

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FLUXOS DE BIOMASSA E PADRÕES DE
DESFOLHAÇÃO DE AZEVÉM PASTEJADO POR
BEZERRAS DE CORTE RECEBENDO OU NÃO
SUPLEMENTO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Sheila Cristina Bosco Stivanin

**Santa Maria, RS, Brasil
2014**

**FLUXOS DE BIOMASSA E PADRÕES DE DESFOLHAÇÃO
DE AZEVÉM PASTEJADO POR BEZERRAS DE CORTE
RECEBENDO OU NÃO SUPLEMENTO**

Sheila Cristina Bosco Stivanin

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Zootecnia**.

Orientadora: Marta Gomes da Rocha

Santa Maria, RS, Brasil
2014

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Stivanin, Sheila Cristina Bosco
Fluxos de biomassa e padrões de desfolhação de azevém
pastejado por bezerras de corte recebendo ou não
suplemento / Sheila Cristina Bosco Stivanin.-2014.
71 p.; 30cm

Orientadora: Marta Gomes da Rocha
Coorientadora: Luciana Potter
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, RS, 2014

1. Fluxos de biomassa 2. Padrões de desfolhação 3.
Grão de aveia 4. Grão de milho I. Rocha, Marta Gomes da
II. Potter, Luciana III. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Departamento de Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**FLUXOS DE BIOMASSA E PADRÕES DE DESFOLHAÇÃO DE
AZEVÉM PASTEJADO POR BEZERRAS DE CORTE RECEBENDO OU
NÃO SUPLEMENTO**

elaborada por
Sheila Cristina Bosco Stivanin

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia

Comissão Examinadora:

Marta Gomes da Rocha
(Presidente da Comissão/Orientador)

Luciana Pötter, Dr^a.
(UFSM)

Denise Baptaglin Montagner, Dr^a.
(EMBRAPA Gado de Corte – MS)

Santa Maria, 20 de fevereiro de 2014.

AGRADECIMENTOS

A realização dessa dissertação marca o fim de uma importante etapa da minha vida, dessa forma, agradecer a todos que de alguma maneira ajudaram a construir esse trabalho não é uma tarefa fácil. Agradecer a Deus é uma forma de dizer a ele que sempre vamos precisar de suas mãos para conquistar outras coisas mais, por isso sou grata a ele por ter me permitido lutar e alcançar os objetivos pretendidos.

Agradeço a toda a minha família que de diferentes formas auxiliaram em meu trabalho, em especial a minha mãe Marli e meu padrasto Narciso que sempre me apoiaram em todas as decisões.

Agradeço ao meu noivo Gustavo pelo amor, paciência nos dias de estresse, pelos conselhos e pelo companheirismo, que sempre esteve presente ao longo desses dois anos e outros anos mais.

A professora Marta, que além de orientadora é um exemplo de profissional, pelos valiosos conselhos e ensinamentos transmitidos que certamente ficarão guardados na memória.

A professora Luciana, por ter aberto tantas portas em minha vida acadêmica e pelos ensinamentos e conselhos tanto pessoais quanto profissionais. Além de excelente profissional, é um exemplo de amizade, confiança e companheirismo.

Aos amigos quase que irmãos que a vida colocou em meu caminho (Vivi, Paulo e Lidi) pelo companheirismo, aprendizado e auxílio desde o início dessa jornada. Com certeza o apoio de vocês tem grande participação nessa e em muitas outras conquistas.

Aos colegas de mestrado, em especial os companheiros de experimento Vivi e Marcos “Santiago”. Sem dúvida formamos uma bela equipe.

A todos os colegas do laboratório Pastos & Suplementos, pela compreensão e principalmente pelo apoio durante a condução do experimento.

A UFSM, pela formação acadêmica. A CAPES, pela bolsa concedida. Aos professores do PPGZ, pelos ensinamentos. À Olirta, pela atenção prestada aos alunos.

Enfim, agradecer a todas as pessoas que contribuíram para meu conhecimento e crescimento pessoal e que de alguma forma ajudaram pra que eu pudesse concluir mais essa etapa, meu agradecimento sincero: Muito obrigada!

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

FLUXOS DE BIOMASSA E PADRÕES DE DESFOLHAÇÃO DE AZEVÉM PASTEJADO POR BEZERRAS DE CORTE RECEBENDO OU NÃO SUPLEMENTO

Autora: Sheila Cristina Bosco Stivanin

Orientadora: Marta Gomes da Rocha

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 20 de fevereiro de 2014.

Os fluxos de biomassa foliar, a intensidade e a frequência de desfolhação foram avaliados em azevém (*Lolium multiflorum* Lam), pastejado por bezerras exclusivamente em pastejo, ou em pastejo e recebendo grão de milho ou grão de aveia como suplemento. Foi utilizado o método de pastejo contínuo com número variável de animais. Os grãos de milho e de aveia, na proporção de 0,93% do peso corporal foram ministrados de segunda-feira a sábado às 14 horas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, com três sistemas alimentares e três repetições de área. Os fluxos de biomassa foliar, a intensidade e a frequência de desfolhação foram calculados por meio das características morfogênicas e estruturais do pasto. Os fluxos de crescimento, senescência e consumo de lâminas foliares foram similares nos diferentes sistemas alimentares. O consumo de lâminas foliares em relação ao peso corporal foi menor quando as bezerras receberam grão de milho ou grão de aveia branca como suplemento. A intensidade de desfolhação, independente do tipo de lâmina foliar (em expansão ou expandida) foi de 54,4% e similar nos diferentes sistemas alimentares. A frequência de desfolhação do azevém aumenta quando as bezerras recebem suplemento. O aumento na taxa de lotação ocasionado pelo uso do grão de milho ou do grão de aveia como suplemento não alterou a dinâmica dos fluxos de biomassa do azevém, porém reduziu o consumo de lâminas foliares em relação ao peso corporal das bezerras e ocasionou aumento na frequência de desfolhação do azevém.

Palavras-chave: Consumo de lâminas foliares. Grão de aveia. Grão de milho. *Lolium multiflorum* Lam. Intensidade de desfolhação.

ABSTRACT

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria

Biomass flows and patterns defoliation of Italian ryegrass grazed by beef heifers receiving or not supplement

Author: Sheila Cristina Bosco Stivanin

Adviser: Marta Gomes da Rocha

Date and Defense's Place: Santa Maria, February 20, 2014.

Flows of leaf biomass, the intensity and frequency of defoliation were evaluated in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam), by beef heifers that grazed exclusively on pasture or that grazed and received oat and corn grain as a supplement. We used the method of continuous grazing with variable number of animals. The corn grains and oat in the proportion of 0.93% of body weight, were administered from Monday to Saturday at 14 hours. The experimental design was completely randomized, with repeated measurements over time, with three food systems and three area replications. Flows of leaf biomass, the intensity and frequency of defoliation were calculated using the morphogenetic and structural characteristics of the pasture. The flows of growth, senescence and consumption of leaf blades were similar in the different food systems. The consumption of leaf blades in relation to body weight was lower when heifers received corn or oat grain as supplement. The intensity of grazing, independent of the leaf blade types (in expansion or expanded) was 54.4% and similar in the different food systems. The frequency of defoliation of Italian ryegrass increases when the heifers receive supplement. The increase in stocking rate occasioned by the use of grain, corn or oat, as a supplement did not alter the dynamics of the biomass flows of Italian ryegrass, but reduced the consumption of leaf blades in relation to body weight of heifers and occasioned increase in frequency defoliation of Italian ryegrass.

Key – words: Intake of leaf blades. Oat grain. Corn grain. *Lolium multiflorum* Lam. Intensity of defoliation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da estrutura e morfogênese de azevém pastejado por bezerras sob diferentes sistemas alimentares.....	51
---	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Fluxos de biomassa, em kg de MS de lâminas foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, e balanço líquido, nos diferentes períodos de avaliação do azevém. Letras distintas nas barras diferem entre si ($P < 0,10$)..... 52

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A - Chave para identificação das variáveis estudadas.....	54
Apêndice B - Parâmetros produtivos do pasto nos sistemas alimentares.....	55
Apêndice C - Parâmetros bromatológicos do pasto e taxa de lotação nos sistemas alimentares.....	56
Apêndice D - Características estruturais do pasto nos sistemas alimentares.....	57
Apêndice E - Características morfogênicas do pasto nos sistemas alimentares.....	58
Apêndice F - Intensidade e frequência de desfolhação do pasto nos sistemas alimentares...	59
Apêndice G - Fluxos de biomassa foliar, consumo de lâminas foliares em relação ao peso corporal das bezerras, eficiências real e potencial de utilização e balanço líquido do pasto nos sistemas alimentares.....	60
Apêndice H - Estrutura de covariância eleita.....	61
Apêndice I - Editor programa estatístico SAS.....	62

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Normas para a publicação de artigos científicos na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.....	65
--	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Caracterização da pastagem de azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam.).....	13
2.2 Uso de suplementos energéticos para bezerras em pastejo.....	15
2.3 Produção e uso de fotoassimilados no crescimento das plantas.....	16
2.3.1 Resposta das plantas a desfolhação.....	18
2.4 Morfogênese das plantas e estrutura do dossel.....	19
2.5 Intensidade e frequência de desfolhação.....	23
2.6 Fluxos de biomassa.....	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27
3. CAPÍTULO 1.....	33
APÊNDICES.....	53
ANEXOS.....	64

1 INTRODUÇÃO

Suplementos são fornecidos em situações onde desempenhos superiores são desejados para animais mantidos exclusivamente em pasto, no entanto, a maioria dos trabalhos sobre o uso de suplementos, não considera seu efeito no ecossistema da pastagem (POMPEU et al., 2009). Em sistemas de produção onde animais em pastejo recebem suplementos, efeitos associativos positivos ou negativos entre o pasto e o suplemento podem ocorrer. Esses efeitos acontecem devido a interações digestivas e metabólicas que modificam o consumo de energia pelo animal devido principalmente a mudanças no consumo de matéria seca do pasto e alterações na digestibilidade da fibra (DIXON; STOCKDALE, 1999). Assim, o uso de suplementos geralmente altera a forma com que os animais em pastejo colhem a sua dieta. Animais que recebem suplementos reduzem o tempo de pastejo (BREMM et al., 2005), podendo reduzir o consumo de forragem (KRYLS; HESS, 1993), promovendo possíveis modificações no balanço dos fluxos de biomassa.

Em comunidades pastejadas, plantas individuais são sujeitas a desfolhações sequenciais, sendo que a intensidade e a frequência em que essas desfolhações ocorrem dependem do sistema de manejo do pastejo e condicionam a estrutura da planta no dossel, determinando sua resposta frente à ação do herbívoro (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). O fornecimento de suplementos aos animais em pastejo proporciona um incremento na taxa de lotação, na ordem de 20% (PÖTTER et al., 2010). Alterações na taxa de lotação influenciam de forma direta a intensidade e a frequência de desfolhação das forrageiras, podendo ocasionar mudanças na dinâmica de crescimento do dossel alterando os fluxos de biomassa (PONTES et al., 2004).

Por proporcionar conhecimento sobre as condições que regulam a diferenciação e alongamento dos tecidos meristemáticos, o estudo dos fluxos de biomassa, por meio dos processos morfogênicos, permite o entendimento do desenvolvimento de uma planta. Assim, os fluxos de biomassa podem ser utilizados como uma ferramenta para avaliação da dinâmica do crescimento das lâminas foliares e perfilhos em comunidades de plantas forrageiras (FAGUNDES et al., 2006), auxiliando na compreensão de efeitos de diferentes tipos de manejo sobre a evolução do pasto (PONTES et al., 2004). Ainda de acordo com esses autores, em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), o fluxo de consumo e o fluxo de crescimento de lâminas foliares alcançam seus valores máximos quando o dossel é manejado com alturas entre 10 e 15 cm. Em pastejo intermitente, o manejo que prevê o desaparecimento

de 43% da massa de forragem inicial resulta em melhor equilíbrio entre o consumo de matéria seca pelo animal e o acúmulo de biomassa pelo dossel (CONFORTIN et al., 2009).

Dados publicados que esclareçam o comportamento dos fluxos de biomassa foliar quando o pasto é consumido por animais que recebem diferentes suplementos são inexistentes, dessa forma esse trabalho foi conduzido com o objetivo de quantificar os diferentes fluxos de biomassa de lâminas foliares, bem como a intensidade e a frequência de desfolhação do azevém pastejado por bezerras de corte exclusivamente em pastejo ou recebendo grão de milho ou grão de aveia branca como suplemento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)

O sistema de produção animal em pastagens, no Brasil, devido aos reduzidos custos e pela qualidade do produto gerado é conhecido como a opção de maior viabilidade econômica (ZANINI et al., 2012). Para que sistemas de produção baseados na utilização de forragens possam ser planejados e eficientemente utilizados é necessário compreender melhor, em cada espécie, a sua capacidade de reposição da área foliar, em resposta aos diferentes padrões de desfolhação e a sua interação com a variação dos fatores ambientais que controlam esse crescimento (PEDREIRA et al., 2001).

O azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea cespitosa, de clima temperado, com origem da bacia do Mediterrâneo e introduzida no Brasil pelos imigrantes italianos (FLOSS, 1988). No Rio Grande do Sul, a área ocupada com as principais culturas agrícolas de verão (soja e milho), na safra de 2012/2013 é de 5,6 milhões de hectares e apenas 1,1 milhão de hectares são destinados aos cultivos de grão de trigo e de aveia no inverno (CONAB, 2013). A cultura de azevém ocupa apenas um milhão de hectares (IBGE, 2007), assim, aproximadamente 3,5 milhões de hectares ainda poderiam ser utilizados com pastagens de clima temperado.

A época de semeadura do azevém se estende de março a julho e seu período de estabelecimento e início do pastejo é dependente das condições climáticas e da fertilidade do solo (MARCHEZAN et al., 2002). Os perfilhos de azevém possuem, em média, três a quatro folhas verdes (PONTES et al., 2003; CONFORTIN et al., 2013) e um filocrono médio de 125 graus-dia (CONFORTIN et al., 2010), resultando em uma duração de vida das folhas de, em média, de 375 graus-dia.

No azevém colhido por simulação de pastejo, os valores de proteína bruta podem variar de 18 a 25% (ROSO et al., 2009; ROSA et al., 2013), a fibra em detergente neutro de 37 a 58% (BREMM et al., 2008; RIBEIRO et al., 2009) e a digestibilidade da matéria orgânica de 40 a 72% (DIFANTE et al., 2006). Quando manejada sob pastejo contínuo, a pastagem de azevém exclusiva, consorciada com trevo vermelho ou aliada ao uso de suplementos, produz em média, 5,8 toneladas de MS/ha (ROSO et al., 2009). Quando em

cultivo estreme, mostra potencial de resposta linear crescente à adubação nitrogenada, com produção variando de 4,3 a 7,9 toneladas de MS/ha, com doses de 0 a 220 kg de nitrogênio/ha, em cobertura (PELLEGRINI et al., 2010).

Ao comparar o método de pastejo contínuo em relação ao método intermitente, Cauduro et al. (2006) observaram alterações nas variáveis morfogênicas e estruturais do azevém, com maiores taxas de expansão e aparecimento foliar, duração de vida das lâminas foliares e densidade populacional de perfilhos no método de pastejo contínuo.

Para obter alta produção animal em pastagens é necessário haver um equilíbrio entre as três fases do processo de produção do pasto: crescimento, utilização e conversão (HODGSON, 1990). Valores similares, 44 kg de MS/ha/dia, para a taxa de acúmulo de forragem em azevém foram relatados por Roso et al. (2009) e Pötter et al. (2010). Pilau et al. (2004), manejando a pastagem de azevém com massa de forragem de 1200 kg de MS/ha observaram ganhos individuais de 0,750 kg/dia em bezerras de corte com oito meses de idade. Roso et al. (2009) mantendo a massa de forragem em 1327 kg de MS/ha, correspondendo a oferta de forragem e de lâminas foliares de 10,5 e 3,5 kg de MS/ 100 kg de PC, respectivamente, observaram ganhos médios de 0,857 kg por dia em bezerras de corte, sendo esse valor 22% inferior aos ganhos observados por Rosa et al. (2013) quando a massa de forragem foi de 1636 kg de MS/ha.

Considerando que valores de massa de forragem semelhantes podem representar pastagens completamente distintas em estrutura devido a variações em densidade, altura e composição (CARVALHO et al., 2001), o manejo da lotação de acordo com a altura do pasto pode ser uma ferramenta adequada para manutenção de índice de área foliar próximo do ótimo (AGUINAGA et al., 2008). Para a pastagem de azevém, os resultados observados por Pontes et al. (2004) mostram que os maiores ganhos médios diários e por hectare são obtidos na estrutura formada pelo dossel manejado entre 10 e 15 cm de altura.

O ganho de peso corporal por área é considerado um indicador biológico importante para a definição do manejo a ser empregado, pois está diretamente relacionado com a rentabilidade da exploração da pastagem (ROMAN et al., 2010). Em análise de nove experimentos, Pötter et al. (2010) observaram que a taxa de lotação e o ganho de peso por área em pastagens de clima temperado foram de 1080 kg/ha e 440 kg/ha, respectivamente, com ganho de peso por área 43,9% superior quando os animais recebem suplemento.

2.2 Uso de suplementos energéticos para bezerras em pastejo

Dentre os componentes da dieta de ruminantes, os carboidratos são responsáveis por cerca de 70 a 80% da matéria seca (MS) total, sendo que a maior fonte de energia para esses animais é proveniente da conversão dos carboidratos em ácidos graxos voláteis no rúmen-retículo e no intestino grosso (VAN SOEST, 1994). Os suplementos energéticos são classificados como ricos em amido, açúcares ou fibra digestível, e a resposta ao uso de suplementos para animais em pastejo é variável de acordo com o tipo de suplemento utilizado (HORN et al., 2005).

Dentre os grãos de cereais, o milho é o mais amplamente utilizado como suplemento energético tanto para ruminantes quanto para monogástricos. Esse grão apresenta alta palatabilidade, 8-10% de proteína bruta e 85-90% de nutrientes digestíveis totais, é o mais rico em gordura quando comparado a qualquer outro cereal, com teores entre 3 e 6% de extrato etéreo, sendo pobre em fibra bruta e, portanto, altamente digestível (NRC, 2001). O elevado valor energético do milho deve-se ao fato de ser um grão rico em extrativos não nitrogenados, essencialmente amido. Rosa et al. (2013), ao estudar o uso do grão de milho ou gordura extrusada como suplemento para bezerras de corte em pastagem de azevém, observaram que o fornecimento do grão de milho ocasionou taxa de lotação 18% superior quando comparado com os demais sistemas alimentares testados, sem alterações no ganho médio diário das bezerras.

O grão de aveia branca é pouco utilizado na alimentação de ruminantes, sendo escassos os resultados sobre o uso desse grão para alimentação de bovinos de corte mantidos em pasto. De acordo com o NRC (2001), o grão de aveia branca apresenta valores de 13,2% de proteína bruta, 78,5% de nutrientes digestíveis totais e 5,1% de extrato etéreo.

O uso de suplementos aumenta o consumo total de MS e energia em relação ao consumo atingido exclusivamente com o pasto (BARGO et al., 2003), assim, o principal objetivo de seu uso é alcançar desempenhos superiores a aqueles obtidos em animais mantidos exclusivamente a pasto. Adicionalmente, o uso de suplementos pode ser uma estratégia utilizada para garantir maior segurança no sistema produtivo, pois em condições climáticas desfavoráveis ao crescimento do pasto, é uma prática de baixo risco, sobretudo para sistemas pecuários de ciclo completo (PILAU et al., 2005).

O manejo adequado do pastejo, com oferta de forragem adequada para colheita pelo animal, é a etapa fundamental antes da decisão de utilização ou não de suplementos, sendo que a eficiência do uso dos suplementos é dependente do efeito do consumo de suplemento no consumo de pasto (ROCHA et al., 2007). De acordo com Dixon e Stockdale (1999) efeitos associativos positivos ou negativos entre o pasto e o suplemento podem ocorrer em sistemas de produção onde animais em pastejo recebem suplementos. Esses efeitos ocorrem devido a interações digestivas e metabólicas que modificam o consumo de energia pelo animal em função de alterações no consumo e/ou digestibilidade da fibra.

Quando um suplemento é fornecido, o consumo de pasto pelos animais pode permanecer inalterado, aumentar ou diminuir, sendo que as respostas dependem da qualidade e da quantidade de forragem disponível. Segundo Hodgson (1990), são poucas as circunstâncias nas quais o concentrado age realmente como suplemento, ou seja, é consumido sem acarretar redução no consumo de forragem. Quando a disponibilidade de forragem é alta, o fornecimento de suplemento energético aumenta o consumo total, mas diminui o consumo de pasto. Se essa redução do consumo de pasto for igual à quantidade do suplemento ingerido, o coeficiente de substituição será de um e o suplemento terá pouco efeito no desempenho individual (BARGO et al., 2003). Em geral, maiores taxas de substituição são verificadas em forragens de alta qualidade.

Quando existe efeito de substituição do consumo de forragem pelo consumo de suplemento, a utilização de suplementos proporciona incremento na taxa de lotação, possibilitando que um maior número de bezerras complete um ano de idade com peso suficiente para o acasalamento (ROCHA et al., 2003). Adicionalmente, a taxa de lotação determina a probabilidade de desfolhação de cada componente do pasto (GONÇALVES et al., 2009), assim, um incremento na densidade de animais evidencia desfolhações mais frequentes. Com um aumento na frequência de desfolhação, maior é a proporção de tecidos removidos, refletindo em um aumento na taxa de aparecimento de lâminas foliares devido a melhor condição de luz na base do dossel (BARBOSA et al., 2011). A taxa de aparecimento de lâminas foliares, por influenciar diretamente a estrutura do dossel, desempenha um papel central na morfogênese (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), podendo assim ter efeitos diretos nos fluxos de crescimento e senescência do pasto.

2.3 Produção e uso de fotoassimilados no crescimento das plantas

A produção de tecido foliar é um processo contínuo, regulado por variáveis ambientais e características do dossel, podendo ser analisada pelo resultado da interação entre os processos de produção de assimilados por plantas individuais e o uso desses assimilados pelos meristemas foliares para a produção de novas células de crescimento e, finalmente, para a expansão da área foliar (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). O processo de fotossíntese, que é desencadeado quando os cloroplastos dos tecidos das lâminas foliares verdes são expostos a luz (PEDREIRA et al., 2001), é o que origina os novos tecidos das plantas por meio da combinação entre o carbono proveniente do CO₂ atmosférico e o nitrogênio absorvido do solo por meio do sistema radicular (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). A disponibilidade de nitrogênio é o fator dominante que controla os diferentes processos de crescimento e desenvolvimento da planta, melhorando a eficiência de fotossíntese e redistribuindo o carbono para a formação da parte aérea resultando em maior área fotossintetizante (NABINGER et al., 1996). Quando a oferta de assimilados é suficiente para a demanda dos meristemas, o crescimento da lâmina foliar pode alcançar o potencial determinado pela temperatura e o excesso de assimilados pode ser armazenado como carboidratos de reserva na base do colmo e raízes.

A atividade fotossintética, assim como o perfilhamento, respondem diferentemente a variações no manejo do pasto e condições ambientais e, o crescimento é dificilmente previsível (PEDREIRA et al., 2001). As lâminas foliares individuais apresentam grande variação em sua capacidade fotossintética, que é determinada por vários fatores como a quantidade de radiação solar incidente, temperatura, suprimento de água e, principalmente, seu estágio de desenvolvimento. Em situações de alta disponibilidade de radiação e temperaturas adequadas, a planta prioriza a formação de área foliar de modo a captar o máximo possível de radiação incidente (NABINGER et al., 1996).

De maneira simplificada, o funcionamento do sistema depende de um fluxo de energia que entra no sistema de acordo com a disponibilidade de radiação solar. Essa energia incidente é absorvida por uma superfície de captação cujo tamanho e eficiência de transformação de energia solar em energia química depende da disponibilidade de nutrientes absorvida do solo pelas raízes ou é oriunda de reciclagem pelo sistema, sendo ambos os processos afetados pelo pastejo (NABINGER et al., 1996). Em dosséis frequentemente desfolhados, que mantém um índice de área foliar mais ou menos constante, a taxa de

nitrogênio captado pelas plantas é constante e proporcional a luz interceptada para cada planta individual em uma comunidade de plantas (LEMAIRE, 1997).

2.3.1 Resposta das plantas a desfolhação

Os tecidos formados na parte aérea podem ser pastejados pelos animais ou podem senescer e decompor proporcionando um retorno de carbono ao solo como matéria orgânica e reciclagem de CO₂ por meio da atividade de decomposição (LEMAIRE, 1997). De acordo com esse mesmo autor, na ausência de pastejo, uma maior proporção de lâminas foliares é sombreada e uma parte do nitrogênio dessas lâminas é remobilizado e translocado para as lâminas foliares em crescimento. Também ocorre expansão dos entrenós dos colmos com o objetivo de projetar as novas lâminas foliares nas camadas mais iluminadas. Por outro lado, em situações onde ocorre a atividade de pastejo, para que as plantas rebrotem, o manejo deve otimizar a inter-relação entre o índice de área foliar, a interceptação luminosa, o acúmulo de carboidratos e o crescimento das plantas (PEDREIRA et al., 2001). Como a região meristemática está localizada na base de cada lâmina foliar, novas lâminas foliares podem continuar a crescer mesmo que parte delas tenha sido removida pelos animais em pastejo (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993). Com isso, a tolerância ao pastejo pode ser estimada pelo tempo necessário para a planta, após uma desfolhação, recuperar seu crescimento a uma taxa similar ao período anterior a sua desfolhação (LEMAIRE, 1997).

Respostas das plantas forrageiras a desfolhação podem ser delineadas a curto prazo, com adaptação fisiológica devido a remoção de tecidos fotossintéticos, com restrição do fornecimento de carboidratos para o crescimento das plantas. A longo prazo, ocorre adaptação morfológica, constituída pelos mecanismos de tolerância ao pastejo, posicionando a lígula abaixo do nível de desfolhação, preservando o meristema apical e axilares, e permitindo que no dossel exista a manutenção de lâmina foliar verde abaixo do horizonte de pastejo e, assim, permitindo atividade fotossintética (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). A dimensão de como essas respostas plásticas influenciam as características e a produção do pasto depende do regime de desfolhação por meio do controle da intensidade e da frequência de desfolhação e do balanço obtido entre o fornecimento e a demanda de recursos de crescimento pela planta (CHAPMAN; LEMAIRES, 1993; NELSON, 2000).

Plasticidade fenotípica é expressa como uma progressiva e reversível modificação das características morfológicas das plantas individuais. Um exemplo de resposta plástica para gramíneas sob frequentes e severas desfolhações é a redução do tamanho dos perfilhos individuais acompanhado pelo aumento na densidade de perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Além disso, ocorrem mudanças no sistema radicular, parte aérea, orientação das lâminas foliares, tamanho final das lâminas foliares ou taxa de perfilhamento em resposta ao estresse hídrico, adubação nitrogenada e altura ou frequência de desfolhação (NELSON, 2000).

2.4 Morfogênese das plantas e estrutura do dossel

O estudo da morfogênese, que é definida como a dinâmica de geração e expansão da forma da planta no espaço (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), representa uma poderosa ferramenta para auxiliar na compreensão dos mecanismos adotados pelas plantas, sob diferentes condições de meio e/ou manejo. As características morfogênicas são avaliadas na unidade básica de crescimento, o perfilho, podendo determinar o funcionamento e a coordenação dos meristemas em termos da taxa de expansão e produção de novas células (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

A morfogênese pode ser descrita a partir de três características básicas: a taxa de aparecimento de lâminas foliares, a taxa de expansão das lâminas foliares e a duração de vida das lâminas foliares, que são determinadas geneticamente, mas que podem ser influenciadas por fatores de ambiente como temperatura, qualidade e intensidade da luz, disponibilidade de água (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), nutrientes e efeitos do pastejo (BARBOSA et al., 2002), que irão definir a taxa e a duração dos processos.

A taxa de aparecimento de lâminas foliares, que corresponde ao número de lâminas foliares que aparece em cada perfilho por unidade de tempo, desempenha o papel central na morfogênese, uma vez que influencia diretamente no tamanho das lâminas foliares, no número de lâminas foliares por perfilho e na densidade populacional de perfilhos, que conjuntamente, irão afetar a quantidade de radiação interceptada (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Espécies com alta taxa de aparecimento de lâminas foliares tendem a produzir um elevado número de lâminas pequenas por perfilho e uma elevada densidade de perfilhos,

ocasionando uma estrutura de dossel baixa e densa (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Adequada condição de luz e temperatura em dosséis manejados intensamente favorecem o maior aparecimento de lâminas foliares, que é um fator importante para a produtividade e persistência do pasto (CUTRIM JR et al., 2013). O filocrono está associado ao conceito de taxa de aparecimento e representa o intervalo de tempo transcorrido entre o surgimento de duas lâminas foliares consecutivas sendo, geralmente, expresso em graus-dias. O filocrono é relativamente constante para uma dada espécie, proporcionando assim uma escala de tempo base para o estudo morfogênico das plantas (LEMAIRE, 1997).

A taxa de expansão, que representa o crescimento diário no comprimento das lâminas foliares, é o resultado da multiplicação das células que se encontram na intersecção da lâmina foliar com a bainha. A taxa de expansão de lâminas foliares tem grande relevância no fluxo de tecidos das plantas, uma vez que está associada com o tamanho das lâminas foliares e consequentemente com a produção de biomassa. Na zona de divisão celular encontramos um maior acúmulo de nitrogênio, sendo esse o nutriente que influencia diretamente na taxa de expansão foliar, por meio do aumento do número de células. Fatores de ambiente como temperatura e qualidade da luz também podem modificar a taxa de expansão foliar. Lemaire e Agnusdei (2000) observaram que espécies C3 tem uma baixa taxa de expansão foliar em baixas temperaturas e uma alta capacidade de resposta quando a temperatura é elevada. Conforme Pontes et al. (2003), a manutenção de uma maior área foliar determina uma maior interceptação de luz, aumentando a oferta de carbono e elevando assim a velocidade de expansão das lâminas foliares. Para Pompeu et al. (2009), a taxa de expansão foliar é modificada pelo uso de suplementos, sendo que maiores taxas de expansão são observadas quando ovelhas pastejando capim Tanzânia (*Panicum maximum*) recebem 1,2 e 1,8% do peso corporal de suplemento devido principalmente a melhores condições de luz na base do dossel ocasionada pela maior taxa de lotação imposta nesses tratamentos.

A duração de vida das lâminas foliares determina o máximo número de lâminas foliares vivas que um perfilho pode suportar quando seu rendimento teto é atingido (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). O tempo de vida da lâmina foliar pode ser medido por meio do tempo entre o aparecimento de uma nova lâmina foliar e sua senescência e representa o período durante o qual, após uma desfolhação completa, tecidos foliares verdes se acumulam em perfilhos adultos individuais sem perdas por senescência. Após esse período, se inicia o acúmulo de tecidos foliares mortos, que combinando com o acúmulo de material de lâminas foliares novas conduzem a um equilíbrio entre o aparecimento e morte de tecidos foliares no

perfilho individual (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Qualquer prática de manejo que resulte em redução da disponibilidade de recursos ambientais, principalmente luz, pode ocasionar incremento no processo de senescência das lâminas foliares (HODGSON et al., 1981).

A combinação das características morfogênicas determina as três principais características estruturais: tamanho da lâmina foliar, número de lâminas foliares vivas por perfilho e densidade populacional de perfilhos (CHAPMAN; LEMAIER, 1993). O tamanho das lâminas foliares de um perfilho é determinado pela relação entre a taxa de aparecimento e expansão de lâminas foliares. A lâmina foliar se expande até a exteriorização da lígula, quando então se tem a lâmina foliar adulta, completamente expandida. De acordo com Pedreira et al. (2001), a forma, o arranjo, o tamanho e a quantidade de lâminas foliares são os principais fatores que afetam a interceptação e a reflexão de luz incidente no dossel.

A duração do processo de expansão da lâmina foliar aumenta de acordo com o seu nível de inserção no perfilho e é positivamente correlacionada com o comprimento da bainha (DURU; DUCROCQ, 2000). Assim, as primeiras lâminas foliares originadas de pseudocolmos pequenos tem emergência mais rápida e são menores. Cerca da metade do crescimento da lâmina foliar ocorre no interior da bainha, sendo que a exteriorização da lâmina foliar corresponde a paralisação da multiplicação e início da fase de expansão celular (SKINNER; NELSON, 1995). Assim, o comprimento da bainha determina o número de células e, conseqüentemente, o comprimento da lâmina foliar para dada condição de crescimento.

O número de lâminas foliares por perfilho é o produto entre o tempo de vida de cada lâmina foliar e a taxa de expansão das mesmas (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996) e por isso qualquer alteração em uma dessas duas características morfogênicas afetará o número de lâminas foliares vivas por perfilho. A produção de lâminas foliares em um perfilho é um processo contínuo, onde o surgimento de uma nova lâmina foliar, a paralisação do crescimento da lâminas foliar anterior e a senescência de uma lâmina foliar madura acontecem mais ou menos ao mesmo tempo (PEDREIRA et al., 2001). Durante o crescimento inicial do perfilho, enquanto os processos de senescência e morte das lâminas foliares de mais baixo nível de inserção não se instalam, o número de lâminas foliares verdes é igual ao número de lâminas completamente expandidas. Entretanto, em consequência da intensificação do processo de senescência, o número de lâminas foliares verdes do perfilho torna-se progressivamente menor que o número total de lâminas completamente expandidas, tendendo a estabilizar-se em torno de um valor constante, conforme a espécie e/ou cultivar (GOMIDE;

GOMIDE, 2000). Pontes et al. (2003) que afirmam que o azevém mantém entre três e quatro lâminas foliares vivas por perfilho. A estabilização do número de lâminas foliares vivas por perfilho e de perfilhos por planta pode ser útil na orientação de manejo que visa maximizar a eficiência de colheita dos animais em pastejo, prevenindo perdas de lâminas foliares por senescência e morte.

A densidade de perfilhos é relacionada particularmente com a taxa de aparecimento de lâminas foliares, que determina o número potencial de pontos de aparecimento de perfilhos (PEDREIRA et al., 2001). Em cada lâmina foliar formada existe o surgimento de um novo fitomero, ou seja, existe uma nova geração de gemas axilares que originam novos perfilhos quando fotoestimuladas (MATTEW et al., 2000; CUTRIM JR et al., 2013). Em azevém anual manejado em diferentes alturas, Pontes et al. (2003) observaram uma densidade populacional de perfilhos média de 2824 perfilhos/m².

A densidade de perfilhos em dosséis pastejados é função do equilíbrio entre a taxa de aparecimento e mortalidade de perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), sendo o processo de perfilhamento uma estratégia de sobrevivência em situações de desfolhação. Esse processo é importante por auxiliar no estabelecimento de plantas jovens permitindo produção de área foliar suficiente para completa interceptação de luz (MATTEW et al., 2000; PEDREIRA et al., 2001). Em dosséis manejados sob lotação contínua, a densidade de perfilhos é principalmente determinada pela manutenção do índice de área foliar (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Além de ser modificado pela taxa de aparecimento de lâminas foliares, o perfilhamento pode variar conforme a disponibilidade de nutrientes, a intensidade e qualidade da radiação luminosa, a temperatura e o manejo do pastejo. O perfilhamento é um processo intermitente que pode ser desencadeado pela desfolhação da planta e consequente aumento na iluminação na base do dossel. Dessa forma, desfolhações intensas determinam um menor índice de área foliar e consequentemente, maior perfilhamento (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; MATTEW et al., 2000).

O produto das características estruturais determina diretamente o índice de área foliar do dossel que é condicionado pelo manejo (CHAPMAN; LEMAIER, 1993). O índice de área foliar ótimo é alcançado quando 95% do total de luz incidente é interceptada pelo dossel, e representa o máximo crescimento. Acima do ótimo ocorre sombreamento das lâminas foliares inferiores e a respiração ultrapassa a fotossíntese e a taxa de crescimento é reduzida (ZANINE, 2005).

2.5 Intensidade e frequência de desfolhação

A disponibilidade de forragem, que é diretamente relacionada com a densidade de animais, determina a probabilidade de desfolhação de cada componente da pastagem, uma vez que quando lhes é permitido, os animais utilizam sua habilidade seletiva com o objetivo de aumentar a qualidade de sua dieta (GONÇALVES et al., 2009).

A desfolhação deve ser considerada como um dos fluxos de matéria seca dentro do dossel vegetal e deve ser vista por meio dos seus dois componentes, a frequência e a intensidade. A fisiologia das plantas é profundamente afetada pelos distúrbios criados por qualquer evento de desfolhação e a frequência com que esse é repetido na mesma unidade morfológica (LEMAIRE, 1997). As respostas de plantas individuais para a intensidade e frequência de desfolhação envolvem os principais processos ao nível da interface planta-animal. Assim, o ajuste da plasticidade da planta tem um papel central na regulação do regime de desfolhação, da produção de novos tecidos foliares e acessibilidade das lâminas foliares para o animal em pastejo (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

A intensidade de desfolhação é estimada pelo quociente entre o comprimento da porção de lâmina foliar removida pelo animal a um dado evento de desfolhação e o comprimento da lâmina foliar antes dela ser desfolhada (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). A intensidade de desfolhação apropriada deve permitir a manutenção de área foliar que não limite a taxa de acúmulo de forragem. Para tal, o conhecimento das características morfogênicas da planta é fundamental, sendo a duração de vida das lâminas foliares um indicador da intensidade ou frequência de desfolhação que permita manter adequada a área foliar do dossel.

O tempo de formação de duas lâminas foliares consecutivas em um perfilho é menor em situações de baixa intensidade de desfolhação. Isso é devido a maior quantidade de lâminas capazes de fotossíntese, produzindo assim fotoassimilados que são translocados para a produção de novas lâminas foliares (CUTRIM JR et al., 2013). Por outro lado, incrementos na intensidade de desfolhação de uma pastagem provocam redução do comprimento do pseudocolmo e redução no ângulo de perfilhos e lâminas foliares, resultando em um crescimento mais prostrado (HODGSON et al., 1981). Portanto, lâminas foliares com menores comprimentos de bainha são produzidas em situações de aumento na intensidade de

desfolhação ocasionando, de acordo com Barbosa et al. (2011), uma resposta plástica considerada como uma estratégia morfológica das plantas para escapar do pastejo.

Pastagens desfolhadas de forma mais intensa apresentam maior densidade populacional de perfilhos vegetativos devido ao menor sombreamento e competição por assimilados (PEDREIRA et al., 2001). Desfolhações muito severas podem esgotar as reservas de energia das plantas e assim a densidade de perfilhos pode ser comprometida (ZANINE; VIEIRA, 2006). Além disso, quanto maior a porcentagem de forragem removida, menos nutrientes são reciclados no sistema solo-planta e menos matéria orgânica retorna ao solo uma vez que os processos de senescência tendem a ser minimizados (CUTRIM JR et al., 2013).

Pontes et al. (2003) observaram que intensidades severas de desfolhação provocam alterações na morfogênese e estrutura do azevém, diminuindo o aproveitamento dos recursos do meio para a produção de forragem. Lemaire et al. (2009) afirmam que a proporção do comprimento da lâmina foliar removida varia entre 50 e 55%, estando de acordo com os dados obtidos por Gonçalves et al. (2009), que estudando o processo de ingestão de forragem observaram uma que a proporção removida do tecido vegetal se manteve constante, sendo de 58%.

A frequência de desfolhação, definida por Hodgson (1990) como o número de desfolhações que uma lâmina foliar ou perfilho sofre num dado período de tempo, é determinante da plasticidade fenotípica, uma vez que influencia a densidade populacional de perfilhos atuando no controle da expansão dos colmos (BARBOSA et al., 2011). A frequência de desfolhação tem relação estreita com a taxa de lotação. Em regimes de lotação contínua, quanto maior a taxa de lotação, mais frequentes são as desfolhações, ou seja, maior o número de vezes em que um perfilho é visitado pelo animal em um determinado intervalo de tempo. As lâminas foliares totalmente expandidas são as mais frequentemente desfolhadas, enquanto que as lâminas em senescência raramente são desfolhadas (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Com o aumento da frequência de desfolhação, maior é a proporção de tecido de lâmina foliar removido, refletindo em um aumento na taxa de aparecimento de lâminas foliares, que é causado pelo aumento da penetração de luz na base do dossel (BARBOSA et al., 2011).

2.6 Fluxos de biomassa

Em dosséis pastejados, a massa aérea de forragem vive em equilíbrio pela ação dos fluxos de crescimento, senescência e consumo de matéria seca. Por meio de diferentes equações relacionadas a taxa de expansão de lâminas foliares, taxa de aparecimento de lâminas foliares e duração de vida das lâminas foliares em uma dada espécie, é possível modelar a dinâmica dos fluxos de tecido foliar em nível de um perfilho individual (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). De acordo com Carrère et al. (1997), mesmo esse método exija trabalho intensivo, produz estimativas confiáveis do fluxo de biomassa, permitindo uma melhor compreensão dos impactos da herbivoria, que é um importante determinante da composição e estabilidade da comunidade de plantas.

O equilíbrio entre o fluxo de crescimento e o fluxo de senescência é determinado pela duração média de vida das lâminas foliares (NABINGER et al., 1996). O processo de senescência é ligado ao balanço de carbono na lâmina foliar (MATTEW et al., 2000) e acelerado pela temperatura de uma maneira similar a taxa de aparecimento de lâminas foliares (LEMAIRE, 1997). Quanto mais alta for a atividade fotossintética, maior será a taxa de crescimento, entretanto com altos custos de taxa respiratória e senescência (ZANINE; VIEIRA, 2006).

De acordo com Lemaire e Chapman (1996), em uma fase inicial, o balanço entre os fluxos de crescimento e senescência é positivo, pois as lâminas foliares que senescem são aquelas que nascem primeiro e tem tamanhos menores. Após um tempo, a taxa de senescência e a taxa de aparecimento de lâminas foliares são iguais e a taxa de acúmulo de forragem é nula. Em condições naturais, com aumento na taxa de expansão foliar e tamanho final da lâmina foliar, por condições ambientais ou nutricionais, ocorre uma elevação na taxa de crescimento do dossel sem alterar a senescência e, portanto, o equilíbrio dos fluxos é modificado (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

O fluxo de consumo de tecidos foliares pode ser medido por meio do registro da frequência e da intensidade de cada evento de desfolhação em cada perfilho ou base de lâmina foliar (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000), sendo o processo chave no funcionamento de um sistema de pastejo (WADE; CARVALHO, 2000).

Em dosséis manejados sob lotação contínua, a existência de mecanismos de mudanças compensatórias na densidade populacional de perfilhos e fluxos de tecidos, refletem-se na manutenção de uma produção líquida de forragem relativamente constante e indicam que a garantia de estabilidade de produção de forragem deve ser dirigida para a manutenção do nível mais alto possível na densidade populacional (BIRCHAM; HODGSON, 1983).

De acordo com Lemaire e Chapman (1996), a produção de forragem bruta que é removida pelos animais antes da senescência é o fator que define a eficiência de utilização da forragem em sistemas de pastejo. Assim, otimizar a eficiência de utilização requer o conhecimento da duração de vida das lâminas foliares e dos fatores que influenciam na intensidade da desfolhação. Sendo assim, o aumento no crescimento da forragem acompanhado de um correspondente aumento na taxa de lotação para manter uma constante altura de superfície do dossel deveria conduzir a uma redução no intervalo de desfolhação e, assim, um aumento na eficiência de utilização da forragem (LEMAIRE, 1997). Ainda, em sistemas de pastejo contínuo, em função da forte dependência da frequência de desfolhação com a taxa de lotação, a eficiência de utilização da forragem é positivamente correlacionada com o crescimento da forragem.

Cauduro et al. (2007) afirmam que a determinação dos fluxos de biomassa pode ser útil para que diferentes intensidades ou métodos de pastejo sejam utilizados com objetivos específicos tais como: atingir a máxima produção animal por área, ou priorizar a produção de forragem para utilização nas épocas críticas de alimento escasso, ou ainda manter maior quantidade possível de determinada categoria animal na pastagem.

Pontes et al. (2004), estudando os fluxos de biomassa em pastagem de azevém observaram que a existência de diferentes estruturas no pasto, decorrentes do manejo imposto resultaram em alterações significativas nos fluxos de biomassa, sendo os valores máximos de fluxo de crescimento e consumo de lâminas foliares obtidos quando a pastagem é mantida a uma altura entre 10 e 15 cm.

Confortin et al. (2009), estudando os fluxos de tecido foliar em azevém manejado sob diferentes intensidades de pastejo observaram fluxo de consumo superior em intensidades médias de desfolhação (desaparecimento de 43,3% da massa de forragem inicial), devido a maior acessibilidade e facilidade de apreensão das lâminas foliares. Os mesmos autores ainda concluíram que a intensidade média de desfolhação representou um equilíbrio entre o consumo de matéria seca pelo herbívoro e o acúmulo de biomassa, sendo recomendada para manejar a pastagem de azevém anual. Mesmo que estudos relacionados aos fluxos de tecidos foliares em azevém sejam realizados com frequência, dados publicados com relação ao comportamento desses fluxos quando o pasto é consumido por animais que recebem suplementos são inexistentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUINAGA, A.A.Q. et al. Componentes morfológicos e produção de forragem de pastagem de aveia e azevém manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1523-1530, 2008.

BARBOSA, R.A. et al. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.583-593, 2002.

BARBOSA, R.A. et al. Morphogenic and structural characteristics of guinea grass pastures submitted to three frequencies and two defoliation severities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.947-954, 2011.

BARGO, F. et al. Invited review: production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1-42, 2003.

BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.38, n.4, p.323-331, 1983.

BREMM, C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas de corte submetidas a estratégias de suplementação em pastagens de aveia e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1161-1167, 2008.

BREMM, C. et al. Efeito de níveis de suplementação sobre o comportamento ingestivo de bezerras em pastagem de aveia (*Avena strigosa schreb.*) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.387-397, 2005.

CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; SOUSSANA, J.F. Tissue turnover within grass-clover mixed swards grazed by sheep. Methodology for calculating growth, senescence and intake fluxes. **Journal of Applied Ecology**, v.34, n.2, p.333-348, 1997.

CARVALHO, C.A.B. et al. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.3, p.567-575, 2001.

CAUDURO, G.F. et al. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.282-290, 2007.

CAUDURO, G.F. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1298-1307, 2006.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. **International Grassland Congress**, v.17, p.95-104, 1993.

CONAB. **Companhia nacional de abastecimento**. Acompanhamento da safra Brasileira de grãos 2012/2013- décimo primeiro levantamento, 29p, agosto de 2013.

CONFORTIN, A.C.C. et al. Different herbage masses on morphogenetic and structural traits of Italian ryegrass. **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.496-502, 2013.

CONFORTIN, A.C.C. et al. Fluxo de tecido foliar em azevém anual manejado sob três intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1193-1199, 2009.

CONFORTIN, A.C.C. et al. Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três intensidades de pastejo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.4, p.385-391, 2010.

CUTRIM JR, J.A.A. et al. Biomass flow in Tifton-85 bermudagrass canopy subjected to different management strategies under rotational grazing with dairy goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.2, p.77-86, 2013.

DIFANTE, G.S. et al. Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1107-1113 (supl.), 2006.

DIXON, R.M.; STOCKDALE, C.R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p.757-773, 1999.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. **Annals of Botany**, v.85, n.5, p.635-643, 2000.

FAGUNDES, J.L. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* sp.) e azevém (*Lolium* sp.). **Simpósio sobre manejo da pastagem**, v.9, p.231-268, 1988.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.341-348, 2000.

GONÇALVES, E.N. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: padrões de desfolhação e seleção de dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.611-617, 2009.

HODGSON, J. et al. Variations in the surface characteristics of the sward and short-term rate of herbage intake by calves and lambs. **Grass and Forage Science**, v.36, n.1, p.49- 57, 1981.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Harlow: Essex, 1990.

HORN, G.W. et al. Designing supplements for stocker cattle grazing wheat pasture. **Journal of Animal Science**, v.83, n.13, p.E69-E78, 2005.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, v.18, n.01, p.1-76, 2007.

KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.9, p.2546-2555, 1993.

LEMAIRE, G. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. **Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo**, p.117-144, 1997.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Wallingford: CABI publishing. Cap.14, p.165-186, 2000.

LEMAIRE, G.; DA SILVA, S.C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and Forage Science**, v.64, n.4, p.341-353, 2009.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. **The ecology and management of grazing systems**, Wallingford: CAB International. p.3-36, 1996.

MARCHEZAN, E. et al. Produção animal em várzea sistematizada cultivada com forrageiras de estação fria submetidas a diferentes níveis de adubação. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.303-308, 2002.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K. Tiller Dynamics of Grazed 7 Swards. In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Wallingford: CABI publishing. Cap.7, p.127, 2000.

NABINGER, C. et al. Princípios da exploração intensiva de pastagens. **Simpósio sobre manejo da pastagem**, v.13, p.15-95, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed.rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 408p, 2001.

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. Tillering In: LEMAIRES, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Wallingford: CABI publishing. Cap.6, p.101-126, 2000.

PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.772-807, 2001.

PELLEGRINI, L.G. et al. Produção e qualidade de azevém anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

PILAU, A. et al. Desenvolvimento de novilhas de corte recebendo ou não suplementação energética em pastagem com diferentes disponibilidades de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1483-1492, 2005.

PILAU, A. et al. Recria de novilhas de corte com diferentes níveis de suplementação energética em pastagem de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2104-2113, 2004.

POMPEU, R.C.F.F. et al. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.05, p.809-817, 2009.

PONTES, L.S. et al. Fluxo de biomassa em pastagem de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.529-537, 2004.

PONTES, L.S. et al. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam) manejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.814-820, 2003.

PÖTTER, L. et al. Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.992-1001, 2010.

RIBEIRO, T.M.D. et al. Características da pastagem de azevém e produtividade de cordeiros em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.580-587, 2009.

ROCHA M.G. et al. Alternativas de utilização da pastagem hibernal para recria de bezerras de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.383-392, 2003.

ROCHA, M.G. et al. Sistemas intensivos de produção de gado de corte-ênfase recria de fêmeas. **Ciclo de palestras em produção e manejo de bovinos**, v.12, p.100-120, 2007.

ROMAN, J. et al. Características produtivas e perdas de forragem em pastagem de azevém com diferentes massas de forragem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.16, n.1-4, p.109-115, 2010.

ROSA, A.T.N. et al. Consumo de forragem e desempenho de novilhas de corte recebendo suplementos em pastagem de azevém. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.126-131, 2013.

ROSO, D. et al. Recria de bezerras de corte em alternativas de uso da pastagem de azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.240-248, 2009.

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

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. London: Constock Publishing Associates, 476p. 1994.

WADE, M.H.; CARVALHO, P.C.F. Defoliation patterns and herbage intake on pastures. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Wallingford: CABI publishing. Cap.12, p. 233-248, 2000.

ZANINE, A.D.M. Resposta morfofisiológica em pasto sob pastejo. **Colloquium Agrariae**, v.1, n.2, p.50-59, 2005.

ZANINE, A.M.; VIEIRA, B.R. Fluxo de tecidos em gramíneas. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v.5, n.9, 2006.

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

3. CAPÍTULO 1

Fluxos de biomassa e padrões de desfolhação em azevém pastejado por bezerras recebendo suplemento

Resumo - Foram avaliados os fluxos de biomassa foliar, a intensidade e a frequência de desfolhação de azevém (*Lolium multiflorum* Lam), pastejado por bezerras exclusivamente em pastejo, ou em pastejo e recebendo grão de milho ou de aveia como suplemento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo, três sistemas alimentares e três repetições de área. Os fluxos (kg de MS de lâminas foliares ha⁻¹ dia⁻¹) de crescimento, senescência e consumo de lâminas foliares foram similares nos diferentes sistemas alimentares e foram, em média, 40,6; 40,7 e 29,7, respectivamente. O consumo de lâminas foliares em relação ao peso corporal foi menor quando as bezerras receberam grão de milho ou grão de aveia branca como suplemento. A intensidade de desfolhação, independente do tipo de lâmina foliar foi 54,4% e similar nos diferentes sistemas alimentares. A frequência de desfolhação do azevém aumenta quando as bezerras recebem suplemento. O aumento na taxa de lotação ocasionado pelo uso do grão de milho ou do grão de aveia como suplemento não alterou a dinâmica dos fluxos de biomassa do azevém, porém reduziu o consumo de lâminas foliares em relação ao peso corporal das bezerras e ocasionou alterações na frequência de desfolhação do azevém.

Termos para indexação: consumo de lâminas foliares, frequência de desfolhação, grão de aveia, grão de milho, intensidade de desfolhação, *Lolium multiflorum* Lam

**Biomass flows and defoliation patterns of ryegrass grazed by heifers receiving
supplement**

28

29 Abstract - The experiment aimed at evaluating leaf biomass flow, intensity and frequency of
30 defoliation of Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) by beef heifers that grazed
31 exclusively on pasture or that grazed and received oat and corn grain as a supplement. The
32 experimental design was completely randomized with repeated measurements over time, with
33 three food systems and three area replications. The flows (kg DM leaf blades ha⁻¹ day⁻¹) of
34 growth, senescence and consumption of leaf blades were similar in the different food systems,
35 with average values of 40.6, 40.7 and 29.7, respectively. The consumption of leaf blades in
36 relation to body weight was lower when heifers received corn or oat grain as supplement. The
37 intensity of grazing, independent of the leaf blade types was 54.4% and similar in the
38 different food systems. The frequency of defoliation of Italian ryegrass increases when the
39 heifers receive supplement. The increase in stocking rate occasioned by the use of grain, corn
40 or oat, as a supplement did not alter the dynamics of the biomass flows of Italian ryegrass, but
41 reduced the consumption of leaf blades in relation to body weight of heifers and occasioned
42 alterations in frequency defoliation of Italian ryegrass.

43

44 Index terms: intake of leaf blades, frequency of defoliation, oat grain, corn grain, intensity of
45 defoliation, *Lolium multiflorum* Lam

46

Introdução

47 Efeitos associativos positivos ou negativos entre o pasto e o suplemento podem
48 ocorrer em sistemas de produção onde animais em pastejo recebem suplementos. Esses
49 efeitos ocorrem devido a interações digestivas e metabólicas que modificam o consumo de
50 energia pelo animal em função de alterações no consumo e/ou digestibilidade dos
51 componentes fibrosos da forragem (Dixon & Stockdale, 1999). Quanto maior for o nível
52 recebido de suplemento, menor será o teor de fibra em detergente neutro na forragem

53 consumida (Elejalde et al., 2004), evidenciando mudanças na seletividade exercida pelo
54 herbívoro. Animais que recebem suplementos podem reduzir o tempo de pastejo em relação
55 aos não suplementados (Bremm et al., 2005) e, conseqüentemente, podem reduzir o consumo
56 de forragem com possíveis mudanças no balanço dos fluxos de biomassa.

57 Em um ecossistema pastoril, a essência do manejo consiste em atingir um equilíbrio
58 entre o crescimento do pasto, sua utilização e conversão em produto animal. O estudo dos
59 processos morfogênicos de formação e expansão da forma da planta no espaço, que originam
60 os fluxos de biomassa foliar pode ser utilizado como uma ferramenta para avaliação da
61 dinâmica do crescimento das lâminas foliares e perfilhos em comunidades de plantas
62 forrageiras (Fagundes et al., 2006).

63 A estrutura do dossel, que é determinante do processo de consumo de forragem, é
64 definida pela intensidade e frequência de desfolhação nas plantas forrageiras. A intensidade
65 de desfolhação de lâminas foliares interfere na quantidade de área foliar remanescente no
66 dossel e determina o tempo necessário para recuperação do pasto (Machado et al., 2011). A
67 redução da área foliar tem consequência nos teores de carboidratos de reserva, no
68 perfilhamento e no crescimento de raízes e lâminas foliares novas. Além disso, o ambiente no
69 dossel é afetado, modificando a penetração de luz, a temperatura e umidade do solo que, por
70 sua vez, refletem no crescimento da forrageira (Zanine & Vieira, 2006).

71 Em decorrência da importância do azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) nos sistemas de
72 produção pecuária do sul do Brasil, essa é, provavelmente, a espécie com maior volume de
73 dados publicados sobre morfogênese (Quadros & Bandinelli, 2005; Confortin et al., 2010;
74 2013). Estudos relacionados aos fluxos de biomassa têm sido realizados tanto para espécies de
75 clima tropical (Cutrim Jr et al., 2013; Lopes et al., 2013) quanto para espécies de clima
76 temperado, como o azevém (Pontes et al., 2004; Cauduro et al., 2007; Confortin et al., 2009).
77 São inexistentes, no entanto, dados publicados que esclareçam o comportamento dos fluxos

78 de biomassa foliar quando o pasto é consumido por animais que recebem diferentes
79 suplementos e, conseqüentemente, existe maior taxa de lotação.

80 Este trabalho foi conduzido com o objetivo de quantificar os diferentes fluxos de
81 biomassa de lâminas foliares, bem como a intensidade e a frequência de desfolhação do
82 azevém pastejado por bezerras de corte exclusivamente em pastejo ou recebendo grão de
83 milho ou grão de aveia branca como suplemento.

84 **Material e Métodos**

85 O experimento foi desenvolvido no período de julho a novembro de 2012, no
86 Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, situada na Depressão
87 Central do Rio Grande do Sul. O clima da região é subtropical úmido, segundo a classificação
88 de Köppen. O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico Arênico (Embrapa,
89 2006).

90 A área experimental foi de 7,2 hectares, subdividida em nove piquetes. A pastagem de
91 azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) foi estabelecida em maio de 2012. A adubação de base foi
92 de 200 kg ha⁻¹ de adubo da fórmula 05-20-20 (N-P-K). Em cobertura, foi aplicado uréia (56,5
93 kg de nitrogênio), fracionada em duas aplicações (21/06 e 14/07/2012).

94 Foram avaliados os fluxos de biomassa, a intensidade e frequência de desfolhação em
95 azevém utilizado por bezerras de corte em pastagem exclusiva ou em pastagem de azevém e
96 recebendo 0,93% do peso corporal (PC) de grão de milho ou grão de aveia branca como
97 suplemento. Os suplementos ofertados de segunda-feira a sábado, às 14 horas, foram: grão de
98 milho inteiro (91,4% de matéria seca (MS); 9,9% de proteína bruta (PB) e 21,7% de fibra em
99 detergente neutro (FDN)) e grão de aveia branca (91,5% de MS; 13,8% de PB e 31,1% de
100 FDN).

101 O método de pastejo adotado foi o contínuo, com número variável de animais para a
102 manutenção da massa de forragem entre 1500 e 2000 kg de MS por hectare. A adequação da

103 taxa de lotação foi realizada conforme metodologia de Heringer & Carvalho (2002). Os
104 períodos de avaliação compreenderam as datas de 09 a 30/07; 31/07 a 28/08; 29/08 a 26/09 e
105 27/09 a 17/10. Os animais experimentais foram bezerras Angus, com idade e peso inicial de
106 oito meses e $168,6 \pm 5$ kg, respectivamente. Foram utilizados três animais-teste por unidade
107 experimental.

108 A massa de forragem (kg de MS ha^{-1}) foi determinada por meio da técnica de
109 estimativa visual com dupla amostragem. A forragem proveniente dos cortes foi
110 homogeneizada para separação manual dos componentes botânicos e estruturais. Após a
111 separação e secagem dos componentes estruturais em estufa com circulação forçada de ar a
112 $55^{\circ}C$ por 72 horas, foi determinada a participação de lâminas foliares, colmos, material morto
113 e inflorescência, em kg de MS. A partir da proporção de lâminas foliares e colmos foi
114 determinada a relação lâmina foliar:colmo.

115 A taxa de lotação (kg de PC ha^{-1}) foi calculada pelo somatório do peso médio dos
116 animais-teste, com o peso médio de cada animal regulador multiplicado pelo número de dias
117 que o mesmo permaneceu no piquete, dividido pelo número de dias totais do período
118 experimental. A taxa de acúmulo diário de forragem (kg de MS $ha^{-1} dia^{-1}$) foi determinada em
119 três gaiolas de exclusão ao pastejo, por unidade experimental. A oferta de forragem (kg de
120 MS $100 kg^{-1}$ de PC) foi calculada pela equação: $OF = (((\text{massa de forragem} / \text{dias do período})$
121 $+ \text{taxa de acúmulo}) / \text{taxa de lotação}) * 100$. A oferta de lâminas foliares (kg de MS $100 kg^{-1}$
122 de PC) foi obtida por meio da multiplicação da oferta de forragem pelo percentual de lâminas
123 foliares na massa de forragem.

124 As características morfogênicas e estruturais foram avaliadas em 40 perfilhos por
125 unidade experimental, selecionados ao acaso. Nas avaliações, realizadas duas vezes por
126 semana, foram mensurados, em cm, o tamanho das lâminas foliares expandidas, em expansão
127 e senescentes, a altura do dossel e a altura de pseudocolmo. A cada 28 dias um novo grupo de

128 perfilhos foi selecionado para avaliação. A partir dessas informações, as seguintes variáveis
129 foram calculadas: taxa de aparecimento de lâminas foliares (TAP; graus-dia), taxa de
130 expansão de lâminas foliares (TEF; cm^{-1} grau-dia⁻¹ perfilho⁻¹), taxa de senescência de lâminas
131 foliares (TSF; cm^{-1} grau-dia⁻¹ perfilho⁻¹), filocrono (graus-dia), número de lâminas foliares em
132 expansão e expandidas (Lemaire & Chapman, 1996). Em situações de desfolhação, as lâminas
133 foliares foram identificadas por meio de marcador para que os novos pastejos pudessem ser
134 identificados. As avaliações se estenderam até que pelo menos 50% dos perfilhos tivesse
135 iniciado seu processo de florescimento (17/10/2012).

136 Para a determinação da intensidade e da frequência de desfolhação de lâminas foliares
137 em expansão e expandidas foram identificadas as lâminas foliares desfolhadas em todas as
138 medidas da morfogênese. A intensidade de desfolhação (ID; % removido da lâmina foliar) foi
139 obtida por meio da equação: $\text{ID} = [(\text{comprimento inicial} - \text{comprimento final}) / \text{comprimento}$
140 $\text{inicial}]$. O valor da frequência de desfolhação (FD; dias de retorno a mesma lâmina foliar) de
141 lâminas foliares foi obtida por meio da equação: $\text{FD} = \text{n}^\circ \text{ de toques} / (\text{n}^\circ \text{ de possíveis toques} \times$
142 $\text{duração de avaliação})$. Para o cálculo do percentual da área pastejada diariamente pelas
143 bezerras, um hectare foi considerado como 100% da área de pastejo, que foi dividido pela
144 frequência de desfolhação. O resultado obtido foi dividido pelo número de animais por
145 hectare para o cálculo da área pastejada por animal por dia. Para o cálculo do número de
146 desfolhações antes da senescência da lâmina foliar, a duração de vida das lâminas foliares foi
147 dividida pelo acúmulo térmico entre as desfolhações. Para calcular a porção emitida de uma
148 nova lâmina foliar antes do próximo evento de desfolhação, o acúmulo térmico entre as
149 desfolhações foi dividido pelo filocrono.

150 Os fluxos de crescimento (FCre), consumo (FCon) e senescência (FSen) do azevém
151 foram determinados conforme metodologia descrita por Pontes et al. (2004). A eficiência real
152 de utilização do pasto (ERU) foi calculada por meio da equação $\text{ERU} = \text{FCon} / \text{FCre}$, e a

153 eficiência potencial de utilização (EPU) foi calculada por meio da equação $EPU = 1 - (FSen /$
154 $FCre)$. Para determinação do balanço líquido (BL) entre os fluxos de tecidos do pasto foi
155 utilizado a equação $BL = [FCre - (FSen + FCon)]$. Para determinação do consumo de lâminas
156 foliares (% do PC), o fluxo médio de consumo foi multiplicado por 100 e dividido pela taxa
157 de lotação.

158 O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com medidas repetidas
159 no tempo, três sistemas alimentares e três repetições de área. Para comparar os sistemas
160 alimentares, as variáveis que apresentaram normalidade foram avaliadas considerando o efeito
161 fixo de sistema alimentar, períodos de avaliação e suas interações e os efeitos aleatórios do
162 resíduo e de piquetes aninhados nos sistemas alimentares, utilizando o procedimento MIXED
163 do SAS, versão 8.2. Foi realizado teste de seleção de estruturas, utilizando o critério de
164 informação bayesiano (BIC). Quando observadas diferenças, as médias entre os sistemas
165 alimentares e períodos de avaliação foram comparadas utilizando o recurso *lsmeans*. A
166 interação entre sistemas alimentares e períodos de avaliação foi desdobrada quando
167 significativa a 10% de probabilidade e as respostas das variáveis em função dos dias de
168 utilização da pastagem modeladas utilizando-se função polinomial até terceira ordem. Na
169 análise de regressão, a escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear
170 e quadrático, utilizando o teste “t” de *student*. As variáveis também foram submetidas a
171 análise de correlação de *Pearson*. A variável eficiência potencial de utilização do pasto foi
172 transformada para arco do seno.

173 **Resultados e Discussão**

174 Os dados meteorológicos referentes aos meses de julho, setembro e outubro mostram
175 que as temperaturas médias observadas (17,4 °C) são semelhantes às médias históricas para
176 esse mesmo período, enquanto no mês de agosto a temperatura observada foi 23,9% superior
177 a media histórica (15,3 °C). O valor médio de precipitação pluviométrica para os meses de

178 julho e agosto foi de 72,4 mm, sendo 1,97 vezes menor que a média histórica para esse
179 mesmo período. Os meses de setembro e outubro foram os mais chuvosos, com precipitação
180 21,4 e 49,3% acima das médias históricas que são de 139,5 e 114,3 mm, respectivamente.

181 A manutenção de massas de forragem similares e dentro dos valores pretendidos
182 resultou em oferta de lâminas foliares, relação lâmina foliar:colmo, altura de dossel, altura de
183 pseudocolmo, profundidade de lâminas foliares e número de lâminas foliares em expansão e
184 expandidas semelhantes ($P>0,10$; Tabela 1) quando as bezerras foram manejadas sob
185 diferentes sistemas alimentares. A semelhante condição na estrutura do pasto (Tabela 1)
186 permitiu que as taxas de aparecimento e expansão de lâminas foliares fossem semelhantes
187 ($P>0,10$; Tabela 1) entre os sistemas alimentares avaliados, o que seria esperado, uma vez que
188 essas características morfogênicas não são influenciadas pelo uso de suplementos, e sim
189 determinadas geneticamente e influenciadas pelo manejo e por fatores ambientais como
190 temperatura, intensidade de luz, disponibilidade hídrica e nutrientes, principalmente
191 nitrogênio (Pompeu et al., 2009).

192 Não houve interação sistema alimentar \times períodos de avaliação para as variáveis de
193 fluxo de crescimento, senescência e consumo, eficiência real e potencial de utilização do
194 pasto, balanço líquido e consumo de lâminas foliares em relação ao peso corporal (PC) das
195 bezerras. A estrutura do dossel semelhante entre os piquetes dos diferentes sistemas
196 alimentares (Tabela 1) permitiu que os fluxos (kg de MS de lâminas foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) de
197 crescimento de lâminas foliares ($40,6 \pm 5,8$), senescência de lâminas foliares ($40,7 \pm 4,7$) e de
198 consumo de lâminas foliares ($29,7 \pm 2,7$) fossem semelhantes ($P>0,10$) entre os sistemas
199 alimentares testados. A semelhança no fluxo de consumo de lâminas foliares ocorreu devido
200 ao equilíbrio observado entre o consumo de lâminas foliares, em % do PC, e a taxa de lotação.
201 A taxa de lotação foi 29,2% superior ($P<0,10$), para os sistemas alimentares ‘milho’ e ‘aveia’
202 em comparação ao sistema alimentar ‘azevém’ ($1434,6 \text{ kg de PC ha}^{-1} \times 1111,8 \text{ kg de PC ha}^{-1}$

203 ¹), enquanto o consumo de lâminas foliares estimado foi 29,6% inferior ($P < 0,10$) quando as
204 bezerras receberam grão de milho ou grão de aveia como suplemento (1,9% do PC) em
205 comparação ao sistema alimentar 'azevém' (2,7% do PC). A redução no consumo de lâminas
206 foliares evidencia a existência de um processo de substituição do consumo de matéria seca,
207 que ocorre quando um animal recusa uma quantidade significativa do pasto disponível quando
208 lhe for oferecido suplemento. Esse comportamento pode ser explicado pelo fato de que,
209 nesses animais, o ponto de saciedade pode ter sido sinalizado por fatores químicos, por meio
210 de metabólicos circulantes na corrente sanguínea como a leptina, que parece estar associada
211 ao controle do apetite dos ruminantes (Roche et al., 2008), fazendo com que as bezerras que
212 consumiram suplemento reduzam o consumo de pasto.

213 No que diz respeito aos fluxos dentro dos períodos de utilização da pastagem, o fluxo de
214 crescimento de lâminas foliares foi 65,8% inferior ($P < 0,10$) no quarto período de avaliação
215 (16,8 kg de MS de lâminas foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$; Figura 1), com relação aos demais, nos quais o
216 fluxo de crescimento médio foi de 49,2 kg de MS de lâminas foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$. As lâminas
217 foliares são as estruturas responsáveis pela captação da luz incidente e transformação dessa
218 luz em fotoassimilados que promovem o crescimento da planta. Assim, essa redução no fluxo
219 de crescimento de lâminas foliares é justificado pela redução no número de lâminas foliares
220 verdes, que devido ao avanço do ciclo fenológico reduziu de 4,4 nos três períodos iniciais de
221 utilização da pastagem para 3,6 no período quatro ($P < 0,10$).

222 O fluxo de senescência para os períodos um e quatro foi, em média, 31,1 kg de MS de
223 lâmina foliar $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, sendo 38% inferior ($P < 0,10$) ao valor observado para os períodos de
224 avaliação dois e três, nos quais, o fluxo de senescência foi em média de 50,2 kg de MS de
225 lâmina foliar $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$ (Figura 1). No primeiro período, durante o crescimento inicial do
226 perfilho, os processos de senescência das lâminas foliares ainda não estão instalados, sendo a
227 duração de vida das lâminas foliares a variável responsável por determinar o máximo número

228 de lâminas foliares vivas em um perfilho (Lemaire & Agnusdei, 2000). Considerando que a
229 duração média de vida das lâminas foliares durante o primeiro período de utilização do
230 azevém foi de 526,3 graus-dias e que, nesse mesmo período, a soma térmica acumulada foi de
231 156,6 °C, as primeiras lâminas foliares iniciaram sua senescencia apenas a partir do segundo
232 período de avaliação. Já no quarto período, provavelmente, o menor fluxo de senescencia
233 pode ser explicado pela redução ($P < 0,10$) de 84,8% na relação lâmina foliar:colmo, que
234 passou de 3,2 no período inicial para 0,5 no período quatro, o que permitiu que maior
235 quantidade de luz atingisse as camadas inferiores do dossel, reduzindo a senescência foliar.

236 O fluxo de consumo de lâminas foliares comportou-se de forma linear negativa em
237 função dos períodos de avaliação ($\hat{Y} = 59,4413 - 0,4957x$; $P < 0,0001$; $r^2 = 0,68$). De acordo
238 com Roman et al. (2007), os colmos representam uma barreira estrutural ao pastejo. Dessa
239 forma, o comportamento também linear negativo observado para os valores de relação
240 lâmina:colmo ($\hat{Y} = 3,9863 - 0,0313x$; $P < 0,0001$; $r^2 = 0,55$) podem, além de aumentar a
241 resistência ao pastejo, terem reduzido o tamanho dos bocados, influenciando de forma
242 negativa o consumo de forragem pelas bezerras.

243 O balanço entre os fluxos de biomassa do azevém, com média de $-29,7 \text{ kg de MS ha}^{-1}$
244 dia^{-1} foi semelhante entre os sistemas alimentares e entre os períodos de avaliação ($P > 0,10$;
245 Figura 1). O balanço negativo deve-se ao fluxo de crescimento foliar ter sido, em média, 42%
246 inferior ao somatório dos fluxos de consumo e senescência foliares para os sistemas
247 alimentares avaliados. Foram observados valores próximos entre os fluxos de crescimento
248 ($40,6 \text{ kg de MS de lâminas foliares ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) e de senescência ($40,7 \text{ kg de MS de lâminas}$
249 $\text{foliares ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), indicando ser o fluxo de consumo o principal responsável pelo balanço
250 negativo. Em condições de balanço negativo, é provável que a forragem consumida também
251 seja composta por pseudocolmos, e a participação desse componente estrutural na altura do
252 dossel foi de cerca de 48% (Tabela 1).

253 As eficiências real e potencial de utilização do azevém ($P>0,10$) foram semelhantes nos
254 sistemas alimentares avaliados. A eficiência real de utilização apresentou valor inferior a um
255 (0,7) em todos os sistemas alimentares ($P>0,10$), sendo o fluxo de consumo de lâminas
256 foliares 1,4 vezes inferior ao fluxo de crescimento. A eficiência potencial de utilização foi
257 negativa, em média -0,2 devido ao valor do fluxo de senescência (40,8 kg de MS de lâminas
258 foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) ser mais alto do que o de crescimento (40,6 kg de MS de lâmina foliar ha^{-1}
259 dia^{-1}).

260 A eficiência real e o potencial de utilização variou ao longo dos períodos de avaliação
261 ($P<0,10$). Nos períodos inicial e final, a eficiência real de utilização do pasto foi superior
262 ($P<0,10$), sendo em média de 1,0 quando comparada com os demais períodos avaliados,
263 quando a eficiência real foi de 0,5. Esse comportamento pode ser justificado pelo fluxo de
264 consumo (24 kg de lâminas foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) ter sido inferior ao fluxo de crescimento (45,9
265 kg de lâminas foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) nos períodos dois e três. A eficiência real de utilização do
266 pasto indica uma relação entre a produção de lâminas foliares e o consumo das mesmas.
267 Assim, uma eficiência real de utilização de um, como observada nos períodos inicial e final
268 desse estudo representa que todo o tecido foliar produzido foi consumido pelos animais em
269 pastejo, indicando uma situação de risco, uma vez que um adequado manejo deve permitir
270 que no dossel seja mantido uma quantidade de área foliar remanescente para a rebrota.

271 A eficiência potencial de utilização foi positiva nos três períodos iniciais de utilização
272 do azevém, em média de 0,02, diferente da eficiência potencial de utilização observada no
273 período quatro ($P<0,10$), que foi negativa e com valor médio de -0,73. Esse resultado é
274 explicado pelo comportamento do fluxo de crescimento, que foi 65,8% inferior no quarto
275 período avaliado (16,8 kg de MS de lâmina foliar $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$) em comparação aos demais,
276 quando o fluxo médio de crescimento foi de 49,2 kg de MS de lâmina foliar $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$.

277 Não houve interação entre sistemas alimentares × períodos de utilização para a
278 intensidade de desfolhação de lâminas foliares em expansão e expandidas ($P > 0,10$). A
279 utilização de diferentes sistemas alimentares não resultou em alteração na intensidade de
280 desfolhação ($P > 0,10$), que nos dois tipos de lâminas foliares foi de 54,4%, estando de acordo
281 com Lemaire et al. (2009), que afirmam que a proporção do comprimento da lâmina foliar
282 removida varia entre 50 e 55%. A semelhança na altura do dossel, altura do pseudocolmo,
283 relação lâmina foliar:colmo e profundidade das lâminas foliares nos diferentes sistemas
284 alimentares (Tabela 1) foram os fatores determinantes da intensidade de desfolhação similar
285 observada.

286 Houve interação sistema alimentar × períodos de avaliação para a frequência de
287 desfolhação de lâminas foliares expandidas ($P < 0,10$). Essa variável se ajustou ao mesmo
288 modelo ($P < 0,10$) de regressão quadrática para os sistemas alimentares ‘milho’ e ‘aveia’, no
289 decorrer dos períodos avaliados ($\hat{Y} = 9,7168 - 0,1228x + 0,0014x^2$; $P = 0,0008$; $r^2 = 0,72$). O
290 menor tempo de retorno dos animais a pastar as lâminas foliares expandidas foi de sete dias,
291 observado no 44º dia de avaliação correspondendo ao segundo período de utilização do
292 azevém. Nesse período, o número de lâminas foliares expandidas foi de 2,9, sendo 9,4%
293 menor ($P < 0,10$) ao número de lâminas expandidas observado no período um, quando foi de
294 3,2. Além disso, a taxa de lotação para os sistemas alimentares ‘milho’ e ‘aveia’ no período
295 dois (1681,1 kg de PC ha⁻¹) foi superior ($P < 0,10$) em comparação a taxa de lotação observada
296 para o sistema alimentar ‘azevém’ no mesmo período (1200 kg de PC ha⁻¹). Uma vez que a
297 frequência de desfolhação pode ser alterada por variações no número de lâminas foliares por
298 perfilho e na taxa de lotação (Machado et al., 2011), a união desses fatores justifica o retorno
299 mais rápido nas lâminas foliares expandidas observado no segundo período de utilização do
300 azevém quando as bezerras receberam grão de milho ou grão de aveia como suplemento.

301 A frequência de desfolhação de lâminas foliares expandidas quando as bezerras estavam
302 exclusivamente em pastejo não se ajustou a nenhum modelo de regressão, sendo em média, de
303 $8,3 \pm 0,2$ dias de retorno. No sistema alimentar ‘azevém’, o número de lâminas foliares
304 expandidas se ajustou a um modelo linear decrescente ($\hat{Y} = 3,4013 - 0,0081x$; $P = 0,0035$; $r^2 =$
305 $0,59$) durante o período de pastejo e, mesmo assim, a frequência de desfolhação não foi
306 alterada. Isso, provavelmente, pode ser explicado, nesse sistema, pela concomitante mudança
307 na taxa de lotação, que também se ajustou a um modelo linear decrescente de acordo com os
308 períodos de avaliação ($\hat{Y} = 1353,5667 - 3,4531x$; $P = 0,0265$; $r^2 = 0,40$).

309 Não foi observada interação sistema alimentar \times período de utilização para a frequência
310 de desfolhação de lâminas foliares em expansão ($P > 0,10$), que foi semelhante entre os
311 sistemas alimentares ($P > 0,10$), com média de 5,07 dias para retorno a mesma lâmina foliar. A
312 frequência de desfolhação de lâminas foliares em expansão mostrou resposta linear positiva
313 em função dos dias de utilização do azevém ($\hat{Y} = 3,4740 + 0,0258x$; $P < 0,0001$; $r^2 = 0,53$), o
314 que é explicado pelas mudanças na estrutura do dossel, tais como a redução na relação
315 lâmina:colmo e alongamento do entrenó, com o avanço de estágio fenológico do azevém. O
316 valor de relação lâmina:colmo reduziu ($P < 0,10$) 84% do primeiro período, quando foi de 3,2
317 para o quarto período de utilização do azevém, quando foi de 0,5, enquanto que a altura do
318 pseudocolmo permaneceu inalterada ($P > 0,10$) com o avanço do ciclo fenológico do azevém
319 (6,8 cm). Nessa situação, as lâminas estavam mais dispersas no pseudocolmo dos perfilhos, o
320 que pode ter dificultado sua seleção e apreensão (Confortin et al., 2010). Assim, os animais
321 podem ter alterado o comportamento de pastejo, reduzindo o tamanho dos bocados e
322 realizando desfolhas mais frequentes com o objetivo de manter o consumo de forragem.

323 Considerando o intervalo de 8,3 dias entre desfolhações para o sistema alimentar
324 ‘azevém’ e sete dias para os sistemas alimentares ‘milho’ e ‘aveia’, as bezerras pastejaram
325 diariamente 12,1 e 14,3% de um hectare, respectivamente. Assim, as bezerras que

326 permaneceram exclusivamente em azevém utilizaram uma área diária de 232,7 m², enquanto
327 as que receberam grão de milho ou grão de aveia como suplemento utilizaram 213,4 m² por
328 dia. Considerando que a duração de vida da folha foi de 662,4 graus-dia e o acúmulo térmico
329 observado entre as desfolhações foi de 148,3 graus-dia para o sistema alimentar ‘azevém’ e
330 125 graus-dia para os sistemas alimentares ‘milho’ e ‘aveia’, cada lâmina foliar foi pastejada
331 4,5 e 5,3 vezes durante a sua duração de vida, respectivamente. Considerando o filocrono de
332 161 graus-dias, o acúmulo térmico observado entre o intervalo de desfolhação para o sistema
333 alimentar ‘azevém’ foi suficiente para que 92% de uma nova lâmina foliar tenha sido emitida
334 antes do próximo evento de desfolhação, enquanto que para os sistemas alimentares ‘milho’ e
335 ‘aveia’, o acúmulo térmico permitiu a emissão de 78% de uma nova lâmina foliar antes do
336 próximo evento de desfolhação.

337 **Conclusões**

338 1. O consumo de lâminas foliares de azevém em relação ao peso corporal é reduzido
339 quando bezerras recebem grão de milho ou grão de aveia branca como suplemento em
340 pastagem de azevém.

341 2. O uso de grão de milho ou de grão de aveia como suplemento para animais em
342 pastagem de azevém, quando acompanhado por aumento na taxa de lotação, não modifica os
343 fluxos de biomassa foliar e a eficiência real e potencial de utilização do pasto.

344 3. A intensidade de desfolhação não é alterada quando se utiliza grão de milho ou grão
345 de aveia branca como suplemento em pastagens de azevém, porém a frequência de
346 desfolhação do azevém se altera quando as bezerras recebem suplemento.

347 **Referências**

348 BREMM, C.; ROCHA, M.G.; RESTLE, J.; PILAU, A.; MONTAGNER, D.B.; FREITAS,
349 F.K.; MACARI, S.; ELEJALDE, D.A.G.; ROSO, D.; ROMAN, J.; GUTERRES,
350 É.P.; COSTA, V.G.; NEVES, F.P. Efeito de níveis de suplementação sobre o comportamento

351 ingestivo de bezerras em pastagem de aveia (*Avena strigosa* Schreb.) e azevém (*Lolium*
352 *multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.387-397, 2005.

353

354 CAUDURO, G.F.; CARVALHO, P.C.F.; BARBOSA, C.M.P.; LUNARDI, R.; NABINGER,
355 C.; SANTOS, D.T.; VELLEDA, G.L. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado
356 sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2,
357 p.282-290, 2007.

358

359 CONFORTIN, A.C.C.; QUADROS, F.L.F.; ROCHA, M.G.; KUINCHTNER, B.C.;
360 GLIENKE, C.L.; CAMARGO, D.G.; MACHADO, J.M. Fluxo de tecido foliar em azevém
361 anual manejado sob três intensidades de pastejo. **Ciência Rural**, v.39, n.4, p.1193-1199,
362 2009.

363

364 CONFORTIN, A.C.C.; QUADROS, F.L.F.; ROCHA, M.G.; CAMARGO, D.G.; GLIENKE,
365 C.L.; KUINCHTNER, B.C. Morfogênese e estrutura de azevém anual submetido a três
366 intensidades de pastejo. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.32, n.4, p.385-391, 2010.

367

368 CONFORTIN, A.C.C.; ROCHA, M.G.; MACHADO, J.M.; ROMAN, J.; QUADROS, F.L.F.;
369 POTTER, L. Different herbage masses on morphogenetic and structural traits of Italian
370 ryegrass. **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.496-502, 2013.

371

372 CUTRIN JR, J.A.A.; CAVALCANTE, A.C.R.; CÂNDIDO, M.J.D.; SILVA, G.L.;
373 OLIVEIRA, L.E.V.; VASCONCELOS, E.C.G; MESQUITA, T.M.O. Biomass flow in Tifton-
374 85 bermudagrass canopy subjected to different management strategies under rotational
375 grazing with dairy goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.2, p.77-86, 2013.

- 376
- 377 DIXON, R.M.; STOCKDALE, C.R. Associative effects between forages and grains:
378 consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n. 5,
379 p.757–773, 1999.
- 380
- 381 ELEJALDE, D.A.G.; ROCHA, M.G.; PIRES, C.C.; MONTAGNER, D.B.; POTTER, L.;
382 BREMM, C.R.; OLIVEIRA NETO, R.A.; KLOSS, M.G. Parâmetros de qualidade da
383 pastagem de azevém" *Lolium multiflorum* Lam." aparentemente consumida por ovelhas de
384 descarte, 20. 2004, Salto – Uruguai. **Anais**. Uruguai: Reunión del grupo técnico regional del
385 cono sur en mejoramiento y utilizacion de los recursos forrajeros del area tropical e
386 subtropical, 2004, p. 336-337.
- 387
- 388 EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de**
389 **Solos**, Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306p.
- 390
- 391 FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.;
392 GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T.
393 Características morfogênicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com
394 nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1,
395 p.21-29, 2006.
- 396
- 397 HERINGER, I.; CARVALHO, P.C.F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo:
398 uma nova proposta. **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.675-679, 2002.
- 399

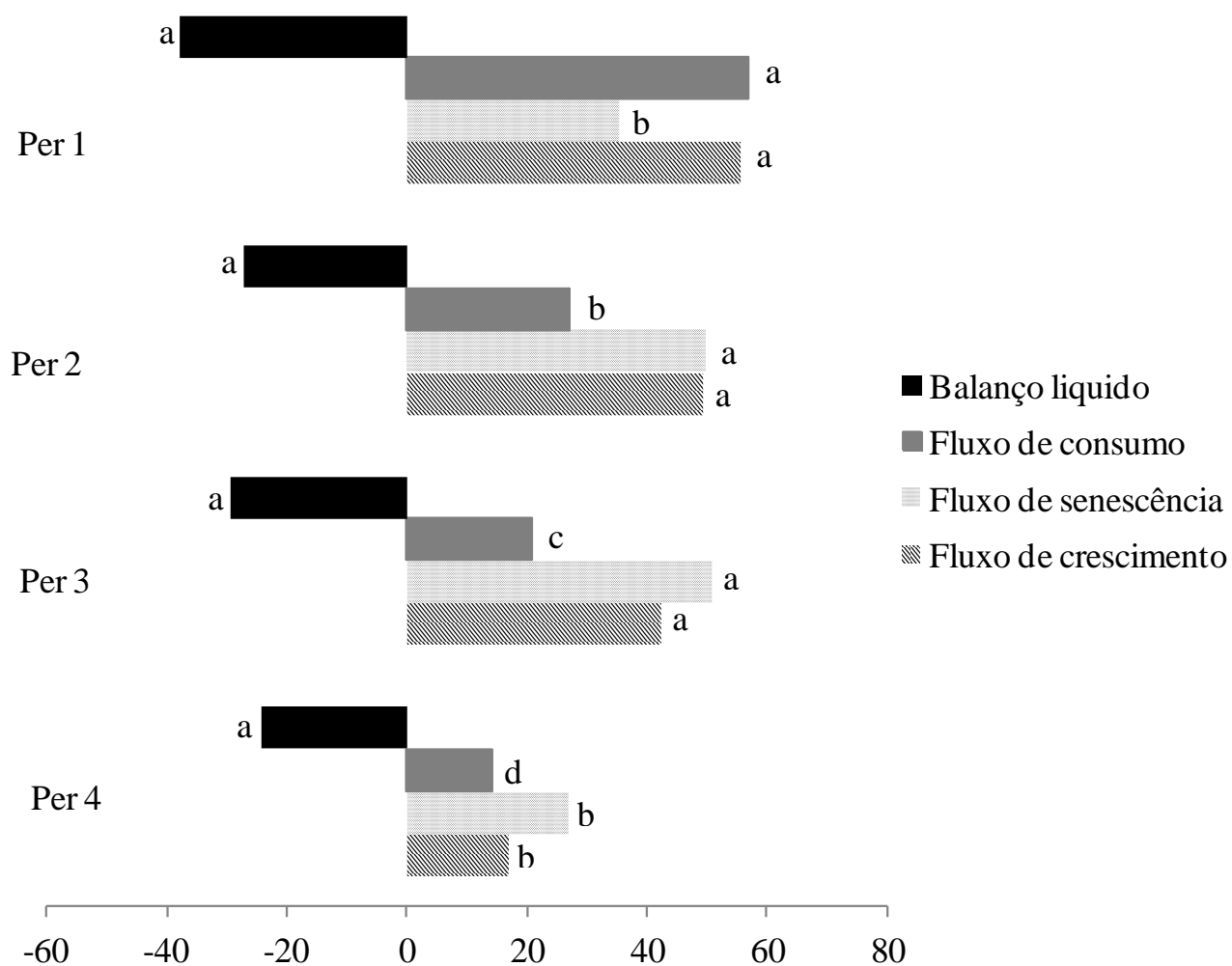
- 400 LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilisation. In:
401 LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (ed.)
402 **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Wallingford: CABI publishing. Cap.14,
403 p.165-186, 2000.
- 404
- 405 LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. **The ecology and**
406 **management of grazing systems**, Wallingford: CAB International. p.3-36, 1996.
- 407
- 408 LEMAIRE, G.; DA SILVA, S.C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interactions
409 between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review.
410 **Grass and Forage Science**, v.64, n.4, p.341-353, 2009.
- 411
- 412 LOPES, M.N. CÂNDIDO, M.J.D.; POMPEU, R.C.F.F.; DA SILVA, R.G.; CARVALHO,
413 T.C.F.; SOMBRA, W.A.; MORAIS NETO, L.B.; PEIXOTO, M.J.A. Biomass flow in Massai
414 grass fertilized with nitrogen under intermittent stocking grazing with sheep. **Revista**
415 **Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.1, p.13-21, 2013.
- 416
- 417 MACHADO, J.M.; ROCHA, M.G.; MORAES, A.B.; CONFORTIN, A.C.C.; OLIVEIRA
418 NETO, R.A. Intensidade e frequência de desfolhação em azevém. **Revista Brasileira de**
419 **Agrociência**, v.17, n.3-4, p.365-374, 2011.
- 420
- 421 POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; ROGÉRIO, M.C.P.;
422 BENEVIDES, Y.I.; OLIVEIRA, B.C.M. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação
423 rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
424 v.38, n.5, p.809-817, 2009.

- 425
- 426 PONTES, L.S.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C.; SOARES, A.B. Fluxo de biomassa
427 em pastagem de Azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas.
428 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.529- 537, 2004.
- 429
- 430 QUADROS, F.L.F; BANDINELLI, D.G. Efeitos da adubação nitrogenada e de sistemas de
431 manejo sobre a morfogênese de *Lolium multiflorum* Lam. e *Paspalum urvillei* Steud. em
432 ambiente de várzea. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.44-53, 2005.
- 433
- 434 ROCHE, J.R.; BLACHE, D.; KAY, J.K.; MILLER, D.R.; SHEAHAN, A.J.; MILLER, D.W.
435 Neuroendocrine and physiological regulation of intake with particular reference to
436 domesticated ruminant animals. **Nutrition Research Reviews**, v.21, n.2, p.207-234, 2008.
- 437
- 438 ROMAN, J.; ROCHA, M.G.; PIRES, C.C.; ELEJALDE, D.A.G.; KLOSS, M.G.; OLIVEIRA
439 NETO, R.A. Comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em pastagem de azevém
440 anual (*Lolium multiflorum* Lam.) com diferentes massas de forragem. **Revista Brasileira de**
441 **Zootecnia**, v.36, n.4, p.780-788, 2007.
- 442
- 443 ZANINE, A.M.; VIEIRA B.R. Fluxo de tecidos em gramíneas. **Revista Científica**
444 **Eletrônica de Agronomia**, v.5, n.9, 2006.
- 445

446 **Tabela 1. Características da estrutura e morfogênese de azevém pastejado por bezerras**
 447 **sob diferentes sistemas alimentares.**

Características	Azevém	Milho	Aveia	P ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	CV ⁽³⁾
Massa de forragem ⁽⁴⁾	1761	1926	1946	0,6402	0,9217	7,8
Oferta de lâminas foliares ⁽⁵⁾	4,4	3,5	4,0	0,1316	0,1079	7,0
Relação lâminas foliar:colmo	1,8	1,5	2,1	0,3243	0,2107	14,5
Altura de dossel ⁽⁶⁾	14,6	13,8	13,9	0,7678	0,3501	5,7
Altura de pseudocolmo ⁽⁶⁾	7,3	6,7	6,3	0,2768	0,4972	6,3
Profundidade de lâminas ⁽⁶⁾	7,2	7,2	7,8	0,8664	0,5985	11,9
Lâminas foliares expandidas	2,9	2,9	2,9	0,9640	0,2966	2,2
Lâminas foliares em expansão	1,3	1,3	1,3	0,8347	0,7436	1,6
Taxa de aparecimento de lâminas ⁽⁷⁾	0,007	0,008	0,008	0,2090	0,9712	4,0
Taxa de expansão de lâminas ⁽⁸⁾	0,062	0,062	0,061	0,9734	0,1415	6,4

448 Azevém = bezerras de corte em pastagem exclusiva de azevém (*Lolium multiflorum* Lam); Milho = bezerras de corte em
 449 pastagem de azevém recebendo 0,93% do peso corporal de grão de milho inteiro; Aveia = bezerras de corte em pastagem de
 450 azevém recebendo 0,93% do peso corporal de grão de aveia branca ⁽¹⁾Sistema alimentar. ⁽²⁾Interação sistema alimentar ×
 451 período. ⁽³⁾Coefficiente de variação (%). ⁽⁴⁾kg de MS ha⁻¹. ⁽⁵⁾% PC. ⁽⁶⁾cm. ⁽⁷⁾graus-dia. ⁽⁸⁾cm grau-dia perfilho⁻¹.



452

453 **Figura 1.** Fluxos de biomassa, em kg de MS de lâminas foliares $\text{ha}^{-1} \text{dia}^{-1}$, e balanço líquido,
 454 nos diferentes períodos de avaliação do azevém. Letras distintas nas barras diferem entre si
 455 ($P < 0,10$).

APÊNDICES

APÊNDICE A – Chave para identificação das variáveis estudadas

A	Sistema alimentar: "azevém" = 1; "azevém + grão de milho" = 2; "azevém + grão de aveia branca" = 3
B	Período
C	Repetição dentro do sistema alimentar (piquete)
D	Massa de forragem (kg de MS ha ⁻¹)
E	Relação lâmina foliar:colmo
F	Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS ha ⁻¹ dia ⁻¹)
G	Oferta de forragem (kg de MS 100 kg ⁻¹ de PC)
H	Oferta de lâminas foliares (kg de MS 100 kg ⁻¹ de PC)
I	Teor de fibra em detergente neutro (%)
J	Teor de proteína bruta (%)
K	Teor de matéria seca (%)
L	Taxa de lotação (kg de PC ha ⁻¹)
M	Altura de dossel (cm)
N	Altura de pseudocolmo (cm)
O	Profundidade de lâminas foliares (cm)
P	Número de lâminas foliares verdes
Q	Número de lâminas foliares em expansão
R	Número de lâminas foliares expandidas
S	Taxa de aparecimento de lâminas foliares (graus-dia)
T	Taxa de expansão de lâminas foliares (cm grau-dia ⁻¹ perfilho ⁻¹)
U	Taxa de senescência de lâminas foliares (cm grau-dia ⁻¹ perfilho ⁻¹)
V	Duração de vida das lâminas foliares (graus-dia)
X	Intensidade de desfolhação de lâminas foliares em expansão (%)
Y	Intensidade de desfolhação de lâminas foliares expandidas (%)
Z	Frequência de desfolhação de lâminas foliares em expansão (dias de retorno)
AA	Frequência de desfolhação de lâminas foliares expandidas (dias de retorno)
AB	Fluxo de crescimento de lâminas foliares (kg de MS de lâminas foliares ha ⁻¹ dia ⁻¹)
AC	Fluxo de senescência de lâminas foliares (kg de MS de lâminas foliares ha ⁻¹ dia ⁻¹)
AD	Fluxo de consumo de lâminas foliares (kg de MS de lâminas foliares ha ⁻¹ dia ⁻¹)
AE	Consumo de lâminas foliares (% do PC)
AF	Eficiência real de utilização do pasto
AG	Eficiência potencial de utilização do pasto
AH	Balanço líquido

APÊNDICE B – Parâmetros produtivos do pasto nos sistemas alimentares

A	B	C	D	E	F	G	H
1	1	1	1511,5	1,9	94,5	11,2	7,0
1	1	2	1440,8	3,0	66,3	9,8	7,1
1	1	3	1422,0	6,0	52,5	8,9	7,5
1	2	1	1909,2	1,6	57,6	8,7	3,9
1	2	2	1866,5	1,5	62,0	10,7	5,4
1	2	3	1717,7	1,7	22,1	8,7	4,2
1	3	1	1960,1	1,7	66,3	11,0	4,5
1	3	2	1779,7	1,2	28,9	8,5	3,3
1	3	3	1817,2	1,2	30,4	10,8	4,0
1	4	1	1959,9	0,7	50,3	11,9	3,0
1	4	2	1849,7	0,5	40,5	11,7	2,2
1	4	3	1893,4	0,3	31,0	10,5	1,1
2	1	1	.	.	.	.	.
2	1	2	1453,7	2,0	53,2	5,8	3,6
2	1	3	1597,6	1,4	82,3	8,6	4,7
2	2	1	2504,4	2,4	38,7	,	5,0
2	2	2	1671,5	1,5	64,1	5,5	2,6
2	2	3	1803,2	2,8	22,0	6,8	4,1
2	3	1	2343,3	1,1	24,0	11,9	4,0
2	3	2	1868,3	2,2	53,2	6,1	2,4
2	3	3	1788,1	1,3	48,9	7,4	2,8
2	4	1	2279,7	0,5	45,8	8,3	1,9
2	4	2	1926,2	0,6	37,0	14,7	4,2
2	4	3	1821,2	0,4	28,4	11,9	2,3
3	1	1	.	.	.	.	.
3	1	2	1432,2	2,8	55,6	5,7	3,9
3	1	3	1475,0	5,9	73,6	7,3	6,3
3	2	1	2478,1	2,0	.	13,1	5,6
3	2	2	1831,4	2,4	43,4	7,7	4,5
3	2	3	1749,4	1,9	36,9	6,8	3,3
3	3	1	2408,7	1,3	42,3	13,2	4,7
3	3	2	1973,6	2,1	35,3	11,6	4,7
3	3	3	1804,6	1,2	50,3	8,3	3,0
3	4	1	2288,5	0,5	21,1	11,9	2,5
3	4	2	2178,7	0,4	43,4	14,0	2,4
3	4	3	1813,1	0,6	49,4	10,1	2,3

APÊNDICE C – Parâmetros bromatológicos do pasto e taxa de lotação nos sistemas alimentares

A	B	C	I	J	K	L
1	1	1	43,6	32,2	89,9	1323,6
1	1	2	40,8	32,0	87,9	1200,2
1	1	3	49,9	29,5	89,9	1163,2
1	2	1	47,7	36,5	92,6	1441,3
1	2	2	40,9	37,2	92,3	1200,2
1	2	3	45,1	30,4	92,1	958,7
1	3	1	49,3	26,3	91,8	1234,0
1	3	2	49,1	29,1	92,0	1088,9
1	3	3	54,7	21,9	92,0	879,8
1	4	1	58,3	21,6	91,6	1008,7
1	4	2	58,6	20,3	92,6	907,4
1	4	3	63,2	13,1	92,3	936,5
2	1	1	.	.	.	.
2	1	2	45,3	32,2	89,0	1854,1
2	1	3	45,0	31,7	88,7	1521,4
2	2	1	53,8	27,0	92,1	,
2	2	2	47,4	33,6	92,1	1859,7
2	2	3	45,5	36,7	92,3	1493,2
2	3	1	51,4	27,2	91,8	.
2	3	2	50,1	28,3	92,0	1675,7
2	3	3	50,4	27,4	92,1	1537,6
2	4	1	57,8	20,5	92,2	.
2	4	2	60,2	20,7	92,1	765,2
2	4	3	60,4	18,6	92,4	958,2
3	1	1	.	.	.	.
3	1	2	38,8	33,2	89,3	1822,5
3	1	3	46,7	30,7	89,7	1849,3
3	2	1	51,1	25,2	92,4	.
3	2	2	48,1	37,0	92,1	1683,3
3	2	3	47,0	35,2	92,5	1239,1
3	3	1	48,7	23,3	91,7	.
3	3	2	51,0	27,5	91,6	1063,4
3	3	3	47,0	25,5	92,4	1373,7
3	4	1	61,1	20,0	92,1	.
3	4	2	59,8	20,3	92,1	820,3
3	4	3	58,5	19,7	92,7	923,1

APÊNDICE D – Características estruturais do pasto nos sistemas alimentares

A	B	C	M	N	O	P	Q	R
1	1	1	16,2	7,9	8,3	4,6	1,3	3,3
1	1	2	15,5	8,5	7,0	4,4	1,2	3,2
1	1	3	19,4	6,0	13,3	4,2	1,1	3,1
1	2	1	13,2	6,4	6,8	4,6	1,4	3,2
1	2	2	12,7	6,2	6,4	4,3	1,4	2,9
1	2	3	11,0	5,5	5,5	4,2	1,3	2,9
1	3	1	13,7	8,6	5,1	4,4	1,3	3,0
1	3	2	12,3	6,2	6,1	4,3	1,4	2,9
1	3	3	15,7	7,5	8,2	4,5	1,3	3,2
1	4	1	13,7	7,3	6,3	3,5	1,2	2,4
1	4	2	11,0	7,1	3,9	3,5	1,1	2,4
1	4	3	20,6	10,6	10,0	3,6	1,1	2,5
2	1	1	.	.	.	.	.	.
2	1	2	17,6	7,6	10,0	4,2	1,3	2,9
2	1	3	19,2	9,1	10,1	4,4	1,2	3,2
2	2	1	17,0	6,3	10,7	4,5	1,3	3,1
2	2	2	13,0	7,3	5,7	4,1	1,4	2,6
2	2	3	11,5	6,6	4,9	4,1	1,4	2,7
2	3	1	11,9	5,3	6,7	4,3	1,3	3,0
2	3	2	11,0	6,1	4,9	4,3	1,3	3,0
2	3	3	12,6	5,7	6,9	4,4	1,3	3,0
2	4	1	11,9	5,3	6,7	4,2	1,2	3,0
2	4	2	8,8	4,6	4,2	3,3	1,2	.
2	4	3	11,9	8,5	3,4	3,5	1,0	2,5
3	1	1	.	.	.	.	.	.
3	1	2	17,3	5,9	11,5	4,4	1,2	3,2
3	1	3	18,8	7,7	11,2	4,3	1,2	3,1
3	2	1	14,6	5,0	9,6	4,3	1,4	3,0
3	2	2	12,1	5,9	6,3	4,3	1,5	2,8
3	2	3	9,9	5,4	4,5	4,2	1,4	2,8
3	3	1	11,9	4,9	7,0	.	1,3	.
3	3	2	15,5	8,3	7,2	4,4	1,3	3,1
3	3	3	12,2	5,2	7,0	4,3	1,3	3,0
3	4	1	11,6	5,2	6,4	3,8	1,2	2,6
3	4	2	10,3	5,7	4,6	3,5	1,2	2,3
3	4	3	15,2	9,3	5,9	3,5	1,1	2,4

APÊNDICE E – Características morfológicas do pasto nos sistemas alimentares

A	B	C	S	T	U	V
1	1	1	0,009	0,134	0,067	592,6
1	1	2	0,010	0,115	0,107	511,6
1	1	3	0,008	0,084	0,086	575,0
1	2	1	0,007	0,071	0,053	656,2
1	2	2	0,007	0,069	0,038	690,3
1	2	3	0,007	0,054	0,048	603,9
1	3	1	0,007	0,093	0,080	1007,4
1	3	2	0,007	0,075	0,057	784,8
1	3	3	0,007	0,079	0,066	802,3
1	4	1	0,005	0,068	0,045	871,1
1	4	2	0,004	0,058	0,050	842,5
1	4	3	0,006	0,048	0,064	760,0
2	1	1	.	.	.	.
2	1	2	0,010	0,135	0,102	461,1
2	1	3	0,009	0,129	0,104	540,2
2	2	1	0,007	0,057	0,053	701,0
2	2	2	0,008	0,072	0,047	559,9
2	2	3	0,007	0,078	0,051	629,4
2	3	1	0,008	0,046	0,044	671,1
2	3	2	0,008	0,076	0,067	694,8
2	3	3	0,007	0,070	0,059	828,5
2	4	1	0,007	0,051	0,038	736,6
2	4	2	0,007	0,039	0,034	584,8
2	4	3	0,004	0,041	0,054	984,4
3	1	1	.	.	.	.
3	1	2	0,010	0,118	0,070	476,4
3	1	3	0,009	0,150	0,063	578,0
3	2	1	0,008	0,051	0,057	623,6
3	2	2	0,008	0,072	0,044	573,4
3	2	3	0,008	0,056	0,036	561,3
3	3	1	0,008	0,054	0,041	668,5
3	3	2	0,007	0,083	0,070	699,6
3	3	3	0,008	0,077	0,049	635,3
3	4	1	0,007	0,046	0,045	671,5
3	4	2	0,006	0,045	0,038	719,3
3	4	3	0,005	0,055	0,059	827,0

APÊNDICE F – Intensidade e frequência de desfolhação do pasto nos sistemas alimentares

A	B	C	X	Y	Z	AA
1	1	1	52,3	47,9	7,0	5,1
1	1	2	61,0	52,3	6,5	4,2
1	1	3	37,0	41,1	6,2	3,8
1	2	1	51,3	57,8	6,1	4,6
1	2	2	49,5	54,8	5,8	4,3
1	2	3	61,5	64,6	4,9	3,8
1	3	1	55,9	59,1	6,7	5,0
1	3	2	55,9	56,8	6,8	5,3
1	3	3	57,9	68,6	7,1	5,2
1	4	1	48,9	47,5	7,2	5,6
1	4	2	71,5	62,0	7,0	5,6
1	4	3	68,6	68,7	7,4	5,7
2	1	1	.	.	.	.
2	1	2	34,4	47,0	6,5	4,8
2	1	3	53,8	49,8	6,3	4,7
2	2	1	47,3	48,8	5,6	4,4
2	2	2	49,6	63,5	4,8	4,1
2	2	3	56,2	58,9	4,9	4,1
2	3	1	50,9	56,9	7,3	4,8
2	3	2	55,8	55,2	7,8	5,2
2	3	3	49,9	54,8	7,0	5,6
2	4	1	70,2	48,0	8,6	7,9
2	4	2	59,6	57,9	8,9	6,7
2	4	3	56,3	57,0	8,3	6,9
3	1	1	.	.	.	.
3	1	2	43,1	45,0	6,9	4,8
3	1	3	54,6	56,4	6,1	4,2
3	2	1	46,5	48,5	6,0	4,5
3	2	2	51,7	59,5	4,9	4,1
3	2	3	59,4	58,5	5,5	4,5
3	3	1	61,7	52,6	7,0	4,0
3	3	2	60,7	57,6	7,1	5,6
3	3	3	40,4	45,9	7,2	4,8
3	4	1	57,3	50,4	8,6	6,3
3	4	2	55,2	64,3	9,4	7,2
3	4	3	60,3	61,7	8,7	6,0

APÊNDICE G – Fluxos de biomassa foliar, consumo de lâminas foliares em relação ao peso corporal das bezerras, eficiências real e potencial de utilização e balanço líquido do pasto nos sistemas alimentares

A	B	C	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH
1	1	1	52,9	30,6	53,5	4,0	1,0	0,4	-31,2
1	1	2	39,5	40,2	51,7	4,3	1,3	0,0	-52,4
1	1	3	29,3	32,7	36,2	3,1	1,2	-0,1	-39,7
1	2	1	54,4	58,7	29,9	2,1	0,5	-0,1	-34,1
1	2	2	61,5	51,9	35,7	3,1	0,6	0,2	-26,1
1	2	3	43,3	52,4	29,9	3,1	0,7	-0,2	-39,0
1	3	1	56,9	87,1	34,3	2,8	0,6	-0,5	-64,5
1	3	2	41,7	45,3	18,3	1,7	0,4	-0,1	-22,0
1	3	3	42,2	49,1	22,8	2,6	0,5	-0,2	-29,6
1	4	1	36,2	39,1	15,8	1,6	0,4	-0,1	-18,7
1	4	2	17,8	25,2	15,0	1,7	0,8	-0,4	-22,5
1	4	3	12,8	32,6	16,9	1,8	1,3	-1,6	-36,8
2	1	1	.	.	.	.	.	.	.
2	1	2	73,8	40,6	51,2	2,8	0,7	0,4	-18,0
2	1	3	66,2	49,5	71,0	.	1,1	0,3	-54,3
2	2	1	28,2	39,9	19,6	1,8	0,7	-0,4	-31,3
2	2	2	58,6	52,7	31,2	1,7	0,5	0,1	-25,3
2	2	3	81,7	64,8	32,0	2,1	0,4	0,2	-15,1
2	3	1	21,9	33,5	13,6	1,3	0,6	-0,5	-25,1
2	3	2	46,2	65,7	22,4	1,3	0,5	-0,4	-42,0
2	3	3	66,6	62,7	27,9	1,8	0,4	0,1	-24,0
2	4	1	17,9	22,8	13,2	1,1	0,7	-0,3	-18,1
2	4	2	10,5	18,2	10,5	1,4	1,0	-0,7	-18,1
2	4	3	13,5	39,4	22,4	2,3	1,7	-1,9	-48,3
3	1	1	.	.	.	.	.	.	.
3	1	2	48,0	32,5	48,8	2,7	1,0	0,3	-33,3
3	1	3	66,1	27,6	77,5	.	1,2	0,6	-39,0
3	2	1	28,8	46,6	17,1	1,8	0,6	-0,6	-34,9
3	2	2	56,1	51,3	30,5	1,8	0,5	0,1	-25,7
3	2	3	32,4	28,5	18,8	1,5	0,6	0,1	-14,8
3	3	1	28,2	30,1	14,0	1,7	0,5	-0,1	-15,9
3	3	2	40,4	46,8	19,6	1,8	0,5	-0,2	-26,0
3	3	3	37,2	37,3	14,5	1,1	0,4	0,0	-14,6
3	4	1	12,7	19,1	10,9	1,0	0,9	-0,5	-17,3
3	4	2	13,0	19,4	12,2	1,5	0,9	-0,5	-18,6
3	4	3	17,0	27,5	9,9	1,1	0,6	-0,6	-20,4

APÊNDICE H – Estrutura de covariância eleita

Estrutura de covariância	Variável
VC - Simétrica composta	Massa de forragem (kg de MS ha ⁻¹)
	Relação lâmina foliar:colmo
	Taxa de acúmulo de forragem (kg de MS ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	Oferta de forragem (kg de MS 100 kg ⁻¹ de PC)
	Oferta de lâminas foliares (kg de MS 100 kg ⁻¹ de PC)
	Teor de fibra em detergente neutro (%)
	Teor de proteína bruta (%)
	Teor de matéria seca (%)
	Taxa de lotação (kg de PC ha ⁻¹)
	Altura de dossel (cm)
	Altura de pseudocolmo (cm)
	Profundidade de lâminas foliares (cm)
	Número de lâminas foliares verdes
	Número de lâminas foliares em expansão
	Número de lâminas foliares expandidas
	Taxa de aparecimento de lâminas foliares (graus-dia)
	Taxa de expansão de lâminas foliares (cm grau-dia ⁻¹ perfilho ⁻¹)
	Taxa de senescência de lâminas foliares (cm grau-dia ⁻¹ perfilho ⁻¹)
	Duração de vida das lâminas foliares (graus-dia)
	Intensidade de desfolhação de lâminas foliares em expansão (%)
	Intensidade de desfolhação de lâminas foliares expandidas (%)
	Frequência de desfolhação de lâminas foliares em expansão (dias de retorno)
	Frequência de desfolhação de lâminas foliares expandidas (dias de retorno)
	Fluxo de crescimento de lâminas foliares (kg de MS de lâminas foliares ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	Fluxo de senescência de lâminas foliares (kg de MS de lâminas foliares ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	Fluxo de consumo de lâminas foliares (kg de MS de lâminas foliares ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	Consumo de lâminas foliares (% do PC)
	Eficiência real de utilização do pasto
	Eficiência potencial de utilização do pasto
	Balanço líquido

APÊNDICE I – Editor programa estatístico SAS

```

dm 'output; clear; log; clear;';
options formdlim='*';
data a1; input Trat Tratn$ Per Rep Ifm Ife Ffm Ffe Fcre Fsen Fcon;
datalines;
1 Azevém 1 1 47.91 52.31 8.84 5.08 52.92 30.64 53.53
1 Azevém 1 2 52.32 61.00 8.88 4.22 39.51 40.25 51.67
1 Azevém 1 3 41.13 36.97 8.63 3.75 29.25 32.71 36.25
1 Azevém 2 1 57.81 51.25 7.68 4.58 54.44 58.67 29.86
1 Azevém 2 2 54.81 49.54 7.17 4.34 61.51 51.87 35.74
1 Azevém 2 3 64.65 61.50 5.95 3.80 43.31 52.41 29.90
1 Azevém 3 1 59.06 55.94 8.36 4.96 56.88 87.08 34.27
1 Azevém 3 2 56.77 55.89 8.38 5.26 41.65 45.34 18.30
1 Azevém 3 3 68.65 57.91 9.02 5.25 42.23 49.11 22.76
1 Azevém 4 1 47.55 48.92 8.93 5.56 36.21 39.12 15.83
1 Azevém 4 2 61.99 71.46 8.46 5.60 17.75 25.21 15.02
1 Azevém 4 3 68.75 68.64 9.05 5.67 12.80 32.63 16.92
2 Milho 1 1 . . . . . . . .
2 Milho 1 2 46.95 34.37 8.17 4.84 73.84 40.62 51.23
2 Milho 1 3 49.78 53.76 7.94 4.65 66.22 49.52 70.98
2 Milho 2 1 48.80 47.26 6.77 4.37 28.22 39.91 19.57
2 Milho 2 2 63.51 49.65 5.52 4.13 58.61 52.70 31.19
2 Milho 2 3 58.93 56.25 5.74 4.12 81.74 64.85 32.03
2 Milho 3 1 56.90 50.95 9.87 4.83 21.93 33.46 13.63
2 Milho 3 2 55.19 55.75 10.31 5.24 46.15 65.67 22.44
2 Milho 3 3 54.81 49.88 8.27 5.64 66.60 62.66 27.90
2 Milho 4 1 47.97 70.22 9.41 7.86 17.93 22.79 13.23
2 Milho 4 2 57.91 59.60 11.04 6.70 10.49 18.16 10.45
2 Milho 4 3 56.98 56.31 9.70 6.87 13.54 39.38 22.41
3 Aveia 1 1 . . . . . . . .
3 Aveia 1 2 45.05 43.10 8.32 4.82 48.03 32.52 48.83
3 Aveia 1 3 56.41 54.56 8.07 4.18 66.08 27.61 77.45
3 Aveia 2 1 48.54 46.55 7.51 4.55 28.85 46.62 17.15
3 Aveia 2 2 59.55 51.75 5.59 4.14 56.07 51.27 30.46
3 Aveia 2 3 58.50 59.39 6.46 4.52 32.43 28.48 18.77
3 Aveia 3 1 52.56 61.69 9.93 3.99 28.23 30.12 14.04
3 Aveia 3 2 57.63 60.70 8.63 5.61 40.39 46.79 19.56
3 Aveia 3 3 45.91 40.45 9.57 4.83 37.18 37.26 14.54
3 Aveia 4 1 50.44 57.26 10.85 6.28 12.68 19.12 10.86
3 Aveia 4 2 64.26 55.22 11.63 7.18 13.02 19.45 12.17
3 Aveia 4 3 61.67 60.30 11.46 6.01 16.96 27.52 9.86
;
proc print;
proc mixed data=a1 cl covtest;
class trat per rep;
model Ifm=trat|per;
random rep(trat)/solution;
repeated rep(trat)/type=vc;
lsmeans trat/diff;

```



```
lsmeans per/diff;  
lsmeans trat|per/diff;  
run;
```

ANEXOS

ANEXO 1 – Normas para a publicação de artigos científicos na revista Pesquisa Agropecuária Brasileira

Diretrizes para Autores

Forma e preparação de manuscritos

Os trabalhos enviados à PAB devem ser inéditos (não terem dados – tabelas e figuras – publicadas parcial ou integralmente em nenhum outro veículo de divulgação técnico-científica, como boletins institucionais, anais de eventos, comunicados técnicos, notas científicas etc.) e não podem ter sido encaminhados simultaneamente a outro periódico científico ou técnico. Dados publicados na forma de resumos, com mais de 250 palavras, não devem ser incluídos no trabalho.

- São considerados, para publicação, os seguintes tipos de trabalho: Artigos Científicos, Notas Científicas e Artigos de Revisão, este último a convite do Editor.
- Os trabalhos publicados na PAB são agrupados em áreas técnicas, cujas principais são: Entomologia, Fisiologia Vegetal, Fitopatologia, Fitotecnia, Fruticultura, Genética, Microbiologia, Nutrição Mineral, Solos e Zootecnia.
- O texto deve ser digitado no editor de texto Microsoft Word, em espaço duplo, fonte Times New Roman, corpo 12, folha formato A4, com margens de 2,5 cm e com páginas e linhas numeradas.

Organização do Artigo Científico

A ordenação do artigo deve ser feita da seguinte forma:

- Artigos em português - Título, autoria, endereços institucionais e eletrônicos, Resumo, Termos para indexação, título em inglês, Abstract, Index terms, Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusões, Agradecimentos, Referências, tabelas e figuras.
- O título, o resumo e os termos para indexação devem ser vertidos fielmente para o inglês, no caso de artigos redigidos em português e espanhol, e para o português, no caso de artigos redigidos em inglês.
- O artigo científico deve ter, no máximo, 20 páginas, incluindo-se as ilustrações (tabelas e figuras), que devem ser limitadas a seis, sempre que possível.

Título

- Deve representar o conteúdo e o objetivo do trabalho e ter no máximo 15 palavras, incluindo-se os artigos, as preposições e as conjunções.
- Deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve ser iniciado com palavras chaves e não com palavras como “efeito” ou “influência”.
- Não deve conter nome científico, exceto de espécies pouco conhecidas; neste caso, apresentar somente o nome binário.
- Não deve conter subtítulo, abreviações, fórmulas e símbolos.
- As palavras do título devem facilitar a recuperação do artigo por índices desenvolvidos por bases de dados que catalogam a literatura.

Nomes dos autores

- Grafar os nomes dos autores com letra inicial maiúscula, por extenso, separados por vírgula; os dois últimos são separados pela conjunção “e”.
- O último sobrenome de cada autor deve ser seguido de um número em algarismo arábico, em forma de expoente, entre parênteses, correspondente à chamada de endereço do autor.

Endereço dos autores

- São apresentados abaixo dos nomes dos autores, o nome e o endereço postal completos da instituição e o endereço eletrônico dos autores, indicados pelo número em algarismo arábico, entre parênteses, em forma de expoente.
- Devem ser agrupados pelo endereço da instituição.
- Os endereços eletrônicos de autores da mesma instituição devem ser separados por vírgula.

Resumo

- O termo Resumo deve ser grafado em letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda, e separado do texto por travessão.
- Deve conter, no máximo, 200 palavras, incluindo números, preposições, conjunções e artigos.
- Deve ser elaborado em frases curtas e conter o objetivo, o material e os métodos, os resultados e a conclusão.
- Não deve conter citações bibliográficas nem abreviaturas.
- O final do texto deve conter a principal conclusão, com o verbo no presente do indicativo.

Termos para indexação

- A expressão Termos para indexação, seguida de dois-pontos, deve ser grafada em letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Os termos devem ser separados por vírgula e iniciados com letra minúscula.
- Devem ser no mínimo três e no máximo seis, considerando-se que um termo pode possuir duas ou mais palavras.
- Não devem conter palavras que componham o título.
- Devem conter o nome científico (só o nome binário) da espécie estudada.
- Devem, preferencialmente, ser termos contidos no [AGROVOC: Multilingual Agricultural Thesaurus](#) ou no [Índice de Assuntos da base SciELO](#).

Introdução

- A palavra Introdução deve ser centralizada e grafada com letras minúsculas, exceto a letra inicial, e em negrito.
- Deve apresentar a justificativa para a realização do trabalho, situar a importância do problema científico a ser solucionado e estabelecer sua relação com outros trabalhos publicados sobre o assunto.
- O último parágrafo deve expressar o objetivo de forma coerente com o descrito no início do Resumo.

Material e Métodos

- A expressão Material e Métodos deve ser centralizada e grafada em negrito; os termos Material e Métodos devem ser grafados com letras minúsculas, exceto as letras iniciais.
- Deve ser organizado, de preferência, em ordem cronológica.
- Deve apresentar a descrição do local, a data e o delineamento do experimento, e indicar os tratamentos, o número de repetições e o tamanho da unidade experimental.
- Deve conter a descrição detalhada dos tratamentos e variáveis.
- Deve-se evitar o uso de abreviações ou as siglas.
- Os materiais e os métodos devem ser descritos de modo que outro pesquisador possa repetir o experimento.
- Devem ser evitados detalhes supérfluos e extensas descrições de técnicas de uso corrente.
- Deve conter informação sobre os métodos estatísticos e as transformações de dados.
- Deve-se evitar o uso de subtítulos; quando indispensáveis, grafá-los em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial, na margem esquerda da página.

Resultados e Discussão

- A expressão Resultados e Discussão deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Todos os dados apresentados em tabelas ou figuras devem ser discutidos.

- As tabelas e figuras são citadas seqüencialmente.
- Os dados das tabelas e figuras não devem ser repetidos no texto, mas discutidos em relação aos apresentados por outros autores.
- Evitar o uso de nomes de variáveis e tratamentos abreviados.
- Dados não apresentados não podem ser discutidos.
- Não deve conter afirmações que não possam ser sustentadas pelos dados obtidos no próprio trabalho ou por outros trabalhos citados.
- As chamadas às tabelas ou às figuras devem ser feitas no final da primeira oração do texto em questão; se as demais sentenças do parágrafo referirem-se à mesma tabela ou figura, não é necessária nova chamada.
- Não apresentar os mesmos dados em tabelas e em figuras.
- As novas descobertas devem ser confrontadas com o conhecimento anteriormente obtido.

Conclusões

- O termo **Conclusões** deve ser centralizado e grafado em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser apresentadas em frases curtas, sem comentários adicionais, com o verbo no presente do indicativo.
- Devem ser elaboradas com base no objetivo do trabalho.
- Não podem consistir no resumo dos resultados.
- Devem apresentar as novas descobertas da pesquisa.
- Devem ser numeradas e no máximo cinco.

Agradecimentos

- A palavra **Agradecimentos** deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser breves e diretos, iniciando-se com “Ao, Aos, À ou Às” (pessoas ou instituições).
- Devem conter o motivo do agradecimento.

Referências

- A palavra *Referências* deve ser centralizada e grafada em negrito, com letras minúsculas, exceto a letra inicial.
- Devem ser de fontes atuais e de periódicos: pelo menos 70% das referências devem ser dos últimos 10 anos e 70% de artigos de periódicos.
- Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 6023 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.
- Devem ser apresentadas em ordem alfabética dos nomes dos autores, separados por ponto-e-vírgula, sem numeração.
- Devem apresentar os nomes de todos os autores da obra.
- Devem conter os títulos das obras ou dos periódicos grafados em negrito.
- Devem conter somente a obra consultada, no caso de citação de citação.
- Todas as referências devem registrar uma data de publicação, mesmo que aproximada.
- Devem ser trinta, no máximo.

Exemplos:

- Artigos de Anais de Eventos (aceitos apenas trabalhos completos)
AHRENS, S. A fauna silvestre e o manejo sustentável de ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2004. p.153-162.
- Artigos de periódicos
SANTOS, M.A. dos; NICOLÁS, M.F.; HUNGRIA, M. Identificação de QTL associados à simbiose entre *Bradyrhizobium japonicum*, *B. elkanii* e soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.67-75, 2006.

- Capítulos de livros

AZEVEDO, D.M.P. de; NÓBREGA, L.B. da; LIMA, E.F.; BATISTA, F.A.S.; BELTRÃO, N.E. de M. Manejo cultural. In: AZEVEDO, D.M.P.; LIMA, E.F. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.121-160.

- Livros

OTSUBO, A.A.; LORENZI, J.O. **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004. 116p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Sistemas de produção, 6).

- Teses

HAMADA, E. **Desenvolvimento fenológico do trigo (cultivar IAC 24 - Tucuruí), comportamento espectral e utilização de imagens NOAA-AVHRR**. 2000. 152p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

- Fontes eletrônicas

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Avaliação dos impactos econômicos, sociais e ambientais da pesquisa da Embrapa Agropecuária Oeste**: relatório do ano de 2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 97p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 66). Disponível em: . Acesso em: 18 abr. 2006.

Citações

- Não são aceitas citações de resumos, comunicação pessoal, documentos no prelo ou qualquer outra fonte, cujos dados não tenham sido publicados. - A autocitação deve ser evitada. - Devem ser normalizadas de acordo com a NBR 10520 da ABNT, com as adaptações descritas a seguir.

- Redação das citações dentro de parênteses

- Citação com um autor: sobrenome grafado com a primeira letra maiúscula, seguido de vírgula e ano de publicação.

- Citação com dois autores: sobrenomes grafados com a primeira letra maiúscula, separados pelo "e" comercial (&), seguidos de vírgula e ano de publicação.

- Citação com mais de dois autores: sobrenome do primeiro autor grafado com a primeira letra maiúscula, seguido da expressão et al., em fonte normal, vírgula e ano de publicação.

- Citação de mais de uma obra: deve obedecer à ordem cronológica e em seguida à ordem alfabética dos autores.

- Citação de mais de uma obra dos mesmos autores: os nomes destes não devem ser repetidos; colocar os anos de publicação separados por vírgula.

- Citação de citação: sobrenome do autor e ano de publicação do documento original, seguido da expressão “citado por” e da citação da obra consultada.

- Deve ser evitada a citação de citação, pois há risco de erro de interpretação; no caso de uso de citação de citação, somente a obra consultada deve constar da lista de referências.

- Redação das citações fora de parênteses

- Citações com os nomes dos autores incluídos na sentença: seguem as orientações anteriores, com os anos de publicação entre parênteses; são separadas por vírgula.

Fórmulas, expressões e equações matemáticas

- Devem ser iniciadas à margem esquerda da página e apresentar tamanho padronizado da fonte Times New Roman.

- Não devem apresentar letras em itálico ou negrito, à exceção de símbolos escritos convencionalmente em itálico.

Tabelas

- As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente, com algarismo arábico, e apresentadas em folhas separadas, no final do texto, após as referências.

- Devem ser auto-explicativas.

- Seus elementos essenciais são: título, cabeçalho, corpo (colunas e linhas) e coluna indicadora dos tratamentos ou das variáveis.
- Os elementos complementares são: notas-de-rodapé e fontes bibliográficas.
- O título, com ponto no final, deve ser precedido da palavra Tabela, em negrito; deve ser claro, conciso e completo; deve incluir o nome (vulgar ou científico) da espécie e das variáveis dependentes.
- No cabeçalho, os nomes das variáveis que representam o conteúdo de cada coluna devem ser grafados por extenso; se isso não for possível, explicar o significado das abreviaturas no título ou nas notas-de-rodapé.
- Todas as unidades de medida devem ser apresentadas segundo o Sistema Internacional de Unidades.
- Nas colunas de dados, os valores numéricos devem ser alinhados pelo último algarismo.
- Nenhuma célula (cruzamento de linha com coluna) deve ficar vazia no corpo da tabela; dados não apresentados devem ser representados por hífen, com uma nota-de-rodapé explicativa.
- Na comparação de médias de tratamentos são utilizadas, no corpo da tabela, na coluna ou na linha, à direita do dado, letras minúsculas ou maiúsculas, com a indicação em nota-de-rodapé do teste utilizado e a probabilidade.
- Devem ser usados fios horizontais para separar o cabeçalho do título, e do corpo; usá-los ainda na base da tabela, para separar o conteúdo dos elementos complementares. Fios horizontais adicionais podem ser usados dentro do cabeçalho e do corpo; não usar fios verticais.
- As tabelas devem ser editadas em arquivo Word, usando os recursos do menu Tabela; não fazer espaçamento utilizando a barra de espaço do teclado, mas o recurso recuo do menu Formatar Parágrafo.
- Notas de rodapé das tabelas
- Notas de fonte: indicam a origem dos dados que constam da tabela; as fontes devem constar nas referências.
- Notas de chamada: são informações de caráter específico sobre partes da tabela, para conceituar dados. São indicadas em algarismo arábico, na forma de expoente, entre parênteses, à direita da palavra ou do número, no título, no cabeçalho, no corpo ou na coluna indicadora. São apresentadas de forma contínua, sem mudança de linha, separadas por ponto.
- Para indicação de significância estatística, são utilizadas, no corpo da tabela, na forma de expoente, à direita do dado, as chamadas ns (não-significativo); * e ** (significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente).

Figuras

- São consideradas figuras: gráficos, desenhos, mapas e fotografias usados para ilustrar o texto.
- Só devem acompanhar o texto quando forem absolutamente necessárias à documentação dos fatos descritos.
- O título da figura, sem negrito, deve ser precedido da palavra Figura, do número em algarismo arábico, e do ponto, em negrito.
- Devem ser auto-explicativas.
- A legenda (chave das convenções adotadas) deve ser incluída no corpo da figura, no título, ou entre a figura e o título.
- Nos gráficos, as designações das variáveis dos eixos X e Y devem ter iniciais maiúsculas, e devem ser seguidas das unidades entre parênteses.
- Figuras não-originais devem conter, após o título, a fonte de onde foram extraídas; as fontes devem ser referenciadas.

- O crédito para o autor de fotografias é obrigatório, como também é obrigatório o crédito para o autor de desenhos e gráficos que tenham exigido ação criativa em sua elaboração. - As unidades, a fonte (Times New Roman) e o corpo das letras em todas as figuras devem ser padronizados.
- Os pontos das curvas devem ser representados por marcadores contrastantes, como: círculo, quadrado, triângulo ou losango (cheios ou vazios).
- Os números que representam as grandezas e respectivas marcas devem ficar fora do quadrante.
- As curvas devem ser identificadas na própria figura, evitando o excesso de informações que comprometa o entendimento do gráfico.
- Devem ser elaboradas de forma a apresentar qualidade necessária à boa reprodução gráfica e medir 8,5 ou 17,5 cm de largura.
- Devem ser gravadas nos programas Word, Excel ou Corel Draw, para possibilitar a edição em possíveis correções.
- Usar fios com, no mínimo, 3/4 ponto de espessura.
- No caso de gráfico de barras e colunas, usar escala de cinza (exemplo: 0, 25, 50, 75 e 100%, para cinco variáveis).
- Não usar negrito nas figuras.
- As figuras na forma de fotografias devem ter resolução de, no mínimo, 300 dpi e ser gravadas em arquivos extensão TIF, separados do arquivo do texto.
- Evitar usar cores nas figuras; as fotografias, porém, podem ser coloridas.