



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

ELAYNE CRISTINA GADELHA VASCONCELOS

**MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM-ARUANA PASTEJADO POR OVINOS
MORADA NOVA SUBMETIDOS A QUATRO NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO
CONCENTRADA**

FORTALEZA-CE

2014

ELAYNE CRISTINA GADELHA VASCONCELOS

**MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM-ARUANA PASTEJADO POR OVINOS
MORADA NOVA SUBMETIDOS A QUATRO NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO
CONCENTRADA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Magno José Duarte
Cândido

FORTALEZA-CE

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

-
- V450m Vasconcelos, Elayne Cristina Gadelha.
Morfofisiologia do capim-aruaana pastejado por ovinos morada nova submetidos a quatro níveis de suplementação concentrada / Elayne Cristina Gadelha Vasconcelos. – 2014.
69 f.: il., color. enc.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.
Área de Concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.
Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.
1. Nutrição Animal. 2. Capim-aruaana. 3. Ovino. 4. Análise foliar. 5. Biomassa - fluxo. I. Título.

CDD 636.08

ELAYNE CRISTINA GADELHA VASCONCELOS

MORFOFISIOLOGIA DO CAPIM-ARUANA PASTEJADO POR OVINOS
MORADA NOVA SUBMETIDOS A QUATRO NÍVEIS DE SUPLEMENTAÇÃO
CONCENTRADA

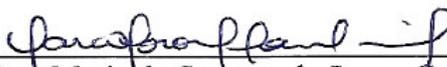
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA EM: 27/02/2014

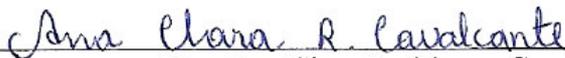
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof(a). Dra. Maria do Socorro de Souza Carneiro
Universidade Federal do Ceará-UFC



Dra. Ana Clara Rodrigues Cavalcante
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Caprinos e Ovinos



Dr. Roberto Cláudio Fernandes Franco Pompeu
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Caprinos e Ovinos

DEDICATÓRIA

A Deus, por estar sempre ao meu lado me ajudando a vencer os obstáculos que aparecem e me dando sabedoria. Aos meus pais José Edinevaldo e Maria do Socorro e a minha madrinha Fátima Gadelha com muito amor, carinho e respeito.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A **Deus Pai**, em primeiro lugar, pela vida, pela saúde, pela sabedoria, pela força para vencer os obstáculos do nosso dia a dia e pela sua infinita misericórdia na minha vida, por não ter desistido de mim e ter me dado tantas oportunidades para crescer e ter colocado pessoas maravilhosas em meu caminho.

A meus pais, José Edinevaldo e Maria do Socorro, pela dedicação a mim, pelo incentivo aos meus estudos.

Ao meu querido namorado, Gutenberg, por me animar nas horas difíceis, por sua amizade, companheirismo e acima de tudo seu amor ao longo dessa jornada.

A minha madrinha e mãe de coração, Fátima Gadelha, minha querida Dadinha, pelo apoio, incentivo, pelas palavras de conselho e por suas noites de oração por mim.

Aos meus avós Raimundo Gadelha (*in memoriam*) e Maria Gadelha, que cuidaram de mim desde criança, incentivaram-me a estudar e me deram amor incondicional, muito do que sou hoje devo a eles. Saiba, vovô, que sua Mãezinha (apelido que me dera), jamais se esquecerá de tudo que o senhor ensinou e fez por mim. Eu amo vocês.

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de ingressar no curso de Pós-graduação de excelência em qualidade e desenvolver o do trabalho de dissertação contribuindo para o desenvolvimento de novas pesquisas e tecnologias.

Ao professor Magno José Duarte Cândido, pela oportunidade e confiança de realizar esse trabalho, pela amizade, incentivo, orientações, durante todo o curso.

A Dra. Ana Clara Cavalcante, pelo cuidado de mãe, pelos conselhos, compreensão e paciência, pela disposição que sempre teve em me ajudar nas horas em que eu mais precisava e pelas sugestões valiosas para esta dissertação. Tenho grande admiração pela senhora, saiba que pode contar comigo para o que precisar.

Ao Dr. Roberto Pompeu, pela amizade, paciência, ensinamentos, incentivo e apoio durante toda essa jornada e sugestões que muito contribuíram para este trabalho.

Ao Dr. Diego Galvani, pela contribuição na análise estatística dos dados desta dissertação, meu muito obrigada.

Ao Dr. Rafael Tonucci, pelas sugestões, pelo incentivo que muito contribuíram durante essa jornada.

Aos membros da banca examinadora, Professora Maria do Socorro de Souza Carneiro, Dra Ana Clara Rodrigues Cavalcante, Dr. Roberto Claudio Fernandes Franco Pompeu pelas sugestões a este trabalho, pelo apoio e palavras de incentivo.

Ao Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura e ao Laboratório de Nutrição Animal da UFC, pelo apoio na realização desta pesquisa.

Ao meu amigo Alano Luna, que contribuiu com muita dedicação, força de vontade e perseverança me ajudando a conduzir este trabalho de maneira maravilhosa, o que promoveu um ambiente de trabalho excelente para a coleta de dados de campo, além da sua alegria, que animava a hora das coletas no campo.

A minha amiga Tyssia, minha querida Nega, pela amizade sincera, pelas palavras de incentivo, pelos conselhos, pela paciência, pelas lições de vida e pelo grande apoio dentro e fora da faculdade, jamais me esquecerei de você, você é a irmã que eu não tive.

As minhas amigas: Jucivânia Furtado, Leiliane Araújo, Cláudia Rejane, Keila Gadelha, amigas que eu sei que posso contar sempre que eu precisar... Amiga de verdade não abandona a outra nas horas mais difíceis e vocês sempre estavam ao meu lado me incentivando e apoiando. Amo vocês do fundo do meu coração.

Aos amigos da Fazenda Experimental Vale do Curú, seu De Assis pelos ensinamentos de vida no campo, Gleyciane pela amizade, Dona Ana pela atenção de mãe, Dona Francy e Socorro pelo acolhimento e dedicação.

Aos amigos, Mirlanda, Rildson, Marcos Neves, Shirlenne, Leane, Regina, Marcílio, Rebeca, Alba, Vilar pelos muitos momentos de alegria que tivemos dentro e fora da faculdade. Foi muito bom tê-los conhecido.

Aos estagiários: Gleyson da Silveira e Wesley do Nascimento em nome de todos os colaboradores que auxiliaram na coleta de dados do experimento, pela dedicação e empenho para que o trabalho fosse realizado com qualidade.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Francisca, que sempre me atendeu com atenção e carinho.

A CAPES pela concessão da bolsa, que muito contribuiu para a minha manutenção durante todo este tempo fora de casa.

A todos os professores e funcionários da Universidade Federal do Ceará, que contribuíram para minha formação.

A todos que contribuíram de alguma forma para que eu pudesse realizar este trabalho, meus sinceros e humildes agradecimentos.

*Deus é o nosso refúgio e fortaleza,
socorro bem presente nas tribulações.
Portanto, não temeremos ainda que a
terra se transtorne e os montes se
abalem no seio dos mares, ainda que
às águas tumultuem e espumejem e
na sua fúria os montes se
estremeçam. O senhor dos exércitos
está conosco, o Deus de Jacó é o nosso
refúgio.*

Salmos 46

RESUMO

Avaliou-se as trocas gasosas, o fluxo de biomassa e as características estruturais do capim-aruana pastejado sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova submetidos a quatro níveis de suplementação concentrada (0,0; 0,6; 1,2 e 1,8% do PC), com período de ocupação de quatro dias e descanso quando da interceptação de 90% da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA), num delineamento inteiramente casualizado, num arranjo em parcelas subdivididas, sendo os níveis de suplementação as parcelas e os ciclos de pastejo as subparcelas. A condição de pós-pastejo consistiu em um índice de área foliar de 1,0. Constatou-se efeito linear crescente para a taxa de alongamento das hastes e taxa de aparecimento foliar em função dos níveis de suplementação. As taxas de produção e acúmulo de forragem foram incrementadas pelos níveis de suplementação. As variáveis das trocas gasosas das folhas recém-expandidas: transpiração, condutância estomática, taxa de fotossíntese foliar, mostraram efeito somente de ciclo de pastejo. Não houve nenhum efeito significativo sobre as variáveis das trocas gasosas das folhas emergentes. Os componentes da biomassa pós-pastejo registraram efeito significativo da interação níveis de suplementação e ciclos de pastejo para biomassa de forragem verde residual (BFVr), lâmina foliar verde residual (BLVr), colmo verde residual (BCVr) e relação folha:colmo (F_Cr) residual, estas variáveis, com exceção da F_Cr apresentaram efeito quadrático nos ciclos dois e três, confirmando o efeito substitutivo, a partir do nível de suplementação de 0,86%, com o mínimo estimado de $257,53 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, para a BLVr. A relação material vivo_ material morto residual apresentou efeito linear crescente em função dos níveis de suplementação. A altura do pasto e a densidade populacional de perfilhos residual foram afetadas somente pelos ciclos de pastejo. A biomassa de forragem verde (BFV) e de lâmina foliar verde (BLV) apresentaram efeito da interação níveis de suplementação e ciclos de pastejo. A BLV registrou efeito quadrático para os ciclos dois e três, onde os maiores valores foram de 1489,47, no nível de 0,62, do segundo ciclo e de 1554,95 $\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ no ciclo três com nível de suplementação de 0,14 %. As trocas gasosas não são afetadas pelos níveis de suplementação. As características morfogênicas do pasto de capim-aruana são afetadas linearmente pelos níveis crescentes de suplementação. Os componentes estruturais do pasto de capim-aruana são afetados pelos níveis crescentes de suplementação concentrada, registrando efeito substitutivo do suplemento.

Palavras chave: índice de área foliar, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, estrutura do dossel, fluxo de biomassa, *Panicum maximum* cv. aruana.

ABSTRACT

This study evaluated the gas exchange, the biomass flow and the structural characteristics of *Panicum maximum* cv. Aruana grazed by Morada Nova sheep under rotational stocking and supplied with four concentrate supplementation levels (0.0; 0.6; 1.2 and 1.8% body weight), using four day-grazing periods and rest when the interception of 90% of the photosynthetic active radiation (PAR). The experiment was a completely randomized split-plot design with supplementation levels as plots and grazing cycles as subplots. The post-grazing condition consisted of a leaf area index of 1.0. We observed an increasing linear effect for stem elongation rate and leaf appearance rate according to the supplementation levels. The production and accumulation rates of forage also increased according to the supplementation levels. The different grazing cycles affected the variables of gas exchange of the recently expanded leaves, namely transpiration, stomatal conductance, leaf photosynthesis rate. In turn, no significant effect was detected for the gas exchange variables of emergent leaves. Biomass components during the post-grazing period showed a significant effect of the interaction between supplementation levels and grazing cycles for residual green forage biomass (BFVr), residual green leaf biomass (BLVr), residual green stem biomass (BCVr) and residual leaf:stem ratio (F_Cr). All these variables, with the exception of F_Cr, presented a quadratic effect in the cycles two and three, confirming the substitutive effect from the supplementation level of 0.86%, with the minimum estimated at $257.53 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$, for BLVr. The ratio between living and senescent material showed an increasing linear response as a function of the supplementation levels. The pasture height and the residual tiller population density were affected only by grazing cycles. Green forage biomass (BFV) and green leaf biomass (BLV) presented a quadratic effect of the supplementation levels and grazing cycles. BLV showed a quadratic effect for the cycles two and three, where the higher values were 1489.47, at the level of 0.62, in the second cycle, and $1554.95 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{year}^{-1}$ in the third cycle with a supplementation level of 0.14%. Gas exchange was not influenced by the supplementation levels. Morphogenetic traits of the aruana grass pasture are linearly affected by increasing levels of supplementation. The structural components of the aruana grass pasture are influenced by the increasing levels of concentrate supplementation, with a substitutive effect of the supplement.

Keywords: leaf area index, photosynthetically active radiation interception, canopy structure, biomass flow, *Panicum maximum* cv. Aruana.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação entre as variáveis morfogênicas e estruturais em dossel de gramíneas do tipo C4 na fase vegetativa (adaptado de CÂNDIDO (2003)).	22
Figura 2- Procedimento para coleta de amostra de solo indeformada (A) e a amostra para análise de fertilidade do solo (B) na área experimental.	35
Figura 3- Mensuração das trocas gasosas em pastos de capim-aruana sob pastejo de ovinos com quatro níveis de suplementação concentrada	38
Figura 4-Identificação das hastes (A) e mensuração das características do fluxo de biomassa (B)	39
Figura 5-Medição da altura (A), corte (B) e pesagem e fracionamento da biomassa e fração colmo, folha e material morto (D).	42
Figura 6-Concentração interna de CO ₂ (C _i) em pasto de <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo crescentes níveis de suplementação concentrada	45
Figura 7-Taxa de aparecimento foliar (TApF) e Taxa de alongamento das hastes (TAIH) em pasto de <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo crescentes níveis de suplementação concentrada	51
Figura 8-Taxa de produção de forragem (TPF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) em pasto de <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova submetidos a crescentes níveis de suplementação concentrada	53
Figura 9-Relação material vivo e material morto residual (MV_MMr) em pasto de <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada	57
Figura 10-Biomassa de forragem verde residual (BFVr), Biomassa de lâmina foliar verde residual (BLVr), Biomassa de colmo verde residual (BCVr), Relação material vivo e material morto residual (MV_MMr) e Relação folha_colmo residual (F_Cr) em pasto de <i>Panicum maxi</i> cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada	58
Figura 11-Biomassa de forragem morta (BFM) e relação material vivo material morto (MV_MM) em pasto de <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada	62
Figura 12-Biomassa de forragem verde (BFV) e biomassa de lâmina foliar verde (BLV) em pasto de <i>Panicum maximum</i> cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-Atributos químicos do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 10 cm, ao início da instalação do experimento.....	34
Tabela 2- Características climáticas e características de manejo durante a realização do experimento	36
Tabela 3- Composição centesimal dos ingredientes utilizados no concentrado e composição químico-bromatológica da folha do capim-aruaana.....	37
Tabela 4-Resumo da análise de variância para características fisiológicas de folhas recém –expandidas de capim-aruaana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada.....	44
Tabela 5-Resumo da análise de variância para características fisiológicas de folhas emergentes de capim-aruaana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada.....	48
Tabela 6-Resumo da análise de variância para as componentes do fluxo de biomassa de capim-aruaana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada	50
Tabela 7-Resumo da análise de variância para as taxas de produção e acúmulo de forragem quantificada por meio dos componentes do fluxo de biomassa de capim-aruaana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada.....	54
Tabela 8-Resumo da análise de variância para os componentes estruturais Pós-Pastejo de capim-aruaana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada	55
Tabela 9-Índice de área foliar (IAF) e Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) pós-pastejo em pasto de capim-aruaana irrigado e pastejado sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova submetidos a diferentes níveis de suplementação	56
Tabela 10-Componentes estruturais Pré-Pastejo de capim-aruaana sob lotação rotativa por ovinos com quatro níveis de suplementação concentrada	60
Tabela 11-Índice de área foliar e Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pré-pastejo em pasto de capim-aruaana irrigado e pastejado sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova submetidos a diferentes níveis de suplementação no Nordeste Brasileiro .	61

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 O capim-aruana	19
2.2 Trocas gasosas em gramíneas forrageiras.....	19
2.3 Fluxo de biomassa em gramíneas forrageiras.....	21
2.3.1 Taxa de alongamento foliar (TAIF).....	22
2.3.2 Taxa de aparecimento foliar (TApF).....	23
2.3.3 Tempo de vida das folhas (TVF).....	24
2.3.4 Taxa de alongamento das hastes (TAIH).....	25
2.4. Produção e acúmulo de forragem	25
2.5. A estrutura do pasto como resultado do fluxo de biomassa	26
2.5.1. Densidade populacional de perfilhos (DPP)	26
2.5.2. Altura do dossel	27
2.5.3 O número de folhas por perfilho	27
2.5.4 Biomassa de forragem	28
2.5.5. Relação folha/colmo	29
2.6 Fatores relacionados à pastagem.....	29
2.6.2 Qualidade da forragem.....	30
2.7 Suplementação para ovinos em pastejo	33
3. MATERIAL E MÉTODOS	34
3.1 Localização da área e período e experimental	34
3.1.2 Manejo da adubação e irrigação.....	35
3.1.3 Tratamentos e delineamento experimental.....	35
3.2 Avaliação das trocas gasosas	38
3.3 Avaliação dos componentes do fluxo de biomassa do dossel	39
3.4 Avaliação das características estruturais do dossel.....	41
3.5 Análise estatística dos dados.....	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
4.1 Avaliação das trocas gasosas	44
4.2 Avaliação das características do fluxo de biomassa	48
4.3 Avaliação das características estruturais pós-pastejo.....	54

4.4 Avaliação das características estruturais pré-pastejo.....	59
5 CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS	66

1 INTRODUÇÃO

A inserção de novos cultivares de alta produção na região Nordeste do Brasil tem sido utilizada como uma das alternativas para tornar os sistemas de produção a pasto menos susceptíveis à estacionalidade produtiva, aumentando a produtividade animal e a lucratividade do sistema.

A região Nordeste detém a ovinocultura como uma atividade sócio-econômica importante, por representar uma das principais fontes de proteína animal para o consumo humano. Dentre as diversas opções de gramíneas forrageiras que estão sendo exploradas para utilização nessa atividade, as gramíneas do gênero *Panicum* estão entre as mais largamente cultivadas sob pastejo intensivo no Brasil. Diante disso o capim aruana tem se destacado no pastejo por ovinos, por apresentar porte médio, melhor distribuição anual da produção, com cerca de $14\text{t MS}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, com 37,5% desse valor produzido no inverno (CECATO et al., 1994; GHISI et al., 1989), capacidade de perfilhamento e contínua emissão de folhas. Entretanto essas gramíneas apresentam mudanças na estrutura do dossel ao longo do seu desenvolvimento, fazendo variar a qualidade do pasto ao longo do ano.

Uma estratégia de manejo interessante para manter a qualidade da dieta de animais mantidos a pasto seria a suplementação. Segundo Hodgson (1990), esta é uma alternativa eficiente para o aumento da produção animal por atender às exigências dos animais em pastejo, além de incrementar o rendimento de produto animal por área, caso haja um aumento na taxa de lotação em decorrência de um efeito substitutivo do suplemento sobre o consumo de forragem. As pesquisas com animais suplementados a pasto não têm dado ênfase aos efeitos da suplementação sobre o ecossistema pastagem (Gomide et al., 2004).

O fornecimento de suplementos concentrados a animais em pastejo afeta as ofertas de forragem e a qualidade do pasto, tendo efeito direto sobre as respostas fisiológicas e estruturais da comunidade vegetal. A compreensão do processo de crescimento de plantas forrageiras é o primeiro passo para definir um manejo estratégico da pastagem. O estudo do fluxo de biomassa, a partir das características morfogênicas como aparecimento, alongamento e tempo de vida das folhas são respostas que irão determinar a produtividade e a perenidade das pastagens. O

acompanhamento dessas variáveis disponibiliza ao pesquisador informações sobre a espécie e/ou cultivar, possibilitando recomendações de manejo específicas.

Face ao exposto, objetivou-se avaliar as respostas morfogênicas, fisiológicas e estruturais em *Panicum maximum* cv. Aruana pastejado sob lotação rotativa por ovinos da raça Morada Nova, recebendo quatro níveis de suplementação concentrada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O capim-aruaana

O capim-aruaana é uma cultivar de *Panicum maximum* e foi introduzido no Brasil pelo Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, em 1989. É uma gramínea proveniente da África e chegou a Nova Odessa por meio de sementes trazidas do Km 47 (Universidade Rural do Rio de Janeiro), onde passou a ser selecionada pelos técnicos da Seção de Agronomia de Plantas Forrageiras, sendo lançado comercialmente em 1995. Apresenta como características: porte médio, grande capacidade e rapidez de perfilhamento, excelente capacidade de cobertura do solo, controlando a erosão, além da propagação por semente,s facilitando a rápida formação das pastagens (BIACHINI et al., 1999). Apresenta hábito de crescimento em touceiras, possui arquitetura foliar ereta e aberta, excelente produção de forragem (18 a 21t. MS •ha⁻¹•ano⁻¹). O capim-aruaana mostra-se como uma alternativa adequada para o pastejo com ovinos, desde que haja condições adequadas de manejo, solo e clima.

Pesquisas têm mostrado que o capim-aruaana apresenta 9,8 a 14 % de proteína bruta aos 50 dias de vegetação. Apresenta boa distribuição sazonal (35 a 40% no inverno) e elevada resistência ao pisoteio e boa produção de sementes (200 Kg•ha⁻¹•ano⁻¹) (CUNHA et al., 2004).

2.2 Trocas gasosas em gramíneas forrageiras

O metabolismo do carbono está relacionado à circulação atmosférica por meio das trocas gasosas, o que permite a troca de dióxido de carbono (CO₂) e oxigênio (O₂) entre o interior da planta e a atmosfera que a envolve (LOPES, 2012). Durante a fotossíntese, ocorrem as trocas gasosas, onde a planta fixa CO₂ e libera O₂; e, nas trocas gasosas, durante a respiração, a planta libera CO₂ e consome O₂, invertendo as trocas desses gases (LARCHER, 2006).

Quando o total de CO₂ fixado pela planta (fotossíntese bruta) excede ao gasto respiratório, tem-se a fotossíntese líquida positiva, que redundará na produção de biomassa (TAIZ e ZEIGER, 2012).

O estudo das trocas gasosas é feito por meio das características: taxa de transpiração da folha, temperatura da folha, taxa de fotossíntese foliar, concentração de dióxido de carbono na folha, condutância estomática, relação fotossíntese/transpiração e relação fotossíntese/condutância. Além desses, há também o índice relativo de clorofila, que permite avaliar se houve resposta do suprimento de nitrogênio à captação de luz. Apresenta alta correlação entre o teor de clorofila e concentração de nitrogênio nas folhas (LOPES et al., 2011).

As trocas gasosas nas plantas são afetadas por vários fatores como a radiação solar incidente, velocidade e direção do vento, temperatura e umidade relativa do ar, umidade do solo. Esses fatores, quando interagem, proporcionam mudanças nos processos fisiológicos e conseqüentemente diferenças na produtividade da mesma espécie. O total de carbono que é fixado é determinado pela taxa fotossintética da folha (TAIZ e ZEIGER, 2012), resultante de fatores intrínsecos como a idade (WOLEDGE, 1971) e fatores extrínsecos às folhas como a irradiância, água no solo, temperatura do ar e os nutrientes (LARCHER, 2006).

A abertura dos estômatos sofre mudanças ao longo do dia, de acordo com espécie, período do ano, atividade e desenvolvimento da planta (LOPES et al., 2011). Esses autores observaram um incremento na taxa de fotossíntese foliar com elevação das doses de nitrogênio em *Panicum maximum* x *P. infestum* cv. Massai, sendo registrados valores de 0,0 e 600 mg·dm⁻³ de solo, respectivamente. Mostrando um aumento de 61,9 % na dose de 600 mg·dm⁻³ de solo em relação à ausência de adubação nitrogenada.

As clorofilas são pigmentos responsáveis por converter a radiação luminosa em energia, na forma de ATP e NADPH, por isso elas estão relacionadas com eficiência fotossintética das plantas e conseqüentemente ao seu crescimento e à adaptabilidade ao ambiente. As clorofilas são sintetizadas e destruídas constantemente (TAIZ e ZEIGER, 2012).

A determinação indireta do teor de clorofila na folha, a partir do clorofilômetro, torna-se uma ferramenta importante para quantificar o nitrogênio (MENGEL; KIRKBY, 2001). A partir dessa quantificação, pode-se determinar o estado nutricional das plantas em relação ao nitrogênio.

2.3 Fluxo de biomassa em gramíneas forrageiras

O crescimento das plantas depende de fatores bióticos como a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), partição de assimilados pela raiz e parte aérea do dossel, mas depende também de fatores abióticos como fertilidade do solo. Dentre os processos bióticos, a interceptação da RFA depende principalmente do índice de área foliar (IAF) do dossel, sendo este influenciado pelo balanço entre os processos morfogênicos e o arranjo estrutural dele resultante. A morfogênese, que pode ser definida como a dinâmica de geração e expansão da planta no espaço, pode ser representada por meio das taxas de aparecimento, expansão e senescência de perfilhos.

No pasto em estágio vegetativo, a morfogênese é função de três características: taxa de aparecimento foliar, taxa de alongamento foliar e tempo de vida das folhas. A combinação dessas características irá formar a estrutura do pasto. Apesar de essas características serem afetadas geneticamente, elas podem ser influenciadas pelo ambiente como a temperatura (DURU e DUCROQ, 2000), intensidade luminosa, disponibilidade hídrica, nutrientes e efeitos do pastejo (BARBOSA et al., 2002), as quais definem as taxas e a duração dos processos pelo manejo.

No caso de gramíneas cespitosas do tipo C_4 , durante o estágio vegetativo (GOMIDE, 2001), há o incremento da produção de forragem, por causa da produção de folhas e também de colmos verdes, por isso, Cândido (2003), modificou o diagrama de Chapman e Lemaire, para incluir o componente colmo, de grande relevância para as gramíneas cespitosas do tipo C_4 (Figura 1).

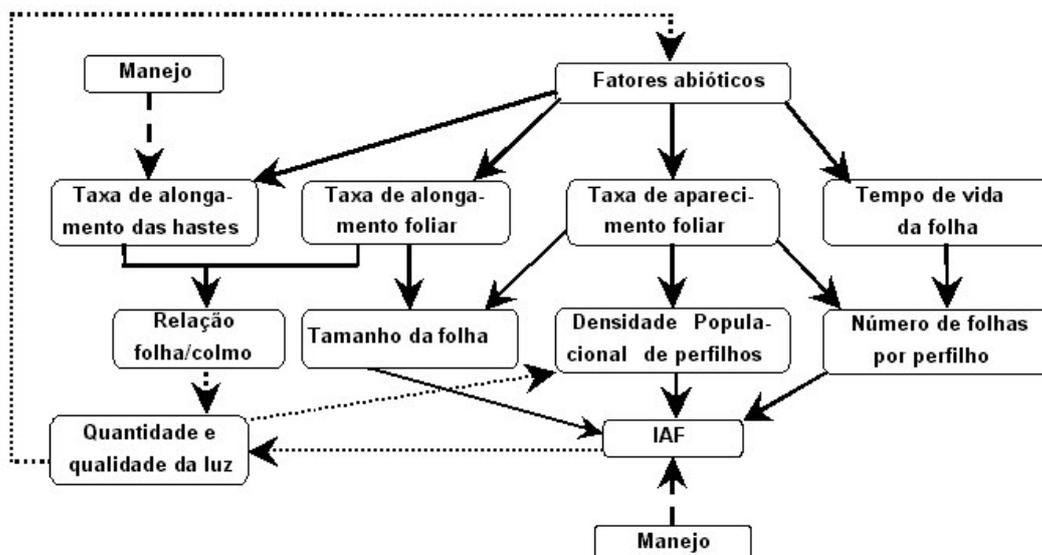


Figura 1: Relação entre as variáveis morfológicas e estruturais em dossel de gramíneas do tipo C4 na fase vegetativa (adaptado de CÂNDIDO (2003)).

Diante do exposto, para gramíneas cespitosas tropicais, as características de fácil mensuração em condições de campo são: taxa de aparecimento e alongamento foliar, taxa de senescência foliar e taxa de alongamento das hastes.

A perenidade das gramíneas forrageiras está associada a sua capacidade de rebrotação após desfolhações sucessivas, ou seja, sua contínua emissão de folhas e perfilhos, garantindo sobrevivência às custas da formação de uma nova área foliar. A compreensão das características morfológicas permite uma melhor visualização da curva de produção, acúmulo de forragem e uma estimativa da qualidade do pasto, possibilitando a recomendação de práticas de manejo diferenciadas (GOMIDE, 1998).

2.3.1 Taxa de alongamento foliar (TAIF)

A TAIF parece ser a variável morfológica que, isoladamente, mais se correlaciona com a massa seca de forragem (HORST et al., 1978) e é afetada de forma variada por fatores do ambiente e do manejo. O alongamento foliar está restrito a uma zona na base da folha em expansão, a qual é protegida pelo cartucho de bainhas das folhas mais velhas ou pseudocolmo (SKINNER e NELSON, 1995).

A TAIF é uma função do comprimento dessa zona de alongamento e da taxa de alongamento por segmento foliar, ou seja, das taxas de alongamento na zona de divisão celular (meristema intercalar), nas zonas de alongamento celular, nas zonas de deposição de nutrientes e formação da parede celular secundária, que forma a zona de alongamento da folha no pseudocolmo (SKINNER e NELSON, 1995). A zona de alongamento é um local ativo por demanda de nutrientes. Na zona de divisão celular, encontramos um maior acúmulo de nitrogênio (GASTAL e NELSON, 1994). Esse nutriente afeta diretamente a TAIF, pois o potencial fotossintético das plantas é determinado no início do alongamento das folhas, com isso déficits de nitrogênio podem comprometer a eficiência fotossintética futura (SKINNER e NELSON, 1995).

A radiação solar tem efeito sobre o crescimento foliar, mas ainda que a capacidade fotossintética das folhas seja superior sob luz mais intensas, isso não implica em maior TAIF, pois as plantas apresentam mecanismos de adaptação ao ambiente luminoso, diminuindo na maior parte das vezes a sua área foliar específica (DIAS FILHO, 2000). A energia luminosa disponível para as plantas é responsável por vários processos e a sua disponibilidade é afetada pela latitude, altitude e nebulosidade, características de cada região. Assim, a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa, que incide no topo do dossel, além das propriedades da vegetação, afetará a sua atenuação ao longo das camadas de folhas do dossel, determinando o crescimento vegetal (SILVA, 2004).

2.3.2 Taxa de aparecimento foliar (TApF)

Desempenha um papel central na morfogênese, afetando conseqüentemente o IAF, pois influencia diretamente cada um dos três componentes da estrutura da pastagem: área foliar, densidade populacional de perfilhos e número de folhas por perfilhos.

Existe uma relação direta da TApF com a densidade populacional de perfilhos, pois cada folha formada sobre a haste representa o surgimento de um novo fitômero, ou seja, a geração de novas gemas axilares. Portanto, a TApF promove mudanças na estrutura da pastagem devido ao seu efeito sobre o tamanho e a densidade dos perfilhos (NABINGER e PONTES, 2001). A TApF responde rapidamente a qualquer mudança de temperatura percebida pelo meristema apical (STODDART et al., 1971). Dentre os

fatores abióticos, a temperatura mostra-se como o fator que mais afeta a TApF, sendo a faixa de temperatura ótima para as gramíneas C₄, valores de 30 a 40°C.

Durante o crescimento da planta, a TApF tende a diminuir, mas a taxa de iniciação das folhas no meristema permanece constante, em função da temperatura, contudo o aumento do comprimento da bainha das folhas sucessivas, em gramíneas C₄, provoca uma demora no surgimento de folhas acima do cartucho de bainhas (DURU e DUCROCQ, 2000).

2.3.3 Tempo de vida das folhas (TVF)

O TVF e consequentemente a senescência das folhas são influenciadas pela temperatura assim como a TApF. Com isso, quando um perfilho atinge seu número máximo de folhas vivas, passa a existir um equilíbrio entre a taxa de surgimento e senescência de folhas que atingiram sua duração de vida. O conhecimento do tempo de vida das folhas é fundamental no manejo da pastagem por indicar o teto potencial de rendimento da espécie (máxima quantidade de material vivo por área). Além disso, é um ótimo indicador para determinação da intensidade de pastejo com lotação contínua ou frequência de pastejo com lotação rotacionada que permita manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação e máxima taxa de crescimento.

O TVF é relacionado com a TApF, mas de maneira inversa. Assim, fatores que promovem a aceleração da TApF, reduzem o TVF. A maior radiação solar promove um aumento na TApF e isso pode ocasionar uma redução no TVF. Em decorrência do maior sombreamento mútuo das folhas, reduzindo a incidência de luz no interior do dossel (CÂNDIDO, 2003). Além disso, a combinação do TVF e da TApF define o número de folhas vivas por perfilho. Essa variável é de extrema importância, pois pode ser utilizada para determinar o máximo período de descanso para um pasto sob lotação rotacionada (SILVA, 2004). Também é um ótimo indicador para determinação da intensidade de pastejo com lotação contínua ou frequência de pastejo com lotação rotacionada.

2.3.4 Taxa de alongamento das hastes (TAIH)

O alongamento das hastes está relacionado com a disponibilidade de luz e temperatura (DURU e DUCROCQ, 2000). A quantidade e a qualidade de luz que incide na base da planta regulam o processo de alongamento das hastes. O sombreamento mútuo reduz a relação vermelho/vermelho extremo da luz (V/Ve) transmitida ao longo do dossel (TAIZ e ZEIGER, 2012), desencadeando processos de mudanças na estrutura do dossel por meio do alongamento das hastes (bainhas e colmos = pseudocolmo).

O nível de umidade do solo afeta a taxa de crescimento das plantas e principalmente o alongamento das hastes, pois afeta a taxa de expansão das células próximas ao meristema. A radiação e a temperatura também influenciam o alongamento das hastes. Afirma-se que as maiores taxas de alongamento ocorrem nas maiores temperaturas (FERRARIS, 1986).

O desenvolvimento das hastes favorece o incremento da produção de matéria seca, mas pode apresentar efeitos negativos no aproveitamento e valor nutritivo da forragem produzida (SANTOS, 2002), alterando o comportamento ingestivo dos animais e consumo da forragem produzida, pois reduz a relação folha/colmo do pasto, dificultando o animal na manipulação da forragem, em virtude da quantidade de lignina e carboidratos estruturais fibrosos, reduzindo o consumo efetivo devido ao enchimento do rúmex (TEIXEIRA, 1998). Com isso, devem-se buscar práticas de manejo que visem seu controle.

2.4. Produção e acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem em uma comunidade de plantas forrageiras é resultado do balanço entre o crescimento e a senescência do dossel (HODGSON, 1990). As altas taxas de crescimento ocorrem quando há altas taxas fotossintéticas, contudo isso corresponde a um elevado custo com senescência e respiração. Esses processos são importantes para a utilização da forragem, uma vez que a perda excessiva de tecidos vegetais por meio da senescência implica em baixa utilização da forragem acumulada (SBRISSIA e DA SILVA, 2001).

A taxa de acúmulo de forragem pode variar devido às mudanças edafoclimáticas e manejo. Pesquisas realizadas com capim-tanzânia sob pastejo rotacionado, não

atestaram diferenças sobre o acúmulo de forragem em função dos diferentes resíduos pós-pastejos utilizados (2,3 e 3,6 t MS •ha⁻¹•ano⁻¹). Já estudos com diferentes períodos de descanso (28, 38 e 48 dias) sobre a massa de forragem e acúmulo de MS entre as gramíneas Mombaça e Tanzânia, o maior período de descanso registrou a maior massa de forragem, mas não houve diferenças de acúmulo de MS entre as cultivares. Os maiores acúmulos foram observados no período das águas (janeiro e fevereiro) (SANTOS et al., 1999).

Trabalhos realizados com o capim-mombaça sob pastejo rotacionado e duas alturas residuais (30 e 50 cm) e duas condições de pastejo (95 e 100% de interceptação de luz), a interceptação de 95% de radiação de luminosa atestou a maior produção de forragem, com um decréscimo na produção com o aumento do período de descanso aos 100% de interceptação de luminosa. Segundo a autora, tal redução está associada à senescência foliar, resultante da maior competição de luz do dossel (CARNEVALLI, 2003).

2.5. A estrutura do pasto como resultado do fluxo de biomassa

2.5.1. Densidade populacional de perfilhos (DPP)

A biomassa de forragem produzida é resultado da combinação da produção de lâminas foliares, hastes e número de perfilhos em uma determinada área (HODGSON, 1990). O contínuo surgimento de perfilhos e sua capacidade de manutenção ao longo do tempo garantem a persistência do pasto durante os ciclos de pastejo. A produção de novos perfilhos é um processo contínuo, podendo ser acelerado pela desfolhação que afeta de maneira positiva na distribuição de luz, especialmente na região basal do dossel.

Os perfilhos individuais têm duração de vida limitada e sofrem influência de fatores bióticos e abióticos. A persistência de pastagens depende da manutenção adequada da densidade populacional de perfilhos em crescimento ou em pontos de crescimento que regeneram novos perfilhos.

A densidade populacional de perfilhos é função do equilíbrio entre as taxas de aparecimento e morte de perfilhos (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), ou seja, o número

de perfilhos vivos por planta ou por unidade de área é determinado pela relação entre o aparecimento de novos perfilhos e sua longevidade. Com isso, a mudança na densidade populacional de perfilhos ocorre quando o aparecimento de novos perfilhos excede ou não a mortalidade (BRISKE, 1991). Outro aspecto importante a ressaltar é que na dinâmica de perfilhamento o número de folhas formadas determina aparecimento de perfilhos, devido à presença de uma gema na axila de cada folha (NELSON, 2000).

2.5.2. Altura do dossel

De acordo com Hodgson (1990), essa variável fornece melhor indicação de produção de forragem e do desempenho pelo animal em condições particulares e em diferentes condições, além disso, essa variável é de fácil mensuração, o que constitui um critério satisfatório para a avaliação das pastagens.

A altura também pode não ser considerada um bom índice de produção de forragem, pois a medição do pseudocolmo pode superestimar a disponibilidade de forragem colhível (BARTHAM, 1981). Além disso, em caso de gramíneas tropicais, ocorre uma diminuição da densidade de forragem com o aumento da altura, podendo não haver relação direta entre esta e a massa de forragem (STOBBS, 1973).

Em alturas mais elevadas (superiores a 60 cm), há uma dificuldade na formação do bocado, fazendo com que o animal faça mais movimentos mandibulares para apreender o alimento, provocando uma redução na taxa de bocados e aumento no tempo de pastejo. Há ainda redução na densidade de massa seca de lâminas foliares, comprometendo o tamanho do bocado (STOBBS, 1973).

2.5.3 O número de folhas por perfilho

O número de folhas vivas por perfilho é uma característica genotípica relativamente estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais (NABINGER e PONTES, 2001). De acordo com Davies (1973), o número de folhas vivas pode ser medido a partir da duração de vida das folhas que é expressa pelo intervalo de aparecimento entre duas folhas sucessivas (filocrono).

O número de folhas vivas por perfilho é importante para determinar o potencial de perfilhamento da planta, pois, para cada folha, há uma gema localizada na sua axila, o

maior número de folhas indica um maior número de sítios potenciais para o crescimento (GOMIDE, 1997). Já Lemaire e Chapman (1996) afirmaram que não é o número de folhas que determina a produção teto de uma pastagem, mas sim sua longevidade.

O número de folhas vivas mantêm-se constante após certo período de rebrotação, isso faz com que essa variável possa ser utilizada no manejo do pastejo, se não houver limitações de água e nutrientes. Esse conhecimento auxilia na melhor utilização da forragem produzida, pois permite definir o momento de pastejo correto, prevenindo a perda de biomassa por senescência. Assim, o período de descanso em pasto manejado sob lotação rotativa pode ser determinado a partir do tempo necessário para formação de certo número de folhas vivas por perfilho (SILVA, 2004).

2.5.4 Biomassa de forragem

O processo de produção de biomassa de forragem sob pastejo está intimamente ligado às características morfofisiológicas da planta, que garantem a elas a capacidade de rebrotação. Sendo essas características: o índice de área foliar remanescente (IAF residual), carboidratos totais não estruturais (CTNE) e o número de plantas capazes de promover a rebrotação da planta (GOMIDE, 1973).

O índice de área foliar residual é importante para acelerar o crescimento do pasto após desfolhação. De acordo com Nabinger (2002), os pastos submetidos à desfolhação severa não apresentam uma quantidade de carbono fixado pela fotossíntese suficiente para assegurar a manutenção dos tecidos remanescentes e a formação de nova área foliar. Isso faz com que a planta mobilize suas reservas orgânicas. Segundo este autor, a estacionalidade que é encontrada nas respostas dos processos vegetais está atribuída às características fisiológicas das plantas, além dos fatores ambientais.

A produção de biomassa de forragem se eleva com o aumento do tempo de rebrota do pasto. O incremento na produção de biomassa em base de matéria seca, ao longo do tempo, não está relacionado com a qualidade do pasto, principalmente para as gramíneas tropicais, onde esse incremento a partir de certa idade de rebrotação se deve, em grande parte, ao maior alongamento das hastes (acúmulo de colmo).

Segundo Nabinger (2002), há um momento no desenvolvimento vegetal em que se estabelece um equilíbrio entre produção e morte de tecidos, não havendo mais acúmulo de forragem. Existem variações associadas à qualidade da forragem,

principalmente as relacionadas à relação da biomassa de forragem verde (BFV) e à biomassa de forragem morta (BFM), assim como à relação biomassa de lâminas foliares verdes (BLV) e de colmos verdes (BCV).

2.5.5. Relação folha/colmo

Dentre os fatores relacionados à qualidade da forragem, podemos destacar a relação folha/colmo, já que ela expressa a quantidade de massa seca de lâminas foliares verdes em relação à quantidade de massa seca de colmo verde. A sua redução afirma que houve uma maior participação da biomassa de colmo verde na biomassa de forragem total. Isso reduz a qualidade da forragem ofertada ao animal.

A alta relação folha/colmo garante à gramínea melhor adaptação ou tolerância à desfolhação, por representar um momento fenológico em que os meristemas apicais encontram-se mais perto do solo e estão, portanto, mais susceptíveis à destruição (PINTO, et al., 1994). Já a redução dessa relação ocorre em decorrência da diminuição da oferta de lâminas foliares, além da forma como ela é disponibilizada ao animal. Isso afetará o consumo, uma vez que a qualidade das lâminas foliares é superior à qualidade dos colmos, bem como são de mais fácil apreensão e digestão (AKIN, 1989).

Cândido (2003) mencionou que a relação folha/colmo é a característica mais importante ligada à estrutura do pasto, no que diz respeito ao desempenho animal para as gramíneas do tipo C₄. Nesse estudo o autor verificou que o prolongamento do período de descanso reduziu esta relação, visto que houve uma maior participação de biomassa de colmo verde na produção de biomassa total.

2.6 Fatores relacionados à pastagem

2.6.1 Quantidade de forragem

A biomassa de forragem influencia o desempenho animal, pois se houver uma maior disponibilidade de alimento, haverá um maior consumo. Obviamente que, para tal, é necessário que não haja limitações qualitativas e estruturais do pasto. Segundo Hodgson (1990), o consumo por bocado é fortemente afetado pela estrutura do dossel.

As gramíneas de metabolismo C_3 apresentam relação direta da altura com a massa de forragem produzida, portanto, pode-se estimar o incremento na produção de forragem a partir da elevação da altura do dossel. Já para as plantas C_4 , o incremento na produção com elevação da altura não pode ser considerado, pois ocorre uma redução na densidade volumétrica do dossel (STOBBS, 1973) devido ao alongamento das hastes.

No ecossistema de pastagens, é necessário otimizar o desempenho animal, disponibilizando forragem de alta digestibilidade, o que significa grande oferta de folhas novas para animais sob pastejo.

As variáveis quantitativas e qualitativas ajudam na avaliação da pastagem, permitindo observar as respostas do pasto ao manejo que lhe é empregado. Dentre as variáveis quantitativas, podemos destacar a altura do dossel, número de folhas por perfilho e a biomassa de forragem total. Sendo as duas primeiras já comentadas anteriormente.

A biomassa de forragem total é uma variável básica utilizada para caracterizar o potencial de produção da pastagem (POMPEU, 2006). Ela se eleva com o tempo, sendo importante ser analisada com cautela, pois não aborda o aspecto qualitativo do pasto, já que as gramíneas do tipo C_4 ainda na fase vegetativa a partir de certo momento ocorre um aumento da produção de biomassa, mas o mesmo se deve ao maior acúmulo de colmo. (CÂNDIDO et al., 2005).

A biomassa de forragem total é considerada o principal fator limitante do consumo e da produção animal, especialmente no início do crescimento vegetativo das gramíneas, contudo o rápido desenvolvimento das gramíneas forrageiras tropicais ocorre um incremento de colmo e material senescente na pastagem, dificultando o pastejo. (SANTOS et al., 2004).

2.6.2 Qualidade da forragem

O termo qualidade da forragem está ligado a uma combinação de conhecimentos variados que vão desde a composição químico-bromatológica até a forma de como esses alimentos são disponibilizados aos animais em pastejo (SILVA, 2004). O consumo de forragem pelo animal pode ser limitado pelo valor nutritivo da forragem ofertada, desde que não haja limitação de quantidade de alimento.

Após a redução do valor nutritivo da forragem oferecida ao animal, ele tende a diminuir o tamanho do bocado e/ou a taxa de bocado, buscando compensar através de um maior tempo de pastejo. Isso tende a ser limitado, pois o animal necessita de tempo, que ele destina para outras atividades que fazem parte do seu comportamento diário e com isso ele pode ter seu desempenho reduzido.

A redução da qualidade do pasto se associa principalmente ao aumento na proporção de colmos que apresentam menor valor nutritivo. Esse acúmulo compromete a ingestão dos ruminantes em pastejo. Nas gramíneas C_4 é necessária a manutenção da estrutura do pasto por meio da pressão de pastejo ao longo do período de crescimento. Nesse processo o alongamento das hastes pode ser controlado, mantendo-se dentro de níveis adequados para um bom desempenho animal (DURU e DUCROCQ, 2002)

Dentre as variáveis que estão associadas à qualidade do pasto, podemos destacar a biomassa de forragem verde (BFV), a biomassa de lâmina foliar verde (BLV), a biomassa de colmo verde (BCV) e a relação folha/colmo (F/C).

A biomassa de forragem verde (BFV) prever a produção da fração verde (folhas e colmos) da biomassa total da pastagem em um determinado espaço. Sendo essa uma característica estrutural que pode ser estimada pela diferença entre a biomassa seca de forragem total e a biomassa seca de forragem morta. Entretanto essa variável não está bem associada à qualidade do pasto, já que ocorre um aumento com o passar do tempo, sendo esse incremento devido ao acúmulo de colmo (POMPEU, 2006). De acordo com este mesmo autor, a partir de certa idade de rebrotação, a biomassa de colmo verde passará a representar grande parte da biomassa de forragem verde, contudo com pouco ou nenhum benefício para o animal devido à redução da relação folha/colmo, dificultando sua manipulação do alimento.

Outra variável importante é a biomassa de lâmina foliar verde (BLV), já que a proporção de folhas influencia tanto na dieta como no comportamento animal em pastejo. Pode ser estimada pela diferença entre a biomassa seca de forragem verde e a biomassa seca de colmo verde. A partir dessa variável, é possível prever a produção de folhas na condição pós e pré-pastejo, onde se pode observar a área foliar residual remanescente após o pastejo e a disponibilidade de forragem para o pré-pastejo. Com isso essas características são de fundamental relevância para o manejo da pastagem (POMPEU, 2006).

Após a desfolhação, novas folhas são formadas para garantir o restabelecimento do IAF da pastagem e restaurar a capacidade de interceptação da energia luminosa e o

potencial fotossintético do dossel (POMPEU, 2006). Após o dossel atingir o seu IAF crítico, inicia-se o processo de senescência e ocorre um equilíbrio entre o surgimento de novas folhas e senescência das mais velhas (ROBSON, 1973), garantindo uma estabilização do número de folhas vivas por perfilho (GOMIDE e GOMIDE, 2000).

As folhas são responsáveis pela interceptação da energia luminosa, sendo muito importantes para garantir a eficiência fotossintética do dossel, portanto, a essa fração da biomassa constitui um componente estrutural valioso no que diz respeito à qualidade da forragem.

A biomassa de colmo verde (BCV) é outro componente crucial para a qualidade do pasto, embora ele só seja mais expressivo na produção total a partir de certo momento durante a rebrotação. A BCV contribui para um maior acúmulo de biomassa verde, mas com pouco ou nenhum benefício para o animal em pastejo, pois há uma redução da relação folha/colmo, diminuindo a qualidade da forragem e dificultando sua manipulação pelo animal (SILVA et al., 2007).

De acordo com Hodgson (1985), com o avançar da idade ocorre o enrijecimento das folhas, principalmente em sua base e no colmo, devido ao aumento dos compostos estruturais de sustentação e espessamento da parede celular secundária com elevada quantidade de lignina, diminuindo a qualidade do material ofertado aos animais.

A relação folha/colmo associa-se com a qualidade do pasto e também influencia o hábito de pastejo dos animais, já que eles têm preferência por áreas com maior proporção de folhas (DE PAULA et al., 2009). Essa variável é pertinente, pois está inteiramente relacionada à facilidade de manipulação e colheita da fração da biomassa (Folhas) preferida pelos animais em pastejo (BRÂNCIO et al., 2003).

A relação folha/colmo está amplamente ligada aos valores de massa seca de lâmina foliar e massa seca de colmo verde, estimados na pastagem. O ideal é que essa relação seja alta porque indica que a gramínea está bem adaptada ao pastejo e tolerante ao corte (MORAIS NETO, 2009). Se a relação for menor devido à baixa qualidade do material ofertado, o consumo dos animais será afetado de maneira negativa, pois ocorrerá uma rejeição da pastagem com alta proporção de colmos (MINSON, 1990).

2.7 Suplementação para ovinos em pastejo

Buscando-se o avanço da produtividade e da competitividade na produção de ovinos, diversas alternativas têm sido propostas, dentre elas a suplementação a pasto tem recebido destaque.

A suplementação de animais de corte sob pastejo apresenta como vantagens: o aumento da capacidade suporte, o auxílio do manejo da pastagem pelo controle da taxa de lotação, a possibilidade de fornecer aditivos ou medicamentos via suplementação e a redução da idade de cobertura e de abate dos animais (REIS et al., 1997).

No semiárido brasileiro, a suplementação a pasto é uma alternativa eficiente para o aumento da produção animal, pois geralmente a forragem disponível na pastagem não tem todos os nutrientes essenciais, na proporção adequada, de forma a atender todas as exigências dos animais em pastejo (HODGSON, 1990).

Os efeitos da suplementação podem ser aditivo, substitutivo e combinado. O efeito aditivo é avaliado com o aumento do ganho de peso, proporcionado pela suplementação para corrigir deficiências nutricionais específicas em que pequenas quantidades de alimento são ingeridas (EUCLIDES, 2002). Porém do efeito substitutivo ocorre uma redução do consumo de forragem, devido ao consumo do suplemento.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área e período e experimental

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Vale do Curu – FEVC, a qual pertence à Universidade Federal do Ceará, em uma área de 1,5 ha, que já se encontrava implantada com capim-aruaana desde 2010. O experimento foi conduzido durante os meses de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013.

O município de Pentecoste está localizado nas latitudes 3°40' a 3°51'18" e longitudes 31°10'19" a 39°18'13" oeste, em uma região cujo clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSw' h', semiárido quente com precipitação pluvial anual média de 806,5mm, distribuída no período de janeiro a abril. O solo da área experimental é classificado como Neossolo flúvico de textura argilosa (EMBRAPA, 1999).

Para determinar as características físico-químicas do solo, foram colhidas amostras da área experimental (quatro amostras compostas) e levadas para o Laboratório de Ciências do Solo e Água (UFC). Na tabela 1 podem ser observados dados com as características químicas do solo, realizadas ao início da instalação do experimento.

Tabela 1-Atributos químicos do solo da área experimental, na profundidade de 0 a 10 cm, ao início da instalação do experimento

MO	pH	P	K	Ca	Mg	Na
(g•ha ⁻¹)		mg•dm ⁻³			mmolc g•dm ⁻³	
15,72	7,7	32,0	187,68	6,5	4,10	0,79
Baixo	alto	Muito bom	Muito bom	Muito bom	Muito bom	

A partir dos resultados da análise de solo, foram feitas recomendações de acordo com CFSEMG (1999), para níveis de fertilidade sugeridos para gramíneas de alto potencial produtivo e com alto nível de produção. Os valores de P, K, Ca, Mg estão adequados, sendo necessária apenas a realização da adubação de cobertura com uréia (560 Kg•ha⁻¹ano⁻¹).



Figura 2- Procedimento para coleta de amostra de solo indeformada (A) e a amostra para análise de fertilidade do solo (B) na área experimental

3.1.2 Manejo da adubação e irrigação

O pasto foi adubado com nitrogênio numa dose equivalente a $560 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ (NOGUEIRA et al., 2011), sendo esta dividida em duas aplicações: a primeira logo após a saída dos animais e a segunda na metade do período de descanso. O pasto dos piquetes em descanso foram irrigados por aspersão fixa de baixa pressão, segundo recomendações de Alencar (2001), com turno de rega de três dias.

3.1.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizados seis piquetes por tratamento, cada piquete experimental possuía área de $183,6 \text{ m}^2$, totalizando vinte piquetes com uma área experimental de $5888,0 \text{ m}^2$. Cada piquete era provido de bebedouros, comedouros, saleiros e sombrites com 75% de sombreamento. O período de descanso correspondeu ao tempo necessário para que o pasto atingisse 90% da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA). Foram utilizados seis animais por tratamento, resultando num total de 24 animais de prova. Os ovinos de equilíbrio foram utilizados, quando necessário, para garantir o rebaixamento da vegetação para um índice de área foliar residual de 1,0 (SILVA, 2004), ao final do quarto dia de pastejo.

Foram avaliados quatro níveis de suplementação concentrada de ovinos pastejando *Panicum maximum* cv. Aruana sob lotação rotativa. Os níveis de suplementação corresponderam a 0,0; 0,6; 1,2 e 1,8% do peso corporal (PC) dos ovinos,

considerando uma capacidade de consumo diária de matéria seca (MS) de 3,6% PC para ovinos deslanados, em pastejo, na fase de terminação (POMPEU, 2006).

Os animais não suplementados, nível de 0,0% PC, tratamento testemunha, receberam sal mineral à vontade. Já os animais suplementados com os níveis de 0,6; 1,2 e 1,8% do peso corporal (PC) receberam concentrado uma vez ao dia, sempre às 12 h, considerando uma capacidade de consumo de matéria seca máxima diária 3,6% do peso corporal para ovinos deslanados, em pastejo, na fase de terminação (POMPEU, 2006).

O suplemento concentrado foi formulado com base no NRC (2007), considerando-se a categoria de cordeiros em terminação de 20 kg de peso corporal e crescimento moderado. Os animais de equilíbrio de cada tratamento receberam concentrado na mesma proporção, a fim de mantê-los na mesma condição dos animais de prova.

As características climáticas de cada ciclo de pastejo, os dados de duração dos ciclos de pastejo, taxa de lotação em cada tratamento, índice de área foliar residual e da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa podem ser observados na tabela dois.

Tabela 2- Características climáticas e características de manejo durante a realização do experimento

Características climáticas	Ciclos de pastejo			
	1	2	3	
Período	09/12 a 27/12	31/12 a 19/01	03/02 a 25/02	
Temperatura média °C	31,24	30,03	28,9	
Temperatura mínima °C	24,86	23,05	22,84	
Temperatura máxima °C	39,2	37,2	36,8	
Umidade relativa do ar (UR %)	49,96	51,55	50,0	
Precipitação pluviométrica (mm)	0	57,8	84,8	
Características de manejo	Níveis de suplementação (%) PC			
	0,0%	0,6%	1,2%	1,8
Período de ocupação (dias)	4	4	4	4
Período de descanso (dias)	20	20	20	20
IAFres	1,08	1,13	1,04	1,06
IRFApre(%)	91,51	91,46	91,30	91,47
TLO (ovinos•ha ⁻¹)	62,26	73,61	97,91	117,77
TLO máxima (ovinos•ha ⁻¹)	75	100	117	142
TLO mínima (ovinos•ha ⁻¹)	50	58	79	98

*IAFres- índice de área foliar residual, IRFApre- Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pré-pastejo, TLO- taxa de lotação foi calculada registrando-se o número de animais de prova e de equilíbrio presentes em cada piquete a cada dia, dividindo pelo número de dias do ciclo de pastejo.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado num esquema de parcelas subdivididas: os níveis de suplementação, as parcelas; e os ciclos de pastejo, as subparcelas (três ciclos), com cinco repetições (piquetes). Adotou-se o método de pastejo sob lotação rotativa com taxa de lotação variável.

Para caracterizar o alimento fornecido, foram coletadas amostras do capim-aruana para realização das análises químico-bromatológicas. As amostras de capim foram coletadas no campo, levadas ao laboratório, sendo fracionada em material morto (MM), folha (Fol), colmo (Col), posteriormente acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram levadas ao laboratório de nutrição animal LANA/DZ/CCA/UFC e trituradas em moinho tipo “Wiley”, utilizando peneiras com malha de 1,0 mm para moagem.

Nessas amostras, foram determinados o teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). Os dados referentes à composição centesimal dos ingredientes utilizados no suplemento concentrado e da composição químico-bromatológica podem ser visualizadas na tabela 3.

Tabela 3- Composição centesimal dos ingredientes utilizados no concentrado e composição químico-bromatológica da folha do capim-aruana

Composição centesimal dos ingredientes utilizados no concentrado (%)	
Ingredientes	Quantidade (%)
Milho grão	90,08
Soja farelo 48%	6,72
Ureia	2,00
Calcário	1,05
Fosfato bicalcico	0,15
Composição químico-bromatológica da folha do capim-aruana	
Variáveis (%)	Folha
Matéria seca da ASE (MS)	89,11
Matéria mineral (MM)	11,40
Extrato Etéreo (EE)	2,88
Proteína Bruta (PB)	16,55
Fibra em detergente neutro (FDN)	67,44
Fibra em detergente ácido (FDA)	37,42

3.2 Avaliação das trocas gasosas

Para as avaliações das trocas gasosas que foram realizadas no meio do intervalo de descanso, utilizou-se um analisador de CO₂ por radiação infravermelha (Infra Red Gas Analyzer-IRGA LCpro-SD, marca ADC) (Figura 3). Em cada uma das unidades experimentais, escolheram-se folhas recém-expandidas e folhas emergentes em seis perfilhos, sendo as leituras efetuadas na região mediana da folha, sempre escolhendo folhas sem a presença de injúrias e completamente expostas ao sol. Essas aferições eram pontuais, sempre nos horários das 9h às 12h. No momento das leituras, o solo apresentava-se com umidade próxima da capacidade de campo.

As variáveis analisadas: taxa de transpiração da folha (E , $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$); temperatura da folha (TFOL, em °C), taxa de fotossíntese foliar (A , $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), concentração de dióxido de carbono na folha (C_i , ppm), condutância estomática (g_s , $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). Os dados de trocas gasosas foram armazenados automaticamente no equipamento, sendo posteriormente transferidos para o programa EXCEL 2010[®].



Figura 3- Mensuração das trocas gasosas em pastos de capim-aruana sob pastejo de ovinos com quatro níveis de suplementação concentrada

Mediu-se o índice relativo de clorofila (IRC) com o clorofilômetro (Chlorophyll Meter SPAD 502) e logo em seguida as avaliações fisiológicas, sempre nas mesmas folhas e no mesmo horário, das 9h às 12h. Essas leituras eram realizadas na região mediana da lâmina foliar, fazia-se uma média de quatro aferições para as lâminas foliares recém-expandidas e de três aferições para as lâminas foliares emergentes. Esse procedimento foi adotado devido ao menor comprimento das folhas, sendo realizadas quatro leituras na folha recém-expandida e três na folha emergente.

3.3 Avaliação dos componentes do fluxo de biomassa do dossel

O ensaio de fluxo de biomassa foi realizado durante o período de descanso, o qual era interrompido pelo pastejo, quando o dossel forrageiro atingisse $90\pm 0,5\%$ de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, essa meta foi preconizada. A radiação e o índice de área foliar foram estimados por meio do analisador PAR/LAI em Agricultura (Decagon Devices[®]), modelo Accupar LP-80. Foram efetuadas 16 leituras cruzadas (duas por ponto amostral, totalizando oito pontos) por piquete experimental, posicionando o aparelho acima do dossel e ao nível do solo.

Para a mensuração das variáveis do fluxo de biomassa, foram escolhidos cinco piquetes amostrais para cada tratamento e em cada piquete foram marcadas três touceiras, sendo que para cada uma destas foram escolhidos três perfilhos. As avaliações foram iniciadas dois dias após a saída dos animais do piquete pastejado e foram repetidas a cada quatro dias.

As variáveis registradas foram: alongamento, aparecimento e senescência de folhas e alongamento das hastes. O comprimento da lâmina foliar emergente foi medido do seu ápice até a lígula da última folha expandida. O comprimento das lâminas expandidas foi realizado por meio da medição da distância da sua lígula até o ápice da folha. O comprimento da porção senescente foi obtido pela diferença entre o comprimento total foliar ao tempo de expansão e o comprimento de porção ainda verde. O alongamento das hastes foi obtido pelo somatório da diferença entre os comprimentos das bainhas de cada uma das folhas presentes no perfilho, mensurando o alongamento de cada bainha, onde a medida da bainha era a distância da sua lígula até a base do perfilho. O somatório dessa diferença foi dividido pelo período de observação.



Figura 4-Identificação das hastes (A) e mensuração das características do fluxo de biomassa (B)

Foram calculados os índices: a) taxa de alongamento foliar (TALF), referente ao alongamento médio/dia das lâminas foliares do perfilho durante o período de descanso; b) taxa de aparecimento foliar (TApF), que mede a velocidade de surgimento da folha; e seu inverso; c) taxa de alongamento das hastes (TAIH), referente ao alongamento médio diário das bainhas e colmo verdadeiro do perfilho durante o período de descanso; d) razão entre as taxas alongamento das lâminas foliares da primeira e da segunda folha produzidas no início da rebrotação de cada perfilho (TALF1/TALF2); e) a TSFA e a TSFP, que expressam, respectivamente, a taxa de senescência de lâminas foliares formadas anteriormente ao último pastejo antes das medições e a taxa de senescência de lâminas foliares formadas posteriormente ao último pastejo antes das medições; f) taxa de senescência foliar total (TSFT) representa a soma das senescências das folhas remanescentes ao crescimento anterior ao último pastejo com a senescência das folhas formadas após o último pastejo (TSFT= TSFA+TSFP).

Também foram determinados o número de folhas vivas por perfilho através das mensurações das variáveis morfogênicas. Para determinar a relação comprimento:peso, foram coletados aleatoriamente 30 perfilhos em cada piquete, no meio e no final do período de descanso de cada manejo. Estes foram levados ao laboratório e separados em lâmina foliar emergente, lâmina foliar expandida e colmo. Cada fração acima teve seu comprimento registrado. Posteriormente foram levadas a uma estufa de ventilação forçada a 55 °C, até peso constante. Em seguida, tiveram seus pesos registrados.

A densidade populacional de perfilhos foi estimada através da contagem do número de perfilhos em dois pontos por piquete experimental utilizando molduras com dimensões de 0,50 x 0,50 m, em locais representativos da condição média do pasto. Essa avaliação foi realizada no início e no final do período de descanso.

A produção de biomassa total e a taxa de acúmulo de forragem durante o período de descanso foram obtidas a partir das equações abaixo (adaptada de DAVIES, 1993):

$$TPF = [(TALF \times a_1) + (TALC \times b)] \times DPP$$

$$TAF = \{[(TALF \times a_1) - (TSF \times a_2)] + (TALC \times b)\} \times DPP$$

Onde:

TPF: Taxa de produção de forragem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}\cdot\text{MS}$);

TAlF: Taxa de alongamento de lâmina foliar ($\text{cm}\cdot\text{perfilho}\cdot\text{dia}^{-1}$);

a1: Índice de peso/unidade de comprimento da lâmina foliar emergente ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}$);

TAlC: Taxa de alongamento de colmo ($\text{cm}\cdot\text{perfilho}\cdot\text{dia}$);

b: Índice de peso por unidade de comprimento da haste ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}$);

DPP: Densidade populacional de perfilhos ($\text{perf}\cdot\text{ha}^{-1}$); TAF:

Taxa de acúmulo líquido de forragem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}\cdot\text{MS}$);

TsF: Taxa de senescência de lâmina foliar ($\text{cm}\cdot\text{perfilho}\cdot\text{dia}^{-1}$);

a2: Índice de peso/unidade de comprimento da lâmina foliar expandida ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-1}$).

3.4 Avaliação das características estruturais do dossel

Como critério para entrada dos animais, foi utilizado o nível de 90% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA), com variação de 0,5% acima e abaixo deste valor, já como critério de saída o IAF residual de 1,0, sendo essas medidas obtidas através do Analisador PAR/LAI em Agricultura DECAGON LP-80 (DECAGON Devices®, Inc., Pullman, Washington-USA), amostrando-se 16 pontos em amostra dirigida da condição média do piquete.

Foram utilizados cinco piquetes experimentais por nível de suplementação, sendo que os piquetes restantes serviam para permitir o descanso do pasto adequado para alcançar o nível de interceptação luminosa preconizada para entrada dos animais. Todos os piquetes tinham uma área de aproximadamente 200m² cada, cercados com tela campestre. Cada piquete era provido de tela de sombreamento de 10 m² com 75% de sombreamento, bebedouros, comedouros e saleiros, com exceção do nível de 0,0% (controle) que não tinha comedouros.

No ensaio da estrutura do dossel e seus componentes, foram realizadas as seguintes avaliações nos piquetes experimentais no início e no fim do período de descanso (PÓS e PRÉ-PASTEJO):

1) índice de área foliar (IAF), estimado através do Analisador PAR/LAI DECAGON LP-80, avaliando-se 16 pontos na condição média do piquete e assim obtendo-se a média de IAF do piquete;

2) a altura do dossel estimada, medindo-se a altura do pasto em 30 pontos do piquete experimental, utilizando-se uma régua graduada retrátil (Figura 5);

3) o número de folhas vivas/perfilho, contando-se o número de novas folhas vivas expandidas por perfilho, como sendo aquelas em que a lígula já se encontrava exposta contando como 1,0 e contando como 0,5 folhas quando a lígula ainda não estava exposta, amostrando-se 25 perfilhos aleatoriamente por piquete experimental (essa mensuração somente era realizada na condição pré-pastejo);

4) a densidade populacional de perfilhos (DPP), estimada contando-se os perfilhos vivos dentro de uma moldura de 0,5m x 0,5m em duas amostragens dentro do piquete;

O período de descanso foi obtido conferindo os dias de descanso do pasto após a saída dos animais até o dia antecedente da entrada dos mesmos no piquete.



Figura 5-Medição da altura (A), corte (B) e pesagem e fracionamento da biomassa e fração colmo, folha e material morto (D).

As biomassas de forragem total (BFT), de forragem morta (BFM), de forragem verde (BFV), de lâminas foliares verdes (BLV), de colmos verdes (BCV), relações material vivo/material morto (MV_MM) e folha/colmo (F_C), foram estimadas

cortando-se, em cada piquete, duas amostras de 0,50 x 0,50 m rente ao solo (Figura 5 B) onde eram levadas para o laboratório para separar o material vivo do material morto e em seguida, no material vivo, separar as lâminas foliares dos colmos (Figura 5 C e D). Todas essas frações foram pesadas, secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C até atingir peso constante e pesadas novamente. A partir do peso fresco total e das frações foram quantificadas as biomassas de forragem.

3.5 Análise estatística dos dados

Os dados foram analisados em delineamento inteiramente casualizado, como medidas repetidas no tempo, por meio do procedimento MIXED do SAS (Statistical Analyses System, SAS Inst. Inc., Cary, NY, EUA). O modelo da análise de variância incluiu os efeitos fixos do nível de suplementação e ciclo de avaliação, a interação nível suplementação × ciclo, o erro associado à n-ésima unidade experimental dentro dos níveis de suplementação e o erro aleatório residual. As médias dos tratamentos foram obtidas através da opção LSMEANS do SAS. Quando observada interação nível de suplementação × ciclo significativa ($P < 0,05$), os níveis de suplementação foram estudados por meio de análise de regressão dentro de cada ciclo de avaliação, utilizando o procedimento REG do SAS. Por sua vez, quando a interação não foi significativa ($P > 0,05$), os níveis de suplementação foram estudados por meio de análise de regressão, independentemente do ciclo de avaliação, enquanto que as diferenças entre ciclos foram exploradas por meio do teste de múltiplas comparações de Tukey. Diferenças foram declaradas significativas quando $P < 0,05$.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação das trocas gasosas

Na tabela 4 é apresentado o resumo da análise de variância para as características fisiológicas de folhas recém-expandidas do capim-aruana. Não foi constatado efeito de interação para os níveis de suplementação e ciclos de pastejo para as variáveis fisiológicas: temperatura foliar, transpiração foliar, condutância estomática e taxa de fotossíntese foliar e índice relativo de clorofila, exceto para concentração interna de CO₂.

Tabela 4-Resumo da análise de variância para características fisiológicas de folhas recém –expandidas de capim-aruana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada

Ciclos	TFOL (°C)	Ci (ppm)	E ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	gs ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	A ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	IRC
1	40,96	69,53A	7,3A	0,28A	33,68A	41,4
2	41,78	47,71B	6,81B	0,23B	30,94A	41,4
3	40,56	61,53A	5,11C	0,17C	22,68B	40,93
Média	41,11	59,59	6,41	0,22	29,1	41,24
F	1,33 ^{ns}	15,09*	9,89*	18,49*	18,56*	0,29 ^{ns}
CV ₂ (%)	5	24	25	27	22	3
Níveis de suplementação (%)						
0,0	41,80	61,46	6,57	0,21	26,85	41,3
0,6	40,83	59,0	6,48	0,25	31,0	41,06
1,2	41,82	57,94	6,86	0,22	28,09	41,02
1,8	40,0	60,22	5,72	0,23	30,45	41,6
Média	41,11	59,65	6,40	0,23	29,10	41,24
F	2,39 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,32 ^{ns}	1,19 ^{ns}	1,56 ^{ns}	0,27 ^{ns}
CV ₁ (%)	5	25	22	32	19	3
C x N	1,53 ^{ns}	5,90*	1,78 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,08 ^{ns}	1,27 ^{ns}

CV₁ e CV₂=coeficiente de variação dos níveis de suplementação e dos ciclos de pastejo, respectivamente. ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a p<0,05).+TFOL (temperatura da folha); Ci (concentração interna de CO₂); E (transpiração foliar); gs (condutância estomática); A (taxa de fotossíntese foliar), IRC (índice relativo de clorofila)

A concentração interna de CO₂ (Ci) no ciclo 2 apresentou efeito quadrático em função dos níveis de suplementação (figura 6). O ponto de máxima concentração de CO₂ (56,65ppm) foi obtido no nível 0,7%. Esse fato pode estar associado às menores temperaturas e radiação fotossinteticamente ativa nesse período, não favorecendo as reações metabólicas da planta. É provável que tenha ocorrido o efeito aditivo até o nível de 0,7%, resultando em um IAF específico na condição residual, não tão eficiente de modo a garantir a maximização da fixação de CO₂. Sugere-se que essas folhas remanescentes dos crescentes níveis de suplementação tenham passado por um processo de aclimação durante esse ciclo, promovendo mudanças na anatomia foliar, pois quando expostas a ambientes pouco iluminados, ocorre uma redução da área foliar específica, fazendo com que as mesmas alcancem seu ponto de saturação de luz mais rapidamente (DIAS FILHO, 2000).

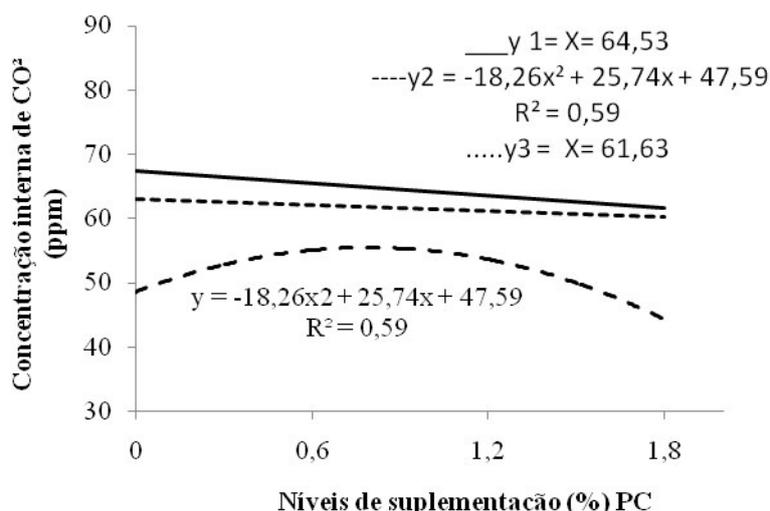


Figura 6-Concentração interna de CO₂ (Ci) em pasto de *Panicum maximum* cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo crescentes níveis de suplementação concentrada

Não houve efeito de ciclo para temperatura foliar das folhas recém-expandidas (TFOI) nem para índice relativo de clorofila ($P > 0,05$) (Tabela 4). As médias para TFOI e IRC foram de 41,11 °C e 41,24, respectivamente. Houve efeito significativo de ciclo ($P < 0,05$) para as variáveis, concentração interna de CO₂ (Ci), transpiração foliar (E), condutância estomática (gs), taxa de fotossíntese foliar (A). Os maiores valores de Ci

foram obtidos nos ciclos um (69,53 ppm) e três (61,63 ppm). A maior assimilação de CO₂ (Ci) no primeiro ciclo esteve associada à maior transpiração (E) a maior abertura estomática (gs) (LAMBERS et al., 1998).

A transpiração foliar e a condutância estomática reduziram na medida em que avançaram os ciclos. Essa redução ocorreu devido a uma redução da radiação incidente, menor temperatura e a precipitação, favorecendo o mecanismo da planta de controlar sua temperatura em diferentes condições climáticas, diminuindo a transpiração ou aumentando, a fim de reduzir sua temperatura foliar através da dissipação de parte da energia proveniente da radiação solar (HOPKINS, 1999).

Elevadas radiações solares e temperaturas ambientais ocasionam um aumento da temperatura foliar, provocando um estresse térmico nas plantas e isso reduz as atividades enzimáticas fotossintéticas dos dosséis (RIBEIRO et al., 2006). Entretanto a transpiração foliar possibilita a dissipação de parte do calor fazendo com que a temperatura foliar seja mantida em níveis adequados, desse modo permitindo a manutenção das atividades fotossintéticas do pasto mesmo em condições de temperaturas elevadas ao longo do dia.

É possível constatar no ciclo 2 que, mesmo com a redução da condutância estomática e da transpiração, essas variáveis não apresentaram ainda valores que tornassem esses fatores limitantes para a taxa de fotossíntese foliar (A) ($30,94 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$). No entanto, esses valores no ciclo três sofrem uma redução quando comparado ao ciclo um. Nesse caso, as variáveis, condutância estomática (gs) e transpiração foliar (E) agora apresentaram valores que se tornaram limitantes para a taxa de fotossíntese foliar (A), já que a menor condutância afetada pela redução da transpiração afeta diretamente no influxo de CO₂ e conseqüentemente da taxa fotossintética. O que promoveu uma redução da fotossíntese no ciclo três, registrando o valor de $22,68 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Além disso, essa redução está ligada ao fato da gramínea ter iniciado seu estágio reprodutivo, pois a partição dos carboidratos muda ao longo do ciclo de uma planta, de acordo com a disposição espacial e a função fisiológica dos tecidos em crescimento, durante a fase reprodutiva as sementes tornam os drenos preferenciais para a translocação de carboidratos (SANTOS, 2002). Isto tem relação direta com a redução da temperatura do meio.

A taxa de fotossíntese foliar (A) das folhas recém expandidas sofreu efeito de ciclo, sendo os maiores valores registrados nos ciclos 1 e 2 ($33,68$ e $30,94 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), respectivamente. Esses resultados têm estreita relação com os valores de condutância estomática e transpiração foliar. Além disso, respostas morfogênicas, como redução do

filocrono, maior aparecimento foliar e maior número de folhas por perfilho, especialmente no ciclo 1, promoveram um incremento no aparato de captação de luz, na fase fotoquímica.

Os resultados registrados sugerem que a gramínea mostrou-se adaptada às elevadas radiações e temperaturas na região, visto que não houve uma paralisação das atividades fotossintéticas. Tal resposta reflete que esta gramínea é pouco afetada nas condições de altas temperaturas do referido estudo.

O índice relativo de clorofila (IRC) não apresentou efeito significativo nem de ciclo nem de tratamento ($P > 0,05$). É possível que esse padrão de resposta esteja associado ao fato dessas medidas terem sido efetuadas em momentos de plena luz (das 9 às 12 horas), tornando as condições similares em momentos da leitura. Além disso, houve uma aplicação da mesma quantidade de nitrogênio em todos os tratamentos para todos os ciclos de pastejo. A disponibilidade de nitrogênio é um fator de extrema importância e o que mais afeta o IRC. Essa variável apresentou valores médios de 41,24 unidades SPAD para as folhas recém-expandidas. Na tabela 5 é apresentado o resumo da análise de variância para as características fisiológicas de folhas emergentes do capim-aruaana. Não foi constatado efeito significativo de níveis de suplementação, nem de ciclo de pastejo nem da interação níveis de suplementação x ciclos de pastejo ($P > 0,05$).

A inexistência de qualquer fator significativo pode ser devido ao fato de que esse tipo de folha ainda não atingiu sua completa expansão, sendo classificadas de acordo com Taiz e Zeiger (2012), como folhas imaturas, atuando como drenos, isto é, órgãos que ainda não são capazes de produzir produtos fotossintéticos (produtos da fotossíntese) em quantidade suficiente para as suas próprias necessidades de crescimento e reserva. Isso pode ter contribuído para que essas folhas tenham apresentado valores inferiores aos das folhas recém-expandidas, que teoricamente estão no ápice da sua eficiência fotossintética e funcionam como fonte para as folhas emergentes. As folhas emergentes do pasto de capim-aruaana registraram valores médios de TFOLe, Cie, Ee, gse, Ae e IRCe, de 42,16°C, 64,37ppm, 6,40 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 0,23 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 29,10 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 5-Resumo da análise de variância para características fisiológicas de folhas emergentes de capim-aruaana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada

Ciclos	TFOLe (°C)	Cie (ppm)	Ee ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	gse ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Ae ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	IRCe
1	43,96	63,14	6,80	0,17	22,20	31,3
2	41,88	65,07	5,74	0,15	20,36	31,8
3	40,56	65,70	4,72	0,17	20,40	31,7
Média	42,16	64,37	6,40	0,23	29,1	31,6
F	0,40 ^{ns}	15,09 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,52 ^{ns}	1,6 ^{ns}
CV ₂ (%)	5	24	25	27	22	3
Níveis de suplementação (%)						
0,0	41,80	70,52	6,06	0,16	21,4	31,8
0,6	41,15	66,54	5,52	0,15	21,59	30,92
1,2	41,98	70,04	5,64	0,14	19,38	31,61
1,8	43,53	64,18	5,70	0,20	21,61	31,8
Média	42,16	64,37	6,40	0,23	29,10	31,6
F	0,26 ^{ns}	0,55 ^{ns}	2,54 ^{ns}	1,24 ^{ns}	1,48 ^{ns}	1,15 ^{ns}
CV ₁ (%)	5	25	22	32	19	3
NxC	1,03 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,74 ^{ns}	1,25 ^{ns}

CV₁ e CV₂=coeficiente de variação da parcela e da subparcela, respectivamente.

ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a p<0,05).

+TFOLe (temperatura da folha emergente); Cie (concentração interna de CO₂ da folha emergente); Ee (transpiração foliar emergente); gse (condutância estomática da folha emergente); Ae (taxa de fotossíntese foliar emergente), IRC (índice relativo de clorofila da folha emergente)

4.2 Avaliação das características do fluxo de biomassa

Na tabela 6, é apresentado o resumo da análise de variância para as características morfogênicas do capim-aruaana. Não foi constatado nenhum efeito de interação entre os níveis de suplementação e os ciclos de pastejo para nenhum dos componentes do fluxo de biomassa (P>0,05).

Houve efeito significativos de ciclo sobre as variáveis morfogênicas (P<0,05) (TAIF, NFol, TApF e TST), exceto a TALH. As taxas mais altas encontradas no ciclo 1

para TAIF, NFol e TApF podem estar associadas à maior temperatura média encontrada nesse ciclo, já que o aumento na temperatura proporciona mudanças bioquímicas nas células, causando uma elevação na taxa de crescimento foliar (TAIZ E ZEIGER, 2012).

Outro fator importante para estas respostas, de efeito de ciclo, foi a maior temperatura e possivelmente maior radiação solar no período, contribuindo para um incremento em folhas e possibilitando uma rápida recuperação da eficiência fotossintética do dossel. De acordo com STODDART, et al., (1986), a TApF responde rapidamente a qualquer mudança de temperatura percebida pelo meristema apical. A senescência foliar é um processo natural que caracteriza a última fase de vida de uma folha. Depois da sua completa expansão, inicia-se seu processo de senescência, sempre pelo ápice da lâmina foliar e sua intensidade aumenta de acordo com o prolongamento do período de descanso e aumento do índice de área foliar, devido ao sombreamento natural das folhas localizadas na porção inferior do dossel.

O maior valor de TST foi encontrado no ciclo 3. Tal resposta se deve à menor radiação incidente sobre o dossel nesse período, além do sombreamento mútuo, não permitindo assim que a luz chegasse de maneira suficiente na porção inferior do perfilho. Vale ressaltar que a TSA (taxa de senescência foliar anterior) foi semelhante à Taxa de senescência foliar total (TST), pois não houve senescência foliar posterior (TSP). Esse resultado mostra que o ajuste na duração média do período de descanso e a taxa de lotação para remover a massa de forragem acumulada minimizaram as perdas de tecidos foliares pela senescência, já que a TSP é um indicativo do ajuste na frequência de desfolhação à fisiologia do dossel, pois um pasto manejado com alta eficiência de uso da forragem produzida deve impedir a senescência de folhas formadas na rebrotação, apresentando valores para TSP próximos ou iguais a zero (CÂNDIDO et al., 2006).

Quanto à razão entre a taxa de alongamento da folha 1 e da folha 2 e a taxa de alongamento das hastes não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para os ciclos de pastejo, onde essas variáveis apresentaram valores médios de 1,23 e 0,61 ($\text{cm} \cdot \text{perf}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$), respectivamente. Os valores da relação TAIF1/TAIF2 próximos a 1,0 significam que o alongamento da primeira lâmina foliar não foi comprometido, por exemplo, pela mobilização de reservas orgânicas, para a emissão da segunda folha, situação em que o crescimento se inicia mais lentamente (WOLEDGE, 1971). Portanto, os valores registrados nesse trabalho sinalizam para um adequado manejo do pastejo, tendo

favorecido o crescimento das duas folhas concomitantemente sem prejuízo ao processo de rebrotação.

Tabela 6-Resumo da análise de variância para as componentes do fluxo de biomassa de capim-aruana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada

Ciclos	TAIF1/TAIF2	TAIF (cm•perf ¹ •dia ⁻¹)	TAIH (cm•perf ¹ •dia ⁻¹)	NFol (folhas vivas•perfilho)	TApF (f•perf- ¹ •dia ⁻¹)	TST (cm•perf ¹ •dia ⁻¹)
1	1,35	3,30A	0,75	3,41 ^a	0,18A	0,33A
2	1,18	2,67B	0,50	2,67B	0,16B	0,18B
3	1,18	2,64B	0,58	2,50B	0,15C	0,38A
Média	1,23	2,87	0,61	2,86	0,16	0,30
F	0,13 ^{ns}	5,19*	2,09 ^{ns}	5,32*	7,19*	9,70*
CV ₂ (%)	10	16	43	27	25	68
Níveis de suplementação (%)						
0,0	1,21	2,76	0,47	2,70	0,15	0,33
0,6	1,06	3,03	0,44	2,85	0,17	0,26
1,2	1,33	2,48	0,64	2,73	0,17	0,29
1,8	1,32	2,96	0,88	3,06	0,18	0,43
Média	1,23	2,81	0,61	2,83	0,17	0,33
F	2,0 ^{ns}	2,19 ^{ns}	12,0*	1,22 ^{ns}	7,81*	1,14 ^{ns}
CV ₁ (%)	21	18	45	19	21	67
NxC	1,28 ^{ns}	0,42 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,65 ^{ns}	1,97 ^{ns}

CV₁ e CV₂=coeficiente de variação dos níveis de suplementação e dos ciclos de pastejo, respectivamente. ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a p<0,05).

+ TAIF1/TAIF2(taxa de alongamento da folha1 e da folha 2), TAIF (taxa de alongamento foliar), NFol (número de folhas vivas por perfilho), TApF (taxa de aparecimento foliar) e TST (taxa de senescência total).

O maior alongamento de lâmina foliar (TAIF) foi registrado no ciclo um. Tal fato deve-se possivelmente às maiores temperaturas e radiação fotossinteticamente ativa durante esse período. Em ambiente nessa situação, as folhas tendem a aumentar sua área foliar, visando maximizar a captação de luz. A temperatura é um fator determinante no crescimento da folha, influenciando tanto na taxa de aparecimento como na de alongamento das folhas (PARSONS e CHAPMAN, 2000).

Os valores para a TAIH atestam que houve um controle do alongamento do colmo ao longo dos ciclos de pastejo. Isto é importante para garantir a qualidade do pasto, pois a fração da biomassa de forragem preferível pelo animal são as folhas. Além disso, esse alongamento também tende a comprometer o consumo dos animais em pastejo, dificultando a manipulação e a apreensão do alimento.

Houve efeito dos níveis de suplementação sobre os componentes do fluxo de biomassa. Na figura 7, é possível observar que os níveis de suplementação proporcionaram efeito linear crescente ($P > 0,05$) para os componentes taxa de alongamento das hastes (TAIH) e taxa de aparecimento foliar (TApF).

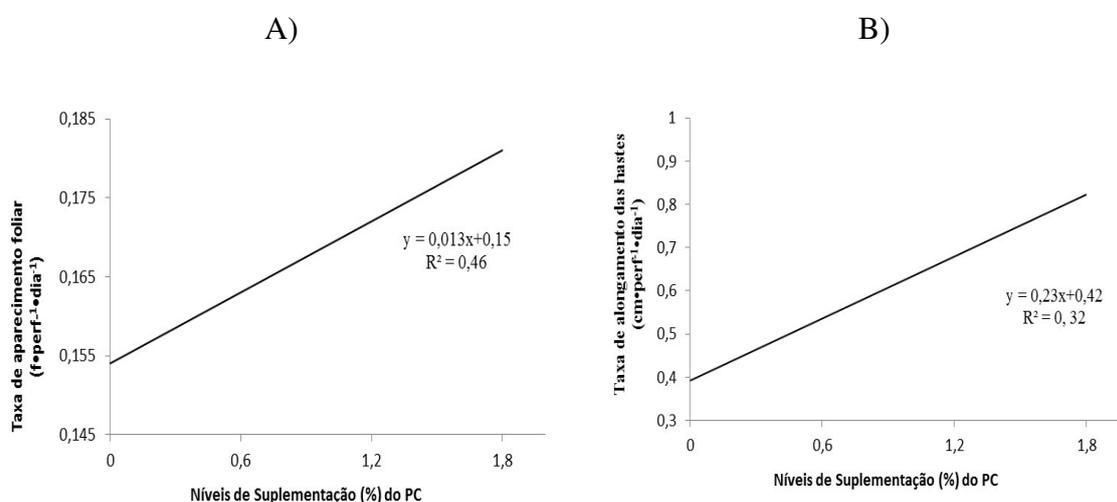


Figura 7-Taxa de aparecimento foliar (TApF) e Taxa de alongamento das hastes (TAIH) em pasto de *Panicum maximum* cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo crescentes níveis de suplementação concentrada

Em relação à variável taxa de aparecimento foliar (TApF), que apresentou comportamento linear crescente (Figura 7A), pode ter sido em função da maior eficiência fotossintética das folhas residuais remanescentes após o pastejo, à medida que se aumentava o nível de suplementação, sendo suficientemente eficiente durante o início do período de rebrotação da gramínea, garantindo a rápida recuperação da área foliar do dossel, mesmo tendo as mesmas contribuído para um posterior incremento do alongamento das hastes devido ao sombreamento mútuo, já que a relação F_C na condição pós-pastejo aumentou linearmente com os crescentes níveis de suplementação, proporcionando um maior alongamento das hastes em busca de uniformizar e maximizar a captação da radiação fotossinteticamente ativa (ver figura 10D). Esse

comportamento confirma o efeito substitutivo do suplemento. Além disso, é possível que tenha existido um aumento do nutriente (nitrogênio) presente na solução do solo através dos excrementos fecais e urinários dos animais, visto que os maiores níveis de suplementação detinham a maior taxa de lotação, portanto um maior incremento de nutrientes sendo incorporado ao solo. A maior disponibilidade do nitrogênio tende a aumentar o aparecimento de folhas sucessivas no perfilho, uma vez que aumenta a produção de novas células (SILVA et al., 2009).

Quanto à TAIH (Figura 7B), essa resposta deve estar associada à maior seletividade dos animais nos maiores níveis de suplementação devido ao efeito substitutivo do suplemento, que proporciona uma redução do consumo do pasto. Essa seletividade, onde os animais sob pastejo têm preferência por folhas mais jovens, provocou uma menor incidência de luz ao longo do dossel, resultando no maior sombreamento e conseqüentemente uma redução da capacidade fotossintética, desencadeando o alongamento das hastes. De acordo com Pompeu et al. (2009) essa característica é muito importante quanto à qualidade do pasto, pois apesar de aumentar a produção de MS, ela apresenta efeitos negativos na qualidade da forragem produzida e no seu aproveitamento pelos ovinos em pastejo.

Houve efeito significativo dos níveis de suplementação sobre a TPF e a TAF. A TPF apresentou um comportamento linear crescente (Figura 8 A) ($P < 0,05$). Essa resposta pode ser justificada pelo mesmo comportamento registrado para alongamento foliar, aparecimento foliar e alongamento de hastes, que são as características que contribuem para a produção de forragem. O componente senescência, que também compõe a produção total de forragem, não apresentou diferença para os tratamentos, atestando que independente do nível de suplementação, o capim-aruana, no manejo utilizado, produziu biomassa principalmente oriunda de folhas e colmos verdes.

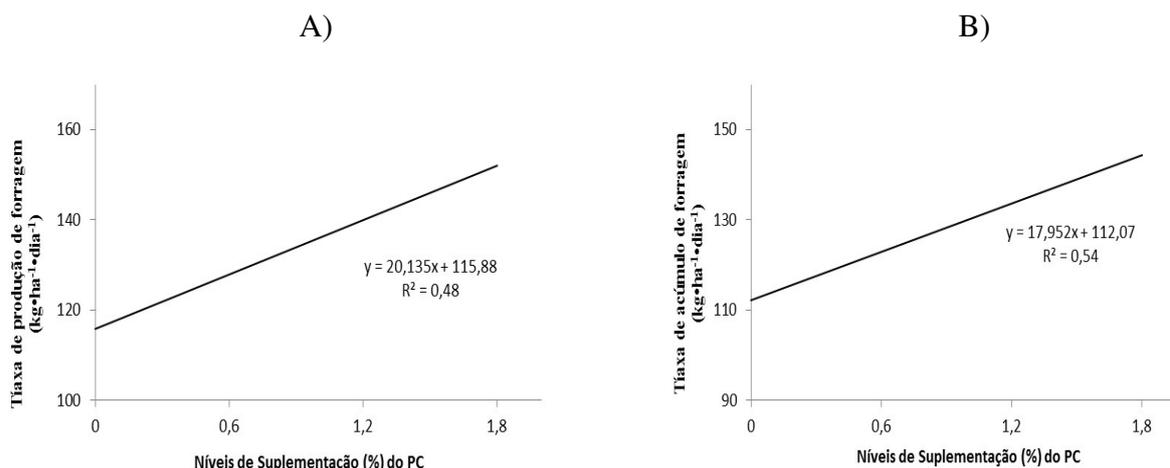


Figura 8-Taxa de produção de forragem (TPF) e taxa de acúmulo de forragem (TAF) em pasto de *Panicum maximum* cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova submetidos a crescentes níveis de suplementação concentrada

Na tabela, 7 é apresentado o resumo da análise de variância para as taxas de produção e acúmulo de forragem, obtidas pela morfogênese. Não foi constatada nenhuma interação significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de suplementação e os ciclos de pastejo para as taxas de produção e acúmulo de forragem.

Não houve efeito significativo dos ciclos de pastejo ($P > 0,05$) nem para a taxa de produção de forragem (TPF) nem de acúmulo (TAF), com média de $134,03 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ e $128,18 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente.

À medida que aumentava o nível de suplementação, também aumentavam as taxas de lotação, por isso pode ter havido um incremento de nutrientes na solução do solo através dos excrementos (fezes e urina) dos animais (WOLTON, 1979 apud MATCHES, 1992), proporcionando um aumento linear na produção de forragem e no acúmulo de forragem com o aumento nos níveis de suplementação.

O comportamento linear crescente da taxa de acúmulo de forragem (TAF) (Figura 8 B) pode ser atribuído a uma maior quantidade de folhas (maior TApF) e maior área foliar (maior TApF) de elevada capacidade fotossintética, reduzindo a necessidade de mobilização de reservas orgânicas, visto que novas folhas estavam sendo formadas em menos tempo (menor Filocrono). Essa aceleração na dinâmica do desenvolvimento forrageiro garante uma recuperação mais rápida do índice de área foliar. Essas características resultam no maior acúmulo líquido de forragem.

Tabela 7-Resumo da análise de variância para as taxas de produção e acúmulo de forragem quantificada por meio dos componentes do fluxo de biomassa de capim-aruana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada

Ciclos	TPF (kg•MS•ha ⁻¹ •dia ⁻¹)	TAF (kg•MS•ha ⁻¹ •dia ⁻¹)
1	136,46	126,68
2	137,63	134,00
3	128,00	123,83
Média	134,03	128,18
F	1,40 ^{ns}	1,16 ^{ns}
CV ₂ (%)	21	25
Níveis de suplementação (%)		
0,0	108,88	105,70
0,6	131,94	125,72
1,2	153,06	146,94
1,8	142,11	134,53
Média	140,0	128,22
F	6,28*	6,03*
CV ₁ (%)	25	26
NxC	1,17	0,89

CV₁ e CV₂=coeficiente de variação dos níveis de suplementação e dos ciclos de pastejo, respectivamente. ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a p<0,05).

+ TPF (taxa de produção de forragem) TAF (taxa de acúmulo de forragem).

4.3 Avaliação das características estruturais pós-pastejo

Na tabela 8, é apresentado o resumo da análise de variância para as características estruturais pós-pastejo do pasto de capim-aruana. Não houve efeito de nível de suplementação, de ciclo nem da interação entre estes dois fatores (P>0,05), para biomassa seca de forragem total residual (BFTr), biomassa seca de forragem morta (BFMr), índice de área foliar residual (IAFr), sendo os valores médios de 899,91 Kg•ha⁻¹•ano⁻¹, 141,7 Kg•ha⁻¹•ano⁻¹ e 1,08, respectivamente (tabela 8 e tabela 9). Em relação à BFMr, essa resposta justifica a eficiência de uso da forragem produzida. Possivelmente a meta de manejo preconizada de IAF residual de 1,0 também contribuiu para que essa fração da biomassa de forragem fosse reduzida e que não fosse afetada pelos níveis de suplementação. Quanto ao IAFr, essa resposta confirma que foi alcançada a meta de manejo preconizada para a saída dos animais do piquete.

Tabela 8-Resumo da análise de variância para os componentes estruturais Pós-Pastejo de capim-aruana sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova com quatro níveis de suplementação concentrada

Ciclos	BFT _r (Kg•ha ⁻¹)	BFV _r (Kg•ha ⁻¹)	BLV _r (Kg•ha ⁻¹)	BCV _r (Kg•ha ⁻¹)	BFM _r (Kg•ha ⁻¹)	MV_MM r	F_Cr	AP (cm)	DPPres
1	834,54	682,96 B	288,21	356,98 B	152,10	7,94	0,92A	12,56 B	1.066,88 B
2	935,51	850,46 A	339,62	468,75 A	121,10	9,63	0,86A	14,48 A	1.085,28 B
3	929,69	781,87 A	283,91	444,34 A	150,70	7,56	0,69B	13,95 A	1.276,20 A
Média	899,91	771,76	303,91	423,35	141,7	8,37	0,82	13,66	1142,78
F	2,37 ^{ns}	16,02*	1,04 ^{ns}	10,3*	2,03 ^{ns}	4,67 ^{ns}	5,65*	14,76*	6,04*
CV ₂ (%)	33	32	34	35	29	27	29	9	25
Níveis (%)									
0,0	836,49	733,66	286,94	457,02	177,06	5,12	0,54	13,0	1.115,12
0,6	776,20	693,67	275,76	399,50	113,58	8,07	0,79	13,37	1.215,40
1,2	995,20	821,08	298,83	417,02	168,72	8,09	0,90	13,33	1.136,40
1,8	986,56	838,34	354,84	421,04	107,44	11,85	1,0	13,92	1.105,32
Média	899,91	771,08	304,09	423,66	141,7	8,25	0,80	13,40	1145,28
F	2,03 ^{ns}	8,65*	7,92*	5,72*	4,8 ^{ns}	5,86*	11,07*	1,76 ^{ns}	2,28 ^{ns}
CV ₁ (%)	28	29	36	32	40	45	42	14	29
NxC	2,11 ^{ns}	6,61*	10,13*	5,24*	4,6 ^{ns}	4,69 ^{ns}	6,23*	2,62 ^{ns}	1,24 ^{ns}

CV₁ e CV₂ = coeficiente de variação dos níveis de suplementação e dos ciclos de pastejo, respectivamente. ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

+Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a p<0,05).

+ BFT_r(biomassa de forragem total residual); BCV_r(biomassa de colmo verde residual); BFV_r(biomassa de forragem verde residual); BLV_r(biomassa lâmina foliar verde residual); BFM_r(biomassa de forragem morta residual); MV_MM (relação material vivo:material morto residual); F_Cr (relação folha:colmo residual); DPPres (densidade populacional de perfilhos na condição residual).

Houve efeito somente de ciclo para a altura (AP), densidade populacional de perfilhos (DPP_r) (tabela 8) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRF_{Ar}) (tabela 9) (P<0,05) na condição de pós-pastejo. Para altura, o menor valor foi registrado no ciclo um (12,56 cm). Essa resposta está relacionada ao corte de uniformização, que permitiu uma melhor distribuição da luz que chega ao interior do dossel, tanto em quantidade como em qualidade (NABINGER, 2002), evitando assim o

alongamento das hastes, o que corrobora com a biomassa de colmo verde residual para esse ciclo ($356,98 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$).

Quanto à densidade populacional de perfilhos residual (DPPres), o maior valor 1276,20 perfilhos/m² foi registrado no ciclo três. Esse resultado pode indicar um manejo do pastejo favorável, uma vez que houve aumento na DPP do primeiro para o último ciclo.

A variável interceptação da radiação fotossinteticamente ativa residual (IRFAR) (tabela 9) apresentou efeito significativo para ciclo de pastejo. O maior valor de IRFAR foi encontrado no ciclo dois (46,57 %), sendo esse resultado associado ao alongamento das hastes nesse ciclo (tabela 9), o que favoreceu maior captação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA).

Tabela 9-Índice de área foliar (IAF) e Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) pós-pastejo em pasto de capim-aruana irrigado e pastejado sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova submetidos a diferentes níveis de suplementação

Ciclos	IAFr	IRFAR (%)
1	1,05	43,81B
2	1,10	46,57 ^a
3	1,09	43,58B
Média	1,08	44,98
F	0,69 ^{ns}	5,09*
CV ₁ (%)	15	19
Níveis de suplementação (%)		
0,0	1,08	44,54
0,6	1,13	45,21
1,2	1,04	43,7
1,8	1,06	46,38
Média	1,08	44,90
F	0,90 ^{ns}	1,12 ^{ns}
CV ₂ (%)	12	13
CxN	1,24 ^{ns}	4,59 ^{ns}

CV₁ e CV₂ = coeficiente de variação dos níveis de suplementação e dos ciclos de pastejo, respectivamente. ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

+Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a $p < 0,05$).

+Índice de área foliar residual (IAFr) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFAR)

Houve efeito significativo apenas dos níveis de suplementação para MV_MMr (tabela 8) ($P < 0,05$), sendo observado comportamento linear crescente, à medida que aumentava o nível de suplementação (figura 9).

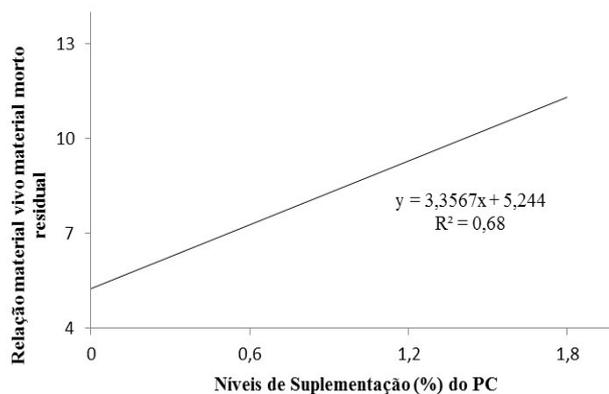


Figura 9-Relação material vivo e material morto residual (MV_MMr) em pasto de Panicum maximum cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada

Ao passo que aumentaram os níveis de suplementação, houve aumento da pressão de pastejo (figura 9), resultando em melhor eficiência de uso do pasto, reduzindo assim a quantidade de material morto. O efeito substitutivo confirma essa maior presença de material verde na condição pós-pastejo, haja vista que a seletividade dos animais se eleva juntamente com os níveis de suplementação.

Houve efeito significativo da interação níveis de suplementação x ciclos de pastejo ($P < 0,05$) para biomassa de forragem verde residual (BFVr), biomassa de lâmina verde residual (BLVr), biomassa de colmo verde residual (BCVr), biomassa de forragem morta residual (BFMr), relação folha colmo residual (F_Cr), conforme pode ser observado na tabela 8.

Os efeitos de interação nível de suplementação x ciclo de pastejo, para as variáveis biomassa de forragem verde residual (BFVr), biomassa de lâmina verde residual (BLVr), biomassa de colmo verde residual (BCVr) e relação folha colmo residual (F_Cr) estão graficamente representados na figura 10.

Na figura 10 A, está representado o desdobramento da interação biomassa de forragem verde residual (BFVr). No ciclo 1, o comportamento foi quadrático, com ponto de mínimo estimado em $539,48 \text{ Kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, no nível de suplementação de 1,2% do PC. O comportamento da variável no ciclo um pode estar associado ao corte de uniformização e ao reflexo do pastejo inicial sobre a planta que ainda não está adaptada ao pastejo intenso, como consequência das adaptações morfológicas da gramínea durante a rebrotação. No ciclo dois e três, o comportamento foi linear crescente, sendo possível observar que, à medida que os níveis de suplementação aumentaram,

ocorreram acréscimos nos valores para a biomassa de forragem verde residual, resposta que sugere efeito substitutivo do suplemento.

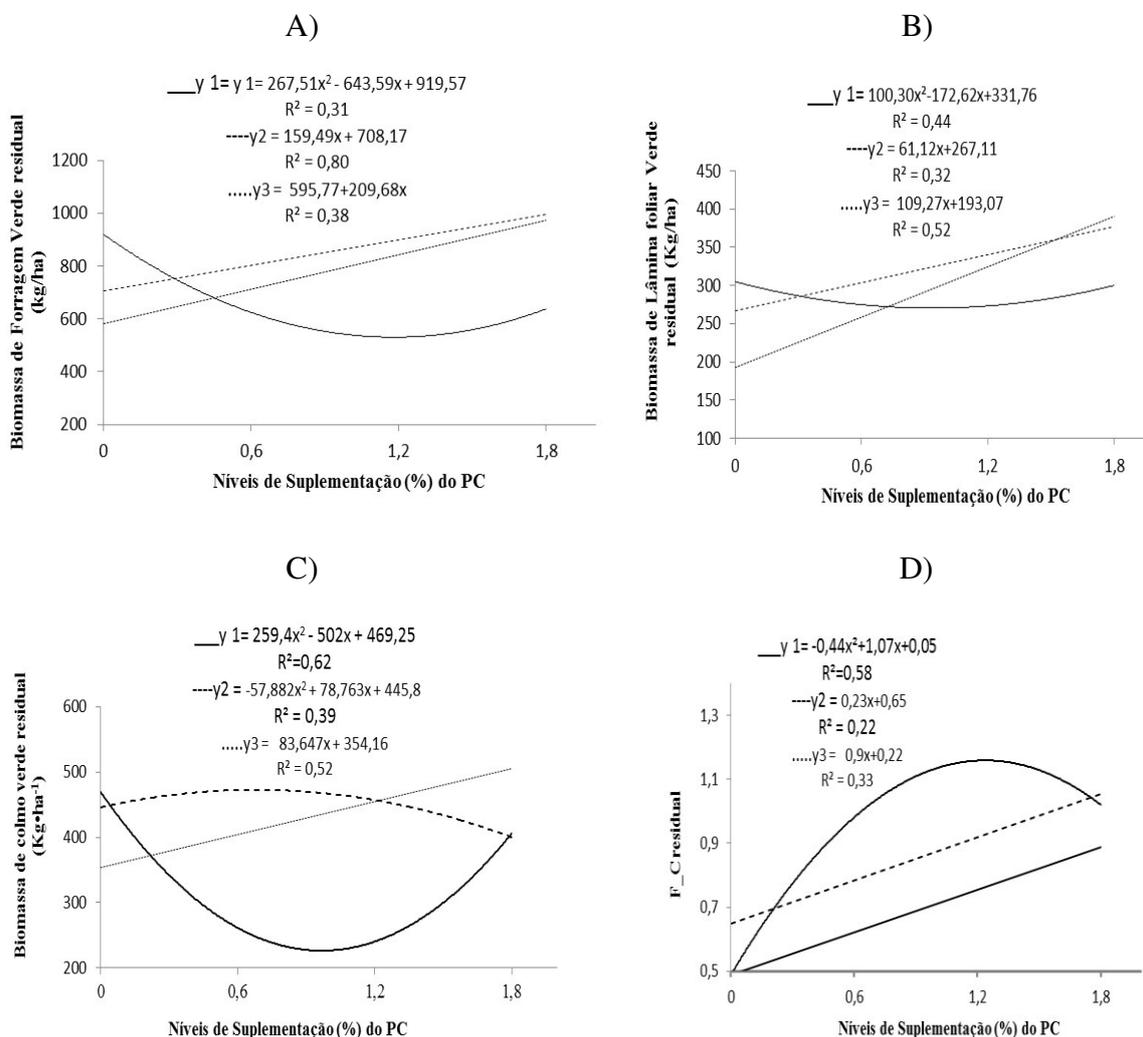


Figura 10-Biomassa de forragem verde residual (BFVr), Biomassa de lâmina foliar verde residual (BLVr), Biomassa de colmo verde residual (BCVr), Relação material vivo e material morto residual (MV_MMr) e Relação folha_colmo residual (F_Cr) em pasto de Panicum maxi cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada

X= níveis de suplementação.

y_1 = Valores estimados a partir da equação de regressão para a variável no ciclo um
 y_2 = Valores estimados a partir da equação de regressão para a variável no ciclo dois
 y_3 = Valores estimados a partir da equação de regressão para a variável no ciclo três

Na figura 10 B, a biomassa de lâmina foliar verde residual (BLVres) apresentou o mesmo comportamento da biomassa de forragem verde. No ciclo um, o valor mínimo estimado foi 257,53 Kg·ha⁻¹, com 0,86 % de suplementação. Nesse caso, houve efeito

aditivo até 0,86%, a partir daí, sugere-se que houve efeito substitutivo do suplemento, à proporção que aumentam os níveis de suplementação. O efeito aditivo só foi estimado no ciclo um; nos ciclos dois e três, o efeito foi substitutivo.

Na figura 10 C, a biomassa de colmo verde residual (BCVr), apresentou efeito quadrático nos ciclos um e dois. No ciclo um, o menor valor foi estimado em 226,15 Kg•ha⁻¹ no nível de suplementação de 0,97%. No ciclo dois, o valor máximo estimado foi de 472,73 Kg•ha⁻¹ com 0,68% PC. No ciclo três, o comportamento foi efeito linear crescente. O efeito do corte de uniformização no primeiro ciclo pode ter sido responsável pelo comportamento observado. Enquanto no segundo ciclo, parece haver uma adaptação da planta ao pastejo que foi dado, sendo apenas no terceiro ciclo registrados valores que estão de acordo com o esperado para esta característica.

Na figura 10 D, a relação folha colmo residual (F_Cr) apresentou efeito quadrático no primeiro ciclo e linear nos demais. No primeiro ciclo, a máxima relação estimada foi de 0,70 com 1,22% de suplementação do PC. Esse comportamento é semelhante ao da biomassa de colmo verde residual. Essa resposta também sugere que houve efeito substitutivo, principalmente para os ciclos de pastejo dois e três, já que a fração folha é a preferencialmente selecionada pelos animais em pastejo.

4.4 Avaliação das características estruturais pré-pastejo

Na tabela 10 é apresentado o resumo da análise de variância para as características estruturais pré-pastejo do pasto de capim-aruaana. Não houve efeito significativo ($P>0,05$) nem de nível de suplementação, nem de ciclo, nem da interação para biomassa de colmo verde (BCV), relação folha colmo (F_C), altura do pasto (AP), índice de área foliar (IAF) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) (tabela 11). Os valores médios de BCV foram de 857,82 Kg•ha⁻¹. Esse dado sugere que a gramínea não atingiu seu IAF crítico que, segundo Zanini (2011), ocorre quando 95% IRFA é interceptado. Por isso, não há auto sombreamento, que diminuiria a capacidade fotossintética das folhas dos estratos inferiores da vegetação (GOMIDE, 1973). Tal hipótese se confirma na biomassa de forragem morta (BFM), que se mostrou inferior aos valores encontrados por Zanini (2011) (1010 Kg•MS•ha⁻¹•ano⁻¹), trabalhando com duas intensidades (10 e 15 cm) e duas frequências de desfolhação (95 e 98 %).

O valor médio da relação folha/colmo foi de 1,91 (tabela 10). Quando elevada, essa relação confere à gramínea melhor adaptação e/ou tolerância à desfolhação (PINTO, et al., 1994). Essa variável é bastante relevante para a nutrição animal e manejo das plantas, pois está ligada à facilidade do animal colher as folhas (BRÂNCIO, et al., 2003).

Tabela 10-Componentes estruturais Pré-Pastejo de capim-aruana sob lotação rotativa por ovinos com quatro níveis de suplementação concentrada

Ciclo	BFT (Kg•ha ⁻¹)	BFV (Kg•ha ⁻¹)	BLV (Kg•ha ⁻¹)	BCV (Kg•ha ⁻¹)	BFM (Kg•ha ⁻¹)	MV_M M	F_C	AP (cm)	DPPpre
1	2.704,14 A	2.510,83 A	1.614,33 A	877,97	171,80 B	17,17	1,73	25,04 A	1.204,00 C
2	2.252,15 B	2.239,75 B	1.388,28 B	858,91	178,43 B	13,47	2,00	23,99 A	1.432,00 B
3	2.675,91 A	2.348,80 A	1.526,25 A	835,49	268,24 A	14,63	2,00	25,87 A	1.604,00 A
Média	2544,06	2366,18	1509,62	857,82	206,35	15,0	1,91	24,77	1413,33
F	5,64*	5,49*	5,81*	1,24 ^{ns}	5,92*	3,83 ^{ns}	2,17 ^{ns}	4,76 ^{ns}	5,84*
CV ₂ (%)	19	18	21	24	53	43	27	11	25
Nível (%)									
0,0	2634,34	2336,16	1604,23	784,45	209,16	10,62	2,08	23,13	1.394,00
0,6	2531,64	2372,99	1560,09	859,90	185,73	18,12	2,0	24,86	1.462,40
1,2	2517,87	2330,35	1466,68	883,57	194,82	14,07	1,78	25,31	1.425,60
1,8	2566,78	2293,04	1407,09	903,24	193,84	13,96	1,78	25,63	1.374,80
Média	2561,28	2333,15	1509,51	857,82	196,57	14,2	1,91	24,77	4,21
F	0,19 ^{ns}	0,40 ^{ns}	4,56 ^{ns}	4,70 ^{ns}	6,81*	5,42*	2,4 ^{ns}	4,96 ^{ns}	1,19 ^{ns}
CV ₁ (%)	20	20	21	26	58	50	26	12	22
NxC	2,76 ^{ns}	12,26*	27,5*	1,04 ^{ns}	1,40 ^{ns}	2,48 ^{ns}	1,0 ^{ns}	2,62 ^{ns}	0,59 ^{ns}

CV₁ e CV₂ = coeficiente de variação dos níveis de suplementação e dos ciclos de pastejo, respectivamente. ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

+Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a p<0,05).

+ BFT (biomassa de forragem total); BCV (biomassa de colmo verde); BFV (biomassa de forragem verde); BLV (biomassa lâmina foliar verde); BFM (biomassa de forragem morta); MV_MM (relação material vivo:material morto); F_Cr (relação folha:colmo); DDPpre (densidade populacional de perfilhos na condição pré-pastejo).

A altura média do pasto (AP) foi de 24,77cm (tabela 10). Essa variável é consequência do tempo de rebrotação da gramínea e de suas adaptações morfológicas ao longo desse processo (CÂNDIDO, 2003). Essa altura está dentro do intervalo encontrado por Zanini (2011) que variou de 23,5 a 30,5 cm.

O valor médio de IAF foi de 4,21 e o IRFA, de 91,48% (tabela 11). Zanini (2011), que, trabalhando com essa mesma gramínea, encontrou valores de 4,2 de IAF no pré-pastejo e 95% IL nessa mesma condição. O IAF que foi encontrado tem o mesmo valor, no entanto com uma interceptação abaixo da obtida por Zanini (2011), por ter sido conduzido em condições subtropicais.

Tabela 11-Índice de área foliar e Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa pré-pastejo em pasto de capim-aruana irrigado e pastejado sob lotação rotativa por ovinos Morada Nova submetidos a diferentes níveis de suplementação no Nordeste Brasileiro

Ciclos	IAF	IRFA
1	4,21	90,90
2	4,17	91,86
3	4,27	91,70
Média	4,21	91,48
F	0,62 ^{ns}	4,48 ^{ns}
CV ₂ (%)	1	11
Níveis de suplementação (%)		
0,0	4,21	91,51
0,6	4,32	91,46
1,2	4,02	91,30
1,8	4,29	91,47
Média	4,21	91,48
F	1,70 ^{ns}	0,17 ^{ns}
CV ₁ (%)	10	10
CXN	0,55 ^{ns}	0,83 ^{ns}

CV₁ e CV₂ = coeficiente de variação dos níveis de suplementação e dos ciclos de pastejo, respectivamente. ns e * = Não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

+Médias maiúsculas seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si (Tukey a p<0,05).

+ Índice de área foliar (IAF) e interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA).

Houve efeito significativo apenas de nível de suplementação para biomassa de forragem morta (BFM) e relação material vivo: material morto (MV_MM) (tabela 10) (P<0,05), ambos com comportamento quadrático. Para BFM (figura 11 A), o ponto de mínima foi de 188,43 kg ha⁻¹ registrado a 1,09% PC. Para MV_MM o valor máximo estimado em 16,70, ao nível de 1,0% de suplementação do PC (figura 11 B). Existe uma relação entre as duas variáveis, pois a elevação da BFM (figura 11 A) tende a diminuir a

MV_MM (figura 11 B). Houve um maior acúmulo de forragem a partir do nível de 1,09% PC devido ao pastejo seletivo dos ovinos, selecionando folhas mais jovens e de maior valor nutritivo. Tal comportamento é efeito do suplemento, que induz a substituição do consumo de forragem por concentrado, melhorando a qualidade da dieta ingerida, pelo consumo da fração da forragem de melhor valor nutritivo (GOES et al., 2005). Portanto, recomenda-se o nível de 1,1% do PC como suplemento para maximizar o consumo de forragem de qualidade.

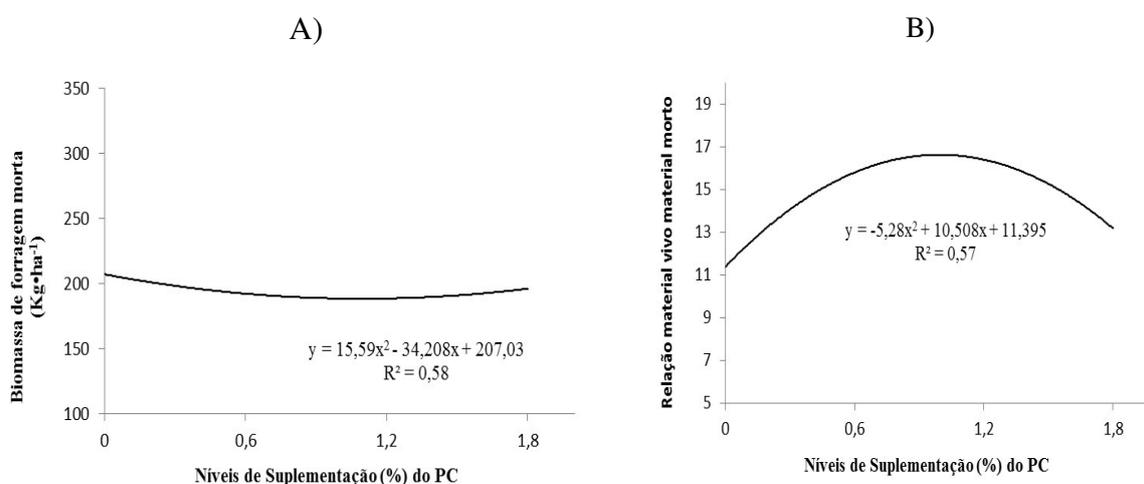


Figura 11-Biomassa de forragem morta (BFM) e relação material vivo material morto (MV_MM) em pasto de *Panicum maximum* cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada

Houve efeito significativo apenas de ciclo para as variáveis: biomassa de forragem total (BFT), biomassa de forragem morta (BFM), densidade populacional de perfilhos pré (DPPpré) ($P < 0,05$) (tabela 10).

A biomassa de forragem total (BFT) apresentou as maiores médias no ciclo um e no ciclo três, com média de 2690 kg Kg·ha⁻¹. A menor média obtida no ciclo dois (2252,15 Kg·ha⁻¹) está associada à menor biomassa de lâmina foliar verde (BLV) e biomassa de forragem morta (BFM) registradas no mesmo período (tabela 10). Essa variável indica o potencial de produção do pasto, mas deve ser analisada com cautela, pois não aborda o aspecto qualitativo do pasto (POMPEU, 2006). Esses valores mostram se inferiores aos encontrados por Zanini (2011) que obteve valores de 3400 a 4160 Kg·ha⁻¹.

O maior valor de biomassa de forragem morta (BFM) foi registrado no ciclo três (268,24 Kg•ha⁻¹). Esse fato está associado à mudança do estágio fisiológico da gramínea de vegetativo para o reprodutivo, possivelmente reflexo da redução da temperatura (tabela 2) e do início do período chuvoso. Essa redução de fatores abióticos atua no meristema, provocando uma elevação do mesmo, desencadeando um maior alongamento das hastes e menor tempo de vida das folhas.

A menor densidade populacional de perfilhos pré (DPPpré) foi registrado no ciclo um, 1.204 perfilhos•m⁻². Isso se deve ao fato de que o capim não estava sendo manejado, a partir dos cortes, foi-se estimulando o perfilhamento com os manejos e, assim como no pós pastejo, houve um aumento na A DDPpre do ciclo um para o ciclo três (1414,2 perfilhos•m⁻²).

Os componentes da biomassa de forragem verde (BFV) e da biomassa de lâmina verde (BLV) pré-pastejo apresentaram efeito significativo (P<0,05) de interação entre os níveis de suplementação e os ciclos de pastejo (tabela 10) e a representação gráfica deste resultado pode ser visualizada na figura 12.

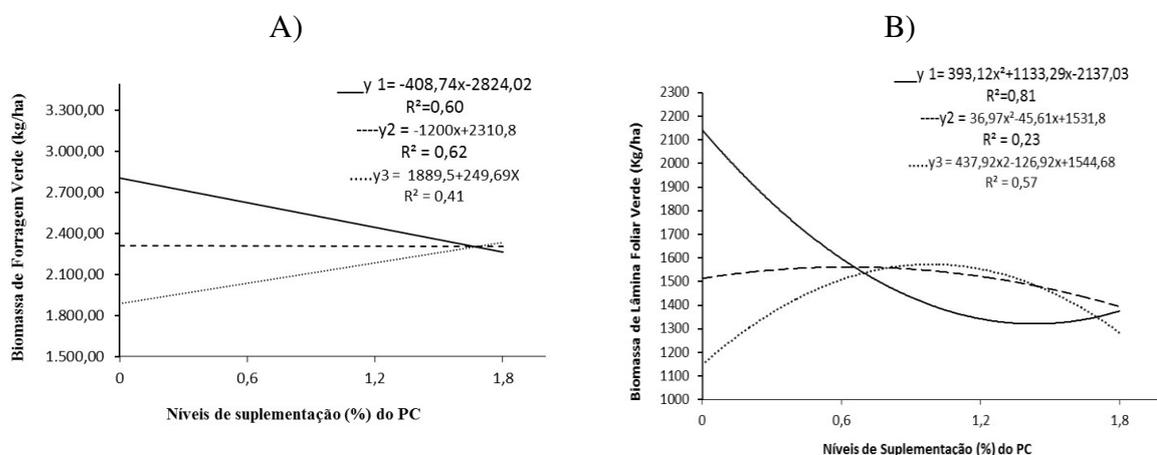


Figura 12-Biomassa de forragem verde (BFV) e biomassa de lâmina foliar verde (BLV) em pasto de *Panicum maximum* cv. Aruana pastejado por ovinos Morada Nova recebendo níveis crescentes de suplementação concentrada

X= níveis de suplementação.

— y 1=Valores estimados a partir da equação de regressão para a variável no ciclo um

---- y 2= Valores estimados a partir da equação de regressão para a variável no ciclo dois

..... y 3= Valores estimados a partir da equação de regressão para a variável no ciclo três

A biomassa de forragem verde (BFV) apresentou comportamento linear decrescente para o ciclo um e dois e efeito linear crescente no ciclo três (figura 12 A). O comportamento no ciclo um e dois está associado possivelmente à menor pressão de

pastejo naquele período para os pastos com ovinos sem suplementação, o que proporcionou uma maior biomassa de forragem verde, devendo ser composta principalmente da fração folha do que colmo, já que não houve diferença significativa ($p>0,05$) para esse componente da biomassa (BCV). Os ciclos dois e três sugerem que esteja acontecendo efeito substitutivo para o consumo do pasto, resultando em aumento no acúmulo de biomassa de forragem verde à proporção que aumentam os níveis de suplementação.

A variável biomassa de lâmina foliar verde (BLV) apresentou comportamento quadrático nos três ciclos avaliados (figura 12 B). O menor valor estimado para BLV no ciclo um foi de $1318,94 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, com 1,44% de PC. O maior valor foi de 1489,47, no nível de 0,62, do ciclo dois. O máximo valor foi de $1554,95 \text{ Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ com nível de suplementação de 0,14 % no ciclo três.

Observando os valores de BFV e BLV (figura 12 A e 12 B), percebe-se que houve para a primeira variável um comportamento linear decrescente no ciclo um. Isso está associada provavelmente à menor pressão de pastejo para os menores níveis de suplementação durante esse período. No ciclo dois, é possível observar uma estabilização da variável, mostrando uma adaptação dos animais ao manejo imposto. A estratégia de manejo do pastejo adotada, com a fixação do IAF residual de 1,0, associada a uma interceptação em torno de 90%, somente passou a ter mais efeito a partir do terceiro ciclo, até mesmo como uma resposta do pasto ao manejo recém-implementado, o que promoveu uma resposta linear crescente, mostrando o efeito substitutivo do suplemento.

A linearidade presente em muitas das variáveis analisadas, BFV e BCV, indica que o pasto ainda estava se adaptando ao manejo estabelecido. É provável que algumas das variáveis que apresentaram comportamento quadrático são mais sensíveis ou se adaptam de forma mais rápida ao manejo, como é o caso BFM, BLV e MV_MM.

5 CONCLUSÃO

As características fisiológicas do capim-aruaana não são afetadas pelos níveis de suplementação estudados. As características morfogênicas do capim-aruaana são afetadas de forma linear crescente pelos níveis de suplementação, favorecendo um aumento no acúmulo e produção de forragem, registrando o efeito substitutivo da suplementação sobre o pasto, que também pode ser observado nos componentes da biomassa de forragem, sendo este efeito iniciado entre os níveis de 0,6 a 1,2 % do peso corporal.

REFERÊNCIAS

- AKIN, D.E. Histological and physical factors affecting digestibility of forages. **Agron.J.**, v. 81, n.1, p.17-25, 1989.
- ALENCAR, C.A.B. Pastagem e cana-de-açúcar, irrigados por aspersão de baixa pressão. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001. Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. P. 233-242.
- BARBOSA, R.A., NASCIMENTO JR, D. EUCLIDES, V.P.B. 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.
- BARTHAM, G. T. Sward structure and the depth of the grazed horizon. **Grass and Forage Science**, v. 36, p. 130-131, 1981.
- BIANCHINI, D.; CARRIEL, J.M.; LEINZ, F.F. et al. Viabilidade de doze capins tropicais para a criação de ovinos. **Boletim de Indústria Animal**, v.56, n.2, p.163-167, 1999.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B., NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: Disponibilidade de forragem, altura do resíduo pós-pastejo e participação de folhas, colmos e material morto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.55-63, 2003.
- BRISKE, D. D. Developmental morphology and physiology of grasses. In: HEITSCHMIDT, R. K.; STUTH, J. W. (Eds). **Grazing management: an ecological perspective**. Timber Press. p. 85-108, 1991.
- CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E. et al. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 338-347, 2005.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Morfofisiologia e crescimento do dossel e desempenho animal em *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso**. 2003. 134f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- CARNEVALLI, R. A; SILVA, S. C. de; FAGUNDES, J. L; et al. Desempenho de ovinos e resposta da pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agric.**, v.58, n.1, p. 7-15, jan/mar. 2001.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Piracicaba: ESALQ, 2003. (Tese de Doutorado).
- CECATO, U.C.; SANTOS, G.; BARRETO, I.L.; Efeito das doses de nitrogênio e alturas de corte sobre a produção, qualidade e reservas de glicídeos de *Setaria anceps*

Stapf, cv. Kazungula. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.15, n.4, p. 367-378, 1994.

Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG, (1999).
Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação- Viçosa: UFV, 1999, 359 p.

CUNHA, E.A., SANTOS, L.E.; BUENO, M.S. et al. **Produção de ovinos para corte**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia/APTA, 2004. 176p. (Boletim Técnico, IZ 48).

DAVIES, A. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. **J. Agric. Sci.**, v.82, p.165-172, 1974.

DE PAULA, E.F.E.; STUPAK, E.C.; ZANATTA, C.P. et al., Comportamento ingestivo de ovinos em pastagens: Uma revisão **Revista Tropicana-Ciências Agrárias e Biológicas**, v.4, n. 1, p. 42-51, 2009.

DIAS FILHO, M.B. 2000. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 35(12): 2335-2341.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EUCLIDES, V. P. B. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 2002. p. 437-469.

FERRARIS, R.; MAHONY, M.J.; WOOD, J.T. Effect of temperature and solar radiation on the development of dry matter and attributes of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Australian Journal of Agricultural Research**, v.37, p.621-632, 1986.

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

GOES, R. A. H. T. B.; MANCIO, A. B.; LANA, R. P.; LEÃO, M. I.; ALVES, D. D.; SILVA, A. T. S. Recria de novilhos mestiços em pastagem de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v .34,n. 5, p 1730-1739. 2005.

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

GOMIDE, C. A. M., PACIULLO, D. S. C., GRASSELLI, L. C. P. et al. Efeito da adubação sobre a morfogênese de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 486-488.

GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 411-429.

GOMIDE, J. A. Fisiologia e manejo de plantas forrageiras. **Rev. soc. bras. zootec.**, v.2, n.1, p. 17-25, 1973.

HODGSON, J. **Grazing Management: Science into practice.** Longman Scientific and Technical, logma Group, U. K., p. 203, 1990.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16., 1985, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p.63-67.

HOPKINS, W. G. **Introduction to Plant Physiology.** 2. Ed. New York: John Wiley & Sons. 1999. 512p.

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, n. 5, p. 715-719, 1978.
LAMBERS, L.; CHAPAIN III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology.** Berlin: Springer, 1998.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos: Editora RiMa, 2006. 550p.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. F. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems.** Oxon: CAB International. 1996. p. 3-36.

LOPES, M.N. **Trocas gasosas e morfofisiologia em capim-massai sob pastejo e adubado com nitrogênio.** 2012. 118f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, 2012.

LOPES, M. N.; LACERDA, C. F.; CÂNDIDO, M. J. D. et al. Gas exchange in massai grass under five nitrogen fertilization levels during establishment and regrowth. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1862-1869, 2011.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. Principles of plant nutrition. 5.ed. Dordrecht/Boston/London, Kluwer Academic Publishers, 2001. 849p.

MINOLTA CAMERA. **Manual for chlorophyll meter SPAD-502.** Osaka, 1989. 22 p.
MINSON, D.J. **Forage in Ruminant Nutrition.** London: Academia Press, 1990. 483p.

MORAIS NETO, L. B. de **Avaliação temporal do acúmulo de fitomassa e trocas gasosas do capim-canarana em função da salinidade da água de irrigação.** Fortaleza UFC, 2009. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal do Ceará, 2009.

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

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM: Inovações tecnológicas no manejo de pastagens, 19, 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**, New York: National Academy of Sciences, 2007, 362 p.

NELSON, C.J. Shoot Morphological Plasticity of Grasses: Leaf Growth vs. Tillering. In: LEMAIRE et.al (ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. CAB-International, Wallingford, UK, 2000, p.101-126, 2000.

NOGUEIRA, D.M.; MISTURA, C.; TURCO, S.H.N.; et al. Aspectos clínicos, parasitológicos e produtivos de ovinos mantidos em pastagem de capim-aruana irrigado e adubado com diferentes doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v.33, n.2, p.175-181, 2011.

PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. The principles of pasture growth and utilization. In: HOPKINS, A. (ed) Grass. It's production and utilization. **Blackwell Science, Oxford**, p.31-8, 2000.

PINTO, J. C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. Produção de matéria seca e relação folha:caule de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.313-326, 1994.

POMPEU, R. C. F. F. **Morfofisiologia do dossel e desempenho bioeconômico de ovinos em capim Tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada**. Fortaleza : UFC, 2006. 82p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, 2006.

POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; ROGÉRIO, M.C.P.; BENEVIDES, Y.I.; OLIVEIRA, B.C.M. de. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia sob lotação rotativa com quatro níveis de suplementação concentrada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p. 809-817, 2009.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R. de A. A suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM. 13, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997, P. 97-120.

RIBEIRO, R.V. LYRA, G.B.; SANTIAGO, A.V.; PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. OLIVEIRA, R.F. Diurnal and seasonal patterns of leaf gas exchange in bahiagrass (*Paspalum notatum* Flugge) growing in a subtropical climate. **Grass and Forage Science**, v.61, p.293-303, 2006.

ROBSON, M. J. The growth and development of simulated swards of perennial ryegrass. Leaf growth and dry e weight change as related to the ceiling yield of as seedling sward. **Annals of Botany**, v.37, n. 151, p. 487-500, 1973.

SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; QUEIROZ, D.S. et al. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. 2. Disponibilidade de forragem e desempenho animal durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.214-224, 2004.

SANTOS, P. M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia: Um desafio**, 2002. 347p. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

SANTOS, P.M. et al. Uso do número de folhas por perfilho no manejo de *Panicum maximum* cvs. Mombaça e Tanzânia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. (cd-rom).

SAS INSTITUTE. **SAS System for Windows**. Version 9.0. Cary: SAS Institute Inc. 2003. 2 CD-ROMs.

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

SILVA, G.R. **Morfofisiologia do dossel e desempenho produtivo de ovinos em *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso**. Fortaleza: UFC, 114p. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

SILVA, C.C.F.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V. et al. Características morfogênicas e estruturais de duas espécies de braquiária adubadas com diferentes doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 657-661, 2009.

SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; et al. Aspectos comportamentais e desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-tanzânia manejado sob lotação intermitente. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, p.609-620, 2007.

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

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. **Aust. J. Agric. Res.**, v.24, n.6, p.821-829, 1973.

STODDART, J.L.; THOMAS, H.; LLOYD, E.J.; POLLOCK, C.J. The use of a temperature profiled position transducer for the study of low-temperature growth in Gramineae. **Planta**, v. 35, p. 311-322, 1971.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2012. 848p.

TEIXEIRA, E. I; MATTOS, W. R. S; CAMARGO, A. C. de; et al. Avaliação de produção e utilização de uma pastagem de capim Tobiatã (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tobiatã) sob pastejo rotacionado. **Sci. Agric.**, v.56, n.2, 1999.

WOLEDGE, J. The photosynthesis of ryegrass leaves growth in a simulated sward. **Annals of Applied Biology**, v.73, p.229-237, 1973.

ZANINI, G.D. **Características morfológicas e estruturais e acúmulo de forragem em pastos de capim-aruana submetidos a frequências e severidades de desfolhação por ovinos.** 2011. 78p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)- Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, 2011.

WOLEDGE, J. The effect of light intensity during growth on the subsequent rate of photosynthesis of leaves of Tall Fescue (*Festuca arundinacea* Schreb). **Annals of Botany**, v.35, p.311-322, 1971.