

# Perfilhamento em pastagens de azevém em sucessão a soja ou milho, sob diferentes métodos e intensidades de pastejo

Armindo Barth Neto<sup>(1)</sup>, Paulo César de Faccio Carvalho<sup>(2)</sup>, Gilles Lemaire<sup>(3)</sup>, André Fischer Sbrissia<sup>(4)</sup>, Marcos Weber do Canto<sup>(1)</sup>, Jean Victor Savian<sup>(2)</sup>, Glauca Azevedo do Amaral<sup>(2)</sup> e Carolina Bremm<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Estadual de Maringá (UEM), Avenida Colombo, nº 5.790, CEP 87020-900 Maringá, PR. E-mail: arm\_barth@hotmail.com, mwcanto@uem.br <sup>(2)</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Avenida Bento Gonçalves, nº 7.712, CEP 91540-000 Porto Alegre, RS. E-mail: paulocfc@ufrgs.br, jeanvictorsavian@hotmail.com, glauciazoot@hotmail.com, carolina\_bremm@via.com.br <sup>(3)</sup>Station d'Ecophysiologie des Plantes Fourragères, Lusignan 86600, France. E-mail: gilles.lemaire@lusignan.inra.fr <sup>(4)</sup>Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Zootecnia, Rua Luiz de Camões, nº 2.090, CEP 88520-000 Lages, SC. E-mail: sbrissia@cav.udesc.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade populacional de perfilhos, a massa de forragem, o padrão populacional de perfilhamento e o índice de estabilidade de pastagens de azevém anual (*Lolium multiflorum*) estabelecidas após os cultivos de soja ou milho, submetidas a diferentes métodos e intensidades de pastejo por cordeiros. Foram avaliados os métodos de pastejo rotativo e contínuo, sob as intensidades moderada (oferta de forragem correspondente a 2,5 vezes o potencial de consumo de cordeiros) e baixa (correspondente a 5,0 vezes). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2x2x2, com quatro repetições. As avaliações foram feitas mensalmente, entre agosto e outubro de 2010, durante a fase de pastejo. A densidade populacional de perfilhos apresentou diferenças significativas para métodos e intensidades de pastejo, e foi maior na área previamente cultivada com soja. As maiores massas de forragem foram observadas em pastagens subsequentes à soja e com baixa intensidade de pastejo, enquanto as menores, nas pastagens subsequentes ao milho e com moderada intensidade de pastejo. No período de florescimento, a densidade de perfilhos reduziu-se e suas massas individuais aumentaram. A intensidade de pastejo moderada reduz o percentual de perfilhos florescidos. A redução da densidade de perfilhos durante o florescimento não compromete o índice de estabilidade do pasto.

Termos para indexação: *Lolium multiflorum*, densidade de perfilhos, índice de estabilidade do pasto, integração lavoura-pecuária, massa de forragem, padrão populacional de perfilhamento.

## Tillering in Italian ryegrass established after soybean or corn, under different stockings and grazing intensities

Abstract – The objective of this work was to evaluate tiller density, herbage mass, pattern of tiller population, and sward stability index in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) pastures established after soybean or corn, subjected to different stocking methods and grazing intensities by sheep. Rotational or continuous stockings were evaluated under moderate (forage allowance equivalent to 2.5 times the potential consumption of lambs) and low grazing intensities (equivalent to 5.0 times). It was used a completely randomized block design, with a 2x2x2 factorial arrangement with four replicates. Evaluations were done monthly, between August and October 2010, during the pasture period. The tiller population density differed significantly with stocking methods and grazing intensities and was higher in the area previously cultivated with soybean, in the evaluation performed in August. The highest herbage masses were observed in pastures established after soybean at low-grazing intensity, whereas the lowest were observed in pastures established after corn with moderate grazing intensity. During the reproductive period, tillering density reduced, and the individual tiller mass increased. Moderate grazing intensity reduces the percentage of fertile tillers. Reduction in tiller density during flowering does not affect the sward stability index.

Index terms: *Lolium multiflorum*, tiller density, sward stability index, integrated crop-livestock, forage mass, tillering population pattern.

### Introdução

Sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) tendem a ser rentáveis, menos invasivos e a apresentar maior sustentabilidade (Russelle et al., 2007). O azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é

uma gramínea C<sub>3</sub> muito utilizada em ILP no Sul do Brasil, principalmente em razão da possibilidade de ressemeadura natural, de sua capacidade de crescer nas entrelinhas de soja ou milho, do alto valor nutricional e do alto potencial de produção de forragem.

Em razão da elevada adequação do azevém a sistemas de ILP, é importante que se conheçam melhor os caminhos pelos quais as culturas de soja e milho podem afetar a dinâmica de perfilhamento e a capacidade desta gramínea em manter estáveis a densidade de perfilhos e a massa de forragem para o pastejo dos animais. Contudo, os estudos das interações entre populações de perfilhos de azevém com o ambiente natural em sistemas ILP são prolongados, dispendiosos, complexos e, portanto, pouco frequentes na literatura.

Quanto a gramíneas hibernais, os trabalhos que compararam a produtividade de forragem em métodos de pastejo contínuo e rotativo são vários, na mais recente revisão, Briske et al. (2008) relataram que a produção de forragem, em 87% dos experimentos, foi igual ou pouco superior no pastejo rotativo. Entretanto, para o caso específico do azevém, há poucos estudos, e as comparações desses métodos não são conclusivas, sobretudo quanto à massa de forragem e à dinâmica de perfilhamento.

A morte de perfilhos em pastagens resulta de processos como sombreamento, desfolha severa, deposição de dejetos de animais, pisoteio e florescimento (Matthew et al., 2000; Parsons & Chapman, 2000). Além desses, fatores de ambiente e de manejo também influenciam o perfilhamento em gramíneas. Parsons & Chapman (2000) relataram que, em pastos mantidos altos com baixa intensidade de pastejo, a densidade populacional de perfilhos (DPP) é baixa, porém os perfilhos são mais pesados, enquanto que em pastos submetidos a intensidades de pastejo mais altas a DPP é alta e os perfilhos, mais leves. Em pastejo rotativo, a DPP aumenta no início da rebrotação, mas diminui à medida que os perfilhos crescem (Matthew et al., 2000).

A DPP é um indicador agrônomico de crescimento, produtividade e de persistência (Scheneiter & Assuero, 2010). No entanto, Sbrissia et al. (2010) comentam que a DPP não deve ser utilizada isoladamente como indicativo da persistência de pastos, uma vez que, mesmo sob baixas DPP, os pastos podem manter-se estáveis se a sobrevivência de perfilhos for alta. A teoria da relação tamanho/densidade de plantas (Yoda et al., 1963) sugere que, em comunidades vegetais, à medida que os indivíduos crescem e acumulam massa, a densidade média de indivíduos

diminui, num processo conhecido como “auto-desbaste”. Em pastos, o ajuste na população de perfilhos é conhecido como compensação tamanho/DPP (Matthew et al., 1995; Sbrissia & Silva, 2008; Caminha et al., 2010) e se dá pelo declínio alométrico da população de perfilhos concomitante ao aumento da massa de perfilho (Sackville Hamilton et al., 1995).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade populacional de perfilhos, a massa de forragem, o padrão populacional de perfilhamento e o índice de estabilidade de pastagens de azevém anual estabelecidas após os cultivos de soja ou milho, submetidas a diferentes métodos e intensidades de pastejo por cordeiros.

## Material e Métodos

O trabalho foi parte de um protocolo experimental iniciado em 2003, em sistema de ILP, em que tem sido empregada a soja ou o milho, como cultivos de verão, e o azevém como pastagem de inverno. O azevém é dessecado ao final do cultivo, para o plantio direto das culturas graníferas de verão. Na área experimental, a partir de outubro/2005, o estabelecimento do azevém foi feito por ressemeadura natural, sem a necessidade de semeadura mecânica.

O experimento foi realizado em Eldorado do Sul, Rio Grande do Sul (30°5'22"S, 51°39'8"W, à altitude de 46 m), na Estação Experimental Agrônômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Os dados deste trabalho correspondem à fase sob pastejo, de 31/7 a 24/10/2010, com duração total de 84 dias. As avaliações das pastagens foram feitas de 28/7 a 16/10/2010. O clima na região é do tipo Cfa (Köppen & Geiger, 1928), subtropical úmido, com verões quentes e invernos chuvosos. A temperatura média anual é 19,3°C, e geadas são registradas de abril a setembro. Os dados meteorológicos foram obtidos na Estação Experimental de Agrometeorologia (EEA) da UFRGS, que fica a aproximadamente 800 m da área experimental. O solo da área é classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico (Santos et al., 2006), com teor de argila de 15,2%.

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com arranjo fatorial 2x2x2 e quatro repetições. Os tratamentos consistiram dos efeitos das culturas de soja e milho, dos métodos de pastejo (contínuo e rotativo) e das intensidades de pastejo

(moderada e baixa). Definiu-se a intensidade de pastejo por meio da oferta de forragem, expressa em kg de matéria seca (MS) por 100 kg de peso vivo por dia, da seguinte forma: intensidade de pastejo moderada, oferta de forragem equivalente a 2,5 vezes o potencial de consumo de forragem por cordeiros; e intensidade de pastejo baixa, oferta equivalente a 5,0 vezes o potencial de consumo. O potencial de consumo de forragem de cordeiros, conforme o National Research Council (1985), é de 4,0% do peso vivo, com base na MS. As unidades experimentais variaram de 0,23 a 0,41 ha. Como elas estavam inseridas em um protocolo ILP, após a dessecação do azevém, em 2009, as unidades experimentais foram divididas em áreas iguais, para os cultivos de soja e milho.

A análise do solo (0–20 cm) apresentou as seguintes características químicas: pH em H<sub>2</sub>O, 4,87; índice SMP, 5,82; P, 51,8 mg dm<sup>-3</sup>; K, 106,0 mg dm<sup>-3</sup>; MO, 20 g kg<sup>-1</sup>; Al, 0,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca, 1,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg, 0,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; capacidade de troca de cátions, 8,61 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; saturação por bases, 37,0%. As adubações de nitrogênio (N), na forma de ureia, foram aplicadas em cobertura em 21/8/2010 (70 kg ha<sup>-1</sup> N) e 1/10/2010 (60 kg ha<sup>-1</sup> N).

As pastagens foram utilizadas por cordeiros desmamados da raça Texel, com média inicial de peso vivo de 28,0±4,5 kg. Os animais selecionados para o experimento tinham faixa etária, compleição física e condição corporal semelhantes. Empregou-se taxa de lotação variável nos métodos de pastejo. Para que a oferta de forragem preestabelecida se mantivesse relativamente constante, adotou-se período igual no ajuste da taxa de lotação, em ambos os métodos de pastejo. No método de pastejo rotativo, o período de descanso do pasto foi definido a partir da duração de vida da folha, indicadora do intervalo ótimo de desfolhação. De acordo com Freitas (2003), em azevém, a duração de vida da folha em agosto é de 500°C dia e de setembro a outubro, de 410°C dia. Esses valores foram divididos pelas médias de temperatura de agosto a outubro, tendo-se utilizado as médias climatológicas do período 1970 a 2000, registradas na EEA/UFRGS. Em decorrência do parâmetro duração de vida da folha, o ciclo do pastejo rotativo foi variável: 36, 26 e 22 dias. Como o período de ocupação das pastagens pelos cordeiros foi prefixado em dois dias, foram necessárias 18, 13

e 11 subdivisões de cerca elétrica nos respectivos ciclos de pastejo.

A massa de forragem foi avaliada mensalmente, a partir de quatro amostragens por piquete (duas em cada metade das áreas semeadas com soja e milho), por meio de moldura metálica com área de 0,25 m<sup>2</sup> e corte das plantas rente ao solo, para obtenção de informações sobre a disponibilidade total de MS. Nos piquetes sob pastejo contínuo, a amostragem da massa de forragem foi feita em locais que representavam a média de altura do pasto, que foi avaliada visualmente. No método de pastejo rotativo, a massa de forragem foi avaliada de forma homogênea na segunda subdivisão do piquete e em locais que visualmente representavam a média de altura do pasto, em 28/7, 6/9, 2/10 e 16/10/2010.

Avaliaram-se a DPP e o padrão populacional de perfilhamento pelo método descrito por Carvalho et al. (2001), que utilizou anéis de cloreto-polivinílico (PVC) com 10,0 cm de diâmetro e 2,0 cm de altura, fixados no solo com grampos metálicos. Os anéis foram alocados em áreas aleatórias, quatro nos piquetes com pastejo contínuo e seis nos piquetes com pastejo rotativo. Em ambos os métodos de pastejo foi alocada a metade dos anéis nas áreas previamente utilizadas com soja e milho. A demografia do perfilhamento baseou-se na identificação e na contagem dos perfilhos vivos remanescentes e no aparecimento de novos perfilhos. Para isso, em cada avaliação, foram utilizados anéis de canudos plásticos, de cores diferentes em cada marcação. Após 14 dias de uma contagem, 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 por canudos plásticos de cor distinta, e contados. Os perfilhos florescidos foram registrados da mesma forma. A primeira geração de perfilhos foi denominada G1, a segunda G2, e assim sucessivamente. As avaliações de dinâmica de perfilhamento iniciaram-se no estabelecimento do pasto, em 17/4/2010, e finalizaram na G14. Neste trabalho, as gerações avaliadas correspondem às gerações de perfilhos marcadas com os animais em pastejo, da G9 (7/8) à G14 (16/10/2010). Optou-se por apresentar as gerações G1 à G8 pelo fato de que, no período experimental, uma proporção relativamente alta ainda era composta dessas gerações iniciais.

A DPP e as percentagens de perfilhos aparecidos, mortos e florescidos foram obtidas com as equações de Carvalho et al. (2001): densidade populacional = número total de perfilhos existentes em todas as gerações marcadas ( $1^a + 2^a + 3^a + \dots + 14^a$  gerações), por unidade de área; natalidade =  $100 \times n^o$  de perfilhos novos na última geração marcada/ $n^o$  total de perfilhos existentes nas gerações marcadas anteriormente; mortalidade =  $100 \times (n^o \text{ total de perfilhos marcados nas gerações anteriores} - \text{total de perfilhos sobreviventes na última geração marcada}) / n^o \text{ total de perfilhos marcados nas gerações anteriores}$ ; e florescidos =  $100 \times n^o \text{ total de perfilhos florescidos na última geração marcada} / n^o \text{ total de perfilhos marcados nas gerações anteriores}$ .

As taxas de aparecimento e de mortalidade de perfilhos foram integradas de forma a gerar diagramas sazonais de estabilidade do pasto, propostos para azevém perene (*Lolium perenne* L.) por Bahmani et al. (2003). O índice de estabilidade do pasto (IEP) foi calculado pela equação:  $Pf/Pi = TSP(1 + TAP)$ , em que:  $Pf/Pi = IEP$ , expresso como a proporção da população de perfilhos final (Pf) e inicial (Pi), em um determinado período de avaliação; TSP, taxa de sobrevivência de perfilhos; e TAP, taxa de aparecimento de perfilhos.

Os valores de DPP e massa de forragem passaram por transformação logarítmica, para a elaboração das figuras de compensação tamanho/DPP. Nessas figuras, as linhas limitrofes foram traçadas com a equação de Sackville-Hamilton et al. (1995), descrita a seguir:  $\log(MF) = k - 3/2 \log(DPP)$ , em que k é o nível de produtividade da cultura, de acordo com o ambiente; e DPP é a densidade populacional de perfilhos.

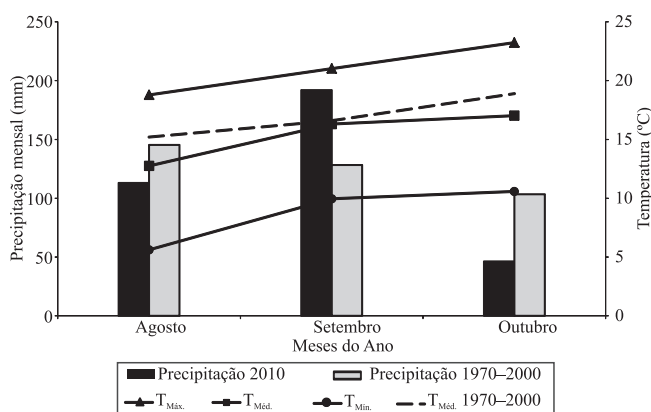
Os dados foram analisados com o procedimento mixed do SAS. As matrizes de variância e covariância foram definidas com o critério de informação de Akaike (Wolfinger, 1993). Na análise das variáveis dependentes, foram incluídos os efeitos fixos das culturas, métodos de pastejo, intensidades de pastejo e os efeitos aleatórios de blocos e meses, assim como as interações entre os tratamentos e o período de avaliação, considerados como medida repetida no tempo. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Os dados que não apresentaram distribuição normal (teste de Kolmogorov-Smirnov) foram submetidos à análise não paramétrica pelo teste Qui-quadrado.

## Resultados e Discussão

As chuvas na área experimental, em agosto e outubro de 2010, ocorreram abaixo da média histórica (Figura 1). Setembro apresentou chuvas 30% acima da média, aproximadamente, e outubro foi relativamente seco. As temperaturas foram próximas da média histórica da região, em que agosto foi o mês mais frio. O mês mais quente foi outubro (média de temperatura máxima próxima de 25°C).

A DPP, no mês de agosto, foi maior na área de pastagem previamente cultivada com soja do que na com milho (Tabela 1). Em outubro, houve redução da DPP, independentemente da cultura anterior; constatou-se, também, que a DPP, nesse mês, foi mais baixa no pastejo rotativo do que no contínuo. Ainda, em outubro, observou-se que o pastejo contínuo propiciou número significativamente maior de perfilhos por metro quadrado do que o pastejo rotativo. No pastejo contínuo, a DPP não variou durante o período experimental.

É possível que a maior DPP, observada no mês de agosto, na pastagem da área previamente cultivada com soja, esteja relacionada à maior incidência de luz nas entrelinhas dessa cultura em comparação com a do milho, o que teria favorecido o estabelecimento e o perfilhamento das plantas de azevém. Nos estádios finais de maturação, na área cultivada com milho, observou-se maior retenção de folhas do que na área cultivada com soja. O menor sombreamento na fase de maturação, na pastagem que se desenvolveu na



**Figura 1.** Precipitações pluviais e temperaturas máxima, média e mínima no período experimental, e média climatológica.



área de soja, pode ter favorecido o surgimento mais precoce das plântulas de azevém, e beneficiado a pastagem pelo crescimento mais rápido de perfilhos. De acordo com Nelson & Zarroug (1981), o número de perfilhos é mais importante do que sua massa individual, enquanto não há competição severa entre eles, ou seja, enquanto a planta forrageira não é capaz de interceptar alta proporção de luz incidente, situação típica em ILP, no estabelecimento do azevém por ressemeadura. A redução da DPP, em outubro, pode estar relacionada ao florescimento do azevém, situação em que há redução drástica do perfilhamento. Hodgson (1990) relata que, em azevém perene, utilizado por vacas leiteiras e sob pastejo contínuo, a DPP apresenta pouca variação. Segundo esse autor, em situações de pastejo rotativo, com o avanço da estação de crescimento, o pasto tende a ajustar a DPP e o tamanho de perfilhos.

Houve interação entre os efeitos das culturas anteriores e dos métodos e intensidades de pastejo sobre a média de massa de forragem (Tabela 2), bem como, entre a cultura antecessora e a data de avaliação sobre a massa de forragem (Tabela 3). Durante todo o período experimental, a massa de forragem foi mais alta na área cultivada previamente com soja. Também foram observadas massa de forragem mais altas com a baixa intensidade de pastejo, ao longo do período experimental. O método de pastejo não influenciou a massa de forragem.

Os resultados mais altos de massa de forragem, na área com soja como antecessora, podem ser atribuídos a diversas causas. Entre elas, a melhor ciclagem e disponibilidade de nutrientes no solo, a mais baixa relação C/N nos restos culturais, e a maior disponibilidade de N no solo (Russelle & Birr, 2004).

**Tabela 1.** Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m<sup>-2</sup>) em pastos estabelecidos em áreas previamente cultivadas com soja ou milho, submetidas aos métodos de pastejo contínuo e rotativo, conforme o mês de avaliação<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Mês		
	Agosto	Setembro	Outubro
Milho	6.719Ab	7.027Aa	6.032Ba
Soja	8.529Aa	8.112Aa	5.648Ba
Pastejo rotativo	7.979A	7.575A	5.074B
Pastejo contínuo	7.269A	7.564A	6.606A

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Na literatura, é de conhecimento geral que a cultura de soja pode aumentar o N disponível no solo para os plantios subsequentes, em comparação ao milho (Varvel & Wilhelm, 2003).

Os efeitos positivos da baixa intensidade de pastejo sobre a massa de forragem, em ambos os métodos de pastejo, eram esperados. A literatura registra resposta similar de várias gramíneas de inverno usadas no Sul do Brasil (Barbosa et al., 2007; Aguinaga et al., 2008). Aumentos na massa de forragem podem ocorrer pelo incremento da DPP ou da massa do perfilho (Hirata & Pakiding, 2002). A massa de forragem durante o período experimental teve variação próxima à observada por Barbosa et al. (2007), que avaliaram azevém submetido a vários métodos e intensidades de pastejo por ovinos. Os autores relatam médias de massa de forragem de 1.551 e 3.382 kg ha<sup>-1</sup> de MS, e de 2.152 e 2.781 kg ha<sup>-1</sup> de MS, respectivamente

**Tabela 2.** Massa de matéria seca de forragem (kg ha<sup>-1</sup>), em pastagens de azevém estabelecidas em áreas previamente cultivadas com soja ou milho, submetidas aos métodos de pastejo rotativo e contínuo, em diferentes intensidades<sup>(1)</sup>.

Método	Intensidade de pastejo	
	Moderada	Baixa
	Milho	
Pastejo rotativo	1.196E	1.981CD
Pastejo contínuo	1.404DE	1.594CD
	Soja	
Pastejo rotativo	1.932BC	2.422A
Pastejo contínuo	1.588CD	2.618A

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Massa de matéria seca de forragem (kg ha<sup>-1</sup>), avaliadas em quatro épocas, em pastagens de azevém estabelecidas em áreas previamente cultivadas com soja ou milho, submetidas a diferentes métodos e intensidades de pastejo<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Época de avaliação			
	28/7	6/9	2/10	16/10
Milho	854E	1.018E	1.760CD	2.543B
Soja	1.521D	1.742CD	2.058C	3.238A
Pastejo rotativo	1.264CD	1.320CD	2.093B	3.063A
Pastejo contínuo	1.111D	1.440CD	1.725BC	2.719A
Intensidade moderada	972E	1.056E	1.603CD	2.489B
Intensidade baixa	1.319DE	1.788C	2.215B	3.293A

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, nas linhas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

para intensidades de pastejo moderada e baixa, em contínuo e rotativo.

Houve interação entre os meses do ano e a intensidade de pastejo, quanto à percentagem de perfilhos florecidos (Tabela 4). A intensidade de pastejo baixa e as condições ambientais em outubro incrementaram a percentagem, enquanto o método de pastejo e a cultura precedente não influenciaram essa variável.

Parsons & Chapman (2000) relatam que diversos trabalhos comprovaram a menor severidade e frequência de desfolha em perfilhos nas pastagens submetidas a baixa intensidade de pastejo. Portanto, a probabilidade de decapitação de perfilhos florecidos pelos animais diminui com esse sistema de manejo. Maior número de perfilhos florecidos podem beneficiar, nos anos posteriores, a ressemeadura natural do azevém. De acordo com Bartholomew & Williams (2009), para se obter ressemeadura satisfatória (500 plântulas m<sup>-2</sup>) de pastos de azevém anual, seriam necessárias densidades entre 885 e 5.650 perfilhos com espigas por m<sup>2</sup>.

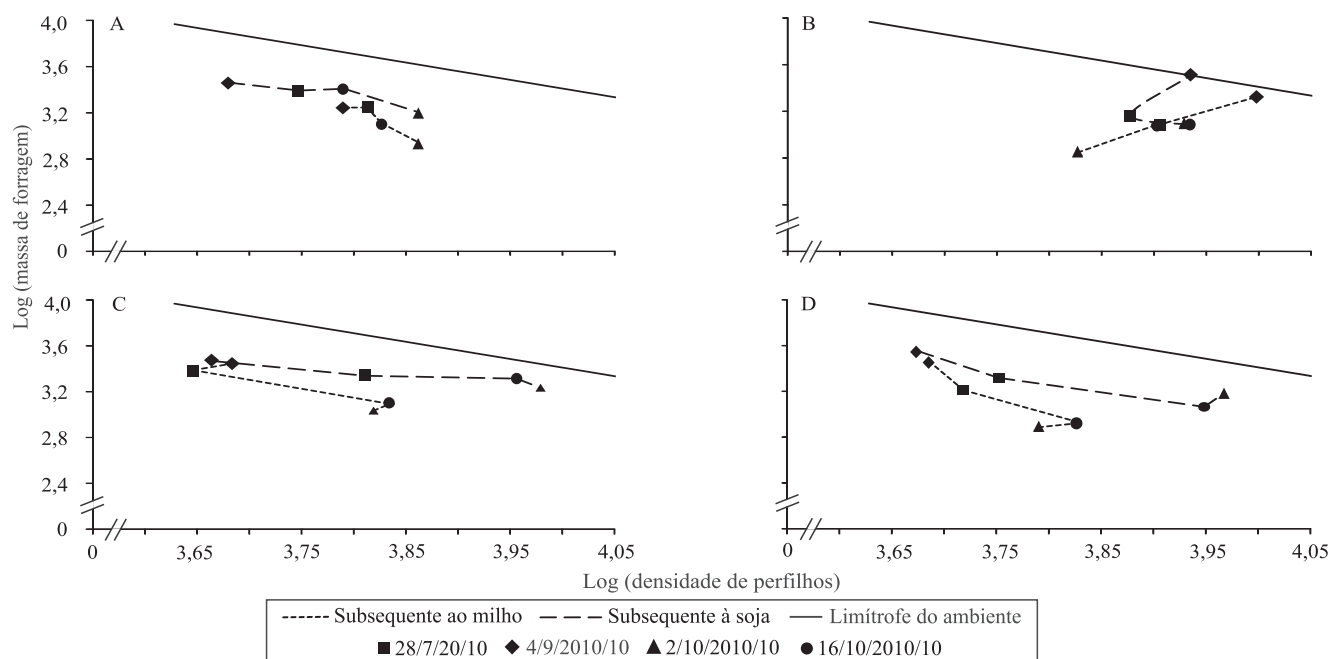
Nos pastos de azevém, a relação entre a massa de forragem e a DPP, em termos de compensação tamanho/DPP, foi influenciada pela cultura de grãos antecessora, e pelo método e intensidade de pastejo (Figura 2).

Na pastagem da área previamente cultivada com milho, sob pastejo contínuo e intensidade moderada, foi observado incremento simultâneo da massa

**Tabela 4.** Percentagem de perfilhos florecidos de azevém anual, em áreas previamente semeadas com soja ou milho, em pastos submetidos aos métodos de pastejo rotativo e contínuo sob diferentes intensidades<sup>(1)</sup>.

Tratamento	Agosto	Setembro	Outubro
Milho	-	0,3Ba	4,9Aa
Soja	-	0,7Ba	9,4Aa
Rotativo	-	0,5Ba	9,1Aa
Contínuo	-	0,5Ba	5,2Aa
Moderada	-	0,1Bb	3,0Ab
Baixa	-	0,8Ba	11,3Aa

<sup>(1)</sup>Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste qui quadrado, a 5% de probabilidade.



**Figura 2.** Relação entre a densidade populacional de perfilhos e a massa de forragem, em pastos de azevém submetidos aos efeitos das culturas prévias de soja e milho, dos métodos de pastejo contínuo e rotativo e das intensidades de pastejo baixa e moderada: A, pastejo contínuo, com intensidade de pastejo baixa; B, pastejo contínuo, com intensidade de pastejo moderada; C, pastejo rotativo, com intensidade de pastejo baixa; e D, pastejo rotativo, com intensidade de pastejo moderada.

de forragem e da DPP durante todo o período de avaliação. Esse mesmo manejo, na área previamente cultivada com soja, também resultou em aumento da DPP, porém de menor magnitude, entre as avaliações de 2/10 e a última avaliação. Houve redução da DPP e aumento da massa de forragem no período entre 28/7 (pouco antes da alocação dos animais) a 16/10/2010, na pastagem sob pastejo contínuo com baixa intensidade. Independentemente da cultura antecessora e do método de pastejo, a compensação tamanho/DPP, em média, manteve-se relativamente mais próxima da linha limítrofe do ambiente com a intensidade de pastejo baixa. Contudo, à medida que houve avanço no período experimental, a DPP diminuiu em razão do aumento da massa individual de perfilho, exceto na área previamente cultivada com milho, em pastagem sob pastejo contínuo e intensidade de pastejo moderada.

Na área previamente cultivada com soja, os valores de diferença entre a linha limítrofe do ambiente com a relação entre a massa de forragem e DPP diminuíram mais rapidamente ao longo das avaliações (Tabela 5).

Valores da relação massa de forragem/DPP mais próximos à linha limítrofe indicam utilização intensa da área (Sackville Hamilton et al., 1995; Matthew et al., 2000). Neste caso, o efeito da competição entre plantas é determinante da produção de perfilhos, com implicações diretas sobre a produtividade de forragem (Parsons & Chapman, 2000). Os comportamentos

**Tabela 5.** Distância, em log, para linha limítrofe da relação entre a massa de forragem com a densidade populacional de perfilhos, em pastos de azevém anual submetidos aos efeitos das culturas prévias de soja e milho, dos métodos de pastejo contínuo e rotativo e das intensidades de pastejo moderada e baixa.

Tratamento	Época de avaliação			
	28/07	4/9	2/10	16/10
Pastejo contínuo, baixa intensidade				
Milho	0,68	0,56	0,45	0,48
Soja	0,41	0,32	0,39	0,43
Pastejo contínuo, intensidade moderada				
Milho	0,82	0,47	0,47	0,09
Soja	0,42	0,43	0,43	0,01
Pastejo rotativo, baixa intensidade				
Milho	0,65	0,57	0,54	0,45
Soja	0,21	0,16	0,35	0,48
Pastejo rotativo, intensidade moderada				
Milho	0,84	0,74	0,62	0,41
Soja	0,28	0,41	0,46	0,34

da massa de forragem e da DPP foram influenciados pelas culturas de grãos antecessoras e evidenciam a ocorrência do mecanismo de compensação tamanho/DPP (Matthew et al., 1995, 2000; Sbrissia & Silva, 2008; Caminha et al., 2010).

Conforme relatado anteriormente, os perfilhos que englobavam alta porção da massa de forragem eram os originários das gerações G1 a G8 (Figura 3). Nas avaliações a partir de 20/8 e 2/10/2010, houve aumento na DPP em virtude de aplicações de N.

No pastejo contínuo, as gerações G11, G12 e G13 tornaram-se gradativamente mais vigorosas e, na área de soja, as gerações foram pouco mais numerosas. As gerações G9 a G14 apresentaram baixa sobrevivência e foram pouco longevas, em comparação às gerações no estabelecimento do experimento. É importante destacar que, na última avaliação, independentemente do método e da intensidade de pastejo, o aparecimento de perfilhos superou a mortalidade, o que indica que, mesmo ao final do ciclo, o azevém apresenta capacidade de se manter com a população de perfilhos estabilizada.

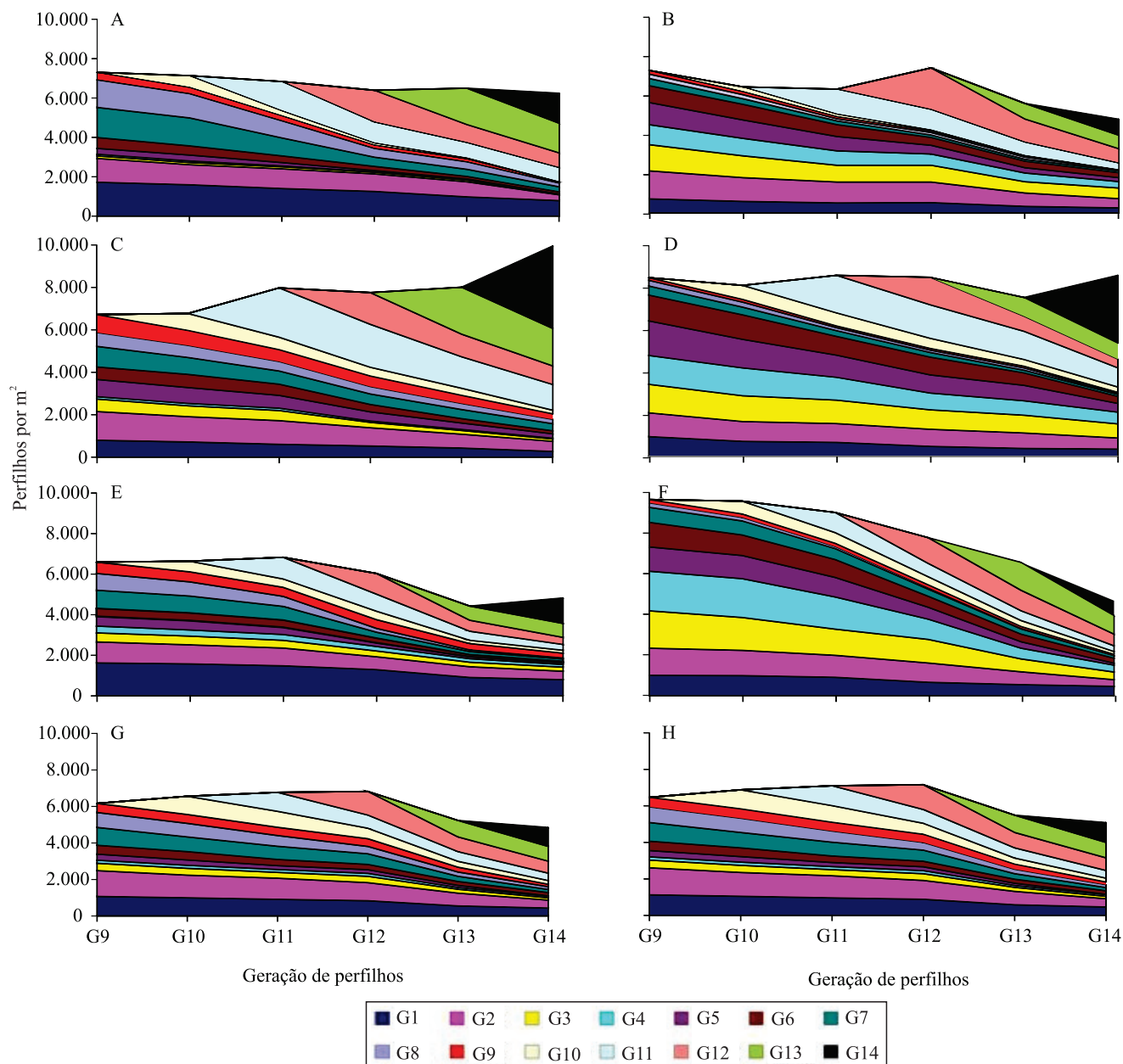
A DPP normalmente declina de modo alométrico, com o aumento da média da massa de perfilhos (coeficiente angular de  $-3/2$ ) (Sackville Hamilton et al., 1995; Sbrissia et al., 2003). No presente trabalho, nas diferentes situações de pastejo em que se avaliou o azevém, a redução da DPP, com o acúmulo de massa dos perfilhos, ocorreu, provavelmente, no instante em que ela se aproximou do índice de área foliar teto proporcionado pelo ambiente. Conforme Matthew et al. (2000), nessas situações, se a trajetória de crescimento dos perfilhos acompanha o coeficiente angular de  $-3/2$ , o índice de área foliar mantém-se aproximadamente constante. Isso provavelmente ocorreu (Figura 2), exceto nas áreas previamente cultivadas com milho, sob pastejo contínuo e intensidade de pastejo moderada, conforme relatado anteriormente.

Constatou-se que os valores de IEP foram próximos de 1,0, durante todo o período experimental (Figura 4). Em 2/10/2010, foi observada uma leve redução nos valores de IEP, os quais mostraram valores próximos a 0,8, no pastejo rotativo. Nota-se, também, que nas pastagens das áreas previamente cultivadas com milho, sob pastejo contínuo e intensidade de pastejo baixa, os IEP tiveram valores entre 0,90 e 0,95. Na última avaliação, nas áreas de soja sob pastejo rotativo e intensidade baixa, o IEP decresceu para 0,67. As elevadas estabilidades de pastagens, observadas

em geral neste trabalho, devem ser atribuídas às altas massas de forragem obtidas em ambas as intensidades de pastejo, levando-se também em consideração que houve manejo apropriado do azevém durante seu ciclo fenológico.

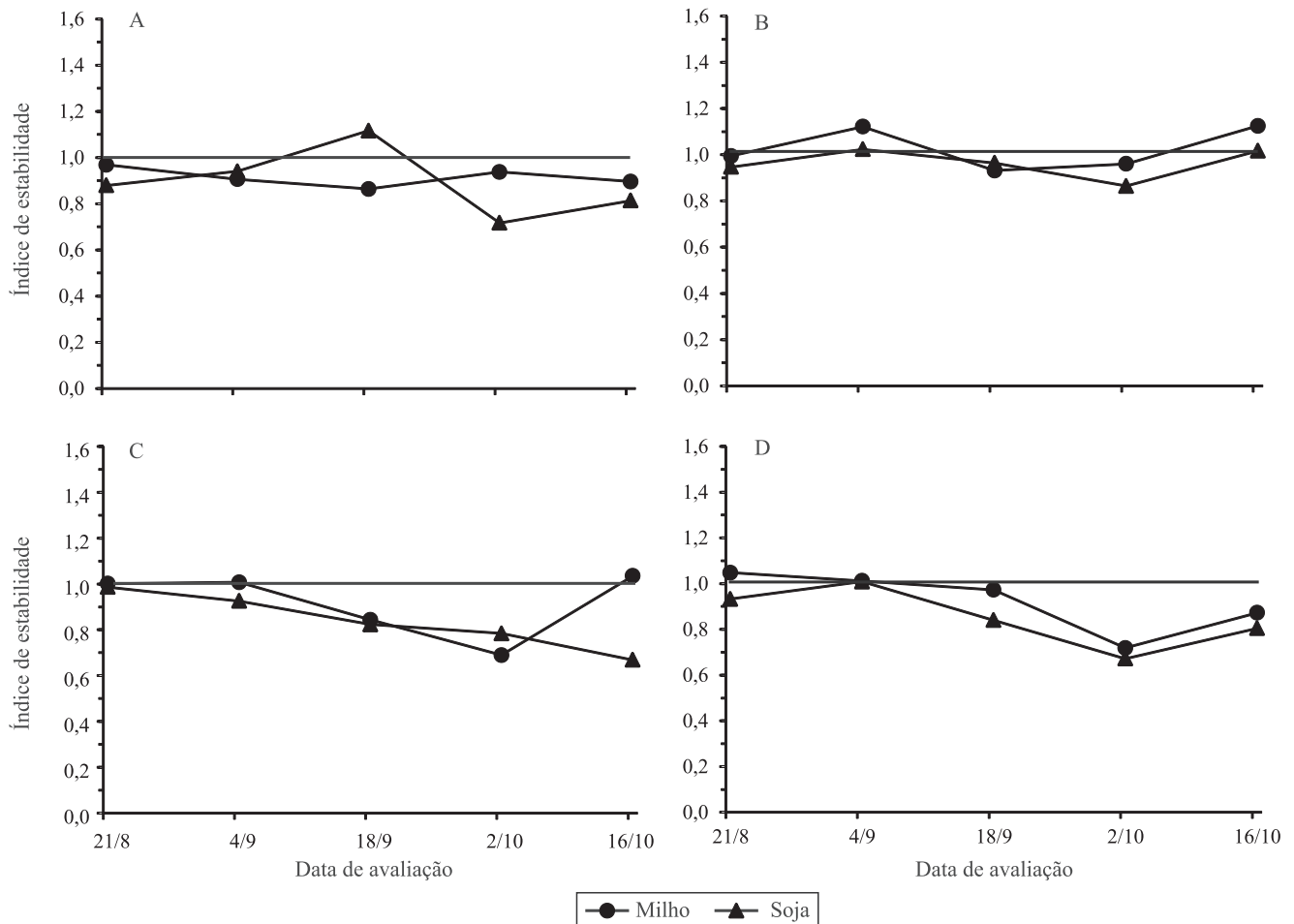
Ambas as culturas antecessoras propiciaram ótimas estabilidade e persistência, independentemente do

método e intensidade de pastejo, conforme se comprova pelo exame conjunto do padrão populacional de perfilhamento (Figura 3) e dos valores de IEP (Figura 4). Com base no padrão populacional de perfilhamento (Figura 3), os pastos de azevém estabilizaram-se por que mantiveram perfilhamento contínuo, ao longo da estação de crescimento.



**Figura 3.** Padrão populacional de perfilhamento em pastos de azevém, com os métodos (contínuo/rotativo) e intensidades de pastejo (baixa/moderada), em pastos subsequentes de milho ou soja: A, contínuo, baixa, milho; B, contínuo, baixa, soja; C, contínuo, moderada, milho; D, contínuo, moderada, soja; E, rotativo, baixa, milho; F, rotativo, baixa, soja; G, rotativo, moderada, milho; e H, rotativo, moderada, soja. Geração de perfilhos e data da marcação: G9, 7/8/2010; G10, 21/8; G11, 4/9; G12, 18/9; G13, 2/10; G14, 16/10/2010.





**Figura 4.** Índice de estabilidade da população de perfilhos, em pastos de azevém anual submetidos aos efeitos das culturas prévias de soja e de milho, dos métodos de pastejo contínuo ou rotativo e das intensidades de pastejo baixa ou moderada: A, contínuo, baixa; B, contínuo, moderada; C, rotativo, baixa; e D, rotativo, moderada.

## Conclusões

1. Pastos de azevém estabelecidos após a soja produzem maior massa de forragem e permitem antecipar o pastejo em comparação aos estabelecidos após o milho.

2. As pastagens de azevém são capazes de manter a população de perfilho estável durante o período de pastejo, independentemente da cultura precedente ou do método e intensidade de pastejo.

3. O índice de estabilidade do pasto não é afetado pela redução na densidade de perfilhos, no florescimento.

## Referências

AGUINAGA, A.A.Q.; CARVALHO, P.C. de F.; ANGHINONI, I.; PILAU, A.; AGUINAGA, A.J.Q.; GIANLUPPI, G. Dal F.

Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.1523-1530, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000900002.

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 fertilizer and irrigation. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.54, p.803-817, 2003. DOI: 10.1071/AR02135.

BARBOSA, C.M.P.; CARVALHO, P.C. de F.; CAUDURO, G.F.; LUNARDI, R.; KUNRATH, T.R.; GIANLUPPI, G. Dal F. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.1953-1960, 2007. DOI: 10.1590/S1516-35982007000900002.

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. DOI: 10.1111/j.1365-2494.2009.00682.x.
- 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. DOI: 10.2111/06-159R.1.
- CAMINHA, F.O.; SILVA, S.C. da; PAIVA, A.J.; PEREIRA, L.E.T.; MESQUITA, P. de; GUARDA, V.D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.213-220, 2010. DOI: 10.1590/S0100-204X2010000200013.
- CARVALHO, C.A.B. de; SILVA, S.C. da; SBRISIA, A.F.; PINTO, L.F. de 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, p.567-575, 2001. DOI: 10.1590/S0100-204X2001000300023.
- FREITAS, T.M.S. **Dinâmica da produção de forragem, comportamento ingestivo e produção de ovelhas Ile de France em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) em resposta a doses de nitrogênio**. 2003. 158p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- HIRATA, M.; PAKIDING, W. Dynamics in tiller weight and its association with herbage mass and tiller density in Bahia grass (*Paspalum notatum*) pasture under grazing. **Tropical Grassland**, v.36, p.24-32, 2002.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley, 1990. 203p.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimakarte der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928. Wall-map 150 cm x 200 cm.
- MATTHEW, C.; ASSUERO, S.; BLACK, C.K.; SACKVILLE HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; CARVALHO, P.C. de F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.127-150. DOI: 10.1079/9780851994529.0127.
- 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. DOI: 10.1006/anbo.1995.1135.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of sheep**. 6<sup>th</sup> ed. Washington: National Academy of Science, 1985. 99p.
- 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, 1981, Nottingham. **Proceedings**. Nottingham: British Grassland Society, 1981. p.25-29.
- PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.J. The principles of pasture utilization. In: HOPKINS, A. (Ed.). **Grass: its production and utilization**. Okehampton: British Grassland Society, 2000. p.31-80.
- RUSSELLE, M.P.; BIRR, A.S. Large-scale assessment of symbiotic dinitrogen fixation by crops. **Agronomy Journal**, v.96, p.1754-1760, 2004. DOI: 10.2134/agronj2004.1754.
- RUSSELLE, M.P.; ENTZ, M.H.; FRANZLUEBBERS, A.J. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, v.99, p.325-334, 2007. DOI: 10.2134/agronj2006.0139.
- 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. DOI: 10.1006/anbo.1995.1134.
- 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. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- SBRISIA, A.F.; SILVA, S.C. da. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.35-47, 2008. DOI: 10.1590/S1516-35982008000100005.
- SBRISIA, A.F.; SILVA, S.C. da; MATTHEW, C.; CARVALHO, C.A.B. de; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F. de M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 Bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.1459-1468, 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003001200013.
- SBRISIA, A.F.; SILVA, S.C. da; SARMENTO, D.O.L.; MOLAN, L.K.; ANDRADE, F.M.E.; GONÇALVES, A.C.; LUPINACCI, A.V. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v.206, p.349-359, 2010. DOI: 10.1007/s11258-009-9647-7.
- SCHENEITER, J.; ASSUERO, S. Tiller population density and productivity in tall fescue and prairie grass swards. **Ciencia e Investigación Agraria**, v.37, p.35-44, 2010. DOI: 10.4067/S0718-16202010000200004.
- VARVEL, G.E.; WILHELM, W.W. Soybean nitrogen contribution to corn and sorghum in western corn belt rotations. **Agronomy Journal**, v.95, p.1220-1225, 2003. DOI: 10.2134/agronj2003.1220.
- WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics Simulation and Computation**, v.22, p.1079-1106, 1993. DOI: 10.1080/03610919308813143.
- 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.

Recebido em 28 de julho de 2011 e aprovado em 28 de fevereiro de 2013