

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGROVETERINÁRIAS – CAV
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL (PPGCA)

GUILHERME DONEDA ZANINI

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE
FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA SUBMETIDOS A FREQUÊNCIAS
E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO POR OVINOS**

LAGES

2011

GUILHERME DONEDA ZANINI

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE
FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA SUBMETIDOS A FREQUÊNCIAS
E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO POR OVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

LAGES

2011

GUILHERME DONEDA ZANINI

**CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE
FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA SUBMETIDOS À FREQUÊNCIAS
E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO POR OVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Banca Examinadora

Orientador:



Prof. Dr. André Fischer Sbrissia

Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:



Prof. Dr. Dimas Estrasulas de Oliveira

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC-CEO)

Membro:



Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva

Universidade de São Paulo (USP/ESALQ)

Lages, 24/02/2010

DEDICO

A minha mãe *Zélia Maria Doneda Zanini* e aos meus irmãos *Daniel, André e Artur Doneda Zanini*, que sempre estiveram comigo em todas as conquistas, que me apoiaram nos momentos difíceis e que me ajudaram a preservar em meus anseios...

OFEREÇO

Ao meu pai **José Afonso Zanini** e ao meu avô **Alexandre Doneda** que estarão sempre presentes em minha vida, ofereço as palavras de Fábio Júnior:

“Pai, pode ser que daqui a algum tempo

Haja tempo pra gente ser mais

Muito mais que dois grandes amigos, pai e filho talvez

Pai, pode ser que daí você sinta, qualquer coisa entre esses vinte ou trinta

Longos anos em busca de paz....

Pai, pode crer, eu tô bem eu vou indo, tô tentando vivendo e pedindo

Com loucura pra você renascer...

Pai, eu não faço questão de ser tudo, só não quero e não vou ficar mudo

Pra falar de amor pra você

Pai, senta aqui que o jantar tá na mesa, fala um pouco tua voz tá tão presa

Nos ensina esse jogo da vida, onde a vida só paga pra ver

Pai, me perdoa essa insegurança, é que eu não sou mais aquela criança

Que um dia morrendo de medo, nos teus braços você fez segredo

Nos teus passos você foi mais eu

Pai, eu cresci e não houve outro jeito, quero só recostar no teu peito

Pra pedir pra você ir lá em casa e brincar de vovô com meu filho

No tapete da sala de estar

Pai, você foi meu herói meu bandido, hoje é mais muito mais que um amigo

Nem você nem ninguém tá sozinho, você faz parte desse caminho

Que hoje eu sigo em paz

Pai”.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me iluminar em todos os momentos fossem eles bons ou ruins durante esta fase de minha vida.

Agradeço em especial ao professor Dr. André Fischer Sbrissia, pela orientação, pela imensa paciência e gratidão, meu sincero reconhecimento e admiração.

Aos professores do Departamento de Produção Animal e Alimentos pela amizade, conselhos, contribuições no desenvolvimento das disciplinas e pelos ensinamentos transmitidos.

A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Centro Agroveterinário (CAV) e a coordenação de Pós Graduação em Ciência Animal pela oportunidade de realização do curso.

A UDESC pela concessão de bolsa.

Aos colegas e estagiários da Forragicultura pelas conversas, momentos de descontração, troca de experiências e pela amizade.

Aos amigos, moradores e ex-moradores do “Macekofe” e de outras repúblicas: Loki (Bruno), Keoma (Henrique), Fistarol (Tiago), Dread (Alan), Trajano, Matheus, Bandeira (Douglas), Pizza (Riccardo), Rato (Kléber), Xande (Alexandre), Tio Érons (Eron), Tio Pastel (Abraão), Safado (Bruno) pelas festas, pela amizade e pelo aprendizado durante nossa convivência.

"Somos donos do nosso destino. Somos capitães da nossa alma."

Winston Churchill

*"O mundo está nas mãos daqueles que têm a coragem de sonhar e
de correr o risco de viver seus sonhos."*

Paulo Coelho

SUMÁRIO

RESUMO	15
ABSTRACT	16
1 INTRODUÇÃO	18
1.1 O ECOSSISTEMA PASTAGEM	19
1.2 FLUXO DE ENERGIA NO ECOSSISTEMA PASTORIL	19
1.3 A PLANTA FORRAGEIRA NO ECOSSISTEMA PASTORIL	20
1.4 CRESCIMENTO EM NÍVEL DE PLANTA: MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS	21
1.5 DESENVOLVIMENTO DO PERFILHO E O ACÚMULO LÍQUIDO DE FORRAGEM	26
1.6 A PLANTA FORRAGEIRA E O MANEJO DO PASTEJO	27
1.7 HIPÓTESE	29
1.8 OBJETIVOS	29
REFERÊNCIAS	30
2 FREQUÊNCIAS E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA: MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS	35
RESUMO	35
ABSTRACT	35
2.1 INTRODUÇÃO	36
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	38
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
2.4 CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51

3 FREQUÊNCIAS E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA: ACÚMULO DE FORRAGEM, ESTRUTURA DO DOSSEL E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA	54
RESUMO	54
ABSTRACT	54
3.1 INTRODUÇÃO	55
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	56
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.4 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	71
 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 74
 REFERÊNCIAS	 76
 5 CONCLUSÕES	 78

RESUMO

CARACTERÍSTICAS MORFOGÊNICAS E ESTRUTURAIS E ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA SUBMETIDOS A FREQUÊNCIAS E SEVERIDADES DE DESFOLHAÇÃO POR OVINOS

O conhecimento da ecofisiologia está contribuindo para o entendimento das respostas de plantas forrageiras tropicais ao manejo do pastejo e à adoção de técnicas de manejo. Sendo assim, o objetivo deste estudo, conduzido em área pertencente ao Departamento de Produção Animal e Alimentos do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Campus de Lages, no período de janeiro a maio de 2009, foi analisar e descrever as características morfogênicas e estruturais e o acúmulo de forragem em pastos de capim-aruana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos. Os tratamentos corresponderam a pastejos realizados quando os pastos atingiam 95 ou 98 % de interceptação da luz incidente (IL) até alturas de resíduo de 10 e 15 cm, e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 196 m²) segundo um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2×2, com três repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF), taxa de alongamento de colmos (TAIC), filocrono (FIL), duração de vida das folhas (DVF), número de folhas vivas (NFV), em senescência (NFS) e em expansão (NFE) por perfilho, comprimento final das folhas (CFF) e dos colmos (CFC), densidade populacional de perfilhos (DPP), índice de área foliar (IAF), além do acúmulo líquido e composição morfológica dos pastos no pré e pós-pastejo. A altura pré-pastejo do dossel mostrou-se estável durante o experimento e em torno de 30 e 40 cm para os tratamentos de 95 e 98 % de IL, respectivamente, indicando potencial para o desenvolvimento e uso de práticas de manejo baseadas em metas de condição do pasto. As características morfogênicas e estruturais apresentaram forte influência das estratégias de pastejo adotadas além das estações do ano, indicando que a capacidade e a velocidade de recuperação de pastos de capim-aruana após o pastejo depende principalmente do manejo imposto e das condições edafoclimáticas. O manejo do pastejo para capim-aruana mais indicado seria com os pastejos realizados a 95 % de IL, ou seja, pastos com 30 cm de altura pré-pastejo, e interrompidos quando o rebaixamento atingisse um resíduo de 15 cm. Este mesmo apresentando maior alongamento de colmo em relação ao resíduo de 10 cm, se mostrou mais eficiente e vantajoso por resultar em maior acúmulo de lâminas foliares. Além disso, favorece o retorno mais rápido e precoce dos pastos à produção. Não houve diferenças na taxa de acúmulo de forragem entre as combinações 95/10, 95/15 e 98/15. Os efeitos dos tratamentos foram progressivos e cumulativos, resultando em maior taxa de acúmulo de forragem nos 95/15 em relação aos demais tratamentos, particularmente o 98/10. Pastejos frequentes (95 % de IL) resultaram em melhor controle no alongamento de colmos, menor proporção de material morto e invasoras e maior proporção de lâminas foliares nos estratos pastejáveis do que pastos manejados menos frequentemente (98 % de IL). No pré-pastejo, apenas a época do ano influenciou na massa de forragem. No pós-pastejo, a massa de forragem foi menor para os tratamentos de 95 % em relação àqueles de 98 % de IL, mas com maior massa de folhas e menor de colmos, material morto e invasoras. Os resultados obtidos indicam que, durante o rebaixamento do dossel, pastejos realizados aos 95 % de IL com 15 cm de resíduo proporcionaram aos animais a

obtenção de forragem com elevada massa de lâminas foliares e baixa massa de colmos, o que deve aumentar o valor nutritivo da forragem consumida.

Palavras-chave: Ecofisiologia; Crescimento e senescência; Manejo do pastejo; Interceptação luminosa

ABSTRACT

MORPHOGENETIC AND STRUCTURAL TRAITS AND HERBAGE ACCUMULATION IN ARUANA GUINEA GRASS PASTURES SUBJECT TO FREQUENCIES AND SEVERITIES OF DEFOLIATION BY SHEEP

The knowledge of the ecophysiology is contributing to the understanding of tropical forage plant responses to grazing management and adoption of management techniques. Therefore, the objective of this study, conducted in an area belonging to the Department of Animal Production and Food Science Center Agroveterinary State University of Santa Catarina, Campus of Lages, in the period January 2009 to May 2009, was to analyze and describe the morphogenetic and structural characteristics, herbage accumulation and canopy structure in pastures of aruana guineagrass undergoing frequencies and severities of grazing by sheep on rotational grazing. The treatments consisted of grazing when grass reached 95 or 98 % interception of incident light (IL) to heights of residue 10 and 15 cm, and were allocated to experimental units (plots of 196 m²) in a complete randomized design in a 2×2 factorial arrangement with three replications. The variables evaluated were: leaf appearance rate (LAR), leaf elongation rate (LER), stem elongation rate (SER), phyllochron (FIL), leaf life span (LLS), live leaf number (NFV) in senescence (NFS) and expanding (NFE) per tiller, final leaf length (LOA) and stems (CFC), tiller density (DPP), Leaf area index (LAI) and net forage accumulation and morphological composition of the pastures in the pre-and post-grazing. The pre-grazing height of the canopy was stable during the experiment and around 30 and 40 cm for treatments of 95 and 98 % of IL, respectively, indicating potential for the development and use of management practices based on goals of pasture condition. The evaluated traits showed strong influence of the frequencies and severities of grazing adopted throughout seasons, indicating that the capacity and speed recovery of aruana guineagrass pastures after grazing depends primarily on grazing management and environmental conditions. Grazing management for aruana guineagrass would be more appropriate with the grazing to 95 % of canopy light interception, pastures with 30 cm high pre-grazing, and interrupted when the sward reach a residual of 15 cm. Even with higher stem elongation in relation to the residue of 10 cm, is more efficient and profitable due to the higher accumulation of leaf blade. Furthermore, it encourages its early and more rapid return to production. There were no differences in herbage accumulation rate between the combinations 95/10, 95/15 and 98/15. Treatment effects were progressive and cumulative, resulting in higher rates of herbage accumulation in 95/15 compared to other treatments, particularly in 98/10. Frequent grazing (95 % LI) resulted in better control of stem elongation, a smaller proportion of dead material and weeds a higher proportion of leaf strata grazing than pastures grazed less frequently (98 % LI). In the pre-grazing, only time of year influenced the

herbage mass. In the post-grazing, the herbage mass was lower for the treatments of 95 % than 98 % of IL, but with greater mass of leaves and smaller stalks, weeds and dead material. The results indicate that during the lowering of the canopy, grazing more frequent and less severe provided for animals to obtain forage with high leaf mass and low mass of stems, which should increase the nutritional value of forage consumed.

Keywords: Ecophysiology; Growth and senescence; Grazing management; Light Interception

1 INTRODUÇÃO

No cenário nacional, a produção animal em pasto tem revelado índices produtivos muito abaixo do que poderia ser obtido com gramíneas tropicais considerando-se o fato de serem espécies extremamente produtivas e adaptadas ao pastejo. Uma das causas para esses baixos índices de produtividade é a concepção extrativista e tradicionalista predominante na exploração pecuária (SBRISSIA e DA SILVA, 2001) aliada a recomendações generalistas de manejo do pastejo (e.g. períodos de descanso, ofertas de forragem e taxa de lotação fixas). As consequências são a perda da capacidade produtiva das pastagens e seus impactos sobre o ambiente são facilmente percebidos.

O conhecimento das características ecofisiológicas das espécies forrageiras adotadas para o pastejo tem auxiliado na tomada de decisão para a melhor utilização destas, de acordo com o sistema de produção adotado em cada propriedade. Esses conhecimentos se devem graças às relevantes modificações envolvendo pesquisas com plantas forrageiras nos últimos anos. O processo de pastejo passou a ser visualizado não apenas com o objetivo de maximizar lucros (produtividade por área e por animal), mas como ferramenta para entender a dinâmica do crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras. Esta nova visão potencializa a utilização das espécies forrageiras adotadas, melhorando o aproveitamento da produção de biomassa por meio de práticas de manejo do pastejo que visam o respeito das características estruturais de cada espécie (MONTAGNER, 2007).

As pesquisas sobre manejo do pastejo têm por objetivo encontrar o ponto ótimo entre a necessidade da planta forrageira de conservar sua área foliar e a prerrogativa fundamental de que esse tecido seja removido por corte ou pastejo para manutenção da produção animal (PARSONS, 1988). Para tanto, Nabinger e Pontes (2001), enfatizaram a necessidade de estudos de dinâmica da produção primária das gramíneas forrageiras, realizados por meio de avaliações das características morfogênicas e estruturais, os quais têm auxiliado no entendimento das interações entre planta:animal:meio no ecossistema pastagem, permitindo o melhor conhecimento do acúmulo de biomassa e do fluxo de tecidos das plantas forrageiras.

Em países de clima temperado, Nascimento Júnior e Adese (2004) comentaram que a morfogênese é estudada desde a década de 50. Entretanto, no Brasil, foi somente no final da década de 1990 que esses estudos foram introduzidos e avanços significativos têm sido obtidos. Nesse curto espaço de tempo, os resultados disponíveis para as condições brasileiras, obtidos tanto sob condições de lotação contínua quanto de lotação rotativa em experimentos caracterizados por controle cuidadoso da estrutura do dossel forrageiro, indicam elevado

potencial de produção de forragem e desempenho animal, desmistificando o paradigma de que “pastagens tropicais são de baixo valor nutritivo” (DA SILVA e CARVALHO, 2005). Dentro desse contexto, fica clara a importância e a necessidade de inserir o conhecimento da ecofisiologia das plantas forrageiras como forma de permitir o planejamento e idealização de práticas de manejo eficientes e que assegurem a sustentabilidade e a produtividade de sistemas de produção animal em pastagens (SBRISSIA e DA SILVA, 2001; HODGSON e DA SILVA, 2002; DA SILVA, 2004).

1.1 O ECOSSISTEMA PASTAGEM

Um ecossistema consiste de um sistema de organismos vivos que interagem não só com o meio físico que os rodeia, mas também com a química ambiental e com o meio social e biológico em que estão inseridos. Implica, portanto, na inter-relação ou interdependência entre os vários componentes bióticos e abióticos que o compõem, e sua sustentabilidade depende do equilíbrio entre esses componentes (BRISKE e HEITSCHMIDT, 1991; NABINGER, 1996). As pastagens constituem um dos maiores e mais importantes ecossistemas. Dentro desse ambiente, uma série de interações ocorre tornando-o único e adaptado a diversos tipos de perturbações. Para Nabinger (1997), é fundamental que se considere que alguns fatores desse meio são passíveis de controle (e.g. disponibilidade de água e nutrientes, intensidade de desfolhação) enquanto outros são incontroláveis (e.g. temperatura, precipitação e radiação solar). Assim, a capacidade produtiva do ambiente pastoril é limitada pelas restrições ecológicas impostas pela disponibilidade dos fatores “não controláveis”, sendo que o conhecimento dos efeitos desses fatores sobre as respostas de plantas e animais é requisito essencial para o desenvolvimento de qualquer estratégia de produção baseada em pastagens (NABINGER, 1997).

1.2 FLUXO DE ENERGIA NO ECOSSISTEMA PASTORIL

O funcionamento do ecossistema pastagem é caracterizado por fluxos de energia (radiação, calor sensível) e de massa (CO_2 , H_2O , N, minerais) entre as plantas de uma população, solo e atmosfera (LEMAIRE, 2001). Esses fluxos são influenciados pelas características estruturais da população de plantas em termos de tamanho e distribuição espacial das superfícies de troca como área foliar e distribuição radicular. Por outro lado, a interação entre plantas e seu ambiente externo é regulada por fatores fisiológicos, como a

difusão estomática de CO_2 e H_2O , fotossíntese e respiração, absorção do nitrato ou fixação de nitrogênio (TAIZ e ZEIGER, 2004). A captura da radiação solar pela vegetação, a eficiência de utilização da vegetação pelos herbívoros e a eficiência com a qual a energia ingerida é convertida em produto animal compreendem o principal eixo de transferência de energia no ecossistema pastagem (BRISKE e HEITSCHMIDT, 1991). Hodgson (1990) demonstrou a interdependência desses níveis tróficos por meio do fluxo de energia entre os estágios de crescimento (acúmulo de forragem), utilização (colheita de forragem pelo animal) e conversão (transformação da energia consumida em produto animal). Cada um desses estágios apresenta eficiências parciais que, em conjunto, resultam em uma eficiência global e, portanto, determinam a produtividade do sistema. A seca, o fogo e o pastejo são os três principais agentes de perturbação desse ecossistema (SBRISIA e DA SILVA, 2001), promovendo pressão de seleção para alta taxa de renovação da parte aérea, localização das estruturas de perenização próximas do nível do solo e uma grande proporção de biomassa e atividade abaixo deste (DEREGIBUS et al., 2001). Todos esses processos afetam a dinâmica do fluxo de energia e de competição dentro do ecossistema, contribuindo para torná-lo complexo e dinâmico. De acordo com Sbrissia e Da Silva (2001), dentre todos os agentes, a presença do animal é, sem dúvida, um dos principais aspectos que singularizam o ecossistema pastagem, sendo que a compreensão de seus efeitos sobre a planta forrageira faz-se necessária para que se possa explorar ao máximo sua produtividade e persistência de maneira racional e sustentável.

1.3 A PLANTA FORRAGEIRA NO ECOSSISTEMA PASTORIL

A planta forrageira é um dos principais componentes do ecossistema pastagem, formada pelo agrupamento de perfilhos de tamanhos e idades diferentes. Hodgson (1990) descreveu o perfilho como sendo a unidade básica das gramíneas e seu desenvolvimento morfológico está baseado na sucessiva diferenciação do meristema apical em fitômeros, em diferentes estádios de desenvolvimento (BRISKE e HEITSCHMIDT, 1991; VALENTINE e MATTHEW, 1999). Um fitômero, por sua vez, é constituído pela lâmina e bainha foliar, entrenó, nó e gema axilar (CRUZ e BOVAL, 1999). Segundo Nelson (2000), as gemas contidas nos fitômeros podem dar origem a novos perfilhos, contendo o mesmo genótipo dos perfilhos de origem, formando a planta forrageira (Figura 1). Para alguns autores as raízes também fazem parte do fitômero (MATTHEW et al., 1999; NASCIMENTO JÚNIOR e ADESE, 2004).

Organização de um Fitômero

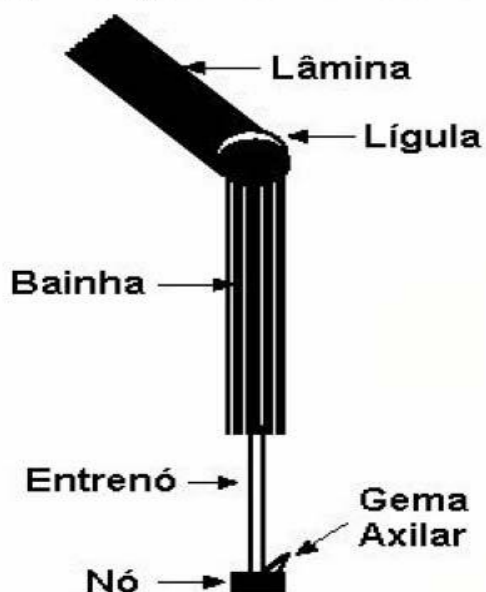


Figura 1 - À esquerda, um fitômero (unidade vegetativa básica de um perfilho); À direita encontra-se a planta como um conjunto de perfilhos (NELSON, 2000).

O entendimento dos processos determinantes do desenvolvimento de plantas forrageiras no ecossistema pastagem passa pelo conhecimento dos processos que ocorrem na unidade básica dessas plantas. Portanto, durante o desenvolvimento de um perfilho, uma série de processos ocorre onde são diferenciados folhas, colmo verdadeiro, gema axilar e sistema radicular em cada um dos fitômeros da planta, formados a partir da diferenciação do meristema apical. Esse fato caracteriza o perfilho como sendo uma série coordenada de fitômeros em distintos estádios de desenvolvimento, ou seja, cada estágio mais avançado de desenvolvimento que o anterior (MATTHEW et al., 1999). O acúmulo de fitômeros e seu grau de desenvolvimento individual (expansão foliar, alongamento e espessamento dos nós e entrenós) resultam no acúmulo de biomassa do perfilho (SKINNER e NELSON, 1995).

1.4 CRESCIMENTO EM NÍVEL DE PLANTA: MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS

Os mecanismos envolvidos no crescimento e desenvolvimento de folhas e perfilhos são descritos pela morfogênese. Chapman e Lemaire (1993) descreveram a morfogênese como sendo o processo responsável pela formação e modificação da estrutura do dossel, pois consiste na dinâmica de geração e expansão da forma no tempo e no espaço, ou seja, formação e desenvolvimento de fitômeros sucessivos. As características morfogênicas e

estruturais, definidas pela morfogênese, descrevem a dinâmica do fluxo de tecidos nas plantas forrageiras (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000) caracterizada pelos processos de crescimento, senescência e decomposição de tecidos (CHAPMAN e LEMAIRES, 1993). Para espécies de clima temperado, esses processos já foram amplamente descritos em diversos trabalhos (e.g. BIRCHAM e HODGSON, 1983; LEMAIRES e AGNUSDEI, 2000; LEMAIRES, 2001). Entretanto, para espécies de clima tropical, os trabalhos desenvolvidos são relativamente recentes. Apesar de terem sido iniciados há pouco tempo, os estudos das variáveis morfogênicas e estruturais das plantas forrageiras tropicais têm auxiliado no entendimento das interações entre planta:animal:ambiente no ecossistema pastagem, permitindo o melhor conhecimento do acúmulo de biomassa e do fluxo de tecidos das plantas forrageiras (MONTAGNER, 2007).

No pasto em crescimento vegetativo no qual apenas folhas são produzidas, a morfogênese pode ser descrita por três características básicas: aparecimento de folhas, alongamento de folhas e duração de vida da folha (CHAPMAN e LEMAIRES, 1993). Apesar de serem características determinadas geneticamente, elas podem ser influenciadas por variáveis do ambiente, como temperatura (DURU e DUCROCQ, 2000a), intensidade luminosa, disponibilidade hídrica (DURAND et al., 1997; MORALES, 1997), nutrientes e efeitos do pastejo (BARBOSA et al., 2002), que definem as taxas e a duração dos processos (Figura 2).

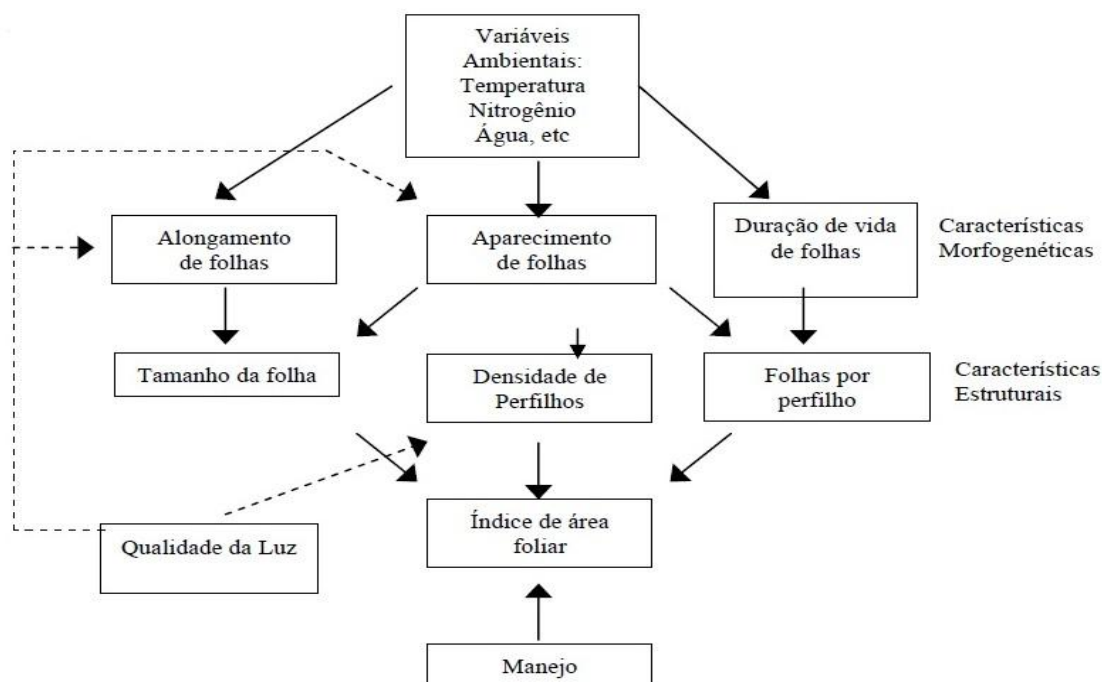


Figura 2 – Diagrama representativo das relações entre as características morfogênicas e estruturais do pasto (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

A taxa de aparecimento foliar (TApF) pode ser considerada a característica principal da morfogênese devido à sua influência sobre os três componentes principais da estrutura do dossel: comprimento final da folha, densidade populacional de perfilhos e número de folhas vivas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), determinando o IAF do pasto. É expressa como o número médio de folhas surgidas em um perfilho por unidade de tempo (ANSLOW, 1966). Inúmeros trabalhos relatam que a TApF, durante o processo de crescimento da planta, tende a diminuir. Na verdade, o intervalo entre o aparecimento de primórdios foliares no meristema permanece constante em função da temperatura, mas, com o aumento do comprimento da bainha de folhas sucessivas em gramíneas de hábito de crescimento ereto, há uma maior demora no surgimento das folhas acima do pseudocolmo (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Esses mesmos autores relataram ainda que pastos mantidos com um IAF baixo por meio de desfolhações freqüentes apresentam maiores valores de TApF que pastos mantidos com um IAF alto, obtido por meio de desfolhações menos freqüentes. A TApF é afetada de forma diferenciada pelo corte ou pastejo (NABINGER e PONTES, 2001), de forma marcante pela temperatura (PARSONS e ROBSON, 1980) e pelo suprimento de nitrogênio (GASTAL et al., 1992; GASTAL e NELSON, 1994).

O inverso da TApF estima o filocrono que é o tempo transcorrido, em dias ou unidades térmicas, para o surgimento de duas folhas consecutivas. Segundo Lemaire e Agnusdei (2000), para uma dada espécie, o filocrono é uma variável relativamente constante quando expresso em tempo térmico, o que promove uma base de escala para o estudo da morfogênese. A importância do filocrono foi ressaltada por Frank e Bauer (1995), pois quando esse é expresso em graus-dia e aliado ao número de folhas por perfilho permite a caracterização do desenvolvimento do vegetal. Apesar de ser uma variável indicativa da exposição das folhas acima das bainhas e não do exato momento em que os primórdios foliares surgem, corresponde a uma medida não destrutiva e bastante consistente.

A taxa de alongamento foliar (TAIF) correlaciona-se positivamente com a massa de forragem (HORST et al., 1978), sendo afetada de forma variável pelos fatores de ambiente e de manejo. Contudo, o alongamento de folhas possui uma correlação negativa com a TApF, de forma que quanto maior a TApF, menor o tempo de alongamento das folhas. Gramíneas tropicais, em particular aquelas de hábito de crescimento ereto, apresentam outro componente importante do crescimento que interfere significativamente com a estrutura do dossel e com o equilíbrio do processo de competição por luz; o alongamento de colmos (SBRISSIA e DA SILVA, 2001; SBRISSIA, 2004). Esse desenvolvimento rápido dos colmos é uma característica genética e traz como consequência uma alteração na quantidade e qualidade da

luz no interior do dossel, estimulando, principalmente, a competição entre plantas vizinhas, face a um maior sombreamento que pode resultar em redução da relação entre as ondas vermelho e vermelho-distante da radiação disponível (TAIZ e ZEIGER, 2004). O desenvolvimento de colmos pode favorecer o aumento da produção de matéria seca, mas em contrapartida, pode apresentar efeitos negativos sobre o aproveitamento e a qualidade da forragem produzida (SANTOS, 2002), alterando o comportamento ingestivo dos animais e, consequentemente, o consumo de forragem (PALHANO et al., 2007). O manejo do pastejo (frequência e severidade) tem sido a forma mais utilizada para controlar o alongamento do colmo. Corsi et al. (2001) enfatizaram a importância do controle do pastejo com o objetivo de limitar a degeneração da estrutura do dossel, função da formação excessiva de colmos e acúmulo de material morto, determinantes da redução da relação lâmina:colmo e redução da eficiência de utilização da forragem produzida.

A duração de vida da folha (DVF) representa o período durante o qual, após completa desfolhação, tecidos verdes se acumulam em um perfilho individual adulto sem que ocorra qualquer perda por senescência (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000). De acordo com Nabinger (1997), essa variável determina o ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar. Para Garcez Neto (2001), o corte ou pastejo pode alterar a DVF. Além disso, a senescência de folhas pode ser influenciada pelo ambiente, estágio de desenvolvimento da planta e características inerentes à própria espécie forrageira.

Os componentes morfogênicos das plantas (TApF, TAIF e DVF) em associação, determinam os componentes estruturais do dossel forrageiro (CHAPMAN e LEMAIRES, 1993) sendo estes o comprimento final da folha (CFF), a densidade populacional de perfilhos (DPP) e o número de folhas vivas (NFV) (Figura 1). Com a inclusão do alongamento de colmos no estudo das variáveis morfogênicas de plantas forrageiras tropicais, a relação lâmina:colmo passou também a ser estudada como característica estrutural (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

O comprimento final da folha (CFF) é determinado pela relação entre a TApF e TAIF, uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento da folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (DALE, 1982). Enquanto a TAIF está diretamente correlacionada com o tamanho final da folha, ou seja, folhas de maior tamanho são associadas a valores elevados de TAIF, a TApF correlaciona-se negativamente com o CFF, de forma que quanto maior a TApF, menor o alongamento e comprimento final das folhas (NABINGER e PONTES, 2001). Outro fator que apresenta influência para este componente é o comprimento da bainha, pois quanto maior o comprimento da bainha foliar

maior a fase de multiplicação celular, promovendo maior comprimento final da folha (DURU e DUCROCQ, 2000a). Devido à resposta linear da TApF a variações em temperatura, o tamanho das folhas aumenta com aumentos na temperatura ambiente e, em temperaturas similares, as folhas são maiores na fase reprodutiva do que na fase vegetativa (NABINGER e PONTES, 2001).

O número de folhas vivas por perfilho (NFV) é uma variável que é diretamente influenciada pela TApF e pela DVF, sendo que o seu valor, normalmente, é espécie dependente e, na ausência de deficiências hídricas e nutricionais, é uma característica genotípica bastante estável (NABINGER e PONTES, 2001). Portanto, o número de folhas vivas (NFV) é uma constante genotípica e pode ser obtido a partir da duração de vida das folhas expressa como número de intervalo de aparecimento entre folhas sucessivas (DAVIES, 1988). Por ser resultado da combinação de características morfogênicas, sofre influência direta e indireta de fatores relacionados ao ambiente e às práticas de manejo utilizadas (GOMIDE, 1997).

A densidade populacional de perfilhos (DPP) em comunidade de plantas forrageiras é função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), sendo influenciada diretamente pela TApF por meio da determinação do número potencial de gemas axilares e da relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas (“site filling”) que, juntos, determinam a taxa de aparecimento de perfilhos (DAVIES, 1974). Ou seja, o número de perfilhos vivos por planta, ou unidade de área, é determinado pela relação entre a periodicidade de aparecimento de novos perfilhos e a longevidade dos mesmos. Assim, de acordo com Briske e Heitshmidt (1991), mudanças na densidade populacional de perfilhos ocorrem quando o surgimento de novos perfilhos excede ou não a mortalidade. Para Parsons e Chapman (2000), em pastagens já estabelecidas, cada perfilho necessitaria formar apenas outro perfilho durante seu tempo de vida para a manutenção de uma população constante.

As características estruturais em associação (CFF, NFV e DPP) determinam diretamente o índice de área foliar (IAF), considerada a principal variável estrutural e que possui alta correlação com as respostas tanto de plantas como de animais em ambiente de pastagens (SBRISSIA e DA SILVA, 2001). Da Silva et al. (2009) enfatizaram ainda que o IAF é um atributo estreitamente relacionado com o manejo da pastagem e com a capacidade potencial de rebrotação das plantas forrageiras, sendo que valores baixos de IAF estão normalmente associados a pastos com massa de forragem mais baixa, enquanto que valores altos a pastos com maior massa de forragem. Para cada espécie forrageira e condições de

crescimento existe um IAF que promove um nível ótimo de crescimento, pois este possibilita máxima interceptação da luz e melhor taxa de fotossíntese.

1.5 DESENVOLVIMENTO DO PERFILHO E O ACÚMULO LÍQUIDO DE FORRAGEM

No início do desenvolvimento de um perfilho os recursos são utilizados de forma a desenvolver área foliar para o crescimento da planta. A produção de tecidos foliares é um processo contínuo, regulado por variáveis ambientais e características do dossel (LEMAIRE e AGNUSDEI, 2000; DURU e DUCROCQ, 2000b). Esses tecidos estão sujeitos a eventos discretos de desfolhação, cuja frequência e severidade afetam a fisiologia das plantas e, assim, a taxa com a qual os novos tecidos foliares são produzidos.

As respostas das plantas forrageiras à desfolhação podem ser entendidas como um mecanismo de restabelecimento e manutenção dos padrões de crescimento, onde todos os recursos disponíveis devem ser utilizados de forma racional para se garantir, num primeiro momento, a formação de novos tecidos fotossintetizantes visando restaurar um balanço positivo de energia e, por consequência, permitir o crescimento das plantas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Essa organização dinâmica permite às gramíneas manter sua persistência por longo tempo, assim como promove um mecanismo plástico (dentro de certos limites), denominado de plasticidade fenotípica, que proporciona adaptações ao pastejo e mudanças estacionais na estrutura do dossel (CHAPMAN e LEMAIER, 1993; MATTHEW et al., 1999).

O processo de recuperação após a desfolhação apresenta duas fases distintas, uma de curto prazo, em que nota-se uma adaptação fisiológica devido a uma restrição no suprimento de carbono para o crescimento, resultante da remoção de tecidos fotossintetizantes; e uma de longo prazo, em que, dada a duração e intensidade do estresse imposto, os mecanismos de curto prazo são incapazes de, sozinhos, restabelecerem um balanço positivo de energia na planta. Nesse caso é verificada uma readaptação relativa às atividades fisiológicas, incluindo ações de nível hormonal (DAVIES, 1974), que resultam em modificações na expressão das características morfológicas das plantas (RICHARDS, 1993). Essas alterações morfológicas constituem uma importante parte da resistência das plantas ao pastejo, particularmente ligadas aos mecanismos de preterimento ou escape, os quais visam assegurar a rebrotação e a perenidade por meio da redução da probabilidade e da intensidade da desfolhação sofrida pelas plantas forrageiras (BRISKE, 1996).

Desfolhações frequentes e severas favorecem plantas com elevada capacidade de renovação de tecidos (particularmente folhas), que produzem folhas pequenas e perfilham

abundantemente. Sob essas condições, plantas com folhas longas, poucos perfilhos e pequena capacidade de perfilhamento podem sofrer redução acentuada em participação na comunidade de plantas ou mesmo desaparecerem (VOLENEC e NELSON, 1995). Por outro lado, o pastejo pode beneficiar as plantas pelo aumento da penetração de luz no interior do dossel, causado pela remoção das folhas, alterando a proporção de folhas novas, mais ativas fotossinteticamente, e ativando os meristemas dormentes na base do colmo e rizomas (KEPHART et al., 1992), que podem, potencialmente, dar origem a novos perfilhos.

O acúmulo líquido de forragem em uma planta forrageira tem sido descrito como o resultado direto do balanço entre os processos de crescimento e senescência dos tecidos (HODGSON, 1990). Crescimento e senescência atuam em perfilhos individuais, porém quando são avaliados como um todo determinam a produção da comunidade vegetal (DA SILVA e PEDREIRA, 1997).

1.6 A PLANTA FORRAGEIRA E O MANEJO DO PASTEJO

Durante a última década, trabalhos com plantas forrageiras tropicais têm demonstrado a importância do controle do pastejo no que diz respeito às modificações sobre as características estruturais e o acúmulo de biomassa de um pasto. Seguindo protocolo semelhante ao utilizado em gramíneas de clima temperado, o nível de interceptação de luz (IL) pelo dossel no qual o máximo acúmulo de biomassa pode ser alcançado, maximizando a produção de folhas e controlando a produção de colmos e material senescente, foi determinado também em gramíneas tropicais. Montagner (2007) e Da Silva et al. (2009) avaliaram o capim-Mombaça (*Panicum maximum*) sob pastejo rotativo caracterizado por duas alturas de resíduo (30 e 50 cm) e duas condições de pré-pastejo (95 e 100 % de IL) em Campo Grande, MS e Araras, SP, respectivamente. Os resultados demonstraram a consistência do critério de interrupção do processo de rebrotação aos 95 % de interceptação de luz e o efeito benéfico de sua associação com um valor de altura de resíduo mais baixo, condizente com a necessidade da planta em manter uma área foliar remanescente mínima e de qualidade para iniciar seu processo de rebrotação e recuperação para um próximo pastejo.

Resultados bastante semelhantes foram obtidos por Barbosa (2004) e Difante et al. (2010) com capim-tanzânia. Barbosa (2004) observou que pastos de capim-tanzânia manejados com altura pós-pastejo de 25 cm e cujo pastejo foi iniciado aos 95 % de IL pelo dossel apresentavam-se mais produtivos que pastos manejados sob pastejo leniente e menos freqüente (50 cm de resíduo e 100 % de IL). Já Difante et al. (2010) avaliando o desempenho

e conversão alimentar de novilhos de corte utilizando duas severidades de pastejo, concluíram que pastos manejados com 95 % de IL e resíduo de 50 cm apresentaram maior número de ciclos de pastejo em relação àqueles manejados com 95 % de IL e resíduo de 25 cm. O manejo do pasto visando altura de resíduo de 25 cm proporcionou maiores ganhos de peso por unidade de área e maior uniformidade de produção e o resíduo de 50 cm promoveu maior ganho individual e maior número de ciclos de pastejo.

Quando o dossel atinge 95 % de IL as folhas inferiores passam a ser sombreadas. A redução ou a ausência de luz promove diminuição na atividade fotossintética das folhas inferiores, as quais passam da condição de fonte para a condição de dreno de fotoassimilados. A partir desse ponto, as taxas de fotossíntese e respiração no dossel tornam-se muito próximas. Esse é considerado o índice de área foliar ótimo, onde a taxa de acúmulo de massa seca do pasto está próxima do seu máximo. Aumentos subsequentes em índice de área foliar reduzem a taxa de acúmulo do pasto em função do aumento nas taxas de respiração, resultantes de um aumento na quantidade de tecidos sem função fotossintética, ou seja, aumento de tecidos senescentes (PARSONS et al., 1988).

Para plantas de clima temperado a condição de 95 % de IL do dossel durante a rebrotação possui alta correlação com a altura pré-pastejo dos pastos, de maneira que metas de altura podem ser utilizadas como forma de se inferir acerca da interceptação de luz pelo dossel forrageiro (HODGSON, 1990), ou seja, guias práticos de campo para controle e monitoramento do processo de pastejo (HODGSON e DA SILVA, 2002). Os resultados obtidos nos últimos anos com plantas forrageiras de clima tropical (e.g. CANTO et al., 2008; PEDREIRA et al., 2009; PEREIRA, 2009; DA SILVA et al., 2009; VOLTOLINI et al., 2010) também têm apresentado forte correlação com a altura do dossel forrageiro na condição pré-pastejo, indicando que esta pode ser utilizada como um parâmetro determinante do momento adequado de interromper a rebrotação dos pastos (DA SILVA, 2004). Em capim-mombaça a altura de 90 cm pode ser utilizada como critério de início do pastejo e representa a IL de 95 % (CARNEVALLI, 2003), quando o acúmulo de folhas é maximizado. Para capim-tanzânia, a altura de 70 cm pode ser utilizada como critério de entrada dos animais (BARBOSA, 2004). Da mesma forma, para o capim-aruaana, a altura de 30 cm pode ser utilizada como critério de início de pastejo. Como critério de saída dos animais, a definição de metas de altura de resíduo do pasto vai depender do nível de desempenho e produtividade animal almejados, além dos objetivos no sistema de produção (DIFANTE et al., 2010).

1.7 HIPÓTESE

A hipótese central deste trabalho é de que variações na frequência e severidade de pastejo, de acordo com a estação de crescimento do pasto, podem promover maior controle sobre o alongamento de colmos e o acúmulo de forragem de forma a garantir a persistência da espécie e maximizar sua capacidade produtiva ao longo do período de utilização.

1.8 OBJETIVOS

A produção animal é uma atividade importante na região sul do país, no entanto carece de alternativas quando o assunto são plantas forrageiras perenes de verão. As alternativas possíveis normalmente são espécies de propagação vegetativa (como os capins dos gêneros *Cynodon*, *Pennisetum*, entre outros) o que dificulta sua implantação em grandes áreas, ou capins de ciclo anual, como o milheto e o sorgo forrageiro. Já o capim-aruana, além de ser perene, pode ser implantado por sementes o que é um atrativo a mais para produtores quando da escolha da planta forrageira a ser utilizada. Os objetivos deste experimento foram verificar os efeitos de frequência e severidade de pastejo sobre as características morfogênicas e estruturais e sobre o acúmulo de forragem, em pastos de *Panicum maximum* Jacques cv. Aruana sob regime de lotação intermitente de forma a compreender e permitir o planejamento e manipulação de sua utilização, assegurando o uso adequado dessa planta forrageira.

REFERÊNCIAS

ANSLOW, R. C. The rate of appearance of leaves on tillers of the *gramineae*. **Herbage Abstract**, v. 36, n. 3, p. 149-155, 1966.

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. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidade de pastejo. 2004, 100p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, Orientador: Domicio do Nascimento Júnior.

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**, Oxford, v. 38, p. 323-331, 1983.

BRISKE, D. D.; HEITSHMIDT, R. K. An ecological perspective. In: HEITSHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 11-26.

BRISKE, D. D.; HEITSHMIDT, R. K. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 85-108.

BRISKE, D. D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. In: HODGSON, J & ILLIUS, A. W. (Ed.). **The Ecology and Management of Grazing**, Wallingford, Cabi International, 1996. p. 37-68.

CANTO, M. W. et al. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-tanzânia submetidos a alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 429-435, 2008.

CARNEVALLI, R. A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 136p. **Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)**, Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. Orientador: Sila Carneiro da Silva.

CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, p. 55-64, 1993.

CORSI, M. et al. Tendências e perspectivas da produção de bovinos em pastejo. In: PEIXOTO, A. M.; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem 17., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 03-69.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits to temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**, Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1999. p. 134-150.

DALE, J. E. Some effects of temperature and irradiance on growth of the first four leaves of wheat, *Triticum aestivum*. **Annals of botany**, Oxford, v. 50, p. 851-858, 1982.

DA SILVA, S. C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. **Proceedings of Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**, 2., UFPR, Curitiba, Brazil, 2004.

DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3.; 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 1-62.

DA SILVA, S. C.; CARVALHO, P. C. F. Foraging behavior and herbage intake in the favorable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D. A. (Org.). **Grassland: a Global Resource**. Wageningen: Wageningen Academic Publ. 2005. p. 81-95.

DA SILVA, S. C. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. mombaça subjected to rotational stoking managements. **Science Agriculture** (Piracicaba, Brazil), v. 66, n. 1, p. 8-19, 2009.

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal Agriculture Science**. (Cambridge) v. 82, p. 165-172, 1974.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M. B.; LAZEMBY, A. (Eds.). **The Grass Cop**. London: Chapman and Hall, 1988. p. 85-127.

DEREGIBUS, V. A.; JACOBO, E.; ANSIN, O. E. Grassland use and plant diversity in grazed ecosystems. INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...**São Pedro: FEALQ, 2001, p. 879-882.

DIFANTE, G. S. et al. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 33-41, 2010.

DURAND, J. L. et al. Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal Agronomy**. v. 7, p. 99-107, 1997.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, p. 645-653, 2000a.

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

FRANK, A. B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley, and forage grasses. **Crop Science**, v. 35, p. 19-23, 1995.

GARCEZ NETO, A. F. 2001. Respostas morfogênicas e produção de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. 2001. 70p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, MG: UFV.

GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v. 70, p. 437-442, 1992.

GASTAL, F.; NELSON, C. J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 105, p. 191-197, 1994.

GOMIDE, J. A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG, 1997., **Anais...** Viçosa, p. 411-430, 1997.

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

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: BATISTA, S. B. P.; BARBOSA, M. V. F.; SANTOS, FERREIRA, L. M. C. (Eds.) REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. (Brazilian Society of Animal Production), **Proceedings...** Recife, Brazil, 2002, p. 180-202.

HORST, G. L.; NELSON, C. J.; ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 18, p. 715-719, 1978.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R.; TAYLOR, S. E. Growth of C3 and C4 perennial grasses in reduced irradiance. **Crop Science**, Madison, v. 32, p. 1033-1038, 1992.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J & ILLIUS, A. W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford, Cab International. Chap.01, p.03-36, 1996.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: GOMIDE, J. A.; MATTOS, W. R. S.; DA SILVA, S. C. (Eds.) INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...** São Pedro: FEALQ, 2001, p. 29-37.

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

MATTHEW, C. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL GRASSLAND ECOFYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 1., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 109-1333.

MONTAGNER, D. B. Morfogênese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo. 2007, 60p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Orientador: Domicio do Nascimento Júnior.

MORALES, A. S. et al. Efeito da disponibilidade hídrica sobre a morfogênese e a repartição de assimilados em *L. corniculatus* L. cv. São Gabriel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34. 1997., Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 124-126.

NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagens. In: PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13, Piracicaba, 1996. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 1996. p. 15-96.

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

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 289-346.

NELSON, C. J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Eds.) **Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology**: Cab International, p. 101-126, 2000.

PARSONS, A. J. The effects of season and management on the growth of grass swards. In: JONES, M. B.; LAZEMBY, A. (Ed). **The Grass Cop: the physiological basis of production**. London: Chapman & Hall, 1988. p. 129-177.

PALHANO, A.L. et al. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1014-1021, 2007.

PARSONS, A. J.; ROBSON, M. J. Seasonal changes in the physiology of S24 perennial ryegrass. 2. Potential leaf extension to temperature during the transition from vegetative to reproductive growth. **Annals of Botany**, London, v. 46, p. 435-444, 1980.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**. v. 43, p. 49-59, 1988.

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

PEDREIRA, B. C; PEDREIRA, C. G. S; DA SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009.

PEREIRA, L. E. T. Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e rítmicos morfogênicos contrastantes. 2009. 111p.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens). Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. Orientador: Sila Carneiro da Silva.

RICHARDS, J. H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.) **Grassland For Our World**. SIR Publishing, Wellington, 1993, p. 46-54.

SANTOS, P. M. Controle do Desenvolvimento das Hastes no Capim Tanzânia: Um Desafio. 2002. 98p. **Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)**, Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. Orientador: Sila Carneiro da Silva.

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

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

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3. ed., 2004. 719p.

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

VOLENEC, J. J.; NELSON, C. J. Forage crop management: Applications of emerging technologies. In: HEATH, M. E., METCALFE, D. S., BARNES, R. F. (Eds.). **Forages: The Science of Grassland Agriculture**, 3.ed. v. 1. Iowa, USA: The Iowa State University Press, 1995. p. 3-20.

VOLTOLINI, T. V. et al. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010.

WILHELM, W. W.; MCMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Stanford, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.

2 MORFOGÊNESE E CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA SUBMETIDOS A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO

RESUMO

A ecofisiologia está contribuindo para o entendimento das respostas de plantas ao pastejo e a adoção de técnicas de manejo. Sendo assim, o presente experimento, conduzido em área pertencente ao Departamento de Produção Animal e Alimentos do Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, Campus de Lages, no período de janeiro a maio de 2009, teve como objetivo analisar e descrever as características morfogênicas e estruturais em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos em regime de lotação intermitente. Os tratamentos corresponderam a pastejos realizados quando os pastos atingiam 95 ou 98 % de interceptação da luz incidente (IL) até alturas de resíduo de 10 e 15 cm, e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 196 m²) segundo um delineamento inteiramente casualizado e arranjo fatorial 2×2, com três repetições. A altura pré-pastejo do dossel mostrou-se estável durante o experimento e em torno de 30 e 40 cm para os tratamentos de 95 e 98 % de IL, respectivamente, indicando potencial para o desenvolvimento e uso de práticas de manejo baseadas em metas de condição do pasto. As características morfogênicas e estruturais apresentaram forte influência das frequências e severidades de pastejo adotadas além das estações do ano, indicando que a capacidade e a velocidade de recuperação dos pastos de capim-aruaana após o pastejo depende principalmente do manejo imposto e das condições edafoclimáticas. O manejo do pastejo para capim-aruaana mais indicado seria com os pastejos realizados a 95 % de IL do dossel, ou seja, pastos com 30 cm de altura pré-pastejo, e interrompidos quando o rebaixamento atingisse um resíduo de 15 cm. Este mesmo apresentando maior alongamento de colmos em relação ao resíduo de 10 cm, se mostrou mais eficiente e vantajoso por apresentar maior acúmulo de lâminas foliares. Além disso, favoreceu o retorno mais rápido e precoce dos pastos à produção.

Palavras-chave: Alturas de resíduo; Dossel forrageiro; Manejo do pastejo; Interceptação luminosa

ABSTRACT

The ecophysiology is contributing to the knowledge of plant response to grazing and the adoption of management techniques, particularly the light Interception of the harvesting process and nutritive value of forage produced ensuring dynamic balance of the biomass accumulation of a pasture. Thus, the present experiment, conducted in an area belonging to the Department of Animal Production and Food Science Center Agroveterinary State University of Santa Catarina, Campus of Lages, in the period January to May 2009, aimed to analyze and describe the morphogenetic and structural characteristics in pastures of aruaana guinea grass undergoing frequencies and severities of grazing by sheep. The treatments consisted of grazing when grass reached 95 or 98 % interception of incident light (LI) to

heights of residue 10 and 15 cm, and were allocated to experimental units (plots of 196 m²) in a randomized complete block and completely randomized 2×2 factorial arrangement with three replications. The pre-grazing height of the canopy was stable during the experiment and around 30 and 40 cm for treatments of 95 and 98 % of IL, respectively, indicating potential for the development and use of management practices based on goals of condition of the pasture. The evaluated traits showed strong influence of the frequencies and severities of grazing adopted beyond the seasons, indicating that the capacity and speed recovery aruana guinea grass pastures after grazing depends primarily on tax management and soil and climatic conditions. Grazing management for aruana guinea grass would be more appropriate with the grazing to 95 % canopy light Interception, pastures with 30 cm high pre-grazing, and stopped when the drawdown to reach a residual of 15 cm. Even with higher stem elongation in relation to the residue of 10 cm, is more efficient and profitable due to the higher accumulation of leaf blade. Moreover, favors its faster return and early production.

Keywords: Heights residue; Canopy forage; Grazing management; Light interception

2.1 INTRODUÇÃO

A produção animal em pasto no Brasil é reconhecidamente a opção técnica que permite maior margem de flexibilidade na idealização e planejamento de sistemas competitivos e economicamente viáveis, uma vez que os custos de produção são baixos e o produto animal produzido é tido como de melhor qualidade. Para tornar a atividade realmente competitiva é necessário utilizar a planta forrageira de forma adequada, com base em conhecimentos profundos sobre seu funcionamento em ambientes pastejados. Nesse contexto, Lemaire e Chapman (1996) já ressaltavam a importância das características morfogênicas (taxa de aparecimento foliar (TApF), taxa de alongamento foliar (TAIF) e duração de vida da folha (DVF) como variáveis fundamentais no processo de entendimento da capacidade produtiva dos pastos. Cabe ressaltar que em espécies forrageiras de clima tropical o alongamento de colmos (TAIC) também é uma importante variável morfogenética que provoca mudanças na estrutura do dossel e, conseqüentemente, na relação lâmina – colmo (RLC) (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

Apesar das variáveis morfogênicas serem características determinadas geneticamente, elas podem sofrer influência de variáveis ambientais como temperatura (DURU e DUCROCQ, 2000b), intensidade luminosa, disponibilidade hídrica (MORALES, 1997; DURAND et al., 1997), nutrientes e efeitos do pastejo (BARBOSA et al., 2002), as quais definem as taxas e duração dos processos. A combinação dessas variáveis morfogenéticas básicas determina as principais características estruturais das pastagens: comprimento final da folha (CFF), densidade populacional de perfilhos (DPP) e número de folhas vivas (NFV), as quais, por sua vez, influenciam diretamente o índice de área foliar (IAF) do pasto.

As respostas desencadeadas pelas plantas pastejadas variam em função do regime de desfolhação (frequência e severidade), época do ano e estágio fenológico da planta no momento da desfolhação. Nesse sentido, o processo de recuperação após desfolhação apresenta duas fases distintas que resultam em modificações na expressão das características morfológicas das plantas (RICHARDS, 1993). Essas alterações morfológicas constituem uma importante parte da resistência das plantas ao pastejo, particularmente ligadas aos mecanismos de preterimento ou escape, os quais visam assegurar a rebrotação e a perenidade por meio da redução da probabilidade e da severidade da desfolhação sofrida pelas plantas forrageiras (BRISKE, 1996). As características morfogênicas e estruturais do dossel não podem ser analisadas isoladamente. Ambas estão integradas, de forma que qualquer mudança estrutural resulta em respostas morfogênicas e nova estrutura do dossel (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

Pastos de capim-aruaana constituem uma fonte potencial de alimento para ruminantes, uma vez que dentre os cultivares disponíveis de *Panicum*, esse é o que possui o menor porte. O capim-aruaana foi lançado oficialmente em 1995 pelo Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, SP, e tem sido sistematicamente testado e recomendado naquele estado. No entanto, não existem informações sobre o potencial de produção e a capacidade de adaptação desta cultivar na região sul do país, nem como indicações precisas sobre o manejo desta cultivar.

A produção animal é uma atividade importante na região sul do país, no entanto carece de alternativas quando o assunto são plantas forrageiras perenes de verão. As alternativas possíveis normalmente são espécies de propagação vegetativa (como os capins dos gêneros *Cynodon*, *Pennisetum*, entre outros) o que dificulta sua implantação em grandes áreas, ou capins de ciclo anual, como o milheto e o sorgo forrageiro. Já o capim-aruaana, além de ser perene, pode ser implantado por sementes o que é um atrativo a mais para produtores quando da escolha da planta forrageira a ser utilizada.

Os resultados disponíveis para as condições brasileiras, obtidos nos últimos anos para plantas forrageiras tropicais tanto sob condições de lotação contínua (SBRISSIA, 2004; PEREIRA, 2009) quanto de lotação rotativa (GIACOMINI et al., 2009; VOLTOLINI et al., 2010) em experimentos caracterizados por controle rigoroso da estrutura do dossel forrageiro, tem indicado elevado potencial de produção de forragem e desempenho animal. Nesse contexto, o objetivo deste experimento foi verificar os efeitos de frequência e severidade de pastejo sobre as características morfogênicas e estruturais em pastos de *Panicum maximum* Jacques cv. Aruaana em regime de lotação intermitente de forma a compreender e permitir o

planejamento e manipulação de sua utilização, assegurando o uso adequado dessa planta forrageira.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de janeiro a maio de 2009 no Departamento de Produção Animal e Alimentos do Centro de Ciências Agroveterinárias pertencente à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV). A área está localizada a 913 m de altitude, nas coordenadas geográficas aproximadas de 27°47' de latitude sul e 50°18' de longitude oeste, no município de Lages, Santa Catarina. . O relevo da área é considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Cambissolo háplico (EMBRAPA, 2006). As características químicas do solo antes do início do experimento eram: pH em H₂O 5,2; P (mg/dm³) 7,5; K (mg/dm³) 164; Ca (cmolc/dm³) 5,1; Mg (cmolc/dm³) 3,5; H + Al (cmolc/dm³) 6,7 e Al (cmolc/dm³) 0,3 e foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos (LAS) – UDESC/CAV, Lages, Santa Catarina.

O preparo convencional do solo, por meio de aração seguido de rolo compactador, foi realizado no início de dezembro de 2008. A semeadura foi realizada na segunda quinzena de dezembro com 10 kg/ha de sementes aplicadas a lanço, incorporadas à profundidade de 1 a 2 cm por meio de gradagem seguido de rolo compactador. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é o Cfb, subtropical constantemente úmido, sem estação seca e verão fresco, com temperaturas médias em torno de 9,2 a 10,8 °C nos meses mais frios e 19,4 a 22,3 °C nos meses mais quentes (BRAGA e GHELLRE, 1999). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram coletados na estação experimental meteorológica da UDESC/CAV (Figura 3), distante cerca de 250 m da área experimental.

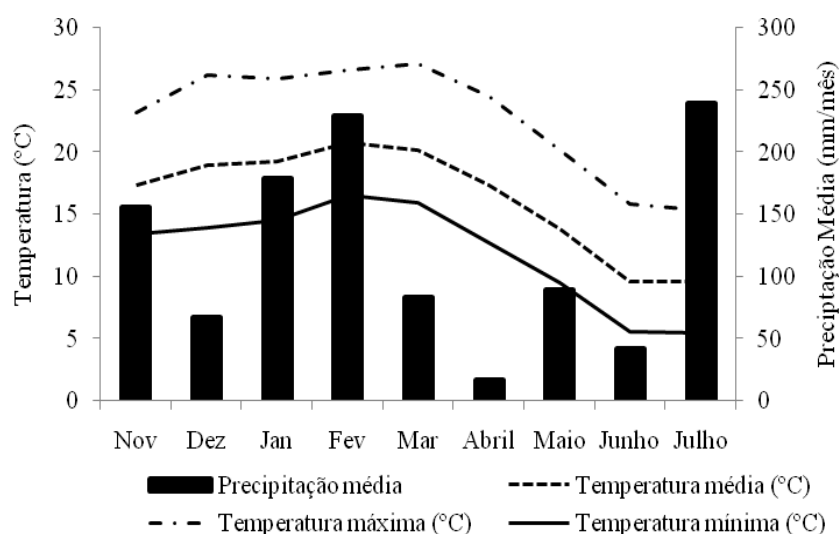


Figura 3 - Médias mensais do período experimental, respectivamente, de Precipitação Média (PPT, mm/mês) e Temperaturas (°C) – novembro de 2008 a julho de 2009.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2, com três repetições, totalizando uma área com 12 unidades experimentais de 196 m² cada. Os tratamentos corresponderam à combinação entre duas frequências (período de tempo necessário para que o dossel atingisse 95 e 98 % de interceptação de luz durante a rebrotação – IL) com duas severidades de desfolhação (alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm).

A área com capim-aruaana foi mantida a uma altura uniforme por meio de roçada em torno de 15 cm para todos os tratamentos em função da preparação do experimento. Após o período de adaptação, as avaliações foram iniciadas a partir da segunda quinzena de janeiro de 2009, quando os tratamentos passaram a atingir a meta de interceptação luminosa desejada, e se estenderam até a segunda quinzena de maio, permitindo, dessa forma, as medições em duas épocas distintas (verão e outono). Os pastejos foram realizados por ovinos da raça Texel pertencentes ao Departamento de Produção Animal e Alimentos da UDESC/CAV. O número de animais utilizados a cada pastejo foi dimensionado de forma que o rebaixamento dos piquetes acontecesse em período não superior a um dia. Além disso, os animais serviram apenas como agentes desfolhadores, não sendo realizado, portanto, algum tipo de avaliação nos animais durante o período experimental. A adubação nitrogenada foi realizada na forma de uréia num total de 150 kg/N/ha. Como o período experimental foi previsto para ter uma duração de 120 dias, cada tratamento recebeu o equivalente a 1,25 kg de N/ha/dia (0,0245 kg de N aplicados em 196 m²/dia ou 0,0196 ha/dia). Após cada pastejo, foi calculado o tempo decorrido entre o último pós-pastejo e o pré-pastejo seguinte e multiplicado pela quantidade de N aplicado por dia. Dessa maneira, tratamentos que tiveram intervalos de pastejos mais

curtos (95 %), receberam uma quantidade de N inferior aos tratamentos que tiveram intervalos de pastejos mais longos (98 %). Porém, como esses tratamentos (95 %) tiveram maior número de ciclos de pastejo, a quantidade aplicada de N se igualou com os tratamentos que apresentavam maior duração do ciclo de pastejo (98 %). Na Tabela 1 está ilustrada a quantidade de uréia aplicada em cada tratamento.

Tabela 2 – Quantidade de uréia aplicada em cada tratamento de acordo com a duração de tempo entre o último pós-pastejo e o pré-pastejo seguinte.

Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)	Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)
15/01 a 29/01	95/15	1	0,762	30/01 a 20/02	95/15	1	1,143
15/01 a 29/01	95/15	2	0,762	30/01 a 20/02	95/15	2	1,143
15/01 a 29/01	95/15	3	0,762	30/01 a 20/02	95/15	3	1,143
15/01 a 01/02	95/10	1	0,927	02/02 a 23/02	95/10	1	1,143
15/01 a 01/02	95/10	2	0,927	02/02 a 01/03	95/10	2	1,470
15/01 a 01/02	95/10	3	0,927	02/02 a 23/02	95/10	3	1,143
15/01 a 04/02	98/15	1	1,089	05/02 a 02/03	98/15	1	1,361
15/01 a 04/02	98/15	2	1,089	05/02 a 02/03	98/15	2	1,361
15/01 a 04/02	98/15	3	1,089	05/02 a 02/03	98/15	3	1,361
15/01 a 08/02	98/10	1	1,307	09/02 a 11/03	98/10	1	1,633
15/01 a 08/02	98/10	2	1,307	09/02 a 12/03	98/10	2	1,688
15/01 a 08/02	98/10	3	1,307	09/02 a 12/03	98/10	3	1,688
Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)	Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)
21/02 a 12/03	95/15	1	1,034	13/03 a 08/04	95/15	1	1,416
21/02 a 06/03	95/15	2	0,707	07/03 a 05/04	95/15	2	1,579
21/02 a 06/03	95/15	3	0,707	07/03 a 05/04	95/15	3	1,579
24/02 a 14/03	95/10	1	0,980	15/03 a 18/04	95/10	1	1,851
02/03 a 22/03	95/10	2	1,089	*	95/10	2	*
24/02 a 20/03	95/10	3	1,307	21/03 a 23/04	95/10	3	1,797
03/03 a 29/03	98/15	1	1,416	30/03 a 07/05	98/15	1	2,069
03/03 a 29/03	98/15	2	1,416	30/03 a 07/05	98/15	2	2,069
03/03 a 31/03	98/15	3	1,524	30/03 a 06/05	98/15	3	2,014
12/03 a 21/04	98/10	1	2,178	*	98/10	1	*
13/03 a 24/04	98/10	2	2,287	*	98/10	2	*
*	98/10	*3	*	*	98/10	*	*
Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quantidade Aplicada de Uréia (Kg)				
09/04 a 14/05	95/15	1	1,906				
06/04 a 10/05	95/15	2	1,851				
*	95/15	3	*				
*	95/10	1	*				
*	95/10	2	*				
*	95/10	3	*				
*	98/15	1	*				
*	98/15	2	*				
*	98/15	3	*				
*	98/10	1	*				
*	98/10	2	*				
*	98/10	3	*				

* Indicam que não houve aplicação de uréia, pois nesses tratamentos o período de avaliações já havia terminado.

O monitoramento da interceptação de luz, índice de área foliar (IAF) e ângulo foliar foram realizados no pós-pastejo e a cada dois dias a partir da medição de 90 % de IL até que as metas de 95 e 98 % de IL fossem atingidas. O equipamento utilizado foi o aparelho analisador de dossel marca ACCUPAR modelo LP 80 (Decagon Devices). Em cada unidade experimental foram tomadas leituras em seis pontos aleatórios e representativos da condição média dos pastos no momento da amostragem, sendo uma leitura acima do dossel e cinco no nível do solo por local de amostragem. Este critério, usado até o fim do período experimental permitiu a utilização de forma consistente dos dados obtidos. A altura do dossel foi determinada com a mesma frequência das avaliações de IL. A cada procedimento de avaliação foram tomadas 50 leituras por piquete utilizando-se um bastão medidor (“*sward stick*”) (BARTHAM, 1985) ao longo de cinco linhas transectas (10 pontos por transecta) em formato de zig-zag.

Para avaliação das características morfogênicas e estruturais foram escolhidos dois pontos representativos da condição média do pasto em cada unidade experimental com o auxílio de barras de metal de 2 m de comprimento graduadas a cada 20 cm. Nesses locais foram marcados 10 perfilhos por barra, os quais foram identificados e numerados por meio de fita adesiva. Nestes perfilhos as folhas foram numeradas e classificadas como intactas ou desfolhadas e como folhas em expansão (sem lígula visível), folhas maduras (lígula visível) e folhas senescentes (quando apresentavam alguma porção da lâmina foliar iniciando o processo de senescência). Folhas em que mais de 80 % do comprimento da lâmina foliar estivessem comprometidos pela senescência foram consideradas mortas. Para folhas em expansão, o referencial da medida foi a lígula da última folha expandida (DURU e DUCROCQ, 2000b). Para folhas em senescência foi considerado o comprimento da lâmina foliar a partir da lígula até o ponto onde o processo de senescência tinha avançado. O comprimento do colmo (colmo + bainhas) foi medido como sendo a distância entre o nível do solo até a lígula da última folha expandida.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi determinada por meio da contagem do total de perfilhos existentes no interior de duas armações metálicas de 38 cm de diâmetro, posicionados em pontos representativos da condição média dos pastos no momento da avaliação. Essas contagens foram sistematicamente realizadas no pré-pastejo, logo antes da entrada dos animais nos piquetes, e os perfilhos, logo após serem cortados no nível do solo, eram levados para estufas de circulação forçada de ar a 65 °C durante 48 horas quando então, eram pesados para determinação da matéria seca (MS).

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS[®] (*Statistical Analysis System*) versão 9.0 para Windows[®]. A opção pelo uso do procedimento MIXED foi devido à natureza de medidas repetidas dos dados (coletados sequencialmente no tempo), uma vez que tal procedimento permitiu maior flexibilidade no sentido de modelar as estruturas de covariância. Dessa forma, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (frequência, severidade e época do ano, bem como a interação entre elas). A escolha da matriz de covariância foi definida pelo critério de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). Para efeito de comparação de médias entre tratamentos foi utilizado o procedimento “pdiff”, com um nível de significância de 5 %.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura pré-pastejo do dossel se mostrou bastante estável com relação às metas de interceptação luminosa. Houve efeito de IL ($P<0,05$), altura pós-pastejo ($P<0,05$), época do ano ($P<0,05$), interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$) e interação IL x época do ano ($P<0,05$) para a altura de pré-desfolhação. A interação IL x altura pós-pastejo mostrou que as alturas pré-pastejo não diferiram entre si nos pastos manejados a 95 % de IL. As maiores alturas foram registradas naqueles manejados a 98 % de IL independente da altura pós-pastejo avaliada (Tabela 3). Na interação IL x época do ano, as maiores alturas pré-pastejo foram registradas no verão e nos pastos manejados a 98 % de IL. No outono foram registradas as menores alturas pré-pastejo nos pastos manejados a 95 % de IL. A IL de 95 % no verão, apesar de valores semelhantes aqueles do outono, diferiu significativamente. O mesmo aconteceu para a IL de 98 % (Tabela 3).

Tabela 3 – Altura (cm) do dossel pré-pastejo em pastos de capim-aruaa submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Altura Pós-pastejo	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	32,4c (0,65)	45,2a (0,73)
15 cm	30,7c (0,65)	39,3b (0,65)
IL do dossel em pré-pastejo (cm)		
Época do Ano	95 % de IL	98 % de IL
Verão	32,9d (0,65)	47,1a (0,65)
Outono	30,0c (0,65)	37,4b (0,73)

Letras distintas diferem entre si ($P<0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Na literatura, Hodgson (1990) comentou que existe um consenso sobre a correlação entre a altura do dossel forrageiro e a interceptação luminosa necessária para se atingir o IAF crítico nas plantas de clima temperado. Para plantas tropicais, interceptação luminosa também tem apresentado forte correlação com a altura do dossel forrageiro na condição pré-pastejo, podendo esta ser um parâmetro usado como indicador de campo para inferências acerca do uso correto da planta forrageira, demonstrando uma grande uniformidade e consistência independentemente da época do ano, altura de resíduo e estágio fenológico da planta (SBRISSIA e DA SILVA, 2001; VILELA et al., 2005; PEREIRA, 2009). Neste experimento, os tratamentos de 95 % de IL apresentaram valores uniformes ao longo das estações de crescimento com relação à altura do dossel na condição pré-pastejo, variando de 30 a 32 cm durante todo o período experimental. Contudo, para os tratamentos de 98 % de IL foram registrados valores com uma amplitude maior de variação, de 37 a 47 cm, com as maiores alturas sendo observadas durante os períodos favoráveis ao crescimento (Tabela 2).

A altura pós-pastejo, por sua vez, foi influenciada pela IL ($P < 0,05$), altura pós-pastejo ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$), pela interação IL x época do ano ($P < 0,05$) e pela interação altura pós-pastejo x época do ano $P < 0,05$. A interação IL x época do ano mostrou que pastejos menos frequentes (98 % de IL) no outono resultaram nas maiores alturas pós-pastejo (20,9 cm). Não houve diferenças de altura pós-pastejo para pastos manejados de forma mais frequente (95 % de IL) nas duas épocas do ano. Na interação altura pós-pastejo x época do ano, foi observado que pastejos severos no verão (10 cm) apresentaram as menores alturas pós-pastejo (14,5 cm). Não houve diferenças nas demais alturas pós-pastejo e épocas do ano. A manutenção das condições pós-pastejo para os resíduos de 15 cm foi alcançada quando os intervalos de pastejo foram menores (95 % de IL), com valores relativamente constantes durante todo o período experimental.

As características morfogênicas e estruturais do dossel não podem ser analisadas isoladamente. Ambas estão integradas, de forma que qualquer mudança estrutural resulta em respostas morfogênicas e nova estrutura do dossel, uma vez que as características estruturais são regidas por alterações nas características morfogênicas (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Nesse sentido, foi observado que para a TApF, houve efeito apenas da época do ano ($P < 0,05$), sendo que as maiores TApF foram registradas no verão (0,126 cm/perfilho.dia) e as menores no outono (0,073 cm/perfilho.dia). Vários autores têm comentado que a TApF, durante o processo de crescimento da planta, tende a diminuir (VILELA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2007). Isso se deve principalmente as condições climáticas as quais acabam interferindo em todo o processo de crescimento e desenvolvimento da planta. Além disso, o maior

comprimento das bainhas de folhas sucessiva sob condições de desfolhação menos freqüente (98 % de IL), pode ter influenciado de forma considerável a TApF.

O filocrono, em gramíneas, é resultante do inverso da TApF e diz respeito ao intervalo para aparecimento de duas folhas consecutivas (WILHELM e MCMASTER, 1995). Houve efeito da época do ano ($P<0,05$) e da interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$) para o FIL. Ao longo das estações de crescimento, os menores valores foram registrados no verão (8,3 dias/folha) e os maiores no outono (15,3 dias/folha). Essa relação inversa entre FIL e TApF pode ser observada também na Tabela 4, onde a interação mostrou que, de uma maneira geral, pastejos menos freqüentes (98 % de IL), independente da altura de resíduo, resultaram nos maiores valores de FIL. Esses tratamentos, incluindo os pastejos freqüentes e severos (95/10), diferiram do tratamento com pastejos freqüentes e lenientes (95/15), para os quais foram registrados os menores valores de FIL.

Tabela 4 – FIL (dias/folha) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	IL do dossel em pré-pastejo (%)	
	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	11,8a (0,43)	12,8a (0,48)
15 cm	10,4b (0,43)	12,1a (0,43)

Letras distintas diferem entre si ($P<0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O tempo necessário para a emissão de duas folhas consecutivas, segundo Fournier et al. (2005), está diretamente ligado a duração do alongamento foliar, ou seja, o aumento no comprimento da bainha foliar resulta em valores maiores de filocrono (SKINNER e NELSON, 1995). A TAIF por sua vez, sofreu influência da época do ano ($P<0,05$) e da interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$). As maiores TAIF foram registradas no verão (2,29 cm/perfilho.dia) e as menores no outono (1,02 cm/perfilho.dia). A interação IL x altura pós-pastejo mostrou que a maior TAIF foi registrada nos pastejos menos freqüentes e severos (98/10). De maneira geral, pastos manejados a 98 % de IL apresentaram maior taxa de alongamento de folhas que pastos manejados a 95 % de IL (Tabela 5).

Tabela 5 – TAlF (cm/perfilho.dia) em pastos de capim-aruana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	IL do dossel em pré-pastejo	
	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	1,4b (0,12)	1,9a (0,14)
15 cm	1,7ab (0,12)	1,7ab (0,12)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Para Sbrissia (2004), a relação funcional entre a TAlF e FIL é de natureza exponencial, sendo que para taxas de alongamento superiores a 1,3 cm/perfilho.dia (até um limite genético estimado de 2,0 cm/perfilho.dia) o FIL tende a se estabilizar em torno de 10 a 12 dias/folha no caso do capim-marandu. O mesmo comportamento foi registrado para o capim-aruana onde a TAlF foi superior a 1,3 cm/perfilho.dia e o FIL estabilizou-se em torno de 10 a 12 dias/folha. A resposta funcional descrita reflete uma programação genética para máxima e mínima duração do alongamento (maiores e menores valores de filocrono), e consistiria em estratégia de conservação de recursos desenvolvida pela planta como forma de manter sua persistência em situações de baixa disponibilidade de fatores de crescimento e/ou evitar perdas excessivas de nutrientes por meio da senescência foliar.

O manejo do pastejo tem sido a forma mais utilizada para controlar o alongamento do colmo (CORSI et al., 1996). No presente trabalho, a TAlC variou em função da IL ($P < 0,05$), da interação IL x altura pós-pastejo ($P < 0,05$), da interação IL x época do ano ($P < 0,05$) e da interação altura pós-pastejo x época do ano ($P < 0,05$).

De maneira geral, a maior TAlC foi observada nos pastejos menos frequentes (98 % de IL) independente das severidades utilizadas, porém, nos pastejos mais frequentes e severos (95/10), a menor TAlC observada nestes tratamentos indicam que houve significativo controle do alongamento de colmos. Independente da época do ano, a maior TAlC foi registrada nas frequências de 98 % de IL (Tabela 6). A menor TAlC foi observada nos pastejos mais frequentes (95 % de IL) e estes diferiram entre as estações de crescimento, sendo os maiores valores registrados no verão, época propícia ao crescimento. Com relação à interação altura pós-pastejo x época do ano, a maior TAlC observada foi nos pastejos lenientes (15 cm) no verão (Tabela 6). Já no outono, apesar do maior alongamento de colmo ser observado nos pastejos mais severos (10 cm), não houve diferença em relação aos pastejos lenientes (15 cm) no mesmo período.

Tabela 6 – TAIC (cm/perfilho.dia) em pastos de capim-aruana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Altura pós-pastejo	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	0,0092c (0,01331)	0,2460a (0,01488)
15 cm	0,0995b (0,01331)	0,2055a (0,01331)
IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Época de ano	95 % de IL	98 % de IL
Verão	0,0858b (0,01331)	0,2160a (0,01331)
Outono	0,0228c (0,01331)	0,2355a (0,01488)
Altura pós-pastejo (cm)		
Época do ano	10 cm	15 cm
Verão	0,1128b (0,01331)	0,1890a (0,01331)
Outono	0,1423b (0,01488)	0,1160b (0,01331)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O aumento da participação de colmos com a chegada da época de florescimento pode ser estendido a outras espécies de clima tropical (CARNEVALLI 2003; SBRISSIA, 2004), pois da mesma forma ocorre o processo de alongamento dos colmos em função da época de florescimento, variando apenas a intensidade de sua ocorrência. Durante essa fase de desenvolvimento das plantas ocorre a mobilização de assimilados para as partes reprodutivas e o decréscimo na relação lâmina-colmo, pois as folhas cessam seu crescimento após a emissão da inflorescência. Quando os pastos foram manejados com frequência de 95 % de IL houve considerável redução no florescimento e na TAIC quando comparados a pastos manejados menos frequentemente (98 % de IL) (observação visual). Pastejos severos (10 cm) promovem, normalmente, maior decapitação de perfilhos, uma vez que os animais são forçados a consumir boa parte destes, causando redução substancial da fração colmo.

A duração de vida das folhas (DVF) foi afetada pela IL ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$) e pela interação IL x época do ano ($P < 0,05$). A interação IL x época do ano mostrou que a maior DVF foi observada nos pastos manejados a 98 % de IL durante o outono, sendo que no verão não houve diferenças entre tratamentos de IL (Tabela 7).

Tabela 7 – Duração de vida da folha (dias/folha) em pastos de capim-aruana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Época do ano	IL do dossel em pré-pastejo (%)	
	95 % de IL	98 % de IL
Verão	32,9c (1,31)	32,7c (1,31)
Outono	46,4b (1,31)	55,1a (1,47)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A longevidade ou duração de vida da folha (dias/folha) é característica importante na determinação do fluxo de tecidos em nível de perfilhos individuais. A maior DVF registrada durante o outono (Tabela 7) sugere certa adaptação da planta em manter sua área foliar por mais tempo durante períodos críticos ao crescimento, uma vez que essa variável corresponde ao ponto de equilíbrio entre os processos de crescimento e senescência foliar (NABINGER 1997). No outono foram necessários quase oito dias a mais que na estação favorável ao crescimento (verão), para o surgimento de uma nova folha. A DVF e a TApF estão associadas entre si, pois maiores TApF determinam menores DVF.

A TSeF foi influenciada pela IL ($P < 0,05$) e pela época do ano ($P < 0,05$). Os maiores valores foram registrados para as IL de 98 % (0,2917 cm/perfilho.dia) em relação à de 95 % (0,1847 cm/perfilho.dia). No verão a TSeF (0,2827 cm/perfilho.dia) foi maior que no outono (0,1937 cm/perfilho.dia). Fatores como sombreamento, estresse hídrico e danos ao sistema radicular provocados por pragas ou doenças, pastejos severos, insuficiência de nutrientes e o manejo do pastejo podem contribuir para acelerar a taxa de senescência. Em relação à época do ano, a TSeF mais alta encontrada no verão foi possivelmente em função das condições de crescimento (luz e temperatura principalmente) que eram favoráveis, promovendo maiores taxas de aparecimento, alongamento, renovação de tecidos e, por consequência, maior senescência.

De acordo com Lemaire e Chapman (1996), as características morfogênicas determinam as características estruturais de perfilhos individuais: comprimento médio final de folhas, número de folhas vivas por perfilho e densidade populacional de perfilhos. Estas, por sua vez, afetam a estrutura do dossel forrageiro por causarem variações no tamanho e na arquitetura do índice de área foliar (IAF), determinante das respostas tanto de plantas como de animais (HODGSON, 1990). O comprimento final da folha (CFF) é determinado pela relação entre a TApF e TAlF, uma vez que, para um dado genótipo, o período de alongamento da folha é uma fração constante do intervalo de aparecimento de folhas sucessivas (DALE,

1982). Houve efeito de IL ($P<0,05$), época do ano ($P<0,05$), interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$) e interação IL x época do ano ($P<0,05$). A interação IL x altura pós-pastejo mostrou que pastejos menos freqüentes e severos (98/10) apresentaram os maiores comprimentos finais de folha. Não houve diferenças entre pastejos mais freqüentes e lenientes (95/15) em relação à pastejos menos freqüentes e lenientes (98/15) (Tabela 8). Com relação à interação IL x época do ano, pastejos menos freqüentes (98 % de IL) no verão apresentaram os maiores CFF. Já no outono, esses mesmos tratamentos apresentaram declínio dos valores e não se mantiveram constantes como nas frequências de 95 % de IL. Não houve diferenças de CFF nas frequências de 95 % de IL durante as estações de crescimento e não houve diferenças também na frequência de 98 % de IL no outono em relação às frequências de 95 % de IL durante as duas estações de crescimento (Tabela 8).

Tabela 8 – CFF (cm) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Altura pós-pastejo	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	11,5c (0,30)	13,3a (0,33)
15 cm	12,7ab (0,30)	12,2bc (0,30)
IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Época do ano	95 % de IL	98 % de IL
Verão	12,0b (0,30)	13,9a (0,30)
Outono	12,2b (0,30)	11,8b (0,33)

Letras distintas diferem entre si ($P<0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A densidade populacional de perfilhos (DPP) é o componente do IAF que permite maior flexibilidade de ajuste por parte da planta a diferentes regimes de desfolhação (SBRISSIA e DA SILVA, 2001). Houve efeito de IL ($P<0,05$) e altura pós-pastejo ($P<0,05$) para essa variável, sendo os maiores valores registrados nos pastos manejados a 95 % de IL (1424 perfilhos/m²) em relação àqueles manejados a 98 % de IL (1048 perfilhos/m²). As menores DPP foram observadas nos pastejos severos (10 cm) (1146 perfilhos/m²) e as maiores nos pastejos lenientes (15 cm) (1327 perfilhos/m²). Apesar de uma melhora na quantidade e qualidade de luz que penetra nos resíduos mais baixos (10 cm), não foram registradas maiores DPP nesses tratamentos muito provavelmente em função dos pastejos serem severos demais fazendo com que as plantas priorizassem remobilizar grandes

quantidades de fotoassimilados para restauração da área foliar retirada pelo pastejo. Alterações na DPP ocorrem quando o aparecimento excede ou não a mortalidade (BRISKE e HEITSHMIDT, 1991), definindo padrões temporais de variação na população de perfilhos ao longo de um determinado período de tempo (BAHMANI et al., 2003). Assim, a DPP é resultante de um processo dinâmico de aparecimento e morte de perfilhos que ocorre ao longo do ano segundo taxas variáveis e dependentes das ações de manejo (MATTHEW et al., 1999). Trabalhos desenvolvidos por Giacomini (2007) e Pereira (2009) com espécies forrageiras tropicais confirmaram os resultados obtidos neste estudo, sendo que a DPP aumenta na medida em que se utilizam frequências de pastejo maiores (95 % de IL, onde o intervalo e as alturas de pré-pastejo são menores, o que permite a entrada de luz adicional no interior do dossel, que normalmente não chegaria a estratos mais baixos potencializando a “ocupação de sítios” ou “site filling”) (DAVIES, 1974).

O número de folhas vivas (NFV) é um valor relativamente constante para um dado genótipo. Essa característica permanece constante após o pasto atingir uma condição de equilíbrio em que os processos de aparecimento e morte de folhas são sincronizados (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996). Houve efeito de IL ($P < 0,05$) e época do ano ($P < 0,05$) para essa variável. Pastos manejados a 95 % de IL apresentaram maiores valores (3,7 NFV/perfilho) que pastos manejados a 98 % de IL (3,5 NFV/perfilho). Para a época do ano, os maiores valores foram registrados no verão (4,0 NFV/perfilho) e os menores no outono (3,2 NFV/perfilho). Para o número de folhas em expansão (NFE) houve efeito apenas da época do ano ($P < 0,05$), sendo os maiores valores encontrados no verão (1,08 NFE/Perfilho) e os menores no outono (0,92 NFE/perfilho). O número de folhas senescentes (NFS) foi afetado pela IL ($P < 0,05$) e época do ano ($P < 0,05$). De uma forma geral, pastos que foram manejados a 95 % de IL apresentaram menores valores de NFS (0,23 NFS/perfilho) que pastos manejados a 98 % de IL (0,29 NFS/perfilho). Em relação às estações de crescimento, os maiores valores foram observados no verão (0,34 NFS/perfilho) e os menores no outono (0,18 NFS/perfilho). Apesar das pequenas diferenças detectadas na variação de folhas vivas, em expansão e em senescência por perfilho, pastos manejados a 95 % de IL (menores intervalos de pastejo) apresentaram maior metabolismo envolvido no crescimento e desenvolvimentos dos pastos, o que pode ser comprovado pela maior renovação de tecidos nesses tratamentos.

2.4 CONCLUSÕES

O manejo do pastejo por meio de combinações entre frequência e severidade de desfolhação afetaram fortemente os padrões de crescimento de perfilhos individuais. A altura do pasto na condição pré-pastejo se mostrou um bom indicador para o manejo do pastejo, uma vez que variou pouco e apresentou grande consistência ao longo de todo o período experimental para as metas de IL utilizadas.

O aumento na frequência e/ou severidade de pastejo controlou, em parte, o alongamento de colmos, fração indesejável, de composição bromatológica inferior à das lâminas foliares e de menor valor nutritivo.

Para capim-aruaana, o manejo mais indicado seria com os pastejos realizados a 95 % de IL do dossel, ou seja, pastos com 30 cm de altura pré-pastejo, e interrompidos quando o rebaixamento atingisse um resíduo de 15 cm de altura, por voltarem mais rápidos e precoces a produção, com maiores taxas de aparecimento foliar e menores taxas de alongamentos de colmos

REFERÊNCIAS

- 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.
- BAHMANI, I. et al. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivars, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 54, n. 8, p. 803-817, 2003.
- BARTHAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985**. Penicuik: HFRO, 1985. p. 29-30.
- BRAGA, H. J.; GHELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11 E REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-ROM.
- BRISKE, D. D.; HEITSHMIDT, R. K. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Ed.). **Grazing management: an ecological perspective**. Portland: Timber Press, 1991. p. 85-108.
- BRISKE, D. D. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. In: HODGSON, J & ILLIUS, A. W. (Ed.). **The Ecology and Management of Grazing**, Wallingford, Cabi International, 1996. p. 37-68.
- CARNEVALLI, R. A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 136p. **Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)**, Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.
- CORSI, M. et al. Princípios do manejo do capim-elefante sob pastejo. In: PEIXOTO, A. M. et al. (eds) **Pastagens de capim-elefante – Utilização intensiva**. FEALQ, Piracicaba – SP, p. 51-67, 1996.
- DALE, J. E. **The growth of leaves**. London: Edward Arnold, 1982. 60p. (Studies in biology, 137).
- DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **Journal Agriculture Science**. (Cambridge) v. 82, p. 165-172, 1974.
- DURAND, J. L. et al. Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit. **European Journal of Agronomy**, v. 7, p. 99-107, 1997.
- DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, Oxford, v. 85, p. 645-653, 2000a.

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

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

FOURNIER, C. et al. A functional-structural model of elongation of the grass leaf and its relationships with the phyllochron. **New Phytologist**, Lancaster, v. 166, p. 881-894, 2005.

GIACOMINI, A. A. Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte. 2007. 175p. **Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)**, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. Orientador: Sila Carneiro da Silva.

GIACOMINI, A. A. et al. Components of the leaf area index of Marandu palisade grass swards subjected to strategies of intermittent stocking. **Science Agriculture**, (Piracicaba, Brazil), v. 66, n. 6, p. 721-732, 2009.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 203p.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Cabi international. Chap. 01, p. 03-36, 1996.

MATTHEW, C. et al. Tiller dynamics of grazed swards. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 1., 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p. 109-1333.

MORALES, A. S. et al. Efeito da disponibilidade hídrica sobre a morfogênese e a repartição de assimilados em *L. corniculatus* L. cv. São Gabriel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 124-126.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 213-251.

OLIVEIRA, A. B. et al. Morfogênese do capim-tanzânia submetido a adubações e intensidades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1006-1013, 2007.

PEREIRA, L. E. T. Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e rítmicos morfogênicos contrastantes. 2009. 111p.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens), Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP. Orientador: Sila Carneiro da Silva.

RICHARDS, J. H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BAKER, M. J. (Eds.) **Grassland For Our World**. SIR Publishing, Wellington, 1993, p. 46-54.

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.

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

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

SILVEIRA, M. C. T. et al. Morphogenetic and structural comparative characterization of tropical forage grass cultivars under free growth. **Science Agriculture** (Piracicaba, Brazil), v. 67, n. 2, p. 136-142, 2010.

WILHELM, W. W.; MCMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Stanford, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.

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

VILELA, D. et al. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1891-1896, 2005.

VOLTOLINI, T. V. et al. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010.

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

3 ACÚMULO E COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA DE FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-ARUANA SUBMETIDOS A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO

RESUMO

O processo de pastejo, o desempenho e a produtividade animal são afetados por componentes ligados à arquitetura e à massa dos componentes morfológicos e botânicos, presentes no pasto, que definem a estrutura vertical e horizontal do dossel. O objetivo deste experimento foi avaliar o acúmulo e a composição morfológica de forragem em pastos de capim-aruana submetidos a estratégias de lotação intermitente por ovinos. Os tratamentos corresponderam a pastejos realizados quando os pastos atingiam 95 ou 98 % de interceptação da luz incidente (IL) até alturas de resíduo de 10 e 15 cm, e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 196 m²) segundo um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 × 2, com três repetições, de janeiro a maio de 2009. Não houve diferenças na taxa de acúmulo de forragem entre as combinações 95/10, 95/15 e 98/15. Os efeitos dos tratamentos foram progressivos e cumulativos, resultando em maior taxa de acúmulo de forragem para os tratamentos 95/15 em relação aos demais tratamentos, particularmente os 98/10. Pastejos frequentes (95 % de IL) resultaram em melhor controle do alongamento de colmos, menor proporção de material morto e invasoras e maior proporção de lâminas foliares nos estratos pastejáveis que pastejos menos frequentes (98 % de IL). No pré-pastejo, apenas a época do ano influenciou a massa total de forragem. No pós-pastejo, a massa total de forragem foi menor para os tratamentos de 95 % em relação àqueles de 98 % de IL, mas com maior massa de folhas e menor massa de colmos, material morto e invasoras. Os resultados obtidos indicam que, durante o rebaixamento do dossel, pastejos mais realizados a 95 % de IL e resíduo de 15 cm proporcionaram aos animais a obtenção de forragem com elevada massa de lâminas foliares e baixa massa de colmos, o que deve aumentar o valor nutritivo da forragem consumida.

Palavras-chave: Arquitetura do dossel; Componentes morfológicos; Massa de forragem

ABSTRACT

The process of grazing, animal performance and productivity are affected by components connected to architecture and the mass of the morphological components and botanists in the pasture, which define the vertical and horizontal structure of the canopy. The purpose of this study was to assess the accumulation rate and the morphological composition of pastures aruana guinea grass submitted to rotational stocking strategies in sheep. The treatments consisted of grazing when grass reached 95 or 98 % interception of incident light (LI) to heights of residue 10 and 15 cm, and were allocated to experimental units (plots of 196

m²) in a randomized complete block randomized factorial arrangement of 2×2 factorial with three replicates, from January to May 2009. There were no differences in herbage accumulation rate between the combinations 95/10, 95/15 and 98/15. Treatment effects were progressive and cumulative, resulting in higher rates of herbage accumulation in 95/15 compared to other treatments, particularly in 98/10. Frequent grazing (95 % LI) resulted in better control of stem elongation, a smaller proportion of dead material and weeds and a higher proportion of leaf strata pasteáveis than pastures grazed less frequently (98 % LI). In the pre-grazing, only time of year influenced the herbage mass. In the post-grazing, the herbage mass was lower for the treatments of 95 % than 98 % of IL, but with greater mass of leaves and smaller stalks, weeds and dead material. The results indicate that during the lowering of the canopy, grazing more frequent and less severe provided for animals to obtain forage with high leaf mass and low mass of stems, which should increase the nutritional value of forage consumed.

Keywords: Canopy architecture; Morphological components; Herbage mass

3.1 INTRODUÇÃO

A estrutura espacial do relvado tem grande influência sobre o comportamento de pastejo dos animais, com claros efeitos da altura e da disponibilidade dos componentes preferidos pelos animais sobre a taxa de ingestão instantânea e a massa de bocados (AMARAL, 2009). A disponibilidade de fatores de crescimento como temperatura, água e nutrientes é condicionante do acúmulo de forragem. Assim, os determinantes do acúmulo de forragem (crescimento e senescência) aliados aos padrões de desfolhação que, por sua vez, dependem do manejo do pastejo, determinam a estrutura do pasto. Esta, por sua vez, age como condicionadora das respostas de plantas e animais (HODGSON, 1985) na medida em que determina os padrões de interceptação luminosa assim como a facilidade de apreensão de forragem pelo animal (LACA e LEMAIRE, 2000).

O manejo do pastejo empregado para otimizar a produção de forragem de uma pastagem deve estar centrado no entendimento do compromisso entre a necessidade de manter área foliar suficiente para a fotossíntese e a necessidade de remoção de tecido foliar antes de sua senescência como forma de alcançar determinada meta de produção de forragem (PARSONS, 1988). Dessa forma, em dado período de tempo, o acúmulo líquido de forragem de uma espécie é o resultado da diferença entre o aumento bruto de peso devido à formação de novos tecidos e à diminuição causada pela senescência e decomposição de tecidos mais velhos e/ou, pelo consumo de forragem (BIRCHAM e HODGSON, 1983; DAVIES, 1983). Da Silva et al. (2009), em estudo com capim-mombaça submetido a estratégias de lotação intermitente, verificaram que a massa de forragem no pré e pós-pastejo foi menor para os tratamentos de 95 % em relação àqueles de 100 % de IL, mas com maior proporção de folhas

e menor proporção de colmos e material morto. Já Cano et al. (2004), trabalhando com capim-tanzânia, concluíram que, independentemente da altura do dossel forrageiro e do período de avaliação estudados, o valor nutritivo das lâminas foliares foi melhor do que aquele da fração colmos + bainhas, indicando que o manejo do pasto deve ser direcionado à contribuição da massa de forragem de folhas. Normalmente, períodos de rebrotação prolongados de espécies que apresentam alongamento de colmo induzem, inevitavelmente, a elevado grau de dificuldade ao exercer qualquer tipo de controle sobre a estrutura do dossel forrageiro, e isso pode limitar o acúmulo subsequente de lâminas foliares e a produção eficiente de forragem.

Pastos de capim-aruaana constituem uma fonte potencial de alimento para ruminantes, uma vez que dentre os cultivares disponíveis de *Panicum*, esse é o que possui o menor porte. O capim-aruaana foi lançado oficialmente em 1995 pelo Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, SP, e tem sido sistematicamente testado e recomendado naquele estado. No entanto, não existem informações sobre o potencial de produção e a capacidade de adaptação desta cultivar na região sul do país, nem como indicações precisas sobre o manejo desta cultivar.

A produção animal é uma atividade importante na região sul do país, no entanto carece de alternativas quando o assunto são plantas forrageiras perenes de verão. As alternativas possíveis normalmente são espécies de propagação vegetativa (como os capins dos gêneros *Cynodon*, *Pennisetum*, entre outros) o que dificulta sua implantação em grandes áreas, ou capins de ciclo anual, como o milheto e o sorgo forrageiro. Já o capim-aruaana, além de ser perene, pode ser implantado por sementes o que é um atrativo a mais para produtores quando da escolha da planta forrageira a ser utilizada.

Assim, o objetivo deste experimento foi verificar os efeitos da variação de frequência e severidade de pastejo sobre o acúmulo e a composição morfológica de forragem em pastos de *Panicum maximum* Jacques cv. Aruaana submetidos a estratégias de lotação intermitente por ovinos de forma a compreender e permitir o planejamento e manipulação de sua utilização, assegurando o uso adequado dessa planta forrageira.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de janeiro a maio de 2009 no Departamento de Produção Animal e Alimentos do Centro de Ciências Agroveterinárias pertencente à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/CAV). A área está localizada a 913 m de altitude, nas coordenadas geográficas aproximadas de 27°47' de latitude sul e 50°18' de longitude oeste, no município de Lages, Santa Catarina. O relevo da área é considerado suave a moderadamente

ondulado e o solo classificado como Cambissolo háplico (EMBRAPA, 2006). As características químicas do solo antes do início do experimento eram: pH em H₂O 5,2; P (mg/dm³) 7,5; K (mg/dm³) 164; Ca (cmolc/dm³) 5,1; Mg (cmolc/dm³) 3,5; H + Al (cmolc/dm³) 6,7 e Al (cmolc/dm³) 0,3 e foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos (LAS) – UDESC/CAV, Lages, Santa Catarina.

O preparo convencional do solo, por meio de aração, gradagem, semeadura e rolo compactador, foram realizados no início de setembro de 2008. A semeadura foi realizada na segunda quinzena de outubro com 10 kg/ha de sementes aplicadas a lanço, incorporadas à profundidade de 1 a 2 cm por meio de gradagem seguido de rolo compactador. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen, é o Cfb, subtropical constantemente úmido, sem estação seca e verão fresco, com temperaturas médias em torno de 9,2 a 10,8 °C nos meses mais frios e 19,4 a 22,3 °C nos meses mais quentes (BRAGA e GHELLRE, 1999). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram coletados na estação experimental meteorológica da UDESC/CAV, distante cerca de 250 m da área experimental (FIGURA 1).

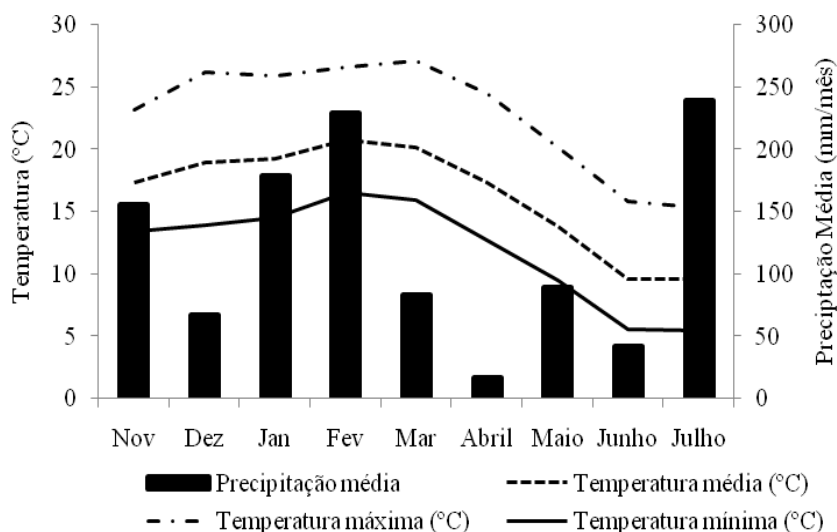


Figura 3 - Médias mensais do período experimental, respectivamente, de Precipitação Média (PPT, mm/mês) e Temperaturas (°C) – novembro de 2008 a julho de 2009.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2x2, com três repetições, totalizando uma área com 12 unidades experimentais de 196 m² cada. Os tratamentos corresponderam à combinação entre duas frequências (período de tempo necessário para que o dossel atingisse 95 e 98 % de interceptação de luz durante a rebrotação – IL) com duas severidades de desfolhação (alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm).

A área com capim-aruaana foi mantida a uma altura uniforme por meio de roçada em torno de 15 cm para todos os tratamentos em função da preparação do experimento. Após o período de adaptação, as avaliações foram iniciadas a partir da segunda quinzena de janeiro de 2009, quando os tratamentos passaram a atingir a meta de interceptação luminosa desejada, e se estenderam até a segunda quinzena de maio, permitindo, dessa forma, as medições em duas épocas distintas (verão e outono). Os pastejos foram realizados por ovinos da raça Texel pertencentes ao Departamento de Produção Animal e Alimentos da UDESC/CAV. O número de animais utilizados a cada pastejo foi dimensionado de forma que o rebaixamento dos piquetes acontecesse em período não superior a um dia. Além disso, os animais serviram apenas como agentes desfolhadores, não sendo realizado, portanto, algum tipo de avaliação nos animais durante o período experimental. A adubação nitrogenada foi realizada na forma de uréia num total de 150 kg/N/ha. Como o período experimental foi previsto para ter uma duração de 120 dias, cada tratamento recebeu o equivalente a 1,25 kg de N/ha/dia (0,0245 kg de N aplicados em 196 m²/dia ou 0,0196 ha/dia). Após cada pastejo, foi calculado o tempo decorrido entre o último pós-pastejo e o pré-pastejo seguinte e multiplicado pela quantidade de N aplicado por dia. Dessa maneira, tratamentos que tiveram intervalos de pastejos mais curtos (95 %), receberam uma quantidade de N inferior aos tratamentos que tiveram intervalos de pastejos mais longos (98 %). Porém, como esses tratamentos (95 %) tiveram maior número de ciclos de pastejo, a quantidade aplicada de N se igualou com os tratamentos que apresentavam maior duração do ciclo de pastejo (98 %). Na Tabela 1 está ilustrada a quantidade de uréia aplicada em cada tratamento.

Tabela 1 – Quantidade de uréia aplicada em cada tratamento de acordo com a duração de tempo entre o último pós-pastejo e o pré-pastejo seguinte.

Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)	Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)
15/01 a 29/01	95/15	1	0,762	30/01 a 20/02	95/15	1	1,143
15/01 a 29/01	95/15	2	0,762	30/01 a 20/02	95/15	2	1,143
15/01 a 29/01	95/15	3	0,762	30/01 a 20/02	95/15	3	1,143
15/01 a 01/02	95/10	1	0,927	02/02 a 23/02	95/10	1	1,143
15/01 a 01/02	95/10	2	0,927	02/02 a 01/03	95/10	2	1,470
15/01 a 01/02	95/10	3	0,927	02/02 a 23/02	95/10	3	1,143
15/01 a 04/02	98/15	1	1,089	05/02 a 02/03	98/15	1	1,361
15/01 a 04/02	98/15	2	1,089	05/02 a 02/03	98/15	2	1,361
15/01 a 04/02	98/15	3	1,089	05/02 a 02/03	98/15	3	1,361
15/01 a 08/02	98/10	1	1,307	09/02 a 11/03	98/10	1	1,633
15/01 a 08/02	98/10	2	1,307	09/02 a 12/03	98/10	2	1,688
15/01 a 08/02	98/10	3	1,307	09/02 a 12/03	98/10	3	1,688
Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)	Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quant. Aplicada de Uréia (Kg)
21/02 a 12/03	95/15	1	1,034	13/03 a 08/04	95/15	1	1,416
21/02 a 06/03	95/15	2	0,707	07/03 a 05/04	95/15	2	1,579
21/02 a 06/03	95/15	3	0,707	07/03 a 05/04	95/15	3	1,579
24/02 a 14/03	95/10	1	0,980	15/03 a 18/04	95/10	1	1,851
02/03 a 22/03	95/10	2	1,089	*	95/10	2	*
24/02 a 20/03	95/10	3	1,307	21/03 a 23/04	95/10	3	1,797
03/03 a 29/03	98/15	1	1,416	30/03 a 07/05	98/15	1	2,069
03/03 a 29/03	98/15	2	1,416	30/03 a 07/05	98/15	2	2,069
03/03 a 31/03	98/15	3	1,524	30/03 a 06/05	98/15	3	2,014
12/03 a 21/04	98/10	1	2,178	*	98/10	1	*
13/03 a 24/04	98/10	2	2,287	*	98/10	2	*
*	98/10	*3	*	*	98/10	*	*
Intervalo de Pastejo	Trat.	Rep.	Quantidade Aplicada de Uréia (Kg)				
09/04 a 14/05	95/15	1	1,906				
06/04 a 10/05	95/15	2	1,851				
*	95/15	3	*				
*	95/10	1	*				
*	95/10	2	*				
*	95/10	3	*				
*	98/15	1	*				
*	98/15	2	*				
*	98/15	3	*				
*	98/10	1	*				
*	98/10	2	*				
*	98/10	3	*				

* Indicam que não houve aplicação de uréia, pois nesses tratamentos o período de avaliações já havia terminado.

O monitoramento da interceptação de luz, índice de área foliar (IAF) e ângulo foliar foram realizados duas vezes por semana no início da rebrotação e a cada dois dias a partir da medição de 90 % de IL até que as metas de 95 e 98 % de IL fossem atingidas. O equipamento utilizado foi o aparelho analisador de dossel marca ACCUPAR modelo LP 80 (Decagon Devices). Em cada unidade experimental foram tomadas leituras em seis pontos aleatórios e representativos da condição média dos pastos no momento da amostragem, sendo uma leitura

acima do dossel e cinco no nível do solo por local de amostragem. Este critério, usado até o fim do período experimental permitiu a utilização de forma consistente dos dados obtidos. A altura do dossel foi determinada com a mesma frequência das avaliações de IL. A cada procedimento de avaliação foram tomadas 50 leituras por piquete utilizando-se um bastão medidor (“*sward stick*”) (BARTHAM, 1985) ao longo de cinco linhas transectas (10 pontos por transecta) em formato de zig-zag.

Para avaliação do acúmulo e da composição morfológica de forragem foram realizadas duas amostragens por piquete utilizando-se um quadrado de 50 cm x 50 cm de área. As plantas foram cortadas a cada 5 cm até o nível do solo. Esse procedimento foi sistematicamente realizado no pré e no pós-pastejo. Após o corte estratificado, todo o material coletado foi separado em frações contendo a massa de folhas, de colmos, de material morto e de invasoras. Por fim, depois de separados, todo o material foi levado para estufas de circulação forçada de ar a 65 °C por 48 horas quando, então, eram pesados para determinação da matéria seca (MS).

Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED (modelos mistos) do pacote estatístico SAS[®] (*Statistical Analysis System*) versão 9.0 para Windows[®]. A opção pelo uso do procedimento MIXED foi devido à natureza de medidas repetidas dos dados (coletados sequencialmente no tempo), uma vez que tal procedimento permitiu maior flexibilidade no sentido de modelar as estruturas de covariância. Dessa forma, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (frequência, severidade e época do ano, bem como a interação entre elas). A escolha da matriz de covariância foi definida pelo critério de Akaike (AIC) (WOLFINGER, 1993). Para efeito de comparação de médias entre tratamentos foi utilizado o procedimento “pdiff”, com um nível de significância de 5 %.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sazonalidade foi característica marcante neste experimento para o acúmulo de forragem, refletindo a típica produção estacional de espécies de gramíneas tropicais (PEDREIRA e MATTOS, 1981). A taxa de acúmulo de matéria seca (kg MS/ha/dia) sofreu efeito de IL ($P<0,05$), altura pós-pastejo ($P<0,05$), época do ano ($P<0,05$), interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$) e interação altura pós-pastejo x época do ano ($P<0,05$). A menor taxa de acúmulo de matéria seca foi registrada para os tratamentos menos freqüentes (98 % de IL) combinados com alturas pós-pastejo severas (10 cm) (Tabela 3). Não foram constatadas diferenças na taxa de acúmulo de forragem para pastos manejados a 95 % de IL combinados

com altura pós-pastejo de 10 cm e 15 cm. A maior taxa de acúmulo de matéria seca na interação altura pós-pastejo x época do ano foi registrada nos tratamentos com pastejos lenientes (15 cm) no verão. Nos demais tratamentos, não houve diferenças entre as severidades utilizadas e as estações de crescimento (Tabela 2).

Tabela 2 – Taxa de acúmulo de matéria seca (kg de MS/ha.dia) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Altura pós-pastejo	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	66a (3,3)	45b (3,3)
15 cm	75a (3,3)	71a (3,3)
Época do ano		
Altura pós-pastejo	Verão	Outono
10 cm	59b (3,3)	52b (3,3)
15 cm	90a (3,3)	55b (3,3)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Os efeitos dos tratamentos foram progressivos e cumulativos, resultando em maior taxa de acúmulo de forragem nos pastos manejados a 95 % de IL combinados com 15 cm de altura pós-pastejo em relação aos demais tratamentos, particularmente nos menos frequentes (98 % de IL) e severos (10 cm). No início do experimento (Verão), o acúmulo de forragem respondeu principalmente às variações na interceptação de luz no pós-pastejo (Tabela 2). No outono, as taxas de acúmulo de MS foram menores sendo reflexo provavelmente das condições climáticas adversas (frio em excesso nesse período) e da transição da fase vegetativa para a reprodutiva. Além disso, a maior proporção de material morto e colmos contribuem para diminuir o acúmulo líquido desses tratamentos (CARNEVALLI, 2003; CÂNDIDO et al., 2005; SANTOS et al., 2006).

No pré-pastejo, a massa de forragem foi afetada apenas pela época do ano ($P < 0,05$). De modo geral, os maiores valores de MS foram registrados no outono (4160 kg de MS/ha) em relação ao verão (3400 kg de MS/ha). Porém, a massa de forragem no pós-pastejo variou em função da IL ($P < 0,05$), altura pós-pastejo ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$) e da interação altura pós-pastejo x época do ano ($P < 0,05$). De maneira geral, pastos manejados a 95 % de IL apresentaram menor massa de forragem pós-pastejo (2370 kg de MS/ha) em relação àqueles manejados a 98 % de IL (2830 kg de MS/ha). A interação altura pós-pastejo x época do ano

mostrou que a maior massa pós-pastejo foi registrada no outono aliado ao resíduo de 15 cm. Ainda no outono, as severidades de 10 cm apresentaram valores intermediários de massa total do pós-pastejo. No verão, foram registrados os menores valores de massa pós-pastejo (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa pós-pastejo de forragem (kg de MS/ha) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	Época do ano	
	Verão	Outono
10 cm	1880c (142)	2650b (142)
15 cm	2180c (142)	3690a (142)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

No geral, os animais colheram forragem com maior massa de lâminas foliares tanto nos tratamentos de 95 % de IL quanto nos tratamentos com resíduo de 10 cm durante o rebaixamento dos pastos. Pastos manejados a 98 % de IL e rebaixados a 15 cm resultaram nas maiores massas de colmo e de material morto. De acordo com Trindade et al. (2007), pastos submetidos a períodos de descanso mais longos, como aqueles manejados a 98 % de IL, possuem presença significativa de colmo e de material morto no estrato pastejável, consequência do acúmulo considerável desses componentes durante, particularmente, o final do período de rebrotação, depois que 95 % de IL são atingidos (CARNEVALLI et al., 2006; BARBOSA et al., 2007; PEREIRA, 2009).

A massa de folhas no pré-pastejo foi influenciada apenas pela IL ($P < 0,05$), sendo os maiores valores registrados nos pastos manejados a 95 % de IL (1930 kg de MS/ha) e os menores naqueles manejados a 98 % de IL (1630 kg de MS/ha). Com relação à massa de folhas no pós-pastejo, houve efeito da época do ano ($P < 0,05$), com os maiores valores registrados no verão (740 kg de MS/ha) e os menores no outono (580 kg de MS/ha).

A massa de material morto em pré-pastejo sofreu variação da IL ($P < 0,05$), altura pós-pastejo ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$), interação IL x época do ano ($P < 0,05$) e da interação altura pós-pastejo x época do ano ($P < 0,05$). Pastejo menos frequentes (98 % de IL) no outono resultaram em maior massa de MM pré-pastejo. No verão, não foi observada diferença entre as IL utilizadas (Tabela 4). A interação altura pós-pastejo x época do ano mostrou que no outono foram observados as maiores massas de MM em pré-pastejo para as duas alturas pós-

pastejo utilizadas. No verão não foram encontradas diferenças na massa de material morto em pré-pastejo entre as alturas pós-pastejo utilizadas (Tabela 4).

Tabela 4 – Massa de material morto no pré-pastejo (kg de MS/ha) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Época do ano	95 % de IL	98 % de IL
Verão	240c (41)	300c (41)
Outono	550b (41)	810a (41)
Época do ano		
Altura pós-pastejo	Verão	Outono
10 cm	270c (41)	520b (41)
15 cm	270c (41)	840a (41)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A massa de material morto (MM) pós-pastejo, por sua vez, foi afetada pela IL ($P < 0,05$), altura pós-pastejo ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$), pela interação IL x época do ano ($P < 0,05$) e pela interação altura pós-pastejo x época do ano ($P < 0,05$). Pastejos menos frequentes (98 % de IL) no outono resultaram nas maiores massas de material morto pós-pastejo. No verão, não foram observadas diferenças entre as IL utilizadas (Tabela 5). A interação altura pós-pastejo x época do ano mostrou que no outono foram registrados as maiores massas de material morto em pós-pastejo para as duas severidades utilizadas. No verão não foram encontradas diferenças na massa de MM no pós-pastejo (Tabela 5). Com relação às épocas do ano, o verão foi à época em que a massa de material morto foi menor (Tabela 5) e a de lâminas foliares maior. Esse fato pode estar relacionado à maior atividade microbiana no solo e à decomposição de matéria orgânica durante os meses mais quentes e chuvosos do ano (Figura 1), o que levaria à menor proporção de material morto nos pastos durante o verão e causaria redução desse componente (CARNEVALLI et al., 2006).

Tabela 5 – Massa de material morto no pós-pastejo (kg de MS/ha) em pastos de capim-aruaa submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo		
Época do ano	95 % de IL	98 % de IL
Verão	180c (60)	310c (60)
Outono	590b (60)	990a (60)
Época do ano		
Altura pós-pastejo	Verão	Outono
10 cm	240c (60)	630b (60)
15 cm	250c (60)	990a (60)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A massa de colmos no pré-pastejo foi afetada pela IL ($P < 0,05$), altura pós-pastejo ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$), pela interação IL x época do ano ($P < 0,05$) e pela interação altura pós-pastejo x época do ano ($P < 0,05$). Não houve diferença entre as IL utilizadas no verão para a massa de colmos no pré-pastejo, porém, o mesmo comportamento não foi verificado no outono, época em que os maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 98 % de IL (Tabela 6). Em relação à interação altura pós-pastejo x época do ano, não foram observadas diferenças no verão entre as severidades utilizadas. Já no outono, a maior massa de colmos no pré-pastejo foi verificada para a altura pós-pastejo de 15 cm (Tabela 6).

Tabela 6 – Massa de colmos no pré-pastejo (kg de MS/ha) em pastos de capim-aruaa submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Época do ano	95 % de IL	98 % de IL
Verão	720c (67)	720c (67)
Outono	1010b (67)	1360a (67)
Época do ano		
Altura pós-pastejo	Verão	Outono
10 cm	720c (67)	1040b (67)
15 cm	710c (67)	1330a (67)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A massa de colmos no pós-pastejo sofreu efeito da IL ($P<0,05$), altura pós-pastejo ($P<0,05$), época do ano ($P<0,05$) e da interação altura pós-pastejo x época do ano ($P<0,05$). Não houve diferenças entre as alturas pós-pastejo utilizadas no verão, porém, no outono, houve aumento na massa de colmos das duas alturas pós-pastejo, com os maiores valores registrados para as alturas pós-pastejo de 15 cm (Tabela 7).

Tabela 7 – Massa de colmos no pós-pastejo (kg de MS/ha) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	Época do ano	
	Verão	Outono
10 cm	640c (53)	1140b (53)
15 cm	780c (53)	1630a (53)

Letras distintas diferem entre si ($P<0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A massa de invasoras no pré-pastejo foi afetada apenas pela época do ano ($P<0,05$), sendo os maiores valores registrados no outono (480 kg de MS/ha) quando comparados com aqueles do verão (300 kg de MS/ha). Para a massa de invasoras no pós-pastejo, houve efeito também apenas da época do ano ($P<0,05$), sendo os maiores valores registrados no outono (490 kg de MS/ha) quando comparados com aqueles do verão (360 kg de MS/ha). Esse fato pode estar relacionado à menor competitividade entre espécies durante os meses mais frios (Figura 1), o que tende a aumentar a massa de invasoras nos pastos. Os resultados deste trabalho e de outros estudos com animais em pastejo demonstram que alturas mais baixas e/ou pastejos mais frequentes (95 % de IL) condicionam redução da massa de forragem em relação a períodos de descanso mais prolongado e/ou alturas maiores (98 % de IL). Entretanto, há uma significativa melhora da qualidade nutricional da forragem consumida (CARNEVALLI et al., 2006; HACK et al., 2007; CANTO et al., 2008). Com relação às estações de crescimento, pastos manejados a 95 % de IL combinados com alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm apresentaram valores de massa de forragem semelhantes, porém, houve redução na participação de colmos para pastejos frequentes e severos (95/10), em relação a pastos manejados com 98 % de IL combinados com alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm (ZANINI et al., 2010).

A interceptação de luz no pós-pastejo foi influenciada apenas pelas alturas pós-pastejo ($P<0,05$) e pela interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$). Maiores valores de interceptação luminosa em pós-pastejo, foram registrados para os pastos manejados a 98 % de IL

combinados com altura pós-pastejo de 15 cm em relação a pastos manejados a 98 % de IL combinados com alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm. Os menores valores de IL foram registrados nos pastejos severos (10 cm) (Tabela 8).

Tabela 8 – Interceptação de luz no pós-pastejo (%) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	IL do dossel em pré-pastejo	
	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	59bc (1,5)	55c (1,7)
15 cm	60ab (1,5)	64a (1,5)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

As estimativas do IAF a partir de aparelhos analisadores de dossel são precisas e confiáveis quando as medições são feitas durante a fase vegetativa (WELLES e NORMAN, 1991). O analisador de dossel pode ser utilizado em condições de luz difusa, permitindo mais flexibilidade e maior frequência de monitoramento da interceptação luminosa do pasto em condições de campo. O equipamento calcula a proporção de luz medida no nível do solo em relação à luz incidente no topo do dossel. Dessa maneira, o IAF no pré-pastejo foi afetado pela IL ($P < 0,05$), altura pós-pastejo ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$), interação IL x época do ano ($P < 0,05$) e pela interação altura pós-pastejo x época do ano ($P < 0,05$). Maiores IAF no pré-pastejo foram registrados para os tratamentos de 98 % de IL no verão. No outono, pastos manejados menos frequentemente (98 % de IL) também apresentaram os maiores IAF (Tabela 9). Em relação à interação altura pós-pastejo x época do ano, foi constatado que pastejos severos (10 cm) no verão apresentaram os maiores IAF no pré-pastejo (Tabela 9). O IAF no pós-pastejo, por sua vez, foi afetado apenas pela altura pós-pastejo ($P < 0,05$) e pela época do ano ($P < 0,05$). De modo geral, foi registrado maior IAF na altura pós-pastejo de 15 cm (1,7) em relação à altura pós-pastejo de 10 cm (1,2) e maior IAF no verão (1,6) em relação ao outono (1,3).

Tabela 9 – Índice de área foliar no pré-pastejo (IAF) em pastos de capim-aruana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

IL do dossel em pré-pastejo (%)		
Época do ano	95 % de IL	98 % de IL
Verão	4,2c (0,06)	5,9a (0,06)
Outono	3,8d (0,06)	4,8b (0,07)
Época do ano		
Altura pós-pastejo	Verão	Outono
10 cm	5,3a (0,06)	4,5c (0,07)
15 cm	4,8b (0,06)	4,2d (0,06)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O manejo do pastejo afetou de forma distinta a proporção de lâminas foliares, colmos, material morto e invasoras no pré-pastejo. A menor proporção de lâminas foliares, no pré-pastejo, ocorreu nos pastos manejados menos frequentemente (98 % de IL). A principal consequência desse tipo de manejo é que a alta competição por luz pode reduzir o estrato de lâminas foliares no perfil do dossel, além de aumentar o alongamento de colmos, característica típica de gramíneas tropicais no florescimento (outono). No geral, para a proporção de folhas no pré-pastejo, houve efeito apenas da IL ($P < 0,05$) e da época do ano ($P < 0,05$). A maior proporção de folhas no pré-pastejo foi registrados para os tratamentos de 95 % de IL (54,3 %) em comparação àqueles de 98% de IL (47,7 %). Com relação à época do ano, maiores proporções de folhas no pré-pastejo fora registrados durante o verão (56,0 %) em comparação ao outono (45,9 %). Pastos manejados com alturas pós-pastejo mais altas (15 cm) apresentaram resíduos com maior IAF. Mesmo assim, pastos sob manejo severo (10 cm) apresentaram boa capacidade de rebrotação após o pastejo, pois não houve diferenciação entre as massas de forragem no pré-pastejo. A proporção de folhas no pós-pastejo, por sua vez, também sofreu efeito da IL ($P < 0,05$) e da época do ano ($P < 0,05$). No geral, a maior proporção de folhas no pós-pastejo foi registrada para os tratamentos de 95% de IL (31,3 %) em relação àqueles de 98 % de IL (25,3 %). No verão foi registrada maior proporção de folhas no pós-pastejo (38,0 %) em relação ao outono (18,6 %).

A proporção de material morto (MM) no pré-pastejo sofreu influência da IL ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$) e da interação altura pós-pastejo x época do ano ($P < 0,05$). Não houve diferenças entre as alturas pós-pastejo de 10 cm durante as duas épocas do ano. No verão, também não foram constatadas diferenças nas proporções de MM no pré-pastejo entre as

alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm. Pastejos lenientes (15 cm) no outono apresentaram as maiores proporções de material morto no pré-pastejo (Tabela 10).

Tabela 10 – Proporção de material morto no pré-pastejo (%) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	Época do ano	
	Verão	Outono
10 cm	9,9bc (1,23)	12,7b (1,23)
15 cm	7,8c (1,23)	18,3a (1,23)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Para a proporção de MM no pós-pastejo, houve efeito de IL ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$) e interação IL x altura pós-pastejo ($P < 0,05$). Maiores valores de MM pós-pastejo foram registrados no outono (24,1 %) em relação ao verão (11,2 %). Pastos manejados a 98 % de IL combinados com alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm apresentaram as maiores proporções de MM pós-pastejo. Não houve diferenças para os pastos manejados a 95 % de IL combinados com alturas pós-pastejo de 10 e 15 cm (Tabela 11).

Tabela 11 – Proporção de material morto no pós-pastejo (%) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	IL do dossel em pré-pastejo (%)	
	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	17,2bc (0,97)	17,5b (0,97)
15 cm	14,3c (0,97)	21,5a (0,97)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A proporção de colmos no pré-pastejo foi influenciada pela IL ($P < 0,05$), altura pós-pastejo ($P < 0,05$), época do ano ($P < 0,05$) e pela interação IL x época do ano ($P < 0,05$). No geral, foi registrada diferença na proporção de colmos no pré-pastejo entre as alturas pós-pastejo de 10 (25,0 %) e 15 cm (27,8 %). A maior proporção de colmos no pré-pastejo foi registrada nos tratamentos de 98 % de IL no outono e a menor proporção nos tratamentos de 95 % de IL durante as duas estações de crescimento. Não foram encontradas diferenças para a proporção de colmos no pré-pastejo entre os tratamentos de 98 % de IL no verão e aqueles de 95 % de IL no outono (Tabela 12). De acordo com Carnevali (2003), Cândido et al. (2005) e

Santos et al. (2006), a partir de 95 % de IL, a competição por luz é acelerada e o crescimento livre dos colmos favorecem o aumento da proporção de colmos.

Tabela 12 – Proporção de colmo no pré-pastejo (%) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Época do ano	IL do dossel em pré-pastejo	
	95 % de IL	98 % de IL
Verão	23,9c (0,71)	26,5b (0,71)
Outono	24,6bc (0,71)	30,5a (0,71)

Letras distintas diferem entre si ($P<0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

No pós-pastejo, a proporção de colmos foi afetada pela IL ($P<0,05$), altura pós-pastejo ($P<0,05$) e pela época do ano ($P<0,05$). A maior proporção de colmos no pós-pastejo foi registrada para os tratamentos de 98 % de IL (41,8 %) quando comparado aqueles de 95 % de IL (36,5 %). A altura pós-pastejo de 10 cm apresentou a menor proporção de colmos no pós-pastejo (37,3 %) em relação àquela de 15 cm (41,1 %). No outono foi registrada maior proporção de colmos no pós-pastejo (43,5 %) comparados ao verão (34,9 %). No verão foram encontradas altas proporções de colmo na taxa de acúmulo de forragem no pré-pastejo, com exceção dos pastos manejados de forma mais severa (10 cm) (Tabela 2).

Para a proporção de invasoras no pré-pastejo, houve efeito de IL ($P<0,05$), época do ano ($P<0,05$) e interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$). Pastejos menos frequentes (98 % de IL), quando associados à altura pós-pastejo de 15 cm, resultaram em menor proporção de invasoras que as demais combinações de tratamentos (Tabela 13).

Tabela 13 – Proporção de invasoras no pré-pastejo (%) em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	IL do dossel em pré-pastejo (%)	
	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	16,6a (2,23)	21,0a (2,23)
15 cm	17,2a (2,23)	14,4b (2,23)

Letras distintas diferem entre si ($P<0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A proporção de invasoras no pós-pastejo por sua vez, sofreu efeito da altura pós-pastejo ($P<0,05$) e da interação IL x altura pós-pastejo ($P<0,05$). Pastos manejados a 98 % de

IL combinados com altura pós-pastejo de 15 cm apresentaram as menores proporções de invasoras no pós-pastejo em relação as demais combinações de tratamento (Tabela 14).

Tabela 14 – Proporção de invasoras no pós-pastejo (%) em pastos de capim-aruana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.

Altura pós-pastejo	IL do dossel em pré-pastejo	
	95 % de IL	98 % de IL
10 cm	12,8a (1,37)	12,8a (1,37)
15 cm	13,6a (1,37)	10,1b (0,97)

Letras distintas diferem entre si ($P < 0,05$); Números entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Pastos manejados com altura pós-pastejo de 10 cm apresentaram, de modo geral, menores proporções de colmo, material morto e invasoras no pré e no pós-pastejo. Além disso, apresentaram taxas de acúmulo de forragem semelhantes aos demais tratamentos (Tabela 2). Para pastos manejados com altura pós-pastejo de 15 cm, houve maiores proporções de lâminas foliares, colmos e material morto no pré e no pós-pastejo (Tabelas 11 e 12). Maiores proporções e massas de colmos foram verificadas nas duas estações de crescimento, porém, de forma mais acentuada a partir do outono, a qual pode ter promovido as maiores massas de forragem pré-pastejo.

3.4 CONCLUSÕES

Pastejos frequentes (95 % de IL) resultaram em melhor controle no alongamento de colmo, menor proporção de material morto e invasoras e maior proporção de lâminas foliares nos estratos pastejáveis do que pastos manejados menos frequentemente (98 % de IL). Além disso, devido ao rápido retorno às condições de crescimento, apresentaram maior taxa de acúmulo de forragem.

Em se tratando de produção total de matéria seca, o manejo mais indicado para o capim-aruana é aquele com pastejos realizados quando 95 % da luz incidente são interceptados pelo dossel (aproximadamente 30 cm de altura) e rebaixados até a altura 15 cm de resíduo.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, M. F. Metas de altura do pasto para elevadas velocidades de ingestão de forragem 2009. 173p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre. Orientador: Paulo C. de F. Carvalho
- BARBOSA, R. A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 329-340, 2007.
- BARTHRAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: **The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984/1985**. Penicuik: HFRO, 1985. p.29-30.
- BIRCHAM, J. S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed sward under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.
- BRAGA, H. J.; GHELLRE, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11 E REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis: SBA, 1999. CD-ROM.
- BRAGA, G. J. et al. Sward structure and herbage yield of rotationally stocked pastures of 'Marandu' palisadegrass [*Brachiaria brizantha* (A.Rich.) Stapf] as affected by herbage allowance. **Science Agriculture** (Piracicaba, Brazil). v. 63, n.2, p. 121-129, 2006.
- CÂNDIDO, M. J. D. et al. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 2, p. 406-415, 2005.
- CANO, C. C. P. et al. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1959-1968, 2004.
- CANTO, M. W. et al. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-tanzânia submetido a alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 429-435, 2008.
- CARNEVALLI, R. A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 136p. **Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)**, Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165-176, 2006.
- CHACON, E.; STOBBS, T. H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 27, p. 709-727, 1976.
- CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Australia. **Proceedings...** Australia: s.ed. 1993, p. 95-104.

DA SILVA, S. C. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. mombaça subjected to rotational stoking managements. **Science Agriculture** (Piracicaba, Brazil), v. 66, n. 1, p. 8-19, 2009.

DAVIES, A.; EVANS, M. E.; EXLEY, J. K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, v. 77, p. 131-137, 1983.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

GONTIJO NETO, M. M. et al. Consumo e tempo de pastejo por novilhos Nelore em pastagem de capim-tanzânia sob diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 60-66, 2006.

HACK, E. C. et al. Características estruturais e produção de leite em pastos de capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) submetidos a diferentes alturas de pastejo. **Ciência Rural**, v. 37, p. 218-222, 2007.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., Kyoto, 1985. **Proceedings**. Kyoto: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 63-66.

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

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Proceedings**... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p. 180-202.

LACA, E. A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'Mannetje, L.; Jones, R. M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: Cabi International, 2000, p. 103- 122.

MELLO, A. C. L.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 282-289, 2004.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and average rate of growth in a rotational grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15-27, 1988.

PEDREIRA, J. V. S.; MATTOS, H. B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim de Indústria Animal**, v. 38, p. 117-143, 1981.

PEREIRA, L. E. T. Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e rítmicos morfogênicos contrastantes. 2009. 111p. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens)**, Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. Orientador: Sila Carneiro da Silva.

SANTOS, P. M. et al. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 84-93, 2006.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 24, p. 821-829, 1973.

TRINDADE, J. K. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim Marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 883-890, 2007.

VILELA, D. et al. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1891-1896, 2005.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, v. 83, p. 818-825, 1991.

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

ZANINI, G. D.; SCHMITT, D.; SBRISSIA, A. F. Participação de colmo na forragem acumulada em pastos de capim-aruaana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DO SUL DO BRASIL, 1., Florianópolis, 2010. **Resumos...** Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina, 2010. p.13-15.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante os últimos 20 anos, no cenário nacional, a pesquisa com plantas forrageiras tropicais passou por importantes transformações acerca das respostas às variações em estrutura do dossel forrageiro. A partir dessas mudanças, foi possível identificar condições de manejo adequadas ao potencial de resposta de distintas espécies forrageiras como a *Brachiaria brizantha*, cultivares Marandu (MESQUITA et al., 2010; PEREIRA et al., 2010) e Xaraés (MARTUSCELLO et al., 2005; PEDREIRA et al., 2009), *Panicum maximum*, cultivares Mombaça (GOMIDE et al., 2003; DA SILVA et al., 2009) e Tanzânia (MELLO e PEDREIRA, 2004; CANTO et al., 2008), espécies do gênero *Cynodon* spp., cultivares tifton 85 (CARNEVALLI et al., 2001; PINTO et al., 2001) e coastcross (CARVALHO et al., 2001; VILELA et al., 2005), além de espécies do gênero *Pennisetum* spp., cultivares Roxo (SANTOS et al., 2001), Napier (ANDRADE et al., 2005) e Cameroon (VOLTOLINI et al., 2010) respeitando seus limites ecofisiológicos, que passaram a ser consideradas amplitudes de manejo ótimas (SBRISSIA et al., 2007), nas quais é possível atingir elevados índices de produção de forragem e desempenho animal. Essa amplitude de condições de pasto corresponde à faixa de manejo em que a planta desenvolve mecanismos compensatórios, explorando sua plasticidade fenotípica para adequar-se aos distúrbios provocados pela desfolhação (BRISKE e HEITSHMIDT, 1991; LEMAIRE e CHAPMAN, 1996).

A disponibilidade de fatores de crescimento, caracterizadas pelos padrões sazonais de temperatura e precipitação, e as estratégias de manejo do pastejo, caracterizadas pelas frequências e severidades de desfolhação avaliadas, foram responsáveis por alterações morfológicas e fisiológicas importantes, determinantes do crescimento do capim-aruaana. A interceptação luminosa na condição pré-pastejo, utilizada neste estudo como definidora do período de rebrotação dos pastos, foi o principal responsável pelas diferenças na renovação em DPP. A maior população de perfilhos nos pastos manejados com 95 % de IL pode ter sido consequência do menor sombreamento no interior do dossel e, por esse motivo, maior disponibilidade e qualidade de luz, o que favoreceu o aparecimento de novos perfilhos. Essa maior renovação condicionou também menor longevidade de gerações individuais, resultando em população mais jovens de perfilhos, os quais possuem maiores taxas de aparecimento e alongamento de folhas, condição determinante de maiores taxas de crescimento e eficiência de utilização da luz incidente (CARNEVALLI, 2003). Além de um processo de crescimento mais eficiente, o valor nutritivo da forragem acumulada provavelmente foi mais alto, resultado da maior proporção de folhas na massa de forragem pré-pastejo (CANO et al., 2004).

e na forragem consumida pelos animais (TRINDADE et al., 2007), fatores esses importantes para assegurar desempenho animal satisfatório.

O IAF parece ter sido fator chave determinando tanto o aparecimento como a morte de perfilhos, uma vez que o balanço entre o aparecimento e a morte de perfilhos nos pastos apresentaram o mesmo padrão de variação que aquele descrito para os valores de IAF ao longo do ano. Assim como constatado por Barbosa (2004) e Carnevalli et al. (2006), o florescimento, o desenvolvimento de colmos e o processo de senescência foram eficientemente controlados por meio da maior frequência de pastejo avaliada, ou seja, quando os pastejos foram realizados com 95 % de IL. O fato demonstra consistência desse critério de interrupção da rebrotação de pastos submetidos a estratégias de pastejo rotativo para uma amplitude considerável de tipos morfológicos de plantas forrageiras tropicais, e sugere que deva ser considerado como meta para definição da duração do período de descanso ou intervalo de pastejo. Neste estudo, 95% de IL estiveram consistentemente associados a uma altura em torno de 30 a 32 cm, independente da época do ano, de forma a ser um guia de campo de fácil adoção e muito eficiente para o controle e monitoramento do processo de pastejo com base em metas ou alvos de manejo (HODGSON, 1985).

Os resíduos pós-pastejo de 10 e 15 cm, promoveram, no entanto, respostas diferenciadas no acúmulo de folhas e de colmos. A altura pós-pastejo determina diretamente o intervalo de pastejo, importante para a caracterização da alternativa a ser adotada no sistema de produção (MONTAGNER, 2007), pois o tempo necessário para a recuperação da condição pré-pastejo é diferente de acordo com o resíduo utilizado, pois a velocidade de recuperação do pasto após o pastejo é determinada pela severidade com que este é realizado, reflexo da área foliar remanescente. O período de outono não foi favorável ao crescimento do capim-aruaana, o que pôde ser confirmado pelas menores taxas de acúmulo líquido e de crescimento relativo da cultura registrada em relação ao verão.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. C. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-elefante 'Napier' adubado e irrigado. **Ciência Agrotécnica**, v. 29, n. 1, p. 150-159, 2005.
- BARBOSA, R. A. Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidade de pastejo. 2004, 100p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa. Orientador: Domicio do Nascimento Júnior.
- BRISKE, D. D.; HEITSHMIDT, R. K. Strategies of Plant Survival in Grazed Systems: A Functional Interpretation. In: HODGSON, J & ILLIUS, A. W. (Ed.). **The Ecology and Management of Grazing**, Wallingford, Cabi International, 1991. p. 37-68.
- CARVALHO, C. A. B. et al. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Science Agriculture**, (Piracicaba, Brazil), v. 58, n. 4, p. 667-674, 2001.
- CANO, C. C. P. et al. Valor nutritivo do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1959-1968, 2004.
- CANTO, M. W. et al. Características do pasto e acúmulo de forragem em capim-tanzânia submetido a alturas de manejo do pasto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 3, p. 429-435, 2008.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Science Agriculture**, (Piracicaba, Brazil), v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001.
- CARNEVALLI, R. A. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. 2003. 136p. **Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)**, Universidade de São Paulo: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. Orientador: Prof. Sila Carneiro da Silva.
- CARNEVALLI, R. A. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165-176, 2006.
- DA SILVA, S. C. et al. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. mombaça subjected to rotational stoking managements. **Science Agriculture** (Piracicaba, Brazil), v. 66, n. 1, p. 8-19, 2009.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Índices morfogênicos e de crescimento durante o estabelecimento e a rebrotação do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 4, p. 795-803, 2003.
- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., Kyoto, 1985. **Proceedings...**Kyoto: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 63-66.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J., ILLIUS, A.W. (Eds.) **The ecology and management of grazing systems**. Cabi International. Chap. 01, p. 03-36, 1996.

MARTUSCELLO, J. A. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

MELLO, A. C. L.; PEDREIRA, C. G. S. Respostas morfológicas do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 282-289, 2004.

MONTAGNER, D. B. Morfogênese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo. 2007, 60p. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. Orientador: Domicio do Nascimento Júnior.

MESQUITA, P. et al. Structural characteristics of marandu palisadegrass swards subjected to continuous stocking and contrasting rhythms of growth. **Science Agriculture**, (Piracicaba, Brazil), v. 67, n. 1, p. 23-30, 2010.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; DA SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009.

PEREIRA, L. E. T. et al. Sward structure of marandu palisadegrass subjected to continuous stocking and nitrogen-induced rhythms of growth. **Science Agriculture**, (Piracicaba, Brazil), v. 67, n. 5, p. 531-539, 2010.

PINTO, L. F. M. et al. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Science Agriculture**, (Piracicaba, Brazil), v. 58, n. 3, p. 439-447, 2001.

SANTOS, E. A.; SILVA, D. S.; QUEIROZ FILHO, J. L. Perfilamento e algumas características morfológicas do capim-elefante cv. Roxo sob quatro alturas de corte em duas épocas do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 24-30, 2001.

SBRISSIA, A. F.; DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras e manejo do pastejo. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, n. 24, 2007, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: FEALQ**, 2007. p. 153-176.

TRINDADE, J. K. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim Marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 883-890, 2007.

VILELA, D. et al. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *coastcross* em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1891-1896, 2005.

VOLTOLINI, T. V. et al. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 121-127, 2010.

5 CONCLUSÕES

O manejo do pastejo através das combinações entre frequência e severidade afetou fortemente os padrões de crescimento de perfilhos individuais. A altura do pasto na condição pré-pastejo se mostra um bom indicador para o manejo do pastejo, uma vez que variou pouco e apresentou grande consistência ao longo de todo o período experimental para as metas de IL utilizadas.

Pastejos frequentes (95 % de IL) resultaram em melhor controle no alongamento de colmo, menor proporção de material morto e invasoras e maior proporção de lâminas foliares nos estratos pastejáveis do que pastos manejados menos frequentemente (98 % de IL). Além disso, devido ao rápido retorno às condições de crescimento, apresentaram maior taxa de acúmulo de forragem.

Para capim-aruana, o manejo mais indicado seria com os pastejos realizados a 95 % de IL do dossel, ou seja, pastos com 30 cm de altura pré-pastejo, e interrompidos quando o rebaixamento atingisse um resíduo de 15 cm de altura.