academic Press. Inc.: San Diego, CA, 1985. p.291-309.

WILSON, R. E.; LAIDLAW, A. S. The role of the sheath tube in the development of expanding leaves in perennial ryegrass. **Annals of Applied Biology**, v.106, p.385-391, 1985.

WILSON, J. B. Shoot competition and root competition. **Journal of Applied Ecology**. v.25, n.1, p.279-296, 1988.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H. et al. Intraspecific competition among higher plants. XI Self-thinning in overcrowded pure stands under cultivate and natural conditions. **Journal of Institute of Polytechnics**, v.14, p.107-129, 1963.

YU, Y. W.; NAN, Z. B.; MATTHEW, C. Population relationships of perennial ryegrass and white clover mixtures under differing grazing intensities. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.124, p.40-50, 2008.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – Uma revisão. **Revista FZVA**, v.11, n.1, p.10-30, 2004.

ZANINI, G. D.; SANTOS, G. T.; SBRISSIA, A. F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana guineagrass swards: morphogenetic and structural characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.8, p.1848-1857, 2012a.

ZANINI, G.D.; SANTOS, G, T.; SCHMITT, D. et al. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim-Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. **Ciência Rural**, v.42, n.5, p.882-887, 2012b.