

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PERFILHAMENTO DE AZEVÉM ANUAL EM SISTEMAS
INTEGRADOS: DO ESTABELECIMENTO AO PASTEJO

Autor: Armino Barth Neto
Orientador: Prof. Dr. Marcos Weber do Canto
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro – 2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PERFILHAMENTO DE AZEVÉM ANUAL EM SISTEMAS
INTEGRADOS: DO ESTABELECIMENTO AO PASTEJO

Autor: Armino Barth Neto
Orientador: Prof. Dr. Marcos Weber do Canto
Co-orientador: Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Pastagens e Forragicultura.

MARINGÁ
Estado do Paraná
fevereiro – 2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

S284	<p>Barth Neto, Armindo</p> <p>Perfilhamento do azevém anual em sistemas integrados: do estabelecimento ao pastejo / Armindo Barth Neto. -- Maringá: [s.n.], 2011. 83 f.</p> <p>Orientador : Profº Drº Marcos Weber do Canto. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.</p> <p>1. Azevém (<i>Lolium Multiflorum</i> Lam.) - Perfilhamento em sistemas integrados. 2. Pastejo - Estabelecimento. 3. Integração lavoura - pecuária. 4. Soja e milho - Cultura anual. 5. Azevém - Ressemeadura natural. 6. Azevém - Massa de forragem. 7. Azevém - Padrão demográfico do perfilhamento. 8. I. Canto, Marcos Weber, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. TÍTULO.</p> <p>CDD 21. ed. 633.2</p>
------	---



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PERFILHAMENTO DE AZEVÉM ANUAL
EM SISTEMAS INTEGRADOS: DO
ESTABELECIMENTO AO PASTEJO**

Autor: Armindo Barth Neto
Orientador: Prof. Dr. Marcos Weber do Canto

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Pastagem e Forragicultura

APROVADA em 21 de fevereiro de 2011.

Prof. Dr. Gilles Lemaire

Prof. Dr. André Fischer Sbrissia

Prof. Dr. Marcos Weber do Canto
(Orientador)

Homens que lutam por um dia e são bons.
Outros que lutam por um ano e são melhores.
Porém, existem aqueles que lutam a vida inteira.
Esses são imprescindíveis. (Bertolls Brest)

Dedico esta obra:

A Hélio Milton Barth e Janete Eloísa Bortoleti Barth, meus pais, por todos estes anos de ensinamentos, os responsáveis pelos alicerces da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Grande é minha lista de agradecimentos, devido a este ser um trabalho de grande ação coletiva. Certamente algumas pessoas serão esquecidas, porém, tenham a certeza que nunca saíram de minhas lembranças.

Primeiramente, agradecer a Deus, por tudo o que temos e o que podemos fazer.

À minha família: meus pais, Hélio Milton Barth e Janete Eloísa Bortoleti Barth, pela educação, oportunidade e incentivo que sempre tive; à minha irmã Priscila Bortoleti Barth de Quadros e meu cunhado, Leandro de Quadros, por todo o carinho e companheirismo que tiveram comigo todos estes anos.

À Universidade Estadual de Maringá e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade da realização do curso.

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul, pela possibilidade da realização do trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcos Weber do Canto, pela confiança, ensinamentos, amizade, orientação e por me apresentar à pesquisa em plantas forrageiras.

Ao Prof. Dr. Paulo César de Faccio Carvalho, pela co-orientação, oportunidade de realização do trabalho, confiança e ensinamentos de muita valia.

Ao Prof. Dr. Gilles Lemaire e ao Prof. André Fischer Sbrissia, por toda ajuda e contribuição na preparação do trabalho.

A todos os estagiários e bolsistas do Grupo de Pesquisa Ecologia do Pastejo, Paulo, Luiz Henrique, Vinícius, Marcelo, Jean, Marcos e Marta, pela dedicação e inestimável cooperação.

À equipe do Mestrado e Doutorado, Glaucia, Jean Mezzalira, Jean Fedrigo, Lidiane, Francine, Lisandre, Mariana, Diego, Eduardo, Carolina, Igor, Edson e Vinícius, pela amizade, ajuda e parceria nessa empreitada.

A todos do Grupo de Pesquisa Ecologia do Pastejo pela excelente receptividade, hospitalidade e compartilhamento dos ensinamentos.

Aos estagiários e bolsistas da Universidade Estadual de Maringá, Gleice, Bárbara, Leonardo, Priscila e Thaisa.

Ao CNPq pela concessão da bolsa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho o meu muito OBRIGADO.

BIOGRAFIA

ARMINDO BARTH NETO, filho de Hélio Milton Barth e Janete Eloísa Bortoleti Barth, nasceu em Maringá, Paraná, no dia 6 de maio de 1986.

Em dezembro de 2003, concluiu o curso de Técnico em Agropecuária pelo Colégio Instituto Cristão em Castro no Paraná.

Em dezembro de 2008, concluiu o curso de Agronomia pela Universidade Estadual de Maringá, no Câmpus Avançado de Umuarama, em Umuarama, no Paraná.

Em março de 2009, iniciou os estudos no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, Área de concentração Pastagens e Forragicultura, especialização em Ecofisiologia de Plantas Forrageiras na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos aplicados na área de Integração Lavoura-Pecuária.

No dia 21 de fevereiro de 2011, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
I – INTRODUÇÃO	1
Sistemas de integração lavoura-pecuária	2
Efeitos da intensidade de pastejo em áreas com sistemas de integração lavoura-pecuária	4
Azevém anual em sistemas integrados	5
A ressemeadura natural do azevém anual	6
Perfilhos de gramíneas em comunidades de plantas herbáceas	8
Literatura citada	13
II – OBJETIVOS GERAIS	18
III – Estabelecimento de azevém anual por ressemeadura natural em sistema integrado de lavoura-pecuária	19
Resumo	19
Abstract	20
Introdução	21
Material e métodos	23
Resultados e discussão	27
Conclusões	35
Referências	36
IV – Perfilhamento de azevém anual subsequente às culturas de soja e de milho sob métodos de pastoreio e intensidades de pastejo	50

Resumo	50
Abstract	51
Introdução	52
Material e métodos	54
Resultados e discussão	58
Conclusões	64
Referências	65
V – CONSIDERAÇÕES FINAIS	81

LISTA DE TABELAS

Página

III – Estabelecimento de azevém anual por ressemeadura natural em sistema integrado de lavoura-pecuária

Tabela 1	Densidade populacional de perfilhos de azevém anual por época de avaliação em ressemeadura natural em sistemas integrados após as culturas de milho e soja	42
Tabela 2	Densidade populacional de perfilhos no estabelecimento de azevém anual provindos de ressemeadura natural em sistemas integrados após as culturas de milho e soja em diferentes intensidades de pastejo e métodos de pastoreio	43
Tabela 3	Massa de forragem do azevém anual de acordo com a época de avaliação	44
Tabela 4	Altura do pasto durante o estabelecimento de pastos azevém anual em ressemeadura natural em sistemas integrados, provenientes de diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo	45
Tabela 5	Diferença entre a linha limítrofe e a relação tamanho/densidade do azevém anual proveniente de ressemeadura natural subsequente a duas culturas de verão/outono, em dois métodos de pastoreio e duas intensidades de pastejo	46

IV - Perfilhamento de azevém anual subsequente às culturas de soja e de milho sob métodos de pastoreio e intensidades de pastejo

Tabela 1	Densidade populacional de perfilhos de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho	71
Tabela 2	Densidade populacional de perfilhos de azevém anual sob pastejo com os métodos de pastoreio rotativo e contínuo	72
Tabela 3	Massa de forragem média de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho e submetidas a intensidades de pastejo	73
Tabela 4	Massa de forragem de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho e submetidas a intensidades de pastejo, em função da época de avaliação e método de pastoreio	74
Tabela 5	Massa de forragem de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho e submetidas a intensidades de pastejo	75

Tabela 6	Porcentagem de perfilhos florescidos de azevém anual sob pastejo nas épocas de avaliação em áreas de lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho, submetido a métodos de pastoreio e a intensidades de pastejo	76
Tabela 7	Diferença entre a linha limítrofe e a relação tamanho/densidade do azevém anual proveniente de ressemeadura natural subsequente a duas culturas de verão/outono, em dois métodos de pastoreio e duas intensidades de pastejo do estabelecimento ao pastejo	77

LISTA DE FIGURAS

	Página
I – Introdução	
Figura 1 Modelo conceitual do perfilhamento de azevém anual em ressemeadura natural subsequente às culturas de soja e milho e a métodos de pastoreio e a intensidades de pastejo	12
 III – Estabelecimento de azevém anual por ressemeadura natural em sistema integrado de lavoura-pecuária	
Figura 1 Média da precipitação pluviométrica do período experimental e histórica e das temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental e da temperatura média histórica	41
Figura 2 Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos durante o estabelecimento do azevém anual em sistemas integrados pós milho e soja. Pastoreio contínuo de baixa intensidade (a), pastoreio contínuo de moderada intensidade (b), pastoreio rotativo de baixa intensidade (c) e pastoreio rotativo de moderada intensidade (d)	47
Figura 3 Padrão demográfico do perfilhamento do azevém em seu estabelecimento proveniente de ressemeadura natural em sistemas integrados em pastoreio contínuo de baixa intensidade pós milho (a), pastoreio contínuo de baixa intensidade pós soja (b), pastoreio contínuo de moderada intensidade pós milho (c), pastoreio contínuo de moderada intensidade pós soja (d), pastoreio rotativo de baixa intensidade pós milho (e), pastoreio rotativo de baixa intensidade pós soja (f), pastoreio rotativo de moderada intensidade pós milho (g), pastoreio rotativo de moderada intensidade pós soja (h)	48
Figura 4 Diagrama do índice de estabilidade da população de perfilhos no estabelecimento do azevém anual resultante de ressemeadura natural em sistemas integrados pós milho e soja em: pastoreio contínuo de baixa intensidade (a), pastoreio contínuo de moderada intensidade (b), pastoreio rotativo de baixa intensidade (c) e pastoreio rotativo de moderada intensidade (d)	49
 IV - Dinâmica de perfilhamento de azevém anual subsequente às culturas de soja e de milho sob métodos de pastoreio e intensidades de pastejo	
Figura 1 Precipitações pluviométricas e médias das temperaturas mínimas e máximas no período experimental e normal climática	71

- Figura 2 Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos de azevém anual, em sistemas integrados de lavoura-pecuária, submetidos aos efeitos das culturas prévias de soja e de milho, de métodos de pastoreio contínuo e rotativo das intensidades de pastejo baixa e moderada: (a) pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo, (b) pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo, (c) pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo e (d) pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo 78
- Figura 3 Padrão demográfico do perfilhamento de azevém anual em sistemas integrados de lavoura-pecuária, submetidos aos efeitos das culturas prévias de soja e de milho, de métodos de pastoreio contínuo e rotativo e das intensidades de pastejo baixa e moderada: (a) método de pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com milho, (b) pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com soja, (c) pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com milho, (d) pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com soja, (e) pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com milho, (f) pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com soja, (g) pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com milho e (h) pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com soja 79
- Figura 4 Índice de estabilidade da população de perfilhos de azevém anual em ressemeadura natural em sistemas integrados com os tratamentos: pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo (a), pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo (b), pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo (c) e pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo (d). 80

RESUMO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária com as culturas anuais de grãos (soja ou milho) no verão/outono e com os pastos de azevém anual, no inverno/primavera, são bastante difundidos na Região Sul do Brasil. O azevém tem atributos que permitem a sua ampla adaptação e utilização em sistemas integrados de lavoura e pecuária. Destacam-se como importantes atributos sua capacidade se estabelecer por ressemeadura natural e de produção de forragem com alto valor nutritivo. A densidade populacional de perfilhos, o padrão demográfico do perfilhamento e a massa de forragem, em pastos de azevém anual, subsequente aos cultivos de soja e milho, foram avaliados durante o seu estabelecimento e durante o período utilizado sob pastejo com cordeiros, submetidos a dois métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e a duas intensidades de pastejo (2,5% e 5,0% do potencial do consumo de cordeiros). O delineamento foi em blocos casualizados em um esquema fatorial de (2 x 2 x 2), com quatro repetições. Com os dados de densidade e massa de forragem, foram feitos os gráficos de relação tamanho/densidade onde as áreas cultivadas com soja tiveram um incremento de massa e densidade mais precocemente que as áreas cultivadas com milho. No índice de estabilidade do pasto não foi encontrado valores muito inferiores a um que comprometesse a estabilidade do pasto. Concluiu-se que ambas as culturas possibilitam o estabelecimento do azevém anual, porém nas áreas cultivadas com soja, este acontece mais precoce e os métodos de pastoreio não influenciam o perfilhamento. Em contrapartida, áreas cultivadas com milho e maiores intensidades de pastejo afetam o estabelecimento da forrageira. Com relação à densidade de perfilhos, houve interação entre as culturas de outono/verão com as épocas do ano ($P < 0,005$) e entre os meses do ano e os métodos de pastoreio ($P < 0,005$), porém não houve efeito para as intensidades de pastejo ($P = 0,11$). Nas figuras de relação tamanho/densidade, somente as áreas cultivadas com milho na maior intensidade de pastejo a densidade de perfilhos e a

massa de forragem aumentaram com o passar dos meses de avaliação. Em todas as demais, ocorreu uma diminuição da densidade e um aumento da massa, concomitante com estes valores foram os aparecimentos de perfilhos reprodutivos. O índice de estabilidade do pasto também não apresentou valores que comprometessem a estabilidade do pasto. Isto ocorreu somente no final do ciclo de pastejo, em que o perfilhamento foi reduzido. Já as aplicações de nitrogênio incrementaram a renovação de perfilhos.

Palavras-chave: *Lolium multiflorum* Lam., ressemeadura natural, massa de forragem, perfilhos, relação tamanho/densidade.

ABSTRACT

Crop-livestock integrated systems have been highly important as a model to sustain the agriculture production. Crop fields of soybean (*Glycine max* L. Merrill) or corn (*Zea mays* L.) established in the summer and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in the winter are widely cultivated in Southern Brazil because the Italian ryegrass has agronomic attributes that allow its wide adaptation to these systems. Some of these important attributes is its establishment by natural re-sowing and the high-quality nutritive forage production. The tiller density, demographic patterns of tillering and the forage mass of Italian ryegrass were evaluated during the ryegrass establishment and the grazing period by lambs. The sward was submitted to rotational and continuous grazing methods at the intensity levels of 2.5 and 5.0% of the lamb intake potential. The on-farm experiment was carried out from August to October in agriculture fields where the annual ryegrass was established after cropping soybean or corn. The experimental design was the randomized complete block in a factorial arrangement of treatments (2x2x2) with four replications. The fields cultivated with soybean showed earlier increases in the forage mass and tiller density than the fields cultivated with corn. The stability index had some values lower than 1.0 but without compromising the pasture stability. Therefore, both grain crops are suitable for further establishment of Italian ryegrass, but with soybean there is an earlier establishment. The grazing methods had no influence on the tillering. In contrast, fields established after corn with high grazing intensity affected the establishment of the Italian ryegrass. For tiller density, there was interaction only between the grain crops and time, time and grazing methods ($P < 0.005$). Only areas cultivated with corn had increases over the evaluation time for tiller size/density compensation, tiller density and forage mass. The other area had a decrease in tiller density and increase in forage mass, and these values were affected by the boom

of the fertile tillers. The stability index was reduced only at the end of the grazing period when the tillering was also reduced.

Key-words: *Lolium multiflorum* Lam., self-seeding, forage mass, tillering, size/density rule.

I – INTRODUÇÃO

Os pastos no mundo preenchem áreas extensas equivalentes às de florestas e às ocupadas com os cultivos agrícolas (Lemaire *et al.*, 2005). Shantz (1954) relata que o bioma pastagens ‘grasslands’ utilizada por animais herbívoros, considerando-se os domesticados e os selvagens, encontram-se atualmente por volta de 36% da superfície terrestre. Nas pastagens nativas e cultivadas do Brasil, é mantido, praticamente em regime exclusivo de pastejo, o maior rebanho comercial de bovinos de corte no mundo, por volta de 170 milhões de animais (IBGE, 2006). Keulen e Schiere (2004) reportam que os Sistemas de Integração Lavoura e Pecuária (SILPs) atingem 2,5 bilhões de hectares no mundo e são responsáveis por mais de 50% da carne e de 90% do leite consumidos. Com relação ao Brasil, não foram encontradas estatísticas governamentais referentes à evolução das áreas com integração lavoura-pecuária. Macedo (2009) em uma revisão sobre SILP menciona que, possivelmente, por volta de 5% das áreas com culturas anuais de grãos no Brasil adotaram a integração lavoura-pecuária. A questão de relevância que se coloca é como as especificidades de condições que se encontram nos solos, de práticas culturais e de manejo aplicadas nas culturas anuais de grãos, especialmente as de soja e de milho, os métodos de pastoreio inseridos nos sistemas de pastejo, bem como a intensidade de pastejo em que os pastos são subsequentemente utilizados, podem afetar a produtividade de forragem.

Todavia, os estudos para o entendimento das interações entre populações de plantas de azevém com o seu ambiente natural (Ecofisiologia), em sistemas integrados de lavoura e pecuária, são prolongados, dispendiosos e complexos, por isto na literatura de pastagens são poucos.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar os efeitos dos cultivos precedentes de soja e de milho, de métodos de pastoreio e de intensidades de pastejo sobre a dinâmica de

perfilhamento de pastos de azevém anual durante os períodos de estabelecimento e utilização de pastejo por cordeiros.

Sistemas de integração lavoura-pecuária

A utilização de lavoura e de pastagens, em uma mesma área e em sucessão, foi uma das mais importantes práticas agrícolas ancestrais. Segundo Carvalho *et al.* (2007), esse modo de utilização de áreas agrícolas deu-se, muito possivelmente, concomitante com o início da domesticação das plantas e dos animais. Nos dias de hoje, os SILPs são encontrados em praticamente todos os continentes, em diversas alternativas e combinações para a produção de culturas agrícolas e de ruminantes domésticos, dentre estas as hortaliças, arroz, soja, algodão, milho, trigo, azevém perene, azevém anual, aveia e com as várias espécies de capim-braquiária, com suínos, patos, bubalinos, bovinos, caprinos e ovinos, caracterizando-se pela diversidade, versatilidade e, sobretudo, por constituir-se em uma alternativa voltada para a produção agrícola mais sustentável e mais apropriada ambientalmente.

A utilização de integrações lavoura-pecuária nas décadas mais recentes no Brasil teve forte crescimento. Nas regiões centrais e oeste brasileiro, as integrações lavoura-pecuária têm sido vistas e empregadas, essencialmente, para a melhoria na produtividade das culturas de grãos, como alternativa de rotação de culturas e para a recuperação de solos, com lavouras e com pastos que se encontram degradados. Na Região Sul do Brasil, a integração lavoura e pecuária, além da perspectiva da produtividade das culturas de grãos, os agricultores também a consideram como uma alternativa para a diversificação de renda e para a melhoria na eficiência de uso dos solos para os períodos subsequentes em que são cultivadas as lavouras anuais de grãos de verão (Carvalho *et al.*, 2005).

No Estado do Rio Grande do Sul, estima-se que somente por volta de 18% das áreas no verão, anualmente semeadas com as lavouras de soja, milho e arroz, de modo subsequente no inverno, são cultivadas com as lavouras de trigo, aveia, centeio, triticale e cevada. No restante das áreas do Estado, são semeadas as plantas de cobertura para o solo, que em sua maioria são forrageiras de inverno, como a aveia e o azevém, sem nenhum pastejo de animais (Cassol, 2003). O mesmo autor ainda destaca que as áreas de aveia e de azevém utilizadas somente como culturas de cobertura do solo, que nos estados do Sul do Brasil são consideráveis, podem reduzir a margem de lucro para os

produtores em virtude de que não se tem a geração de renda com a produção de animais e as fazendas se tornam, em termos produtivos, subutilizadas. Por outro lado, para os agricultores, a opção pelo cultivo dos cereais de inverno é considerada como de alto risco econômico, são mais suscetíveis aos períodos com déficits hídricos e a geadas, muito frequentes no outono e no inverno no Sul do Brasil.

A produção pecuária gaúcha é baseada em pastos naturais, em sua maioria compostos por plantas de ciclo estival. A produtividade de forragem dos pastos naturais no outono e no inverno, das várias regiões do Rio Grande do Sul, é muito reduzida, na maioria dos anos inexistente. Por outro lado, as forrageiras de ciclo hibernal usadas em SILP, como a aveia e o azevém anual, podem proporcionar forragem em quantidade, de alto valor nutritivo, e permitir ganhos individuais de novilhos por volta de $1,0 \text{ kg dia}^{-1}$ (Lopes *et al.*, 2008), com produtividade animal por unidade de área em torno de $400 \text{ kg de PV ha}^{-1}$ durante o seu ciclo, geralmente entre 120 e 150 dias, demonstrando que pastos de aveia e de azevém anual, usados puros ou em misturas, em integrações de lavoura e pecuária, são excelentes alternativas para a terminação de novilhos e para aumentar os índices zootécnicos da pecuária gaúcha e a rentabilidade do produtor rural (Carvalho *et al.*, 2005).

Além da importância como alternativa de renda para o produtor rural, o SILP também pode ser considerado, ao mesmo tempo, como alternativa para melhorar a produtividade de sistemas agrícolas pouco sustentáveis, como exemplo os que ainda fazem uso do preparo convencional do solo para a semeadura das culturas anuais de grãos. O uso do Plantio Direto (PD) na palha, praticamente obrigatória em SILP, possibilita ganhos econômicos e ambientais, a produção agrícola de grãos se torna mais conservacionista e potencializada pela maior diversidade, novas rotas de ciclagem de nutrientes são observadas e processos ecossistêmicos emergentes (Anghinoni *et al.*, 2011, não publicado), estabelecendo um desenvolvimento rural mais sustentável (Lemaire *et al.*, 2003; Entz *et al.*, 2005). É importante citar que a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) reconhece o potencial dos SILPs como uma das mais importantes alternativas de incrementar, em período relativamente curto e de maneira sustentável, a produção de alimentos para a população mundial, que pode atingir em torno de nove bilhões de habitantes em 2050. Sem dúvida, uma das práticas de manejo mais importantes nos SILPs é o PD, que não preconiza o revolvimento do solo e é essencial na agricultura moderna que prioriza a redução dos impactos negativos ao meio ambiente. O PD tem como benefícios o maior controle dos processos erosivos

nos solos, maior sequestro de carbono da atmosfera, o mais baixo consumo de energia, menor gasto de combustíveis fósseis, a mais baixa emissão de dióxido de carbono e a menor poluição das águas (Holland, 2004). Podem-se citar também outras vantagens no uso do PD, como a redução do escoamento superficial de água e a perda de nutrientes por lixiviação no solo, contribuem para o aumento da matéria orgânica e da diversidade biológica nos solos, permite maior controle de plantas indesejáveis e insetos pela alelopatia, competição e por alterações microclimáticas.

A utilização das pastagens e a introdução de animais em rotação com lavouras em SILP com o PD proporcionam maiores benefícios à agricultura conservacionista, especialmente pela alta capacidade dos pastos produtivos em capturar carbono na atmosfera (Salton, 2007). Lemaire *et al.* (2003) citam que os pastos apresentam efeitos análogos às florestas e podem ocasionar melhorias do ponto de vista ambiental nos sistemas agrícolas, voltados à produção de grãos e à produção de animais, através da regulação de diversos dos fluxos ambientais, com múltiplos benefícios ao ambiente, em relação aos: (1) impactos hidrológicos com manutenção na qualidade da água tanto na superfície quanto subterrânea; (2) sequestro de carbono; (3) regulação dos fluxos de nitrogênio; (4) regulação das emissões de gases (N_2O , NH_3 , CH_4 ...); (5) estabilidade da matéria orgânica do solo e manutenção da qualidade do solo; (6) estímulo à atividade biológica do solo; (7) pela imobilização e retenção de defensivos agrícolas e de metais pesados. Ambientes pastoris são particularmente importantes para processo metapopulacionais colonização/extinção de diversos organismos (insetos e moluscos) e é recurso forrageiro para muitos pássaros e mamíferos, frequentemente utilizados como local de reprodução (Carvalho *et al.*, 2009).

Efeitos da intensidade de pastejo em áreas com sistemas de integração lavoura-pecuária

A sustentabilidade do SILP-PD depende, fundamentalmente, do apropriado manejo da intensidade de pastejo dos animais. Intensidades de pastejo moderadas em pastagens de aveia e azevém proporcionam muitas vantagens, tanto para a produtividade animal como para as condições do pasto e do solo, pois os animais caminham menos, ingerem maior quantidade de forragem, resultando em maior desempenho por animal e os pastos ainda são favorecidos pela maior disponibilidade de forragem acima do solo e

pela maior interceptação luminosa (Anghinoni *et al.*, 2011, não publicado). Todavia, estudos de pastejo demonstram que a imposição de intensidades de pastejo distintas, em pastos utilizados com o método do pastoreio contínuo de aveia e de azevém anual (Cassol, 2003) ou de azevém em mistura com trevo branco (Canto *et al.*, 1998), não afetam a produtividade de forragem.

Os benefícios no crescimento do pasto proporcionado por menores intensidades de pastejo são respostas de mecanismos ecológicos e fisiológicos da dinâmica populacional das plantas no pasto. O entendimento dessas dinâmicas nas pastagens é de alta importância para a tomada de decisões de modo a favorecer o rápido estabelecimento e crescimento das forrageiras em SILP-PD.

O conhecimento de que pastos de azevém devem ser mantidos com massa de forragem elevada para que, ao final de seu ciclo reprodutivo, se verifique alta densidade de perfilhos florescidos com sementes, foi fundamental para as melhorias obtidas com a ressemeadura natural. Muitos outros processos relacionados à ecologia de plantas, em pastos de azevém anual submetidos a diferentes intensidades de pastejo, devem ainda ser investigados, para melhor compreender as fases de ressemeadura natural de estabelecimento do azevém nos espaços parcialmente sombreados dos cultivos de soja e de milho em final de ciclo.

Azevém anual em sistemas integrados

O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea forrageira hibernal muito utilizada em pastagens na Região Sul brasileira. Segundo Riewe e Mondart (1985), o seu centro de origem é o sul da Europa. É muito cultivado em diversos países do mundo, dentre estes o Uruguai, Argentina, Estados Unidos e Nova Zelândia. No Brasil, o azevém é bastante cultivado nos Estados da Região Sul com clima subtropical, sendo utilizado em cultivos exclusivos, em misturas com outras gramíneas de inverno e em consorciações com leguminosas. Acredita-se que nas condições do Sul do Brasil é a mais adaptada gramínea para os SILPs.

Os pastos de azevém destacam-se pela facilidade de estabelecimento, apresentam crescimento vigoroso, especialmente nos meses da primavera, alto valor alimentício, alta produtividade de forragem e animal por área e alta capacidade produtiva de sementes (Santos *et al.*, 2009). É uma forrageira com rota metabólica

fotossintética C3, a temperatura ótima para seu desenvolvimento está na faixa de 20°C a 25°C (Hannaway *et al.*, 1999), a produção é maximizada ao redor de 25°C diurno e 12°C noturno (Beever e Cooper, 1964). Nas condições do Sul do Brasil, as baixas temperaturas e a reduzida disponibilidade de luz nos meses de junho e julho atrasam o seu desenvolvimento. Entretanto, com o final do inverno e o início da primavera, a produtividade de forragem se eleva, em razão dos fatores de ambiente de crescimento tornarem-se favoráveis, principalmente de temperatura e de luz (Floss, 1988).

O azevém anual apresenta-se como excelente forrageira para ser utilizada em SILP, já que seu ciclo de produção de forragem hibernal possibilita a terminação de animais durante as estações do inverno/primavera, promovem também cobertura para o solo e a sua dessecação produz a palha para a semeadura direta. Além disso, tem a característica altamente desejável para os SILPs de ter o seu estabelecimento por meio de ressemeadura natural (Prine *et al.*, 1982; Evers e Nelson, 2000), o que permite a capacidade de se perenizar no sistema (Carvalho *et al.*, 2005). Isso possibilita ao produtor rural um estabelecimento do pasto com custo mais baixo (Bartholomew e Williams, 2009).

A ressemeadura natural do azevém anual

O estabelecimento de pastos pode ser dividido em duas fases: 1 - germinação e emergência e crescimento das plântulas; 2 - sobrevivência (Cook, 1980). As sementes de azevém anual apresentam o padrão de dormência definido. As sementes ao se desprender das inflorescências, dispersando-se no solo próximo ao final da primavera, encontram-se dormentes, ou em estado de dormência relativa. Nesse caso, as sementes podem germinar somente em uma amplitude restrita de baixas temperaturas. Nos meses do verão, o contato das sementes com o solo e a elevação na temperatura ambiente podem resultar na superação da dormência, através do aquecimento e da perda de água da semente. Com o avanço da estação do verão, a temperatura máxima para a germinação é aumentada, progressivamente, à medida que a temperatura se eleva no solo. No outono, à medida que a temperatura do solo se reduz, a amplitude térmica adequada para a germinação se sobrepõe à temperatura no solo e, então, a germinação se torna possível (Probert, 1992). O crescimento de plântulas e a sua sobrevivência estão associados à capacidade de desenvolver raízes, que absorvem água e nutrientes,

concomitantemente com o desenvolvimento da parte aérea para a realização da fotossíntese, buscando o crescimento e ocupação de espaço, competindo tanto com as plantas da mesma espécie quanto de outras espécies (Cook, 1980).

As condições para a quebra de dormência das sementes podem variar de acordo com a cultura de verão/outono, resultando em diferentes condições ambientais e de microclima em que as sementes encontram-se expostas, como a temperatura e umidade do solo, e isto pode comprometer ou dificultar a germinação e emergência das sementes. O mesmo pode acontecer com o crescimento das plântulas e o seu desenvolvimento. Um dos fatores chave para o crescimento e desenvolvimento das plantas é o entendimento destes processos por meio do perfilhamento, que determina a capacidade competitiva das gramíneas e a sua ocupação de espaço para concretizar o seu estabelecimento.

A elevada produção de forragem na primavera também acontece pelo fato do azevém anual ser uma planta de dias longos (Floss, 1988), ocorrendo a diferenciação do meristema apical formando a estrutura reprodutiva com o aumento das horas de luz por dia, em que a forragem produzida é composta por menor relação folha/colmo, além de inflorescência e sementes. A elevada diferenciação de perfilhos vegetativos em reprodutivos se deve ao fato de que a planta depende da produção de sementes para a perenização no sistema. É sabido que a manutenção de sementes no banco do solo, para o posterior restabelecimento no ano seguinte, deve ser elevada. No entanto, a produção de perfilhos reprodutivos em sistemas que utilizam o pastejo dos animais pode ser em muito reduzida com o aumento da intensidade de pastejo. Além disso, a massa de forragem na pastagem é o produto da densidade populacional de perfilhos e da massa por perfilho, sendo que o aumento da massa de forragem pode ser obtido pelo incremento, tanto da densidade como da massa de perfilhos, ou de ambos (Hirata e Pakidim, 2002).

Assim, se torna importante o entendimento das dinâmicas de perfilhamento para o crescimento e ocupação de espaço, tanto sua resposta ao pastejo, suas intensidades e métodos, e as suas respostas no fim de ciclo para a produção de perfilhos reprodutivos, produzindo sementes para um posterior restabelecimento da forrageira por ressemeadura natural.

Perfilhos de gramíneas em comunidades de plantas herbáceas

O perfilho é a unidade vegetativa básica de crescimento das gramíneas (Hodgson, 1990), sendo formado por uma sucessão de fitômeros. O fitômero é composto pelo colmo, nó, entrenó, bainha, lígula e lâmina (Briske, 1991). Cada fitômero está associado com órgãos em diferentes estádios de seu próprio ciclo de vida, razão pela qual cada perfilho pode ser considerado como uma cadeia coordenada de fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento (Matthew, 2001).

Pastos de gramíneas são constituídos de uma agregação de perfilhos (Korte, 1986). O perfilhamento é uma estratégia de perenização e ocupação espacial que as gramíneas forrageiras desenvolveram durante seu processo evolutivo na presença de herbívoros, como forma de assegurar a sobrevivência e a sua persistência, sendo influenciado por diversos fatores de ambiente e manejo (Caminha, 2009).

Este agrega e sustenta todos os demais órgãos que, em última análise, constituem as formas de crescimento das plantas forrageiras, sejam estas as folhas completamente expandidas e fotossinteticamente ativas, folhas em expansão que ainda não atingiram sua capacidade fotossintética total, folhas que ainda não emergiram, meristema apical e gemas axilares (Rodrigues e Rodrigues, 1987).

Chapman e Lemaire (1993) mostraram que as plantas forrageiras não crescem como indivíduos isolados, mas sim como membros de uma população, sendo necessário o entendimento das interações competitivas bem como das respostas dessas populações ao pastejo. Os perfilhos são divididos em dois tipos: os provenientes das sementes e os originários dos perfilhos-pais ou principais e os perfilhos provenientes dos perfilhos principais perfilhos primários, secundários e assim sucessivamente (Langer, 1963). Diversos são os fatores que controlam o perfilhamento, como o genótipo (Langer, 1963), controle hormonal, principalmente através das auxinas (Phillips, 1972), fatores ambientais como a temperatura, luz, suprimento de água e nutrição mineral (Langer, 1979).

O perfilhamento é fortemente influenciado pela qualidade da luz que chega à base do dossel, principalmente ao comprimento de onda vermelho:vermelho distante. Casal *et al.* (1985) verificou uma forte redução no perfilhamento com a redução da incidência da luz vermelho:vermelho distante incidente no dossel. A luz azul tem influências morfofisiológicas e a sua baixa incidência na planta provoca o aumento na

espaço de folha da bainha (Gautier e Vartlet-Grancher, 1986). Em pastos mantidos em alturas maiores, há a redução da incidência de luz vermelho:vermelho distante e da luz azul na base do dossel refletindo nas mudanças na estrutura do dossel.

A intensidade luminosa parece ser o fator mais limitante na dinâmica do perfilhamento em gramíneas, pois muitas espécies têm sido examinadas e, sem exceção, as maiores intensidades luminosas favorecem o perfilhamento (Langer, 1979), ou seja, está extremamente ligado com o índice de área foliar (IAF) da pastagem. Este é composto pelo produto de três características na pastagem: densidade populacional de perfilhos; número de folhas vivas por perfilho; área foliar (Matthew, 2000).

O aparecimento e morte de perfilhos é altamente dependente do tipo de desfolhação a que o pasto é submetido. Este, por sua vez, determina a evolução do IAF, fator chave na morte e aparecimento de perfilhos (Sbrissia e Da Silva, 2001). Segundo Matthew (2000), em pastos manejados em pastoreio rotativo a população de perfilhos tende a ser mais estável. Quando manejados com alturas mais elevadas, o número de perfilhos tende a ser menor, porém com perfilhos mais pesados; por outro lado, quando manejados em alturas mais baixas, esta é composta por uma maior quantidade de perfilhos, porém, mais leves. Em pastoreio rotativo, logo após a saída dos animais a população tende a ser reduzida, no início do crescimento do pasto a população de perfilhos aumenta, com perfilhos pequenos e leves, conforme o pasto cresce e ganha altura a população acumula massa e o número de perfilhos diminui. Em pastos manejados em sistemas de lotação contínua, a densidade populacional de perfilhos é determinada principalmente pelo IAF no qual o pasto é mantido. Em situações nas quais as desfolhações são mais severas, o IAF é baixo e a densidade populacional de perfilhos é elevada, da mesma forma, quando as desfolhações são menos intensas, o IAF se eleva, a competição por luz aumenta e a densidade populacional de perfilhos é reduzida (Caminha, 2009). Hodgson (1990) inferiu que pastos manejados sob pastoreio rotativo geralmente têm uma população menor de perfilhos do que pastos manejados sob pastoreio contínuo, porém com eficiências semelhantes, isto porque a população de perfilhos tende a ajustar o tamanho dos perfilhos no final de uma fase de crescimento.

A resposta de diminuição da densidade e o aumento da massa de indivíduos é conhecida como a compensação tamanho/densidade ou lei do autodesbaste, primeiramente descrito por Yoda *et al.* (1963). Em forrageiras, este mesmo comportamento foi descrito por diversos autores (Langer, 1963; Birchan e Hodgson, 1983; Davies, 1988; Chapman e Lemaire, 1993; Matthew, 1995; Hernández Garay,

1999, Sbrissia *et al.*, 2001, Sbrissia e Da Silva, 2008). Durante o crescimento, a planta segue um coeficiente angular de $-3/2$, reduzindo a densidade populacional e aumentando a massa por perfilho (Shakville-Hamilton *et al.*, 1995). Quando estas crescem acompanhando este ângulo, o IAF é aproximadamente constante (Mohler *et al.*, 1978).

Outro fator importante a ser considerado que tem influência direta na dinâmica populacional de perfilhos é o estágio fenológico no qual a gramínea se encontra. Quando as gramíneas iniciam o estágio reprodutivo, o perfilhamento é reduzido pela redução no desenvolvimento de gemas (Langer, 1975) devido ao investimento dos carboidratos produzidos na planta serem destinados ao desenvolvimento da estrutura e dos órgãos reprodutivos (Casal *et al.*, 1985).

Em condições de ambiente ideal (água, luz e nutrientes), o nitrogênio é o nutriente que dita o ritmo de crescimento das plantas, aumentando a velocidade dos ciclos de renovação de tecidos (folhas e perfilhos) e, como consequência, aumentando a produção de forragem (Corsi, 1986). Além disso, o nitrogênio promove a ativação de gemas dormentes, potencializa a ocupação de espaços e acelera os processos de aparecimento e morte de perfilhos (Garcez Neto *et al.*, 2002; Martuscello *et al.*, 2006). Maior aparecimento e morte geram maior renovação de perfilhos, o que favorece uma densidade populacional, com maior proporção de perfilhos jovens no pasto, condição favorável a aumentos em produtividade desde que a estabilidade da população de perfilhos não seja comprometida (Caminha *et al.*, 2010).

A sobrevivência de um determinado indivíduo em uma comunidade de plantas é extremamente dependente da sua capacidade em perceber as alterações ambientais (qualidade da luz, disponibilidade de nutriente e água) antecipadamente aos seus vizinhos e posteriormente responder com alterações morfofisiológicas e ocupando espaços. Isto possibilitará uma maior taxa fotossintética, maior crescimento radicular, explorando o solo e absorvendo mais nutrientes, aumentando a taxa de expansão de folhas, limitando ainda mais a luz incidente em seus vizinhos e aumentando sua taxa fotossintética (Lemaire, 2001). O controle desta competição entre plantas ou perfilhos da mesma espécie pode ser uma importante ferramenta de manejo de pastagens (Hodgson, 1990).

Dentre os diversos fatores citados acima, acredita-se que o perfilhamento do azevém anual possa ser influenciado em sistemas integrados não somente pelas frequências e intensidades de desfolha do pasto. No caso específico do azevém anual, como este é provido de ressemeadura natural, acredita-se que desde o estabelecimento a

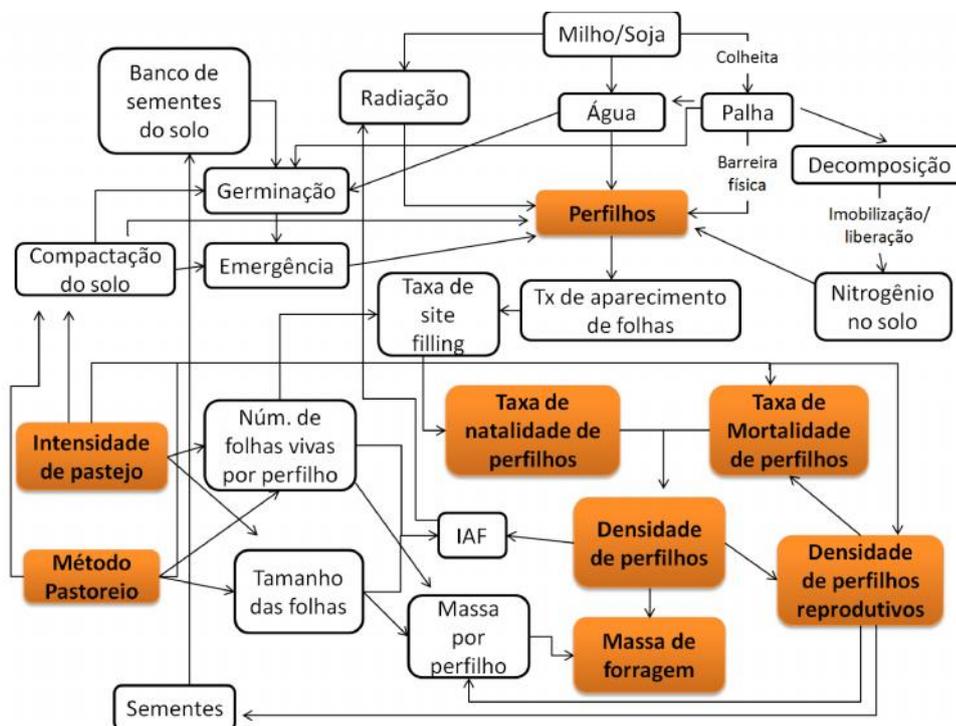
dinâmica populacional do perfilhamento e a densidade de perfilhos podem ser influenciados pela cultura semeada no verão/outono. As plantas de azevém anual iniciam sua emergência antes mesmo da colheita das culturas de verão, portanto as culturas de cereais que favoreçam o desenvolvimento de perfilhos podem resultar em uma pastagem formada mais precocemente resultando em um período maior de pastejo e consequentemente em uma maior utilização do recurso forrageiro.

Briske *et al.* (2008), em revisão a diversos trabalhos, não encontrou diferença na produção de massa de forragem entre os métodos de pastoreio rotativo e contínuo. Barbosa *et al.* (2007) encontrou esta mesma resposta. Isto pode ser atribuído às respostas de compensação e adaptação do perfilhamento ao manejo imposto.

O azevém anual, por ser uma planta que depende da produção de sementes produzidas para a manutenção do banco de sementes e posterior estabelecimento, métodos de pastoreio e intensidades de pastejo que favoreçam o desenvolvimento de perfilhos reprodutivos para a manutenção deste banco, é de extrema importância. Barhlomew *et al.* (2009) inferiu que os perfilhos reprodutivos em azevém anual em pastoreio contínuo são formados pelos mosaicos exclusão ao pastejo proveniente da seleção dos animais. Em pastoreio rotativo, estas áreas de exclusão ao pastejo também ocorrem, podendo os perfilhos reprodutivos serem originários destas áreas. Durante o tempo de crescimento do pasto, excluído do pastejo, esta diferenciação reprodutiva pode ocorrer. Em maiores intensidades de pastejo, os mosaicos de exclusão são menores, resultado da menor seleção imposta pelos animais na pastagem, consequentemente a produção de sementes pode ser menor, caso esta seja insuficiente para a manutenção do banco de sementes do solo, o restabelecimento no ano seguinte poderá ser comprometido.

Diversos estudos foram feitos com relação à ecofisiologia de pastos de azevém anual. No entanto, estudos para avaliar o perfilhamento de pastos de azevém anual que se encontram em pleno crescimento por ressemeadura natural, nos espaços das entrelinhas e das linhas parcialmente sombreados de culturas de soja e milho em final de ciclo, durante o pastejo dos animais e submetidos a métodos de pastoreio e a intensidades de pastejo, não se encontram disponíveis. O objetivo deste trabalho é avaliar, visando entender, como a planta se comporta para ter um eficiente estabelecimento nestas áreas e suas respostas nos diferentes manejos impostos e a sua posterior formação de perfilhos reprodutivos se faz necessário. Para um melhor entendimento da hipótese deste trabalho, a Figura 1 apresenta o modelo conceitual do

perfilhamento do azevém anual em sistemas integrados, do estabelecimento por ressemeadura natural posterior às culturas de verão e outono, soja e milho, e posterior pastejo em dois métodos de pastoreio, rotativo e contínuo, e duas intensidades de pastejo, baixa e moderada, ilustrando todos os fatores que podem influenciar o perfilhamento do azevém anual em sistemas integrados.



*Quadros em coloração laranja: parâmetros avaliados no experimento e quadros em branco: parâmetros não avaliados no experimento.

Figura 1. Modelo conceitual do perfilhamento de azevém anual em ressemeadura natural subsequente às culturas de soja e milho e a métodos de pastoreio e a intensidades de pastejo.

Literatura citada

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. *et al.* Benefícios da integração lavoura-pecuária à fertilidade do solo em sistema plantio direto. 2011 (dados não publicados).

BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; CAUDURO, G. F. *et al.* Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1.953-1.960, 2007.

BARTHOLOMEW, P. W.; WILLIAMS, R. D. Establishment of Italian Ryegrass (*Lolium Multiflorum* Lam.) by Self-Seeding as Affected by Cutting Date and Degree of Herbage Removal in Spring in Pastures of the Southern Great Plains of the United States. **Grass and Forage Science**, v. 64, p. 177-186, 2009.

BEEVERS, L.; COOPER, J. P. Influence of Temperature on Growth and Metabolism of Ryegrass Seedlings Growth and Yield Components. **Crop Science**, v. 4, n. 2, p. 139-143, 1964.

BIRCHAM, J. S., HODGSON, J. 1983. The Influence of Sward Condition on Rates of Herbage Growth and Senescence in Mixed Sward Under Continuous Stocking Management. *Grass and Forage Sci.*, 38(4):323-331.

BRISKE, D.D. Developmental Morphology and Physiology of Grasses. In HEITSCHIMEDT, R.K.; STUTH, J.W. (Ed.). **Grazing Management: an Ecological Perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 85-108.

BRISKE, D. D.; DERNER, J. D.; BROWN, J. R. *et al.* Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. **Rangeland Ecology and Management**, v. 61, p. 3-17, 2008.

CAMINHA, F. O. **Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandú submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes**. 2009. 82. Dissertação (Mestre em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CAMINHA, F. O.; DA SILVA, S. C.; PAIVA, A. J. *et al.* Estabilidade da população de perfilhos em capim marandú sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 213-220, 2010.

CANTO, M. W.; MOOJEN, E. L.; CARVALHO, P. C. F. *et al.* Produção de forragem em uma pastagem de azevém (*Lolium multiflorum*) + trevo branco (*Trifolium repens* L.) submetida a diferentes níveis de resíduos de matéria seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 231-237, 1998.

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. *et al.* O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL, Carlos Santos; DA SILVA, Jamir Luís Silva; RODRIGUES, Norma Centeno (orgs.) **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**. Canoas-RS: Editora da ULBRA, 2005, p. 7-44.

CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; MORAES, A.; FONTANELLI, R. S. *et al.* Manejo de animais em pastejo em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: MOARES, A. *et al.* International Symposium on International Crop-Livestock Systems, Curitiba, 2007, **Proceedings...** CD-ROM

CARVALHO, P. C. F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A. *et al.* Managing Grazing Animals to Achieve Nutrient Cycling and Soil Improvement in No-Till Integrated Systems. **Nutr Cycl Agroecosyst**, v. 88, p. 259-273, 2009.

CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A. SÁNCHEZ, R. A. Variations in Tiller Dynamics and Morphology in *Lolium Multiflorum* Lam. Vegetative and Reproductive Plants Affected by Differences in Red/Red Far-Red Irradiation. **Annals of Botany**, v. 56, p. 553-559, 1985.

CASSOL, L. C. Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003, 143 p. (Tese de Doutorado).

CHAPMAN, D. F. LEMAIRE, G. Morphogenetic and Structural Determinants of Plant Regrowth After Defoliation. **Proceedings of the XVII International Grassland Congress, Palmerston North and Rockhampton**, p. 95-104, 1993.

COOK, S. J. Establishing Pasture in Existing Swards: a Review. **Tropical Grassland**. V. 14, n. 3, p. 181-187, 1980.

CORSI, M. Pastagem de alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1986. p. 499-512.

EVERS G.; NELSON L. R. Grazing Termination Date Influence on Annual Ryegrass Seed Production and Reseeding in The South-Eastern USA. **Crop Science**, 40, 1.724-1.728, 2000.

FLOSS, E. L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* sp) e azevém (*Lolium* sp). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ,

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; REGAZZI, A. J.; FONSECA, D. M. da; MOSQUIM, P. R.; GOBBI, K. F. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. mombaça sob diferentes níveis de adubação

nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 1.890-1.900, 2002.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C. Regulation of Leaf Growth by Blue Light. **Physiologia Plantarum**, v. 98, p. 424-430, 1986.

HANNAWAY, D. *et al.* **Annual Ryegrass (Lolium multiflorum Lam.)**. Oregon State University, PNW 501, 1999.

HIRATA, M.; PAKIDING, W. Dynamics in Tiller Weight and its Associação With Herbage Mass and Tiller Density in Bahia Grass (*Paspalum Notatum*) Pasture Under Grazing. **Tropical Grazing**. v. 36, p. 24-32, 2002.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science Into Practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 203 p., 1990.

HOLLAND, J. M. The Environmental Consequences of Adopting Conservation Tillage in Europe: Reviewing the Evidence. **Agric Ecosyst Environ**, v. 103, p. 1–25, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro, p. 1-146, 2006.

KEULEN, H.; SCHIERE, H. Crop-Livestock Systems: Old Wine in New Bottles In: FISCHER, T. *et al.* (eds.) **New Directions For a Diverse Planet. Proceedings of the IV International Cropscience Congress**, Australia, 2004. CD ROM.

KORTE, C. J. Tillering in “Grassland Nui” Perennial Ryegrass Sward. 2. Seasonal Pattern of Tillering and Age of Flowering Tillers With Two Mowing Frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 29, p. 629-638, 1986.

LANGER, R. H. M. Tillering in Herbage Grass: a Review. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v. 33, p. 141-148, 1963.

LANGER, R. H. M. Tillering. In: LANGUER, R. H. M. (ed.) **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5. p. 19-25.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of Grasslands: Dynamic Aspects of Forage Plant Populations in Grazed Swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 29-37.

LEMAIRE, G.; BENOIT, M.; VERTE'S, F. Rechercher de nouvelles organisations à l'échelle d'un territoire pour concilier autonomie protéique et préservation de l'environnement. **Fourrag**, v. 175, p. 303–318, 2003.

LEMAIRE, G.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for Grassland Science: Managing Research Priorities. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 108, n. 1, p. 99-108, 2005.

LOPES, M. L. T.; CARVALHO, P. C. F.; IBANOR, A. *et al.* Sistemas de integração lavoura-pecuária: desempenho e qualidade da carcaça de novilhos superprecoces

terminados em pastagens de aveia e azevém manejadas sob diferentes alturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 178-184, jan-fev, 2008.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, suplemento especial, p. 1.033-1.046, 2009.

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

MATTHEW, C.; VAN LOO, E. N.; THOM, E. R.; DAWSON, L. A.; CARE, D. A. Understanding Shoot and Root Development. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: FEAQ, 2001.

MOHLER, C. L.; MARKS, P. L.; SPRUGEL, D. G. Stand Structure and Allometry of Threes During Self-Thinning of Pure Stands. **Journal of Ecology**, v. 66, p. 599-614, 1978. p. 231-268, 1988.

PHILLIPS, I. D. J. Growth Hormones in Shoot and Root Development. In: PHILLIPS, I. D. J. (ed.) **Introduction to the Biochemistry and Physiology of Plants Growth Hormones**. New York: McGraw-Hill, 1972. cap. 2, p. 45-72.

PRINE, G. M.; DUNAVIN, L. S.; MISLEVY, P. *et al.* Florida 80 Ryegrass. Circ. S291. Gainesville, FL, USA: Florida Agricultural Experiment Station, 1980.

PROBERT, R. J. The Role of Temperature in Seed Dormancy and Germination. In: FENNER, M. (ed.) **Seeds: the Ecology of Regeneration in Plant Communities**. 2. ed., Wallingford: CABI, 2000. p. 261-292.

RIEWE, M. E.; MONDART Jr., C. L. The Raygrasses. In: HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. **Forrages. The Science of Grassland Agriculture**. Iowa, 4. ed., p. 241, 1985.

RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Potafôs, 1987. cap. 12, p. 203-230.

SACKVILLE-HAMILTON, N. R.; MATTHEW C.; LEMAIRE G. Self-Thinning: a Reevaluation of Concepts and Status. **Annals of Botany**, v. 76, p. 569-577, 1995.

SALTON, J. C. Dinâmica do carbono em sistemas de integração lavoura-pecuária. In: MORAES, A. CARVALHO, P. C. F. *et al.* (eds.) **Proceedings of the International Symposium on Integrated Crop-Livestock Systems**. Curitiba, 2007.

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. *et al.* Gramíneas anuais de inverno. In: SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S. (eds.) **Forrageiras para integração lavoura-pecuária**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009.

SBISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **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. F.; DA SILVA, S. C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marnadú. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 21, p. 35-47, 2008.

SHANTZ, H. The Place of Grasslands in the Earth's Cover of vegetation. **Ecology**, v. 35, p. 142-145, 1954.

YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, K. Intraspecific Competition Among Higher Plants. XI. Self-Thinning in Overcrowded Pure Stands Under Cultivated and Natural Conditions. **Journal of Biology**, Osaka City University, v. 14, p. 107-129, 1963.

II – OBJETIVOS GERAIS

O objetivo desse estudo foi avaliar o perfilhamento do azevém anual proveniente de ressemeadura natural subsequente às culturas de milho e soja em seu estabelecimento e posteriormente submetidos a dois métodos de pastoreio e a duas intensidades de pastejo.

III – Estabelecimento de azevém anual por ressemeadura natural em sistema integrado de lavoura-pecuária

RESUMO - Os sistemas de integração lavoura-pecuária têm sido considerados como modelo de alta importância para a produção agrícola sustentável. A utilização das culturas de soja e de milho no período do verão e de pastos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) de modo subsequente no inverno, é muito difundida no Sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o estabelecimento de azevém anual por ressemeadura natural, ao final dos ciclos de maturação das culturas de soja e milho. Os pastos de azevém no período do inverno/primavera no ano precedente foram submetidos aos métodos de pastoreio contínuo e rotativo e a intensidades de pastejo moderada e baixa. Avaliaram-se a densidade de perfilhos, a massa de forragem e o padrão demográfico do perfilhamento, o índice de estabilidade do pasto e a compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos. Os resultados indicam que não existem diferenças entre os métodos de pastoreio para o re-estabelecimento do azevém, sendo que a intensidade de pastejo foi reduzida e prejudicada nas áreas precedentes com a cultura de milho. As áreas com soja no verão foram mais favoráveis para o estabelecimento do azevém. Em todos os tratamentos o azevém teve satisfatório estabelecimento.

Palavras-chave: Integração lavoura-pecuária, ressemeadura natural, azevém anual e estabelecimento da pastagem.

Establishment of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) by self-seeding in integrated crop-livestock systems

ABSTRACT - The integrated crop-livestock system has been a highly important model to sustain the agriculture production. Crop fields of soybean (*Glycine max* L. Merrill) or corn (*Zea mays* L.) established in the summer and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in the winter are widely employed in Southern Brazil. The aim of this experiment was to evaluate the establishment of Italian ryegrass by self-sowing after cropping soybean or corn. Swards of Italian ryegrass during winter-spring were subjected to rotational or continuous grazing by lambs at low or moderate intensity. Tiller density, forage mass, demographic patterns of tillering, stability index of the sward, and the size/density compensation of the tillers were evaluated in the present experiment. No difference between the grazing methods on the re-establishment of the Italian ryegrass was found, but the grazing intensity affected the plants where corn was the summer crop. In all the treatments the Italian ryegrass was well-established, and field areas cultivated with soybean favoured the grass establishment.

Index terms: Sward establishment, integrated system, agriculture, grass.

Introdução

A viabilização dos Sistemas Integrados de Lavoura-Pecuária (SILPs), como não poderia deixar de ser, requer conhecimento e tecnologia. Keulen & Schiere (2004) mencionam que as áreas empregadas de algum modo na produção integrada de lavouras e pastos atingem no mundo mais de 2,4 bilhões de hectares, onde são produzidos por volta de 50% da carne consumida. Os SILPs são reconhecidamente a mais importante alternativa para os tradicionais sistemas de produção agrícola, notadamente os especializados na produção de culturas de grãos (Anghinoni *et al.*, 2011, não publicado). Os SILPs são considerados atualmente como conservacionistas, são ambientalmente mais vantajosos e mais sustentáveis (Lemaire, 2005). O azevém anual é uma e talvez a mais importante das forrageiras de inverno que pode ser economicamente cultivada em SILP na Região Sul brasileira.

A ampla adaptação e utilização do azevém anual no Sul do Brasil se devem a seus atributos, como a alta produtividade de forragem, o elevado valor alimentício da forragem e a capacidade de renovação de perfilhos em pastos utilizados sob pastejo. Ressaltam-se também como características agrônomicas altamente desejáveis para o azevém, principalmente para o caso de SILP, a ressemeadura natural e a capacidade de crescimento de perfilhos nos espaços sombreados das culturas de soja e de milho que se encontra em final de ciclo. Tais atributos tornam mínimo o custo de implantação do pasto, permitem a persistência da espécie na área e a antecipação da utilização das pastagens pelos animais (Bartholomew e Williams, 2009). Hampton *et al.* (1999) destacam que em pastos o estabelecimento é o primeiro dos estádios da cultura que influenciam a produtividade de forragem.

Não havendo evidências experimentais, acredita-se que os métodos de pastoreio, contínuo e rotativo, não influenciam nos processos de germinação, ressemeadura natural

e de estabelecimento de pastos de azevém anual. Entretanto, sabe-se que em pastoreio contínuo os mosaicos de plantas encontrados em locais com baixa frequência e intensidade de desfolha pelos animais podem favorecer o desenvolvimento de perfilhos florescidos. Em pastos de azevém anual, os perfilhos que atingem o pleno florescimento e tornam-se capazes de produzir sementes mantêm elevado o estoque no banco de sementes no solo (Bartholomew e Williams, 2009). No pastoreio rotativo, se verificam também formações de mosaicos de plantas mais excluídas do pastejo, porém, normalmente, encontra-se em menor quantidade. Períodos de repouso em pastos de azevém usados sob pastejo, sobretudo quando realizados após a iniciação floral (diferenciação do meristema apical), favorecem o percentual de perfilhos florescidos que contribuem para o estoque de sementes no solo.

A intensidade do pastejo em pastos de azevém perene (*Lolium perenne* L.) influencia o percentual de perfilhos florescidos (Parsons & Chapman, 2000). Em pastos com o método de pastoreio contínuo e intensidade de pastejo alta, as áreas de mosaicos de exclusão do pastejo são mais reduzidas, conseqüentemente verifica-se menor percentual de perfilhos reprodutivos, podendo resultar em menor produção de sementes por área. No caso de pastos sob condições de pastoreio rotativo usados com a intensidade de pastejo alta, a formação dessas áreas é também reduzida, a desfolha mais intensa atrasa a recuperação da área foliar, reduzindo assim o desenvolvimento dos perfilhos e que podem ainda ser de novo desfolhados, antes da iniciação floral. Com relação aos efeitos de diferentes culturas anuais de grãos de verão sobre a dinâmica de perfilhamento em pastos de azevém anual, durante a fase de estabelecimento, com as culturas em seus estádios finais de maturação fisiológica, não foram encontrados na literatura trabalhos que suportam discussão.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o estabelecimento do azevém anual por ressemeadura natural, em um SILP, sob efeitos das culturas de soja e de milho, dos métodos de pastoreio contínuo e rotativo e das intensidades de pastejo moderada e baixa.

Material e métodos

O trabalho descrito neste artigo é parte de um protocolo experimental de um SILP iniciado em 2001. No período do verão/outono, as culturas eram semeadas em plantio direto e, no período do inverno/primavera, pasto de azevém anual, dessecado próximo ao final do seu ciclo. Na área experimental, a partir do outono de 2004, o estabelecimento do azevém deu-se por ressemeadura natural, sem a necessidade de semeadura mecânica. Os dados obtidos neste experimento, de 17/4 a 30/7/2010, referem-se ao período em que o azevém encontrava-se em fase de estabelecimento.

O trabalho foi conduzido na Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em Eldorado do Sul, RS, (latitude 30°05'22'' S e longitude 51°39'08'' W e altitude de 46 m). O terreno é levemente ondulado sem limitações para culturas anuais de soja e de milho. O clima da região é subtropical úmido "Cfa", segundo a classificação proposta por Köppen. Os dados meteorológicos foram registrados na Estação Meteorológica da Estação Experimental Agronômica localizada a aproximadamente 800 m da área experimental. O solo da área experimental é do tipo Argissolo Vermelho Distrófico Típico (Santos *et al.*, 2006) e apresenta 15,2% de argila. A amostragem de solo abrangeu a camada de solo entre zero a 20 cm de profundidade. Na análise de solo, verificaram-se as seguintes características químicas: pH em H₂O= 4,87; índice SMP= 5,82; P= 51,78 mg dm⁻³; K= 106,01 mg dm⁻³; MO=

1,99%; Al= 0,59 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Ca= 1,95 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; Mg= 0,95 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; capacidade de troca de cátions= 8,61 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e saturação por bases= 37,04%. Não houve aplicações de nitrogênio durante o período experimental.

O delineamento foi o de blocos casualizados e os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial (2x2x2), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram dos efeitos das intensidades de pastejo (moderada e baixa) e dos métodos de pastoreio (contínuo e rotativo) impostos na área experimental no ano precedente de 2009 e das culturas de soja e de milho (semeadas em áreas semelhantes previamente delimitadas), distribuídos em quatro repetições. As intensidades de pastejo nos pastos de azevém usados por ovinos foram definidas pelas ofertas de forragem de 2,5 (intensidade de pastejo moderada) e de cinco vezes (intensidade de pastejo baixa) o potencial de consumo de forragem dos animais, conforme descrito no NRC (1985). As áreas dos 16 piquetes de azevém no ano de 2009 variaram entre 0,23 há a 0,41 ha.

Os piquetes foram dessecados em 15/11/2009 utilizando-se dois L ha^{-1} de Glifosate. A semeadura das culturas de soja e de milho em 29/1/2010 foi em áreas com dimensões semelhantes. Em ambas as culturas avaliadas o espaçamento nas entrelinhas utilizado foi 43 cm e a adubação nas semeaduras foi de 400 kg ha^{-1} da fórmula 5-30-15. Na cultura de milho, quando se encontrava em estágio V6, foram aplicados 90 kg ha^{-1} de nitrogênio (ureia) em cobertura e, em pós-emergência, fez-se a aplicação de 1,5 l ha^{-1} de Nicosulfuron visando ao controle de plantas invasoras. Na cultura da soja, o controle de plantas invasoras foi feito em pós-emergência com a aplicação de 3,5 l ha^{-1} de Glifosato. A colheita nas culturas de soja (1º/6/2010) e de milho (16/6/2010) foi realizada com colhedora autopropelida.

As medições da altura do pasto utilizando-se o bastão graduado (*sward stick*) (Barthram, 1989) foram conduzidas em 150 locais em cada piquete (75 na metade

previamente semeada com milho e 75 na metade previamente semeada com soja). Nos piquetes, a aferição da altura do pasto foram em 1º/6, 12/6, 10/7 e em 27/7/2010.

A MF foi avaliada com o auxílio de moldura metálica com área de 0,5 x 0,5 m (0,25m²), realizando-se quatro amostragens nas áreas de cada piquete sob o efeito dos tratamentos impostos previamente, sendo duas na metade da área que foi semeada com soja e duas na outra metade da área que foi semeada com milho. Os locais amostrados de MF foram escolhidos considerando-se a condição média de MF presente na área do piquete. A área amostrada foi alocada de tal forma que as linhas da cultura de verão ficassem no meio da moldura metálica. As avaliações de MF foram feitas em 1º/6, 11/7 e em 28/7/2010.

Para as avaliações da Densidade Populacional de Perfilhos (DPP) e do padrão demográfico de perfilhamento, fez-se uso da metodologia descrita por Carvalho *et al.* (2000), que utiliza anéis (confeccionados de PVC) com 10 cm de diâmetro, dois cm de altura e área de 0,00785 m², fixados no solo com grampos de ferro. Os anéis foram alocados em áreas aleatórias, quatro nos piquetes com o pastoreio contínuo e seis com o pastoreio rotativo. Nos piquetes dos métodos de pastoreio, alocou-se a metade dos anéis nas áreas precedentemente semeadas com soja e com milho. O levantamento demográfico dos perfilhos foi baseado na identificação e na contagem dos perfilhos, para isto, em cada avaliação, foram utilizados anéis de canudos plásticos de uma determinada cor. Na primeira avaliação, os perfilhos no interior dos anéis foram todos identificados e marcados com canudo plástico de uma determinada cor. Na segunda avaliação, os perfilhos marcados na primeira avaliação foram identificados e logo a seguir eram contados (somente os perfilhos que se encontravam vivos). Os perfilhos aparecidos no intervalo das avaliações foram identificados com canudos plásticos de cor distinta da utilizada na avaliação precedente. A primeira geração de perfilhos

denominou-se G1, a segunda geração de perfilhos de G2, e assim sucessivamente. As marcações de perfilhos foram iniciadas quando as culturas de soja e de milho ainda se encontravam em fase final de maturação fisiológica. A DPP foi obtida pelo somatório de perfilhos vivos verificados nas avaliações.

A DPP e os percentuais de perfilhos aparecidos, de mortos e de florescidos foram calculados com as equações de Carvalho *et al.* (2000), descritas abaixo:

Densidade populacional de perfilhos = Número total de perfilhos existentes em todas as gerações marcadas ($1^a + 2^a + 3^a + 4^a + \dots + 8^a$ gerações) por unidade de área.

$$\text{Aparecimento} = \frac{\text{número de perfilhos novos (última geração marcada)}}{\text{número de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$$

$$\text{Mortalidade} = \frac{\text{n}^\circ \text{ total perf. marcados nas ger. ant.} - \text{total de perf. sobreviv. (última marc.)}}{\text{n}^\circ \text{ total de perfilhos marcados nas gerações anteriores}} \times 100$$

$$\text{Florescidos} = \frac{\text{número de perfilhos florescidos (última geração marcada)}}{\text{número de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$$

As taxas de aparecimento e de mortalidade de perfilhos foram estimadas por diagramas sazonais de estabilidade do pasto, utilizados em azevém perene (*Lolium perenne* L.) por Bahmani *et al.* (2003). O Índice de Estabilidade do Pasto (IEP) foi calculado com a equação:

$$Pf/Pi = TSP (1 + TAP), \text{ onde:}$$

Pf/Pi = IEP, expressado como a proporção da população de perfilhos final (Pf) e de perfilhos inicial (Pi) em um determinado período de avaliação;

TSP = taxa de sobrevivência de perfilhos;

TAP = taxa de aparecimento de perfilhos.

Os valores de DPP e de MF foram colocados na forma de \log_{10} , para a equivalência dos valores e para a composição de figuras de compensação massa/DPP. As linhas limítrofes das figuras foram traçadas de acordo com a equação de Sackville-Hamilton *et al.* (1995), descrita a seguir:

$\text{Log (MF)} = k - 3/2 \log (\text{DPP})$, onde:

K = nível de produtividade da cultura de acordo com o ambiente;

DPP = densidade populacional de perfilhos.

Para avaliar a compensação tamanho/densidade foi utilizada como base a teoria proposta por Yoda *et al.* (1963), que sugere que, em uma população de plantas, quando os indivíduos aumentam a sua em massa, a densidade populacional de indivíduos tende a se reduzir. Para a geração da linha limítrofe da cultura, foi feita com base na fórmula proposta por Sackville-Hamilton *et al.* (1995), que utiliza a seguinte fórmula: $\text{Log (MF)} = k - 3/2 \log (\text{DP})$, onde k é o nível de produtividade da cultura de acordo com o ambiente. Os valores de densidade de perfilhos e massa de forragem foram convertidos para valores de \log_{10} para a equivalência destes valores. Basicamente, o índice de estabilidade da população é baixo quando os valores são inferiores a um, sendo resultante do pouco nascimento em relação à sobrevivência de perfilhos, em um determinado período, significando a instabilidade na população de perfilhos no pasto.

Os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo por meio do procedimento Mixed do SAS v.9. A matriz de covariância foi definida através do critério de informação Akaike (AIC, Wolfinger, 1993). No modelo utilizado para analisar as variáveis dependentes, foram incluídos os efeitos fixos de método, intensidade e cultura, e os efeitos aleatórios de bloco, mês e as interações entre método, intensidade, cultura e mês. Quando detectadas diferenças, as médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Nos meses de abril, junho e julho, as chuvas foram acima da média histórica (Figura 1). Em junho e julho, foram quase que 100 mm a mais de chuvas do que o esperado. O mês de maio teve chuvas abaixo da média histórica. As temperaturas máximas, médias e mínimas mantiveram-se conforme a média histórica na região. A temperatura média durante o período experimental foi 15,3°C.

A DPP variou com a cultura de verão precedente e com a época de avaliação ($p < 0,001$) como apresentado na Tabela 1.

Inicialmente a DPP aumentou mediante o surgimento de plântulas e posteriormente pelo perfilhamento dos perfilhos. O aumento de perfilhos em pastos é influenciado pela taxa de aparecimento de folhas (Ryle, 1964; Silsbury, 1971). Nos dois primeiros meses de avaliação, os perfilhos eram pequenos e a DPP não apresentava diferenças entre as culturas de verão testadas. No período final, a área com a cultura da soja propiciou maior perfilhamento em relação à área com a cultura do milho.

Na Tabela 2, podem ser observados os resultados de DPP do azevém provindo de ressemeadura natural após os cultivos de soja e de milho sob o efeito das intensidades de pastejo impostas nos pastos de azevém do ano precedente, apresentando interação entre estas variáveis. Verificou-se que a DPP foi afetada ($p < 0,0019$) pela intensidade de pastejo somente nas áreas com a cultura do milho. Houve efeito da intensidade de pastejo moderada na DPP nas áreas semeadas precedentemente com as culturas de verão ($p < 0,0019$). Os métodos de pastoreio testados não alteraram ($p = 0,5386$) a média de DPP.

Segundo Matthew (1992), um dos fatores mais importantes para o aparecimento de perfilhos é o estímulo da luz na base do dossel. Culturas de soja e milho apresentam características muito diferentes em seu processo de maturação. Ao longe dos estádios R6, R7 e R8 ocorrem amarelecimento, queda total de suas folhas, mutuamente a perda

de umidade das sementes até atingir o ponto de colheita. A maturação fisiológica do milho ocorre no estágio R6, com o mesmo princípio das plantas de soja, porém, no milho a grande maioria das folhas senescem e continuam aderidas ao colmo da planta. O estágio R6 de ambas as culturas de verão foram identificados no início de maio. As plantas de soja apresentaram processo mais acelerado de maturação. A colheita foi 15 dias mais cedo. Assim, com a penetração da luz mais precoce nas áreas com soja no dossel da forrageira, possibilitou um o aparecimento de perfilhos maior do que nas áreas com milho.

A MF do azevém foi influenciada pelas culturas semeadas no verão ($p < 0,001$) (Tabela 3), ocorrendo interação entre a massa de forragem, cultura de verão/outono e no tempo. Na primeira avaliação, as MFs não diferiram. Nas avaliações que seguiram, houve efeito da cultura de verão sobre a MF. As áreas semeadas previamente com a cultura da soja apresentaram uma maior MF, se comparadas com as áreas cultivadas com milho.

Houve interação entre os métodos de pastoreio, as intensidades de pastejo, as culturas de verão/outono e de época de avaliação ($P < 0,005$) sobre a altura do pasto (Tabela 4). Observa-se que na avaliação do dia 1º/6, a altura do pasto foram próximas. Na avaliação de 12/6, a altura do pasto foi mais alta nas áreas previamente cultivadas com milho, em relação às áreas de soja. Todavia, à medida que o azevém avançou em seu estabelecimento, principalmente nas duas últimas épocas de avaliação, nas áreas cultivadas com soja com a intensidade de pastejo baixa o azevém apresentou maior crescimento. As áreas precedentemente utilizadas com o pastoreio rotativo de intensidade de pastejo moderada e cultivadas com milho apresentaram as menores alturas do pasto.

Autores como Evers & Nelson (2000), Young *et al.* (1996) e Bartholomew e Williams (2009) observaram que cortes tardios na primavera, em pastos de azevém, podem diminuir a produção de sementes por área devido à decapitação de perfilhos reprodutivos. Nestas circunstâncias, o fornecimento de sementes pela ressemeadura natural pode ser alcançado de uma forma mais eficaz por meio da manipulação do manejo com o objetivo de aumentar a população de perfilhos reprodutivos ao invés da remoção completa do gado por uma data crítica (Bartholomew e Williams, 2009), deixando claro que pastejos mais intensos podem afetar a produção de sementes e o posterior re-estabelecimento da pastagem. Nas áreas cultivadas com soja, a densidade média dos perfilhos durante todo o período experimental foi semelhante, independentemente da intensidade de pastejo utilizada, diferentemente das áreas cultivadas com milho, onde se observa uma menor DPP nas áreas de maior intensidade de pastejo (Tabela 2). Mesmo com uma DPP menor nas primeiras avaliações, a intensidade de pastejo moderada, na soja, proporcionado por uma menor emergência de plântulas, com a maior incidência de luz no dossel da forragem à medida que se intensificou a queda de folhas da soja, houve uma compensação na formação de perfilhos, resultando em uma média semelhante na DPP. Nas áreas de milho, não houve esta compensação. O sombreamento ocorreu em um período muito maior, com comprometimento na DPP pós-colheita. Comparando a DPP entre as culturas de milho e soja, não houve diferença nas intensidades baixas de pastejo. Comparando estas informações com os dados de altura (Tabela 4), observa-se que muitas vezes as alturas das áreas de soja e milho foram semelhantes, porém com densidades bem distintas.

O sombreamento conduz a uma resposta muito complexa na planta para vários sinais intimamente inter-relacionados, todos resultantes do processo de extinção de luz de dentro do dossel da planta: a redução da densidade do fluxo fotossintético de fótons

que reduz o suprimento de carbono das plantas (efeito trófico), alteração da qualidade da luz percebida pela planta por meio da redução da radiação vermelho:vermelho distante e a redução da radiação azul (efeitos morfogenéticos) (Lemaire, 2001). Gautier & Vartlet-Grancher (1996) demonstraram que uma redução na luz azul no mesmo nível de densidade do fluxo de fóton fotossintético tem efeito no tamanho da lâmina e na bainha das folhas de azevém perene (*Lolium perene*) e de festuca (*Festuca arundinacea*) com um aumento na taxa de alongação de folhas e/ou um aumento na duração do período. O perfilhamento de azevém perene é menor com a diminuição da taxa de luz vermelho:vermelho distante dentro do dossel (Deregibus, 1983; Cassal, 1985). Isto se deve à redução de assimilados para a formação de perfilhos, sendo revertida para o colmo principal (Almeida & Mundstock, 2001). Claramente, os perfilhos de azevém anual, após a cultura de milho, aumentam de altura buscando a luz com pouco incremento em densidade, antes da colheita do milho. Posteriormente à colheita, verifica-se redução na altura, e com o passar dos meses os pastos elevam a altura concomitantemente com uma maior DPP. Na soja, houve pequena redução na altura após a colheita.

A compensação tamanho/DPP nos tratamentos é caracterizada na Figura 2. Independentemente do método de pastoreio e da intensidade de pastejo, notou-se que a DPP, após a cultura da soja, aumentou mais rapidamente que na cultura de milho. Na última avaliação, nas áreas de soja, os perfilhos apresentaram leve tendência de ganho de massa, diferentemente das áreas com a cultura de milho, onde se constatou aumento na DPP. Corroborando com estes resultados, a Tabela 5 ilustra a diferença entre os valores de relação tamanho/DDP e a linha limítrofe do ambiente, em que em áreas com soja há uma diminuição mais acentuada nos valores conforme se procederam as

avaliações, indicando que o perfilhamento foi mais favorecido nestas áreas do que nas áreas provenientes de milho.

Os dados de padrão do perfilhamento estão na Figura 5. O padrão de perfilhamento inicial foi praticamente igual nas áreas amostradas. Entretanto, nas áreas cultivadas com milho nas segundas e terceiras marcações, a população atingiu o platô, com máximos valores de DPP. Na avaliação seguinte, verificou-se uma redução e, a seguir, houve nova elevação no número de perfilhos por unidade de área. Nas áreas da cultura de soja, esse platô não foi observado. A DPP continuou o seu aumento à medida que o estabelecimento avançava, independentemente do tratamento.

Analisando o padrão da dinâmica populacional de perfilhos, ficou nítido o efeito da luz, no qual houve um incremento no número de perfilhos marcados na primeira geração em ambos os tratamentos. Posteriormente, o número maior de perfilhos nascidos a cada geração foi maior nas áreas cultivadas com soja, tendo um aumento na densidade quase que linear até a marcação da sexta geração. Em contrapartida, no milho houve um platô por volta da segunda e terceira gerações, posteriormente uma queda e uma retomada no nascimento de perfilhos após a sua colheita. Com o acesso do dossel à luz, a população voltou a aumentar.

Este efeito do sombreamento no controle de outras plantas é muito estudado no controle de plantas daninhas. A competição por luz é um dos fatores de maior efeito das plantas daninhas sobre o desenvolvimento das culturas (Caton *et al.*, 1997). Segundo Pitelli & Durigan (1984), o Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI) é aquele em que, a partir da emergência da cultura, as plantas daninhas devem ser controladas para que a cultura possa manifestar todo seu potencial de produtividade. O intervalo compreendido entre esses dois períodos é o Período Crítico para Prevenção da Interferência (PCPI). Após o PTPI, as plantas cultivadas podem conviver com as plantas

daninhas sem redução na sua produtividade, isto porque a cultura já está estabelecida e com grande quantidade de área foliar, sombreando e dificultando o crescimento e estabelecimento das plantas daninhas. As plantas de azevém anual são consideradas plantas daninhas no cultivo do trigo e tem grande interferência nas baixas produtividades do cereal (Agostinetto *et al.*, 2008). Este mesmo autor, avaliando a competição de diversas plantas daninhas com trigo, verificou que quando a cultivar de trigo tem uma alta habilidade competitiva, prejudicando o acesso das plantas de azevém à luz, a presença da invasora é drasticamente reduzida não interferindo na produtividade do cereal.

Os resultados do padrão demográfico do perfilhamento corroboram com os IEPs na população de perfilhos de azevém anual (Figura 6).

Observa-se que na primeira avaliação em abril, os valores de IEP, independente do tratamento, se encontravam acima de um. Nas avaliações iniciais, os perfilhos provenientes de áreas com milho apresentaram redução em sua população, mantendo-se abaixo de um. Contrariamente neste mesmo período, os perfilhos em áreas com soja se mantiveram acima ou próximos de um, indicando estabilidade na população. Nas avaliações posteriores, em ambas as áreas, pós soja ou pós milho, a população se manteve próximo ao índice um.

A MF é produto da DDP e da massa de perfilhos, sendo que o aumento da massa de forragem pode ser atribuída pelo aumento na densidade de perfilhos ou um aumento na massa dos perfilhos (Hirata & Pakiding, 2002). De acordo com Sackville-Hamilton *et al.* (1995), uma linha com inclinação de $-3/2$ poderia ser, teoricamente, expressa quando o índice de área foliar e a relação área foliar do perfilho:taxa do seu volume são mantidos constantes. Os perfilhos de azevém anual começaram a competir mais cedo nas áreas ocupadas por soja. Na soja, os perfilhos aumentaram a sua densidade e a

massa individual nas duas primeiras avaliações, sendo que na última o ganho foi praticamente de massa, indicando um limite (teto) para a quantidade de indivíduos por área. Nas áreas do milho, os três pontos mostraram que o incremento em massa e em densidade foi mais modesto, não alcançando ainda o máximo de perfilhos que o ambiente suporta

Com o aumento do número de indivíduos na pastagem, aumenta o índice de área foliar e a interceptação luminosa pelo dossel, resultando em uma redução na quantidade e na qualidade da radiação que atinge a base da planta, reduzindo o desenvolvimento das gemas que originam novos perfilhos (Matthew, 1992). Com a escassez da radiação fotossinteticamente ativa, ocorre também a redução da assimilação de carbono (Lemaire, 2005). Primeiramente, essa escassez de carbono pode levar à mortalidade de perfilhos mais jovens emergentes. Enquanto isso, há uma rápida alongação das folhas e colmos dos perfilhos, até que o suprimento de carbono para o crescimento das raízes e a aquisição de nutrientes se torna insuficiente, então a planta morre (Yang *et al.*, 1963; Sackville-Hamilton *et al.*, 1995). O que determina a sobrevivência de um determinado perfilho ou planta é a sensibilidade de percepção da presença das plantas vizinhas e da eficiência da resposta morfogênética aos sinais (redução da radiação vermelho:vermelho distante e da radiação azul), desempenhando um papel importante na sobrevivência do indivíduo (Lemaire e Millard, 1999).

Houve influência das culturas de verão no IEP, porém não houve influência dos métodos de pastoreio e intensidade de pastejo dos anos anteriores no balanço entre nascimento e mortalidade de perfilhos. Nas áreas ocupadas por milho, a segunda marcação obteve valores muito acima de 1, posteriormente na quarta marcação houve uma queda, valores entre 0,8 e 0,9, indicando a grande mortalidade de perfilhos em relação aos nascimentos neste período, e uma certa instabilidade. Nas marcações

seguintes, a taxa de natalidade foi igual ou maior que 1, indicando que a população de perfilhos remanescentes foi capaz de tornar a população estável. Nas áreas ocupadas por soja, até a marcação de 10/7/2010, todas as marcações anteriores identificaram elevada taxa de aparecimento, em relação à taxa de mortalidade. Isto indica também a condição mais favorável do ambiente.

Conclusões

1. Não há influência do método de pastoreio utilizado em anos anteriores no estabelecimento da pastagem de azevém anual provinda de ressemeadura natural.

2. A intensidade de pastejo moderada retarda o estabelecimento do azevém anual em ressemeadura natural.

3. As áreas ocupadas por soja no verão são mais favoráveis para o estabelecimento da forrageira do que áreas semeadas por milho.

4. Independente da cultura de verão soja ou milho, ambas possibilitaram um satisfatório estabelecimento da pastagem.

Referências

- AGOSTINETTO, D.; RIGOLI, R. P.; SCHAEGLER, C. E.; TIRONI, S. P.; SANTOS, L. S. Período crítico de competição de plantas daninhas com a cultura do trigo. **Planta daninha**, v. 26, n. 2, p. 271-278, 2008.
- ALMEIDA, L. A.; MUNDSTOCK, C. M. A qualidade da luz afeta o afilamento em plantas de trigo, quando cultivadas sob competição. **Ciência Rural**, v. 31, n. 3, p. 401-408, 2001.
- ALVIM, M. J.; MOZZER, O. L. Efeitos da época de plantio e da idade do azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sobre a produção de forragem e o teor de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 13, n. 4, p. 535-541, jul./ago., 1984.
- ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A.; SOUZA, E. D.; CONTE, O.; LANG, C. R. *et al.* Benefícios da integração lavoura-pecuária à fertilidade do solo em sistema plantio direto, 2011 (dados não publicados).
- BAHMANI, I., THOM, E. R., MATTHEW, C., HOOPER, R. J., LEMAIRE, G. Tiller Dynamics of Perennial Ryegrass Cultivars Derived from Different New Zealand Ecotypes: Effects of Cultivar, Season, Nitrogen Fertiliser and Irrigation. **Australian Journal of Agriculture Research**, v. 54, p. 803–817, 2003.
- BARTHOLOMEW, P. W.; WILLIAMS, R. D. Establishment of Italian Ryegrass (*Lolium Multiflorum* Lam.) by Self-Seeding as Affected by Cutting Date and Degree of Herbage Removal in Spring in Pastures of the Southern Great Plains of the United States. **Grass and Forage Science**, v. 64, p. 177-186, 2009.
- BARTHURAM, G. T. Experimental Techniques – the HFRO Sward Stick. **Biennial Report of the Hill Farming Research Organisation 1984 – 85**(ed. M. M. Alcock). Hill Farming Research Organisation, Penicuik, Midlothian, UK, p. 29–30, 1986.

CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A. SÁNCHEZ, R. A. Variations in Tiller Dynamics and Morphology in *Lolium Multiflorum* Lam. Vegetative and Reproductive Plants as Affected by Differences in Red/Red Far-Red Irradiation. **Annals of Botany**, v. 56, p. 553-559, 1985.

CATON, B. P.; FOIN, T. C.; HILL, J. E. Mechanisms of Competition for Light Between Rice (*Oryza sativa*) and Redstem (*Ammannia* spp.). **Weed Science**, v. 45, p. 269-275, 1997.

CHAPMAN, D. F. and LEMAIRE, G. (1993) Morphogenetic and Structural Determinants of Plant Regrowth After Defoliation. **Proceedings of the XVII International Grasslands Congress, Palmerston North and Rockhampton**, 1993. p. 95–104.

ENTZ, M. H.; BELLOTTI, W. D.; POWELL, J. M. Evolution of Integrated Crop-Livestock Production Systems. In: MCGILLOWAY, D. A. *et al.* (ed.) **Grassland: A Global Resource**. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, p. 137–148, 2003.

EVERS G.; NELSON, L. R. Grazing Termination Date Influence on Annual Ryegrass Seed Production and Reseeding in the South-Eastern USA. **Crop Science**, 40, p. 1.724–1.728, 2000.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER C. Regulation of Leaf Growth by Blue Light. **Physiologia Plantarum**, v. 98, p. 424-430, 1986.

HAMPTON, J. G.; KEMP, P. D.; WHITE, J. G. H. Pasture Establishment. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (eds.) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Auckland, Oxford University Press, p. 101–115, 1999.

HANNAWAY, D.; FRANSEN, J.; CROPPER, M.; TEEL, M.; CHANEY, T.; GRIGGS, R.; HALSE, J.; HART, P.; CHEEKE, D.; KLINGER, R.; LANE, W. **Annual**

Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). Oregon State University, PNW 501, p. 1-19, 1999.

HESTER, A. J.; MITCHELL, F. J. G.; KIRBY, K. J. Effects of Season and Intensity of Sheep Grazing on Tree Regeneration in a British Upland Woodland. **Forest Ecology and Management**, v. 88, p. 99-106, 1996.

HIRATA, M.; PAKIDING, W. Dynamics in Tiller Weight and its Associação With Herbage Mass and Tiller Density in Bahia Grass (*Paspalum Notatum*) Pasture Under Grazing. **Tropical Grazing**. v. 36, p. 24-32, 2002.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science Into Practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 203 p., 1990.

KEULEN, H.; SCHIERE, H. Crop-Livestock Systems: Old Wine in New Bottles In: FISCHER, T. *et al.* (eds.) New Directions for a Diverse Planet. **Proceedings of the IV International CropScience Congress**, Austrália, 2004. CD ROM.

LANGER, R. H. M. Tillering. In: LANGER, R. H. M. (ed.) **How Grasses Grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5., p. 19-25.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of Grasslands: Dynamic Aspects of Forage Plant Populations in Grazed Swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 29-37.

LEMAIRE, G.; MILLARD, P. An Ecophysiological Approach to Modelling Resource Fluxes in Competing Plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 50, p. 15-28, 1999.

LEMAIRE, G.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for Grassland Science: Managing Research Priorities. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 108, n. 1, p. 99-108, 2005.

MATTHEW, C. A Study of Seasonal Root and Tiller Dynamics in Sward of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.). Phd Thesis, Massey University.

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE HERBICIDAS E PLANTAS DANINHAS, 15, 1984, Belo Horizonte. **Resumos**. Belo Horizonte: SBHED, 1984. p. 37.

PRINE G. M.; DUNAVIN L. S.; MISLEVY P.; McVEIGH, K. J.; STANLEY, R. L. Florida 80 Ryegrass. Circ. S291. Gainesville, FL, USA: Florida Agricultural Experiment Station, 1980.

RYLE, G. J. A. The Influence of Date of Origin of the Shoot and Level of Nitrogen on Ear Size in Three Perennial Ryegrasses. **Annals of Applied Biology**, v. 53, p. 311-323, 1964.

SACKVILLE-HAMILTON, N. R.; MATTHEW C.; LEMAIRE G. Self-Thinning: a Reevaluation of Concepts and Status. **Annals of Botany**, v. 76, p. 569-577, 1995.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; MOLAN, L. K.; ANDRADE, F. M. E.; GONÇALVES, A. C.; LUPINACCI, A. V. Tillering Dynamics in Palissadegrass Sward Continuously Stocked by Cattle. **Plant Ecology**, v. 206, p. 349-359, 2010.

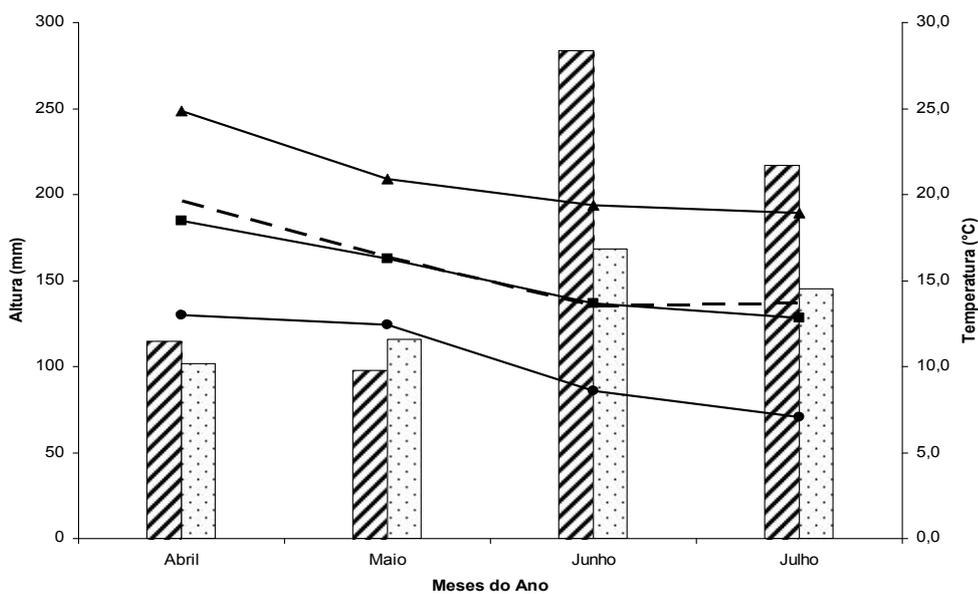
SILSBURY, J. H. The Effects of Temperature and Light Energy on Dry Weight and Leaf Area Changes in Seedling Plants of *Lolium perenne* L. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 22, p. 177-187, 1971.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. Statistical Analysis System User's Guide. Version 9.0. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2002.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA, G. B. Jr. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. *et al.* (eds.) **Integração lavoura-pecuária. Embrapa Arroz e Feijão**, Santo Antônio de Goiás, p. 144-170, 2003.

WOLFINGER, R. D. Covariance Structure Selection in General Mixed Models. **Commun. Stat. Simulat.**, v. 22, p. 1.079–1.106, 1993.

YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, K. Intraspecific Competition Among Higher Plants. XI. Self-Thinning in Overcrowded Pure Stands Under Cultivated and Natural Conditions. **Journal of Biology**, v. 14, p. 107–129, 1963.



*Barra com linhas inclinadas correspondem às médias de precipitação pluviométrica do ano de 2010 e barra pontilhada corresponde à média de precipitação pluviométrica de 1970 a 2000.

*Mínima (linha com triângulos), Média (linha com quadrados), Máxima (linha com losângulos) e Média de 1970 a 2000 (linha tracejada).

Figura 1. Média da precipitação pluviométrica do período experimental e histórica e das temperaturas mínima, média e máxima durante o período experimental e da temperatura média histórica.

Tabela 1. Densidade populacional de perfilhos de azevém anual por época de avaliação em ressemeadura natural em sistemas integrados após as culturas de milho e soja.

Cultura	Abril	Maio	Junho	Julho
Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m ⁻²)				
Milho	3865,5 Ba	6143,1 Aa	5318,6 ABb	6803,2 Ab
Soja	2835,4 Ca	5616,1 Ba	8799,4 Aa	9548,3 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Densidade populacional de perfilhos no estabelecimento de azevém anual provindos de ressemeadura natural em sistemas integrados após as culturas de milho e soja em diferentes intensidades de pastejo e métodos de pastoreio.

Cultura	Intensidade de pastejo	Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m ⁻²)
Milho	Baixa	6574,03A
Milho	Moderada	4491,18B
Soja	Baixa	6953,04A
Soja	Moderada	6446,56A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Massa de forragem do azevém anual de acordo com a época de avaliação.

Cultura de verão	Junho	Início de julho	Final de julho
Massa de forragem (kg de MS ha ⁻¹)			
Milho	460,0E	674,4D	853,75C
Soja	347,50E	1210,0B	1511,0A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

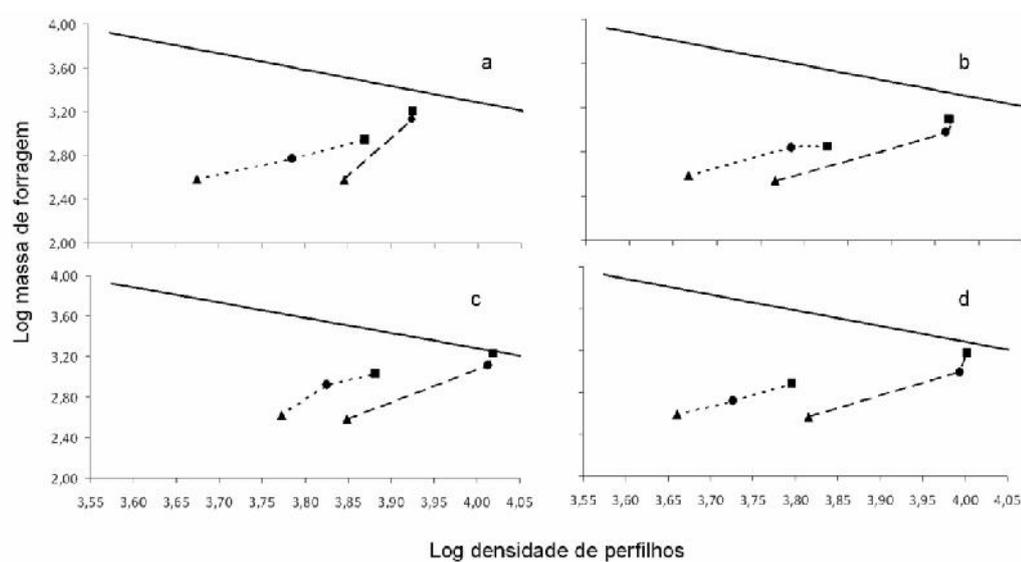
Tabela 4. Altura do pasto durante o estabelecimento de pastos azevém anual em ressemeadura natural em sistemas integrados, provenientes de diferentes métodos de pastoreio e intensidades de pastejo.

Método	Intensidade	Cultura	1º/6	12/6	10/7	27/7
Altura do pasto (cm)						
Contínuo	Baixa	Soja	15,45A	12,2 BC	20,7 A	23,2 A
Rotativo	Baixa	Soja	15,2 AB	11,7 CD	19,0 AB	19,6 A
Contínuo	Moderada	Soja	14,4 AB	9,2 D	14,9 C	17,7 BCD
Rotativo	Moderada	Soja	12,8 AB	9,4 CD	15,4 C	17,2 BC
Contínuo	Baixa	Milho	13,5 B	16,7 A	15,3 BC	16,2 BCD
Rotativo	Baixa	Milho	14,1 AB	17,3 A	17,9 C	15,3 CD
Contínuo	Moderada	Milho	14,1 AB	16,0 A	15,3 BC	16,8 BCD
Rotativo	Moderada	Milho	13,8 AB	15,8 AB	14,4 C	14,7 D

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Diferença entre a linha limítrofe e a relação tamanho/densidade do azevém anual proveniente de ressemeadura natural subsequente a duas culturas de verão/outono, em dois métodos de pastoreio e duas intensidades de pastejo.

Método	Intensidade	Cultura	29/5	10/7	24/7
			Distância em Log da linha limítrofe		
Contínuo	Baixa	Milho	1,31	1,01	0,68
Contínuo	Baixa	Soja	1,07	0,40	0,41
Contínuo	Moderada	Milho	1,31	0,89	0,82
Contínuo	Moderada	Soja	1,22	0,49	0,42
Rotativo	Baixa	Milho	1,13	0,74	0,65
Rotativo	Baixa	Soja	1,06	0,28	0,21
Rotativo	Moderada	Milho	1,36	1,09	0,84
Rotativo	Moderada	Soja	1,12	0,43	0,28



*pós milho; - - - pós soja; — limítrofe do ambiente;

Avaliações: ▲ 29/5/2010; ● 10/7/2010; ■ 24/7/2010.

Figura 2. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos durante o estabelecimento do azevém anual em sistemas integrados pós milho e soja. Pastoreio contínuo de baixa intensidade (a), pastoreio contínuo de moderada intensidade (b), pastoreio rotativo de baixa intensidade (c) e pastoreio rotativo de moderada intensidade (d).

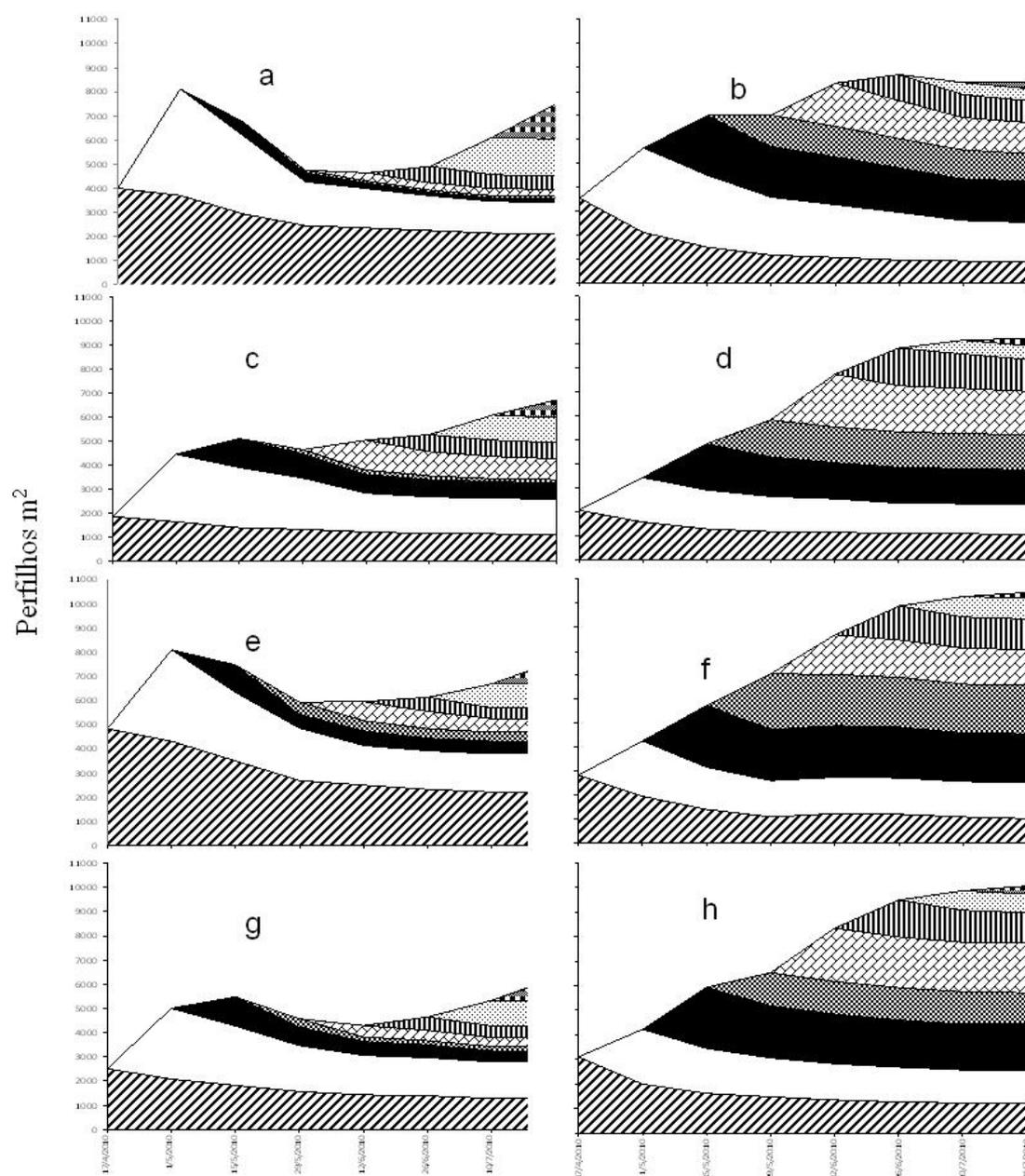
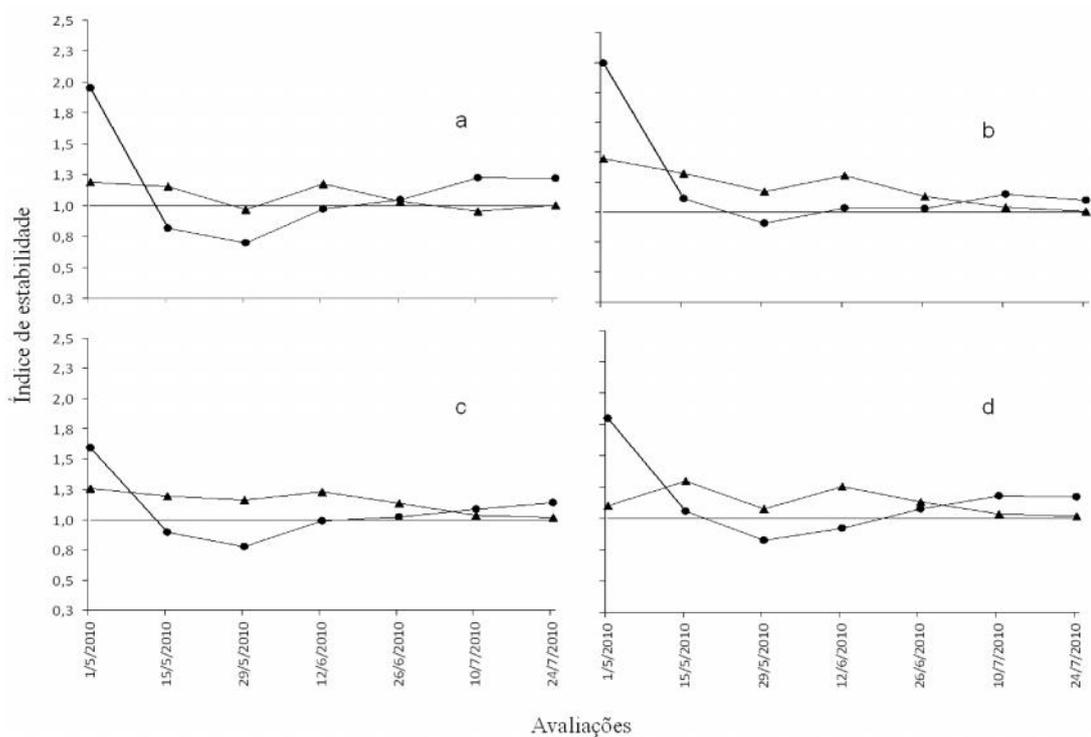


Figura 3. Padrão demográfico do perfilhamento do azevém em seu estabelecimento proveniente de ressemeadura natural em sistemas integrados em pastoreio contínuo de baixa intensidade pós milho (a), pastoreio contínuo de baixa intensidade pós soja (b), pastoreio contínuo de moderada intensidade pós milho (c), pastoreio contínuo de moderada intensidade pós soja (d), pastoreio rotativo de baixa intensidade pós milho (e), pastoreio rotativo de baixa intensidade pós soja (f), pastoreio rotativo de moderada intensidade pós milho (g), pastoreio rotativo de moderada intensidade pós soja (h).



*● Pós Milho; ▲ Pós Soja.

Figura 4. Diagrama do índice de estabilidade da população de perfis no estabelecimento do azevém anual resultante de ressemeadura natural em sistemas integrados pós milho e soja em: pastoreio contínuo de baixa intensidade (a), pastoreio contínuo de moderada intensidade (b), pastoreio rotativo de baixa intensidade (c) e pastoreio rotativo de moderada intensidade (d).

IV - Perfilamento de azevém anual subsequente às culturas de soja e de milho sob métodos de pastoreio e intensidades de pastejo

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade populacional de perfilhos, o padrão demográfico de perfilamento e a massa de forragem em pasto de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) submetidos a métodos de pastoreio (rotativo e contínuo) e a intensidades de pastejo (2,5% e 5,0% do potencial de consumo de forragem de cordeiros), de agosto a outubro subsequente aos cultivos de soja e de milho. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial (2 x 2 x 2), com quatro repetições. Houve diferença na densidade populacional de perfilhos nos métodos de pastoreio e nas intensidades de pastejo. Houve efeito das culturas precedentes de soja e milho na densidade populacional de perfilhos somente em agosto. A massa de forragem foi maior para a baixa intensidade de pastejo nos pastos subsequente à cultura da soja, e menor para as moderadas intensidades de pastejo pós milho. O período reprodutivo implica na acentuada redução na densidade de perfilhos e um aumento na sua massa individual. As menores intensidades de pastejo reduziram o percentual de perfilhos florescidos. Mesmo com a redução da densidade de perfilhos pelo florescimento, o índice de estabilidade do pasto não foi comprometido.

Termos para indexação: *Lolium multiflorum*, perfilhos, padrão demográfico.

Tillering of Italian ryegrass under different grazing methods and grazing intensities in integrate crop-livestock systems cultivated either with soybean or corn

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the tiller density, the demographic patterns of tillering, and the forage mass of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under rotational and continuous grazing at intensity levels of 2.5 and 5.0% of the intake potential of lambs. The on-farm experiment was carried out from August to October in agriculture fields where the annual ryegrass was established after cropping soybean and corn. The experimental design was the randomized complete block in a factorial arrangement of treatments (2x2x2) with four replications. Grazing methods and grazing intensities affected the tillering density, but the previous grain crops affected the tiller density only in August. The forage mass was higher under low grazing intensity where the Italian ryegrass was established after soybean than under moderate grazing intensity where the Italian ryegrass was established after corn. During the reproductive period, the tillering density is reduced and the individual tiller mass was increased. The low grazing intensity reduces the percentage of fertile tillers. The stability index of the sward was not compromised by the reduced density of fertile tillers.

Index terms: *Lolium multiflorum* Lam., tiller, demographic patterns.

Introdução

Na agricultura mundial, a busca por uma agricultura sustentável tornou-se parte da agenda de governos e de Instituições de Pesquisas Agronômicas. O azevém anual é uma gramínea C3 muito utilizada em Sistemas de Integração Lavoura-Pecuária (SILP) no Sul do Brasil. Os SILPs apresentam maior eficiência produtiva e são ambientalmente mais vantajosos, se comparados aos sistemas de produção tradicionais (Macedo *et al.*, 2009; Moraes *et al.*, 2000). Em SILP, os atributos do azevém que permitem a sua ampla adaptação e utilização são, dentre outros: a ressemeadura natural, a capacidade de crescimento nas entrelinhas em cultivos de soja e de milho, o elevado valor alimentício e a alta produtividade de forragem. A questão de relevância que se coloca é como, em SILP, as diferentes culturais anuais de grãos, especialmente as de soja e de milho, podem, subsequentemente, afetar o perfilhamento e, em consequência, a produtividade de forragem. Todavia, os estudos para o entendimento das interações entre populações de perfilhos de azevém com o seu ambiente natural (Ecofisiologia), em SILP, são prolongados, dispendiosos e complexos, por isto na literatura são pouco encontrados.

Os trabalhos que compararam os métodos de pastoreio contínuo e rotativo foram vários e revisões estão documentadas. Mais recentemente, em Briske *et al.* (2008) a produtividade de forragem em 87% dos trabalhos foi igual ou pouco superior no pastoreio rotativo.

Os pastos de gramíneas são formados por perfilhos que crescem em comunidades herbáceas em que a competição por espaços e por recursos de ambiente é bastante acirrada, sobretudo, por luz, água e nutrientes. A morte de perfilhos em pastagens também resulta de processos que incluem o sombreamento, desfolha severa, arranquio, deposição de dejetos de animais, pisoteio e o florescimento (Ong *et al.*, 1978; Matthew *et al.*, 1996). O perfilhamento de gramíneas é uma estratégia de ocupação de

espaços evoluída, muito provavelmente, em função do pastejo de herbívoros, para assegurar suas sobrevivência e persistência. Contudo, nas pastagens vários fatores de ambiente e de manejo podem influenciar a dinâmica de perfilhamento de gramíneas (Caminha, 2009). Parsons & Chapman (2000) ressaltam que em pastos mantidos com a altura do pasto alta (baixa intensidade de pastejo) a Densidade Populacional de Perfilhos (DPP) é baixa, porém os perfilhos são grandes e pesados. Nos pastos com a altura do pasto baixa (alta intensidade de pastejo), contrariamente, a DPP é alta e os perfilhos são de baixa estatura e leves. Em pastoreio rotativo, a DPP aumenta no início da rebrotação, mas se reduz à medida que os perfilhos crescem (Matthew *et al.*, 2000).

A teoria da relação tamanho/densidade de plantas, proposta por Yoda *et al.* (1963), sugere que, nas comunidades de plantas, à medida que os indivíduos crescem, acumulando massa, a média na densidade populacional de indivíduos se reduz “autodesbaste”. Esse ajuste na população de perfilhos em pastos é conhecido como compensação tamanho/DPP. Ele é amplamente relatado por vários cientistas (Birchan & Hodgson, 1983; Davies, 1988; Chapman & Lemaire, 1993; Matthew *et al.*, 1995; Sbrissia & Da Silva, 2001) e dá-se pelo declínio alométrico na população de perfilhos, concomitantemente na medida em que a massa média de perfilho se eleva, com um coeficiente angular da reta de $-3/2$, indicando que o crescimento é isométrico para a média da DPP (Sackville-Hamilton *et al.*, 1995). Segundo Hodgson (1990), o entendimento dos fatores que interferem na competição de plantas, ou de perfilhos de uma mesma espécie, se constitui em ferramenta valiosa para as decisões referente ao manejo do pastejo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar em pastagens de azevém anual utilizada por cordeiros, em um SILP, a DPP, a Massa de Forragem (MF), o padrão demográfico de perfilhamento e o Índice de Estabilidade do Pasto (IEP), submetidas aos efeitos das

culturas precedentes de soja e de milho, dos métodos de pastoreio contínuo e rotativo e das intensidades de pastejo moderada e baixa.

Material e métodos

O trabalho descrito neste artigo é parte de um protocolo experimental que se iniciou em 2001 a partir de um SILP. No período do verão/outono, as culturas eram semeadas em plantio direto e no período do inverno/primavera, pasto de azevém anual, dessecado ao final do ciclo. Na área experimental, a partir do outono de 2004, o estabelecimento do azevém deu-se por ressemeadura natural, sem a necessidade de semeadura mecânica.

O experimento foi conduzido de 31/7 a 16/10/2010 na Estação Experimental Agrônômica (EEA) (30^o05'22''S de latitude, 51^o39'08''W de longitude e 46 m de altitude) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Eldorado do Sul, RS. O clima na região é o subtropical úmido, com verões quentes e invernos chuvosos, "Cfa", de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19,3°C e geadas são registradas de abril a setembro. Os dados meteorológicos foram coletados na Estação Meteorológica da UFRGS, aproximadamente a 800 m da área experimental. O solo na área é classificado como um Argissolo Vermelho distrófico típico (Santos *et al.*, 2006) e com teor de argila de 15,2%.

Na área, o terreno tem pouco declive e apresenta-se sem restrições para a produção de culturas de soja e de milho. A coleta de solo foi realizada na camada arável (zero a 20 cm de profundidade). A análise do solo mostrou as seguintes características químicas: pH em H₂O =4,87; índice SMP =5,82; P =51,78 mg dm⁻³; K =106,01 mg dm⁻³; MO =1,99%; Al =0,59 cmol_cdm⁻³; Ca =1,95 cmol_cdm⁻³; Mg =0,95 cmol_cdm⁻³;

capacidade de troca de cátions =8,61 $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$; saturação por bases =37,04%. As adubações nitrogenadas (ureia) nas pastagens foram em cobertura, em 21/8 (70 kg de N ha^{-1}) e 1º/10/2010 (60 kg de N ha^{-1}).

O delineamento foi o de blocos casualizados e os tratamentos foram arranjados em um esquema fatorial (2x2x2), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram dos efeitos das culturas de soja e de milho (semeadas em áreas semelhantes previamente delimitadas), das intensidades de pastejo (moderada e baixa) e dos métodos de pastoreio (contínuo e rotativo). As intensidades de pastejo foram definidas pelas ofertas de forragem de 2,5 (intensidade de pastejo moderada) e de cinco vezes (intensidade de pastejo baixa) o potencial de consumo de forragem dos animais, baseando-se no NRC (1985). As áreas dos 16 piquetes variaram de 0,23 há a 0,41 ha.

As pastagens foram utilizadas por cordeiros desmamados da raça Texel, com média inicial de peso vivo de $28 \pm 4,5$ kg. Nos métodos de pastoreio, empregou-se a técnica da taxa de lotação variável (Mott & Lucas, 1952). Durante o período experimental, para que a oferta de forragem se mantivesse próxima da preestabelecida, adotou-se período igual no ajuste da taxa de lotação, em ambos os métodos de pastoreio. Os períodos para o ajuste da carga animal e o de descanso do pasto foram definidos por uma característica morfogênica (duração de vida de folha), utilizada como indicadora do intervalo ótimo de desfolhação. Pontes *et al.* (2003) e Freitas (2003), em pastos de azevém, observaram que em agosto a duração de vida da folha é de 500°C/folha e de setembro a outubro, de 410°C/folha. Esses valores foram divididos pelas médias de temperaturas dos meses de agosto a outubro, utilizando-se dos dados de séries climáticas obtidas no Setor de Agrometeorologia da EEA/UFRGS. Os ciclos de pastejo no período experimental abrangeram 36, 26 e 22 dias. Os dias de ocupação dos pastos com os cordeiros nos ciclos de pastejo foram fixados em dois dias.

A MF foi avaliada mensalmente por intermédio de quatro amostragens por piquete (duas em cada metade das áreas previamente semeadas com soja e com milho), usando-se moldura metálica com área de 0,25m² e cortando-se as plantas próximas do nível do solo. Nos piquetes com o pastoreio contínuo, as amostragens de MF foram em locais que representavam a condição média de MF no piquete, avaliada visualmente. A MF durante os ciclos de pastejo foi avaliada no segundo piquete, escolhendo-se também áreas com MF representativas da condição média do pasto, pouco antes da alocação dos animais nos piquetes, em 28/7, 6/9 e 16/10/2010.

A DPP e o padrão demográfico de perfilhamento foram avaliados com o método descrito por Carvalho *et al.* (2000) e consistiu na utilização de anéis (confeccionados de PVC) com 10 cm de diâmetro e dois cm de altura, fixados no solo com grampos metálicos. Os anéis foram alocados em áreas aleatórias, quatro nos piquetes com o pastoreio contínuo e seis com o pastoreio rotativo. Nos piquetes dos métodos de pastoreio, alocou-se a metade dos anéis nas áreas precedentemente semeadas com soja e com milho. O recenseamento demográfico dos perfilhos foi baseado na identificação e na contagem dos perfilhos. Para isto, em cada avaliação, foram usados anéis de canudos plásticos de uma determinada cor. Após 14 dias, retornava-se aos locais demarcados e os perfilhos vivos da cor inicial eram contados. A seguir, os perfilhos nascidos no intervalo de tempo eram identificados com canudos plásticos de cores distintas e contados. No período de florescimento, os perfilhos florescidos foram semelhantemente registrados. A primeira geração de perfilhos foi denominada G1, a segunda G2, e assim sucessivamente. As avaliações da dinâmica de perfilhamento realizadas durante o estabelecimento do pasto, em 17/4/2010, finalizaram na G8, mas não é parte deste trabalho. A este trabalho correspondem as gerações de perfilhos que foram avaliadas com a presença dos animais em pastejo, da G9 (7/8) a G14 (16/10/2010).

O cálculo da DPP foi realizado somando-se os perfilhos vivos. A DPP e os percentuais de perfilhos aparecidos, de mortos e de florescidos foram calculados com as equações de Carvalho *et al.* (2000), descritas abaixo:

Densidade populacional de perfilhos = Número total de perfilhos existentes em todas as gerações marcadas ($1^a + 2^a + 3^a + 4^a + \dots + 8^a$ gerações) por unidade de área.

$$\text{Aparecimento} = \frac{\text{número de perfilhos novos (última geração marcada)}}{\text{número de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$$

$$\text{Mortalidade} = \frac{\text{n}^\circ \text{ total perf. marcados nas ger. ant.} - \text{total de perf. sobreviv. (última marc.)}}{\text{n}^\circ \text{ total de perfilhos marcados nas gerações anteriores}} \times 100$$

$$\text{Florescidos} = \frac{\text{número de perfilhos florescidos (última geração marcada)}}{\text{número de perfilhos totais existentes (gerações marcadas anteriormente)}} \times 100$$

Nas pastagens, a taxa de aparecimento e de mortalidade de perfilhos foi estimada por diagramas sazonais de estabilidade do pasto, propostos inicialmente em azevém perene (*Lolium perenne* L.) por Bahmani *et al.* (2003). O Índice de Estabilidade do Pasto (IEP) foi calculado por meio da seguinte equação:

$$Pf/Pi = TSP (1 + TAP), \text{ onde:}$$

$Pf/Pi = IEP$, expressado como a proporção da população de perfilhos final (Pf) e de perfilhos inicial (Pi) em um determinado período de avaliação;

TSP = taxa de sobrevivência de perfilhos;

TAP = taxa de aparecimento de perfilhos.

Os valores de DPP e de MF foram colocados na forma de Log_{10} , para a equivalência dos valores e para a composição de figuras de compensação massa/DPP. As linhas limítrofes das figuras foram traçadas de acordo com a equação de Hamilton *et al.* (1995), descrita a seguir:

$$\text{Log (MF)} = k - 3/2 \log (\text{DPP}), \text{ onde:}$$

K = nível de produtividade da cultura de acordo com o ambiente;

DPP= densidade populacional de perfilhos.

A avaliação da MF em 28/07, que precedeu a alocação dos animais nos piquetes, não correspondeu à avaliação do padrão demográfico do perfilhamento e da DPP e foi desconsiderada. Optou-se então pelos valores observados a partir de 7/8/2010. O mesmo aconteceu com os valores de 16/10/2010, nos quais foi avaliado somente o padrão demográfico do perfilhamento e a MF em 2/11/2010. Para se obter correlação mais próxima, fez-se a média ponderada para a MF em 16/10/2010.

Os dados foram analisados como medidas repetidas no tempo por meio do procedimento Mixed do SAS v.9 (SAS INSTITUTE, 2006). A matriz de covariância foi definida pelo critério de informação Akaike (AIC, Wolfinger, 1993). No modelo, na análise das variáveis dependentes, foram incluídos os efeitos fixos das culturas anuais de grãos, métodos de pastoreio, intensidades de pastejo e os efeitos aleatórios de blocos e dos meses, assim como interações entre os tratamentos e o período de avaliação (mês do ano), considerada como medida repetida no tempo. As diferenças entre as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados e discussão

As chuvas na área experimental em agosto e outubro foram abaixo da média histórica (Figura 1). Setembro apresentou quase que 30% a mais de chuvas acima da média. Outubro, em comparação, foi relativamente seco. As temperaturas médias foram próximas da média histórica da região. Durante o período experimental, agosto foi o mês mais frio, a temperatura mínima média atingiu 5°C e ocorreram geadas. O mês mais quente foi outubro (média de temperatura máxima próxima de 25°C).

A cultura de verão apresentou efeito ($P < 0,001$) sobre a DPP somente no mês de agosto (Tabela 1). A máxima DPP foi observada em setembro para as áreas cultivadas anteriormente com milho.

No mês de agosto, a alta DPP observada nas áreas de pasto que foram semeadas com soja pode ser atribuída à maior disponibilidade de luz e a mais alta interceptação de luz pelos perfilhos durante seu estabelecimento. Isso demonstra, claramente, que a cultura de soja em estádios de maturação final beneficia melhor o surgimento e o crescimento de perfilhos. A ocupação dos espaços no solo pela forrageira então é mais rápida, se comparada à área previamente cultivada com a lavoura de milho. De acordo com Nelson & Zarrouh (1981), o número de perfilhos é mais importante do que o seu peso individual, enquanto não há competição severa entre eles, ou seja, enquanto a planta forrageira não é capaz de interceptar alta porção da luz incidente, situação que é típica em SILP durante o período de estabelecimento do pasto.

Verifica-se que o método de pastoreio influenciou a DPP somente em outubro (Tabela 2). A DPP em outubro foi mais baixa com o método de pastoreio rotativo.

No método de pastoreio contínuo, a DPP manteve-se estável durante os ciclos de pastejo. Com relação ao método de pastoreio rotativo, a DPP se reduziu em outubro, último mês do período experimental. Em outubro, no método de pastoreio contínuo, a diferença na DPP foi superior a $1.660 \text{ perfilhos m}^{-2}$, em comparação ao método de pastoreio rotativo.

Na Tabela 3, 4 e 5, estão apresentadas as médias do período experimental de MF. Houve interação entre o efeito das culturas anuais de grãos de verão, dos métodos de pastoreio e das intensidades de pastejo sobre a MF média no período experimental. As maiores MFs foram verificadas nos pastos com a intensidade de pastejo baixa.

O efeito positivo da baixa intensidade de pastejo sobre a MF era esperado e na literatura são muitos os trabalhos que verificaram esta mesma resposta. Na intensidade de pastejo baixa nas áreas cultivadas com soja e milho, o método de pastoreio não afetou a MF. Nas áreas cultivadas previamente com soja e com milho, a MF foi, respectivamente, de 2.500 e de 1.800 kg de MS ha⁻¹. As áreas previamente com a cultura da soja apresentaram médias mais altas de MF.

A MF é produto da DPP e da massa individual de perfilho (Hirata e Pakiding, 2002). Evidentemente, aumentos de MF em pastagens podem ser obtidos pelos incrementos da DPP, e da massa/perfilho, ou de ambos. Os valores de MF foram próximos dos observados por Barbosa *et al.* (2007) em pastagens de azevém anual utilizadas por ovinos submetidas a métodos de pastoreio e intensidades de pastejo. Os autores relataram médias de MF de 1.551, 3.382, 2.152 e de 2.781 kg de MS ha⁻¹, respectivamente, para as intensidades de pastejo moderada e baixa, e para os métodos de pastoreio contínuo e rotativo. As mais altas MFs nas áreas previamente com soja pode ser atribuídas ao efeito da melhor relação carbono/nitrogênio e da fixação simbiótica de nitrogênio de bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Na literatura, é de conhecimento geral que a cultura de soja, se comparada com a de milho, pode contribuir com maiores quantidades de nitrogênio disponível para a cultura subsequente. Estima-se que para cada 1.000 kg de grãos produzidos em cultivos de soja, necessita-se por volta de 80 kg de N. A palha de soja tem menor relação carbono nitrogênio que a de milho. Quanto maior a relação carbono/nitrogênio da palha na superfície do solo, maior é a necessidade de nitrogênio pelos microrganismos no solo para realizar sua decomposição. Hodgson (1990) relata que em pastagens de azevém perene, utilizadas por vacas leiteiras e sob pastoreio contínuo, a DPP se mantém com poucas variações.

Ainda segundo o mesmo autor, em situações de pastoreio rotativo, ao final da estação de crescimento o pasto tende a ajustar a DPP e o tamanho de perfilhos.

Os percentuais de perfilhos florescidos podem ser analisados na Tabela 6. A intensidade de pastejo baixa determinou maior porcentual de perfilhos florescidos. Nos piquetes previamente cultivados com milho, com o pastoreio rotativo e com a intensidade de pastejo moderada, apresentaram mais baixas proporções de perfilhos florescidos. Nas áreas de soja, com o pastoreio rotativo, na avaliação final, concentrou o maior porcentual de perfilhos com inflorescências.

O perfil do desenvolvimento nos pastos de azevém anual da relação tamanho e densidade de perfilhos podem ser observados na Figura 2. Observa-se que a relação foi influenciada pelas culturas anuais de grãos de verão, métodos de pastoreio e pelas intensidades de pastejo. No pastoreio rotativo, a compensação tamanho/DPP apresentou comportamento mais estável. Contudo, à medida que o período experimental avançou, verificou-se redução na DPP e marcante aumento na massa individual de perfilho. No pastoreio rotativo com a intensidade de pastejo baixa, na última avaliação, constatou-se novamente o aumento na DPP. Nos pastoreios contínuos e rotativos com intensidade de pastejo baixa (áreas de soja), a compensação tamanho/DPP foi semelhante. Na última avaliação, os valores de log de densidade de perfilhos e de massa de forragem se aproximaram, respectivamente, de 3,65 e de 3,6. Concomitante com estes resultados, a Tabela 7 apresenta a distância entre os valores de tamanho/DDP e a linha limítrofe do ambiente. Os valores, independente do tratamento utilizado, em áreas provenientes de soja, conforme se procederam às avaliações, apresentaram uma redução mais rápida nestes valores e os mesmos se mantiveram mais baixo em relação às áreas procedentes de milho, indicando claramente o favorecimento do perfilhamento nas áreas com soja.

O padrão demográfico do perfilhamento é demonstrado na Figura 3. Nesta, pode-se observar que no pastoreio contínuo com a intensidade de pastejo baixa, a DPP inicial foi semelhante, independente da cultura de grãos utilizada anteriormente. Fica evidente que os perfilhos formados no estabelecimento perduram por todo o ciclo da forrageira. Sendo estes os indivíduos dominantes da população, os demais, dos poucos que nascem, têm um período de vida bem reduzido. Nas áreas semeadas com a cultura de milho, a DPP apresentou uma pequena variação no período experimental. Nos tratamentos com pastoreio contínuos de moderada intensidade de pastejo em áreas pós milho, houve um crescente aumento na DP ao longo do pastejo. Nos tratamentos com pastoreio rotativo com baixa e moderada intensidades de pastejo, os tratamentos pós milho apresentaram menor DPP nos ciclos de pastejo, entre 5.000 e 7.000 perfilhos m^{-2} . Na área de soja, houve redução na densidade durante os ciclos de pastejo. Inicialmente, verificou-se mais de 9.000 perfilhos m^{-2} . Nas áreas com soja, verificou-se que há alta contribuição de gerações provenientes do estabelecimento. Houve acréscimo de perfilhos aparecidos após a avaliação de 20/8 e de 2/10 em razão das adubações nitrogenadas.

IEPs menores que um indica que o aparecimento de perfilhos é relativamente menor do que a sobrevivência destes, indicando instabilidade na população de perfilhos no pasto. Em todos os tratamentos, os valores se mantiveram próximos de um. No pastoreio contínuo com a intensidade de pastejo moderada na última avaliação, houve maior nascimento do que mortalidade de perfilhos, indicando que mesmo no final do ciclo de pastejo, com o aparecimento dos perfilhos reprodutivos, o pasto apresenta capacidade de se manter com população estável. Nos tratamentos com baixa intensidade de pastejo, o pastoreio contínuo utilizando milho, os valores se mantiveram sempre abaixo de um, em torno de 0,9 a 0,95, sem um declínio acentuado no IE. No pastoreio

rotativo com as áreas semeadas com soja, o IEP decresceu linearmente na última avaliação, com valores de 0,67.

A sobrevivência de uma planta ou perfilho está relacionada com a sua capacidade competitiva, percebendo as alterações de ambiente primeiro que seus vizinhos, e antecipar as respostas morfogênicas pelos sinais de qualidade da luz durante o início do desenvolvimento do dossel, conforme Lemaire (2005). Perfilhos que conseguem interceptar mais luz aumentam a capacidade fotossintética, produzem mais carboidratos solúveis, conseqüentemente é maior a produção de raízes para explorar o solo em busca de nutrientes. Isso resulta em maior desenvolvimento da parte aérea, sombreando seus perfilhos vizinhos.

A densidade populacional de plantas declina de modo alométrico com o aumento na média da massa de perfilho (coeficiente angular de $-3/2$), com um crescimento isométrico da média da população de plantas. Esse comportamento na compensação tamanho/DPP encontra-se descrito para diversas espécies de plantas (Shakville Hamilton *et al.*, 1995). A redução na DPP com o acúmulo de massa dos perfilhos dá-se quando este atinge o seu IAF teto proporcionado pelo ambiente e, se a trajetória de crescimento dos perfilhos acompanha o ângulo de $-3/2$, o IAF é aproximadamente constante (Matthew, 2000). Este comportamento foi observado no azevém (Figura 4), com exceção do pastoreio contínuo de moderada intensidade após a cultura de milho, em que a DPP aumentou nas avaliações. Nos demais tratamentos, o IAF teto foi atingido. Isto pode ter ocorrido pelo rebaixamento da forragem. Diversos fatores influenciam no perfilhamento, mas a qualidade da luz é um dos mais importantes, principalmente a razão vermelho:vermelho extremo e a luz azul. Cassal *et al.* (1985) verificaram aumento no perfilhamento de azevém anual com o aumento na razão vermelho:vermelho extremo. Gautier & Varlet-Grancher (1996) citam aumento de 8% a

14% no comprimento da bainha e de 6% a 12% no comprimento de folha de azevém perene com a redução da luz azul. O sombreamento reduz a incidência de luz azul e da luz vermelho:vermelho distante na base do dossel, reduzindo o aparecimento de novos perfilhos e aumentando o desenvolvimento dos perfilhos existentes (acúmulo de massa por perfilho). Essa redução na qualidade da luz reduz os investimentos (suprimento de carboidratos) em novos perfilhos e estes são investidos nos perfilhos já formados, aumentando o comprimento de folhas, colmos e bainha (Cassal *et al.*, 1985).

Conclusões

1. As culturas de soja ou de milho, os métodos de pastoreio contínuo e rotativo e as intensidades de pastejo não exercem influência na média da densidade populacional de perfilhos.
2. A baixa intensidade de pastejo aumenta o porcentual de perfilhos florescidos.

Referências

BAHMANI, I.; THOM, E. R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R. J.; LEMAIRE, G. Tiller Dynamics of Perennial Ryegrass Cultivars Derived from Different New Zealand Ecotypes: Effects of Cultivar, Season, Nitrogen Fertiliser and Irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 54, p. 803–817, 2003.

BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; CAUDURO, G. F.; LUNARDI, R.; KUNRATH, T. R.; GIANLUPPI, G. D. F. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1.953-1.960, 2007.

BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The Influence of Sward Condition on Rates of Herbage Growth and Senescence in Mixed Sward Under Continuous Stocking Management. **Grass and Forage Science**, v. 38, p. 323-331, 1983.

BRISKE, D. D.; DERNER, J. D.; BROWN, J. R.; FURLENDORF, S. D.; TEAGUE, W. R.; HAVSTAD, K. M.; GILLEN, R. L.; ASB, A. J.; WILLMS, W. D. Rotational Grazing on Rangelands: Reconciliation of Perception and Experimental Evidence. **Rangeland Ecology and Management**, v. 61, p. 3-17, 2008.

CAMINHA, F. O. **Densidade populacional, padrões demográficos e dinâmica da população de perfilhos em pastos de capim-marandú submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes**. 2009. 82 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F.; PINTO, L. F. M.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Demografia do perfilhamento e taxas de acúmulo de matéria seca em capim ‘Tifton 85’ sob pastejo. **Scientia Agricola**, v. 57, p. 591-600, 2000.

CARVALHO, C. A. B.; DA SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. PINTO, L. F. M.; CARNEVALLI, R. A.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, C. G. S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 567-575, 2001.

CASAL, J. J.; DEREGIBUS, V. A.; SÁNCHEZ, R. A. Variations in Tiller Dynamics and Morphology in *Lolium multiflorum* Lam. Vegetative and Reproductive Plants as Affected by Differences in Red/Red Far-Red Irradiation. **Annals of Botany**, v. 56, p. 553-559, 1985.

CHAPMAN, D. F. and LEMAIRE, G. Morphogenetic and Structural Determinants of Plant Regrowth After Defoliation. **Proceedings of the XVII International Grassland Congress, Palmerston North and Rockhampton**, 1993, p. 95–104.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C. Regulation of Leaf Growth by Blue Light. **Physiologia Plantarum**, v. 98, p. 424-430, 1986.

HIRATA, M.; PAKIDING, W. Dynamics in Tiller Weight and its Associação With Herbage Mass and Tiller Density in Bahia Grass (*Paspalum notatum*) Pasture Under Grazing. **Tropical Grazing**. v. 36, p. 24-32, 2002.

HODGSON, J. **Grazing management: Science Into Practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 203 p., 1990.

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

LEMAIRE, G. Ecophysiology of Grasslands: Dynamic Aspects of Forage Plant Populations in Grazed Swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 29-37.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, suplemento especial, p. 1.033-1.046, 2009.

MATTHEW, C.; HERNANDEZ GARAY, A.; HODGSON, J. Making Sense of the Link Between Tiller Density and Pasture Production. **Proceedings of New Zealand Grassland Association**, v. 57, p. 83-87, 1996.

MATTHEW, C.; LEMAIRE, G.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R., HERNANDEZ GARAY, A. 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: LEMAIRE, G.; HODGSON J.; MORAES, A.; CARVALHO, P. C. F.; NABINGER C. (eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**. CABI Publishing, Wallingford, p. 127–150, 2000.

MORAES, A.; PELISSARI, A.; ALVES, S. J.; CARVALHO, P. C. F.; CASSOL, L. C. Integração lavoura-pecuária no Sul do Brasil. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1., 2002, Pato Branco. **Anais**. Pato Branco: Cefet-PR, 2002. p. 3-42.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The Design, Conduct and Interpretation of Grazing Trials on Cultivated and Improved Pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings**. Pennsylvania: State College Press, 1952. p. 1.380-1.385.

NELSON, C. J.; ZARROUGH, K. M. Tiller Density and Tiller Weight as Yield Determinants of Vegetative Swards. In: BIENNIAL SYMPOSIUM OF PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, Nottingham, 1981. **Proceedings**. Nottingham: British Grassland Society, 1981. p. 25-29.

ONG, C. K.; MARSHALL, C.; SAOAR, G. R. 1. The Physiology of Tiller Death in Grasses. 2. Causes of Tiller Death in a Grass Sward. **Grass and Forage Science**, v. 33, p. 205–211, 1978.

PARSONS, A. J.; CHAPMAN, D. J. The Principles of Pasture Utilization. In: HOPKINS, A. (ed.). **Grass: its Production & Utilization**. Okehampton: British Grassland Society, 2000. p. 31-80.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (eds.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SACKVILLE-HAMILTON, N. R.; MATTHEW C.; LEMAIRE G. Self-Thinning: a Reevaluation of Concepts and Status. **Annals of Botany**, v. 76, p. 569-577, 1995.

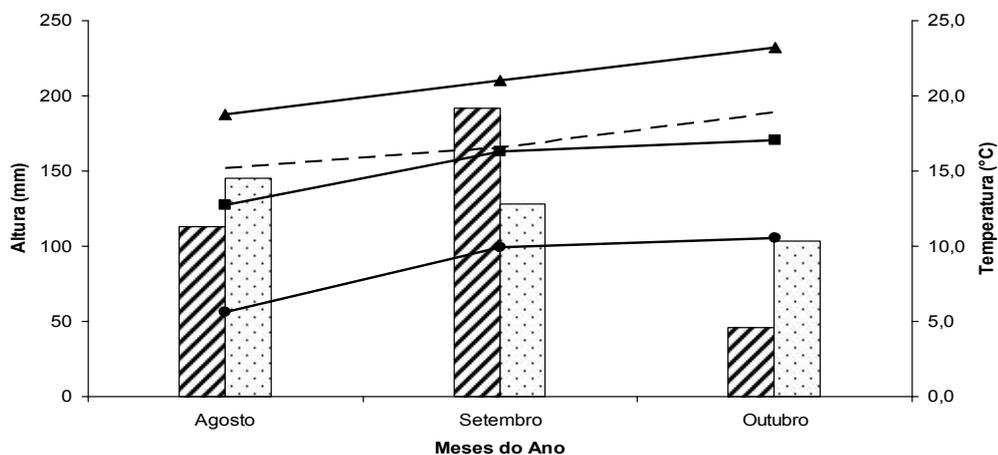
SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; CARVALHO, C. A. B.; CARNEVALLI, R. A.; PINTO, L. F. M.; FAGUNDES, J. L.; PEDREIRA, G. S. Tiller Size/Population Density Compensation in Coastcross Grazed Swards. **Scientia Agrícola**, v. 58, n. 4, p. 655-665, 2001.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. Statistical Analysis System User's Guide. Version 9.0. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2002.

WOLFINGER, R. D. Covariance Structure Selection in General Mixed Models. **Commun Stat Simulat**, v. 22, p. 1.079–1.106, 1993.

YODA, K.; KIRA, T.; OGAWA, H.; HOZUMI, K. Intraspecific Competition Among Higher Plants. XI. Self-Thinning in Overcrowded Pure Stands Under Cultivated and Natural Conditions. **Journal of Biology**, v. 14, p. 107–129, 1963.



*Barras com linhas inclinadas correspondem às médias de precipitação pluviométrica do ano de 2010 e barras pontilhadas correspondem à média de precipitação pluviométrica de 1970 a 2000.

**Mínima (linha com triângulos), Média (linha com quadrados), Máxima (linha com círculo) e normal climática da temperatura média de 1970 a 2000 (linha tracejada).

Figura 1. Precipitações pluviométricas e médias das temperaturas mínimas e máximas no período experimental e normal climática.

Tabela 1. Densidade populacional de perfilhos de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho.

	Agosto	Setembro	Outubro
Culturas antecessoras	Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m ⁻²)		
Milho	6719,3 Ab	7027,1 Aa	6032,1 Ba
Soja	8528,8 Aa	8111,7 Aa	5648,3 Ba

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Densidade populacional de perfilhos de azevém anual sob pastejo com os métodos de pastoreio rotativo e contínuo.

	Agosto	Setembro	Outubro
	Densidade populacional de perfilhos (Perfilhos m ⁻²)		
Pastoreio rotativo	7978,90 A	7575,24 A	5074,11 B
Pastoreio contínuo	7269,16 A	7563,62 A	6606,28 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Massa de forragem média de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho e submetidas a intensidades de pastejo.

Cultura de verão	Método de pastoreio	Intensidade de pastejo baixa	Intensidade de pastejo moderada
		Massa de Forragem (kg de MS ha ⁻¹)	
Milho	Rotativo	1981,2 CD	1195,6 E
Milho	Contínuo	1593,8 CD	1404,4 DE
Soja	Rotativo	2421,9 A	1932,2 BC
Soja	Contínuo	2617,5 A	1587,7 CD

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Massa de forragem de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho e submetidas a intensidades de pastejo, em função da época de avaliação e método de pastoreio.

	28/7	6/9	2/10	16/10
Método de pastoreio	Massa de Forragem (kg de MS ha ⁻¹)			
Rotativo	1264,35CD	1319,71CD	2092,50B	3063,12A
Contínuo	1110,63D	1440,00CD	1725,12BC	2718,81A

Médias seguidas pela mesma letra não diferem ($P < 0,05$) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Massa de forragem de azevém anual sob pastejo em lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho e submetidas a intensidades de pastejo.

	28/7	6/9	2/10	16/10
Intensidade de pastejo	Massa de Forragem (kg de MS ha ⁻¹)			
Baixa	1318,7 DE	1787,5 C	2215,0 B	3293,1 A
Moderada	972,2 E	1056,3 E	1602,6 CD	2488,8 B

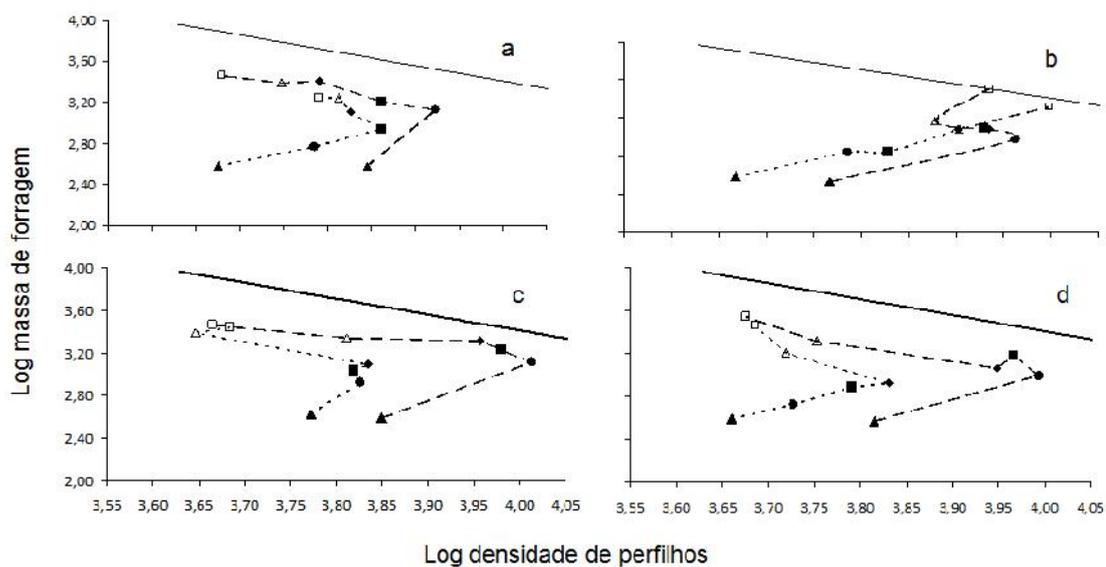
Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha não diferem (P<0,05) entre si pelo teste de Tukey.

Tabela 6. Porcentagem de perfilhos florescidos de azevém anual sob pastejo nas épocas de avaliação em áreas de lavouras precedentemente semeadas com soja ou com milho, submetido a métodos de pastoreio e a intensidades de pastejo.

Método de pastoreio	Intensidade de pastejo	Cultura antecedente	Porcentagem de perfilhos florescidos					
			8/8	21/8	4/9	18/9	2/10	16/10
Contínuo	Baixa	Milho	0,00	0,00	0,00	1,00	1,72	10,2
Contínuo	Baixa	Soja	0,00	0,00	0,76	1,08	5,41	12,99
Contínuo	Moderada	Milho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80
Contínuo	Moderada	Soja	0,00	0,00	0,37	0,38	1,90	3,52
Rotativo	Baixa	Milho	0,00	0,00	0,62	0,46	2,88	17,60
Rotativo	Baixa	Soja	0,00	0,00	0,52	1,20	4,83	25,08
Rotativo	Moderada	Milho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,2	2,63
Rotativo	Moderada	Soja	0,00	0,00	0,00	0,15	1,02	6,36

Tabela 7. Diferença entre a linha limítrofe e a relação tamanho/densidade do azevém anual proveniente de ressemeadura natural subsequente a duas culturas de verão/outono, em dois métodos de pastoreio e duas intensidades de pastejo do estabelecimento ao pastejo.

Método	Intensidade	Cultura	29/5	10/7	24/7	4/9	2/10	16/10
Distância em Log da linha limítrofe								
Contínuo	Baixa	Milho	1,31	1,01	0,68	0,56	0,45	0,48
Contínuo	Baixa	Soja	1,07	0,40	0,41	0,32	0,39	0,43
Contínuo	Moderada	Milho	1,31	0,89	0,82	0,47	0,47	0,09
Contínuo	Moderada	Soja	1,22	0,49	0,42	0,43	0,43	0,01
Rotativo	Baixa	Milho	1,13	0,74	0,65	0,57	0,54	0,45
Rotativo	Baixa	Soja	1,06	0,28	0,21	0,16	0,35	0,48
Rotativo	Moderada	Milho	1,36	1,09	0,84	0,74	0,62	0,41
Rotativo	Moderada	Soja	1,12	0,43	0,28	0,41	0,46	0,34



*pós milho; - - - pós soja; — limítrofe do ambiente;

Avaliações: ▲29/5/2010; ●10/7/2010; ■28/7/2010; ◆4/9/2010; Δ2/10/2010; □16/10/2010.

Figura 2. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos de azevém anual, em sistemas integrados de lavoura-pecuária, submetidos aos efeitos das culturas prévias de soja e de milho, de métodos de pastoreio contínuo e rotativo das intensidades de pastejo baixa e moderada: (a) pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo, (b) pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo, (c) pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo e (d) pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo.

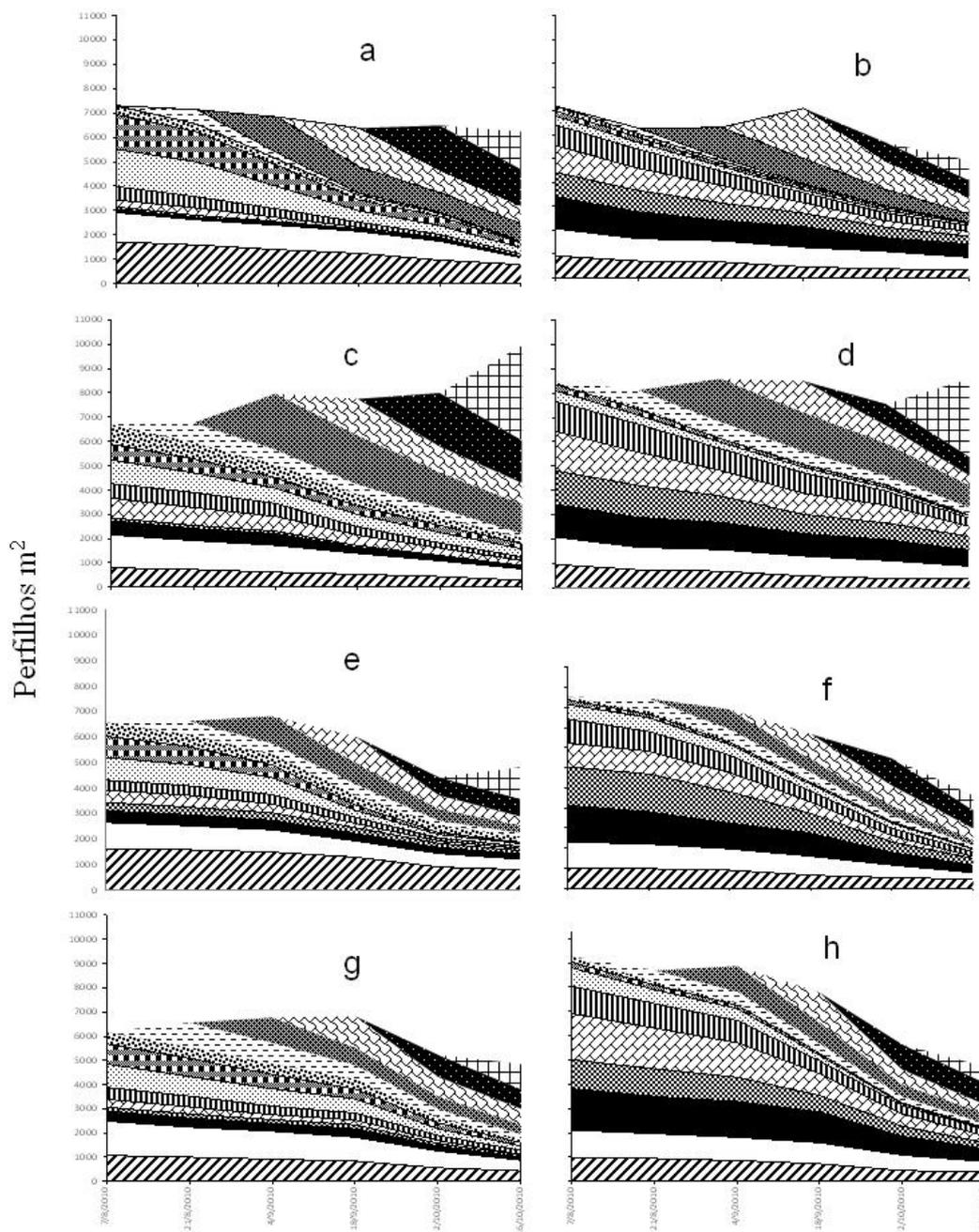


Figura 3. Padrão demográfico do perfilhamento de azevém anual em sistemas integrados de lavoura-pecuária, submetidos aos efeitos das culturas prévias de soja e de milho, de métodos de pastoreio contínuo e rotativo e das intensidades de pastejo baixa e moderada: (a) método de pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com milho, (b) pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com soja, (c) pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com milho, (d) pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com soja, (e) pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com milho, (f) pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo em área previamente com soja, (g) pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com milho e (h) pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo em área previamente com soja.

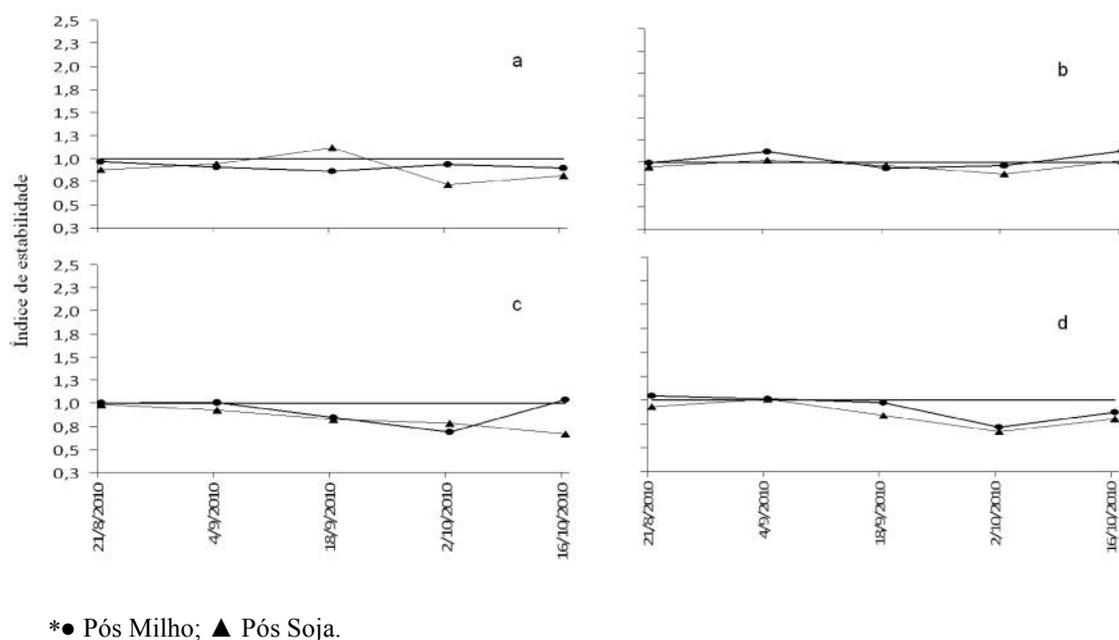


Figura 4. Índice de estabilidade da população de perfílos de azevém anula em ressemeadura natural em sistemas integrados com os tratamentos: pastoreio contínuo com baixa intensidade de pastejo (a), pastoreio contínuo com moderada intensidade de pastejo (b), pastoreio rotativo com baixa intensidade de pastejo (c) e pastoreio rotativo com moderada intensidade de pastejo (d).

V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados observados neste experimento indicam que em sistemas de integração lavoura-pecuária com cultivos de verão/outono com milho ou soja podem utilizar o azevém anual proveniente de ressemeadura natural para o pastejo no período subsequente de inverno/primavera. As plântulas de azevém anual iniciam sua emergência e estabelecimento antes mesmo da colheita dos cereais. Todavia, o crescimento dos perfilhos via expansão da área foliar para a ocupação dos espaços é afetado pela ação competitiva dos perfilhos e pode ser altamente atribuída ao dependente de acesso à luz. A cultura da soja durante os estádios de maturação fisiológica dos grãos perde folhas, permitindo assim maior disponibilidade de luz aos perfilhos precoces de azevém anual, se comparadas às áreas cultivadas com milho. Na cultura de milho, o aumento da disponibilidade de luz ocorre praticamente somente após a colheita mecânica dos grãos, já que a queda de suas folhas durante a maturação fisiológica é muito baixa. A disponibilidade de luz maior e também mais cedo para os perfilhos em fase de plântulas nas lavouras de soja permite o maior aparecimento de perfilhos por ressemeadura natural e isto acarreta a mais rápida ocupação da área, em relação à cultura de milho. Entretanto, é importante salientar que em ambas as culturas de grãos de verão que o estabelecimento do azevém anual por ressemeadura natural é eficiente. Por outro lado, a cultura da leguminosa permite a utilização do pasto com animais mais cedo tornando maior o período de utilização da pastagem, fator de alta importância para o produtor rural. Isso reduz o período crítico de produção de forragem na transição do outono para o inverno e os animais têm acesso mais cedo à forragem de alta qualidade.

Na fase de pastejo, tanto os métodos de pastoreio quanto as intensidades de pastejo propiciaram respostas semelhantes do azevém anual em termos de

perfilhamento. As massas de forragem, em ambos os métodos de pastoreio, apresentaram um incremento nas áreas com intensidades de pastejo mais baixa, causado principalmente pelo maior surgimento de perfilhos reprodutivos no final do ciclo de pastejo. O maior aparecimento de perfilhos reprodutivos é altamente produtor quando se busca a perenização do azevém anual na área, já que a produção de sementes é de alta importância para a manutenção do banco de sementes do solo. Na intensidade de pastejo mais alta, houve queda marcante na produção de perfilhos florescidos e isto pode resultar em prazo relativamente curto no ineficiente estabelecimento do azevém, causando a instabilidade do sistema lavoura-pecuária.

O perfilhamento é influenciado por uma série de fatores, tanto ambientais quanto pelo próprio manejo imposto, no presente trabalho apenas uma pequena parte foi avaliada, sendo evidente que para o completo entendimento das respostas da dinâmica do perfilhamento são necessários estudos multidisciplinares que objetivem entender os processos envolvidos em todo o sistema, consequência esta da interação solo-planta-animal. Dentre as hipóteses que necessitam ser estudadas, podem ser destacadas: a avaliação da dinâmica da palha no solo, suas interferências físicas, pela quantidade de cobertura do solo, dificultando o estabelecimento da forragem e/ou atuando na manutenção de umidade do solo, químicas pela qualidade do resíduo depositado, imobilizando ou disponibilizando nutrientes, principalmente nitrogênio, ao solo durante a sua decomposição. A dinâmica do banco de sementes desde a interferência da produção animal na produção de perfilhos reprodutivos, a produtividade de sementes necessárias para a manutenção do banco de sementes do solo, a quebra de dormência das sementes, a germinação e emergência das plântulas. Apesar de estudos já realizados com morfogênese do azevém anual, não foram estudadas hipóteses da morfogênese atuando na formação de perfilhos como a taxa de formação de *site filling* e o quanto de perfilhos é efetivamente formado. Também os efeitos claros da radiação sobre a formação de perfilhos, anterior, posterior à colheita e sob pastejo. A avaliação da dinâmica da água no solo interferindo na quebra de dormência de sementes, germinação e diretamente na formação de novos perfilhos. Com relação aos efeitos de métodos de pastoreio e intensidades de pastejo, os efeitos da desfolha sobre a produção de perfilhos reprodutivos, o pisoteio dos animais acarreta uma compactação superficial do solo, podendo ser capaz de diminuir a emergência de plântulas ou o desenvolvimento dos perfilhos já estabelecidos.

Por meio dos estudos das hipóteses propostas, o conhecimento obtido poderá contribuir para o entendimento complexo dos fatores que beneficiam, ou que prejudicam o perfilhamento, ajudando a entender os processos que regem a competição e sobrevivência dos indivíduos em uma comunidade e isto com certeza é uma importante ferramenta que pode ser utilizada para um manejo da forrageira que favoreça a sua manutenção no sistema.