

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CAPIM-XARAÉS SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA MANEJADO
EM DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO

Autora: Aline Mendes Ribeiro
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

MARINGÁ
Estado do Paraná
junho - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CAPIM-XARAÉS SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA MANEJADO
EM DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO

Autora: Aline Mendes Ribeiro
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

“Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de Concentração Pastagem e Forragicultura”.

MARINGÁ
Estado do Paraná
junho - 2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

R484c Ribeiro, Aline Mendes
 Capim-Xaraés sob lotação contínua manejado em
 diferentes intensidade de pastejo / Aline Mendes
 Ribeiro. -- Maringá, 2014.
 79 f. : il. figs. tabs.

 Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato.
 Tese (doutorado) - Universidade Estadual de
 Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
 Pós-Graduação em Zootecnia, 2014.

 1. *Brachiaria brizantha* - Manejo. 2. *Brachiaria
brizantha* - Pastejo. 3. *Brachiaria brizantha* -
Perfilhamento. 4. *Brachiaria brizantha* - Componentes
morfológicos. 5. Bovino - Lotação contínua. 6. Solos
- Características físicas. I. Cecato, Ulysses,
orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro
de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia. III. Título.

Cdd 21.ed. 636.202

ECSL-001579



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CAPIM-XARAÉS SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA MANEJADO
EM DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO

Autora: Aline Mendes Ribeiro
Orientador: Prof. Dr. Ulysses Cecato

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

APROVADA em 18 de Junho de 2014.

Prof. Dr. Carlos Guilherme
Silveira Pedreira

Prof. Dr. Leandro Martins
Barbero

Prof.ª Dr.ª Sandra Galbeiro

Prof. Dr. Marcelo Alessandro
de Araújo

Prof. Dr. Ulysses Cecato
(Orientador)

*“Mas aqueles que esperam no Senhor
renovam as suas forças,
voam alto como águias,
correm e não ficam exaustos,
andam e não se cansam.”*

(Isaías 40:31)

A *Deus*, que tudo pode e que brinda a minha vida todos os dias com Sua presença constante, Teu amor e força incondicionais, guiando e iluminando sempre os meus passos no caminho da fé e da verdade,

OFEREÇO!

Ao meu amado pai, *Luiz Rodrigues Ribeiro*, pelo exemplo de vida, amor incondicional, dedicação e por nunca medir esforços para a realização deste e de outros sonhos, a quem devo tudo o que hoje sou.

A minha mãe, *Raimunda Mendes do Nascimento*, porque mesmo de longe sempre me amou e torceu por mim.

Aos meus irmãos, *Alandeon Mendes Ribeiro* e *Layza Elaine Ribeiro*, pelo carinho e admiração.

Ao meu companheiro, *Marcelo de Oliveira Alves Rufino*, pelo amor, carinho, cuidado, paciência, dedicação e incentivo.

A toda minha família (*avós, tios, primos e sobrinhas*) e amigos pelo estímulo, dedicação, convivência e amor a mim dispensados,

DEDICO!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por cuidar de mim, me mantendo firme na fé.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela oportunidade e ensinamentos proporcionados;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao prof. Dr. Ulysses Cecato, pela oportunidade e orientação;

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, pelos ensinamentos repassados, e, em especial, ao Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos, pela liberação do veículo utilizado para a condução do experimento de campo, ao Prof. Dr. Antônio Ferriani Branco, pelo aporte financeiro, antes de me ser concedida a bolsa de doutorado, na condição de Coordenador do Programa de Pós Graduação em Zootecnia e à Profa. Dra. Eliane Gasparino, pela contribuição nas análises estatísticas.

Aos servidores do Programa de Pós Graduação em Zootecnia, do Departamento de Zootecnia e do Laboratório de Nutrição Animal da UEM, pelas contribuições, sempre que necessárias, em especial, à Creuza Azevedo, que se mostrou amiga e me ajudou muito na realização das análises no momento em que mais precisei, mas, principalmente, pelas orações e palavras de incentivo.

Ao grupo GEFORCE e, de forma muito especial, ao Murilo Donizeti do Carmo e Diogo Rodrigues da Silva pelas ajudas, amizade e convívio agradável, tendo participação fundamental para a realização deste trabalho. À Sandra Galbeiro, pelas ajudas imprescindíveis;

Ao Tarcio Rocha Lopes e ao Marcelo Zolin Lorenzoni, pela amizade e ajudas. Ao Prof. Marcelo Alessandro Araújo e seus alunos Rogério Lavanholi, Cássio Seron e Liliane Scabora, do campus de Cidade Gaúcha, pela realização das coletas para avaliação dos atributos físicos do solo. Ao grupo UNEFOR da Universidade Estadual de Londrina, sob a coordenação pelo Prof. Dr. Marco Aurélio Alves de Freitas Barbosa (*in memoriam*), pela dedicação e ajudas na condução do experimento;

Ao zootecnista Gilvan Westphal, por disponibilizar uma área de sua fazenda para condução do experimento de campo e ao Rodrigo, funcionário da fazenda, pelas contribuições, sempre que solicitado.

Aos poucos e valiosos amigos conquistados nessa breve passagem por Maringá e a quem serei eternamente grata: Silvana Teixeira Carvalho, Paulo Levi de Oliveira Carvalho e Fernanda Granzotto. Levá-los-ei dentro de mim aonde quer que eu vá.

À minha querida orientadora da graduação e do mestrado, Profa. Dra. Maria Elizabete de Oliveira, pelas oportunidades, ensinamentos, incentivo e amizade;

À minha amiga-irmã, Ana Paula Borges da Silva e toda sua família - que considero como minha - pelo amor, incentivo, torcida e orações.

Aos colegas da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Miguel Arcanjo Moreira Filho, Patrícia Carvalho e Marcônio Martins Rodrigues pelos momentos de descontração, pelas palavras de incentivo e por acreditarem em mim.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui...

MUITO OBRIGADA!

BIOGRAFIA

Aline Mendes Ribeiro, filha de Luiz Rodrigues Ribeiro e Raimunda Mendes do Nascimento Ribeiro, nasceu em Teresina, capital do estado do Piauí, no dia 08 de agosto de 1985.

Em março de 2004, ingressou na Universidade Federal do Piauí (UFPI), no curso de Engenharia Agrônômica, concluindo o mesmo em 2008.

Em 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFPI, em nível de Mestrado, na área de concentração Pastagens e Forragicultura, sob orientação da Profa. Dra. Maria Elizabete de Oliveira e aos 29 de Março de 2011, submeteu-se à banca examinadora para a Defesa da Dissertação de Mestrado intitulada: “Comportamento em pastejo e ingestão de forragem por caprinos em pasto de capim-tanzânia”.

Em março de 2012, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em nível de doutorado, na área de concentração Pastagens e Forragicultura, sob orientação do Prof. Dr. Ulysses Cecato, concluindo o doutorado com defesa de Tese em 18 de Junho de 2014.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xvi
I – INTRODUÇÃO GERAL	1
1 Gênero <i>Brachiaria</i> e o capim-xaraés	1
2 Controle da altura do pasto como estratégia de manejo do pastejo	2
3 Características produtivas e valor nutritivo de plantas forrageiras	5
4 Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do dossel forrageiro.....	8
5 Qualidade física do solo e o manejo do pastejo	9
Referências	13
II – HIPÓTESE E OBJETIVO GERAL	18
III – Características produtivas e valor nutritivo do capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo	19
Resumo	19
Abstract	20
Introdução	20
Material e métodos	22
Resultados e discussão	25
Conclusões	36
Referências bibliográficas	37
IV – Estrutura e morfogênese do capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo	41
Resumo	41
Abstract	42

Introdução	42
Material e métodos	44
Resultados e discussão	48
Conclusões	60
Referências	60
V – Atributos físicos de um Latossolo Vermelho em áreas com capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo	64
Resumo	64
Abstract	65
Introdução	65
Material e métodos	66
Resultados e discussão	70
Conclusões	77
Literatura citada	77

LISTA DE TABELAS

	Página
III – Características produtivas e valor nutritivo do capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo	
Tabela 1 Análise química da terra da área experimental	23
Tabela 2 Médias e erros-padrão da média (EPM) para massa seca de lâminas foliares (MLF), densidade volumétrica de lâminas foliares (DVLF), taxa de acúmulo total (TAT) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) dos pastos de capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados nas épocas do ano	29
Tabela 3 Médias e erros-padrão da média (EPM) para as concentrações de proteína bruta de colmos (PBc), fibra em detergente neutro de colmos (FDNc), fibra em detergente ácido de colmos (FDAc), proteína bruta do pastejo simulado (PBps), fibra em detergente neutro do pastejo simulado (FDNps), fibra em detergente ácido do pastejo simulado (FDAsps) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca do pastejo simulado (DIVMSps), do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados nas épocas do ano	35
IV – Estrutura e morfogênese do capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo	
Tabela 1 Análise química da terra da área experimental	45
Tabela 2 Médias e erros-padrão (EPM) para interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF), densidade populacional de perfilhos basais (DPPb), densidade populacional de perfilhos aéreos (DPPa) e massa de perfilhos (MP) dos pastos do capim-xaraés manejado sob lotação contínua nas épocas do ano	53
V – Atributos físicos de um Latossolo Vermelho em áreas com capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo	

Tabela 1 Análise química da terra da área experimental	67
Tabela 2 Taxa de lotação média (UA ha ⁻¹) de pastos de capim-xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo em fevereiro e no verão, sob lotação contínua.....	68

LISTA DE FIGURAS

	Página
III – Características produtivas e valor nutritivo do capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo	
Figura 1 Umidade realtiva do ar (%), precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental	22
Figura 2 Alturas médias do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo nas épocas do ano.....	26
Figura 3 Massa de forragem total (MFT) (a) e massa de lâminas foliares (MLF) (b) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo	27
Figura 4 Densidade volumétrica total (DVT) (a) de forragem e densidade volumétrica de lâminas foliares (DVLf) (b) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo	28
Figura 5 Taxa de acúmulo de forragem (TAF) (a) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) (b) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo.....	29
Figura 6 Porcentagens de lâminas foliares (a), colmos (b), razão folha:colmo (c) e material morto (d) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo.....	31
Figura 7 Concentrações de proteína bruta (g kg^{-1}), fibra em detergente neutro (g kg^{-1}) e fibra em detergente ácido (g kg^{-1}) e digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (g kg^{-1}) de lâminas foliares da massa de forragem total dos pastos de capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo	33

IV – Estrutura e morfogênese do capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo

Figura 1 Umidade realtiva do ar (%), precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental	44
Figura 2 Alturas médias do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo	48
Figura 3 Interceptação luminosa (%) (a) e índice de área foliar (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo	49
Figura 4 Densidade populacional de perfilhos basais (a) e aéreos (b) (perfilhos m^{-2}) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo	50
Figura 5 Massa de perfilhos (g) (a) e relação entre densidade populacional de perfilhos basais (perfilho m^{-2}) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo	52
Figura 6 Taxa de aparecimento de folhas (TApF) (a) e filocrono (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo	54
Figura 7 Taxa de alongamento de folhas (TAIF) (a) e taxa de alongamento de colmos de pastos (TAIC) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo	55
Figura 8 Comprimento final da folha (CFF) (a) e número de folhas vivas por perfilho (NFV) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo	57
Figura 9 Taxa de senescência de folhas (TSeF) (a) e duração de vida das folhas (DVF) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.....	58
Figura 10 Número de folhas em expansão por perfilho (NFExp) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo. .	59

V – Atributos físicos de um Latossolo Vermelho em áreas com capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo

Figura 1 Umidade realtiva do ar (%), precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental.....	67
Figura 2 Alturas médias dos pastos de capim-xaraés manejados em alturas de pastejo, sob lotação contínua, nos meses de fevereiro e julho de 2013 ..	71
Figura 3 Densidade do solo (Mg m^{-3}) em áreas cultivadas com capim-xaraés sob lotação contínua manejado em diferentes intensidades de pastejo em fevereiro e julho de 2013	71
Figura 4 Macroporosidade (a), microporosidade (b) e porosidade total do solo (c) ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) em áreas com capim-xaraés sob lotação contínua manejado em diferentes intensidades de pastejo em fevereiro e julho de 2013	73
Figura 5 Teor de água dos solos (%) de áreas cultivadas com capim-xaraés manejado em diferentes alturas de pastejo em fevereiro (a) e julho (b) de 2013, sob lotação contínua, em diferentes profundidades	75
Figura 6 Resistência do solo à penetração (MPa) em áreas com capim-xaraés manejado em alturas de pastejo em fevereiro e julho de 2013, sob lotação contínua, em diferentes profundidades	75

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi quantificar o efeito de diferentes intensidades de pastejo (25, 35, 45 e 55 cm de alturas do pasto) sobre as características de produção, estruturais, morfogênicas e valor nutritivo em áreas manejadas com capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés), e atributos físicos do solo, nas épocas do ano. Para o manejo das alturas, foram utilizados bovinos Nelore, manejados sob lotação contínua e taxa de lotação variável. A área experimental compreendeu 12 piquetes de 1 ha cada. Para estimar a produção, taxa de acúmulo e os componentes morfológicos da forragem foram coletadas amostras a cada 28 dias. O valor nutritivo foi determinado nas frações lâminas foliares e colmo, e nas amostras de pastejo simulado. A cada 15 dias foram realizadas leituras da interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF). Os perfilhos foram contados a cada 28 dias em pontos fixos do pasto para estimar a densidade populacional de perfilhos (DPP). Foram coletados 60 perfilhos por piquete, a cada 28 dias, para determinar o peso médio. As características morfogênicas e estruturais foram obtidas por meio da avaliação de 40 perfilhos por piquete, a cada três dias, durante 28 dias de cada época de avaliação. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com três repetições. Os atributos físicos do solo (densidade do solo - D_s -, porosidade e resistência do solo a penetração de raízes - RP -) foram obtidos, em fevereiro e junho, através das metodologias descritas pela Embrapa. A massa de forragem total variou de 4510 a 8514 kg ha⁻¹ de matéria seca, sendo menor aos 25 cm e maior aos 45 cm. A massa de lâminas foliares aumentou linearmente com a altura do dossel, variando de 1815 a 2658 kg ha⁻¹ de matéria seca. Maiores taxas de acúmulo total e de lâminas foliares foram obtidas em pastos mais altos, variando de 20,37 a 96,86 kg ha⁻¹ de matéria seca. As porcentagens de lâminas foliares foram maiores no final da primavera, de 33,15 a 46,97 %, e para pastos mais baixos. No verão, as porcentagens de colmo foram maiores para pastos manejados com 55 cm (42,19%). Houve redução na razão lâmina foliar:colmo em pastos mais altos. As porcentagens de

material morto aumentaram linearmente de acordo com a altura do pasto e variaram de 26,20 a 47,62% entre as alturas avaliadas. De maneira geral, no outono foi obtido maior valor nutritivo, com maiores concentrações de proteína bruta (122 g kg^{-1}) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (66 g kg^{-1}) nos pastos manejados mais baixos. Maiores concentrações de fibra em detergente neutro (72 g kg^{-1}) e fibra em detergente ácido (36 g kg^{-1}) foram obtidas no verão, com o aumento da altura dos pastos. A IL variou de 88 a 95% e o IAF de 4 a 6 entre as alturas avaliadas, relacionando-se positivamente à altura do dossel. A DPP basais foi menor quanto maior a altura ($524 \text{ perfilhos/m}^2$). A altura da planta incrementou linearmente a massa unitária de perfilho, que variou de 1,4 a 2,4 g/perfilho. As taxas de alongamento e aparecimento de folhas decresceram linearmente com o aumento da altura, com maiores valores no final da primavera e verão. As taxas de alongamento de colmos e senescência de folhas foram maiores quanto maior a altura de pastejo. Os números de folhas vivas e em expansão foram maiores no verão e no final primavera, e quanto menor a altura. O comprimento final da folha relacionou positivamente com a altura do dossel, com maiores valores no final da primavera e verão. Em julho, foi obtida maior densidade do solo em comparação a fevereiro ($1,64 \text{ Mg m}^{-3}$). Não houve diferença para os valores de porosidade do solo, contudo, constatou-se tendência de menores valores de macroporosidade nos tratamentos avaliados em julho. As condições de umidade do solo nos períodos de coleta divergiram, sendo que em julho o solo apresentou umidade mais elevada (10,97%) em comparação a fevereiro (6,45%). Contudo, entre as profundidades coletadas e as alturas avaliadas, foi verificada pouca variação. Em fevereiro, praticamente todos os valores de resistência à penetração se mostraram superiores a 2 MPa, valor mais adotado como crítico. No intervalo entre as profundidades de 0,20 m à 0,40 m, verificou-se a ocorrência de um aumento da resistência à penetração. Os dados indicam que o capim-xaraés, sob lotação contínua, deve ser utilizado entre 35 e 45 cm, a depender dos objetivos da produção, sendo as características do pasto influenciadas pelas épocas do ano e pelas altura de pastejo.

Termos para indexação: *Brachiaria brizantha*, componentes morfológicos da planta, lotação contínua, perfilhamento, resistência à penetração de raízes

ABSTRACT

The purpose of this study was to quantify the effect of different grazing intensities (25, 35, 45 and 55 cm sward heights) on the production characteristics, structural, morphogenetic and nutritional value in areas managed with xaraés grass (*Brachiaria brizantha*), and physical attributes of the soil, during the seasons. For the management of heights Nellore cattle were used, and managed under continuous stocking with variable stocking rate. The experimental area consisted of 12 paddocks of ha⁻¹ each. Samples were taken every 28 days in order to estimate the production, accumulation rate and the morphological components of the forage. The nutritive value was determined in the fractions leaf blade and stem, and on the grazing plucked samples. The readings of light interception (IL) and leaf area index (LAI) were taken every 15 days. The tillers were counted every 28 days at fixed points of the pasture in order to estimate the population density of tillers (PDT). Sixty tillers per paddock were collected every 28 days to determine the average weight. The morphogenetic and structural characteristics were determined by evaluating 40 tillers per paddock, every three days for 28 days of each evaluation period. The randomized experimental design consisted of a subdivided plot with three replications. The soil physical properties (soil density - Sd - porosity and soil resistance to root penetration - RP -) were taken in February and June, through the methodologies described by Embrapa. The total forage mass ranged from 4510 to 8514 kg ha⁻¹ of dry matter, being lower at 25 cm and greater at 45 cm. The mass of leaf blades increased linearly with canopy heights ranging from 1815 to 2658 kg ha⁻¹ of dry matter. There were higher rates of total accumulation and leaf blades at higher pastures, ranging from 20.37 to 96.86 kg ha⁻¹ of dry matter. Percentages of leaf blades were higher in late spring, ranging from 33.15% to 46.97%, in lower pastures. In summer, the percentages of stem were higher for thatched swards grazed at 55 cm (42.19%). There was a reduction in the ratio leaf blade and stem in higher pastures. The

percentages of dead material increased linearly according to sward height and ranged from 26.20 to 47.62% among the evaluated heights. In general, higher nutritional value, with higher concentrations of crude protein (122 g kg^{-1}) and in- vitro digestibility of dry matter (66 g kg^{-1}) in swards grazed, were lower in the fall. Higher concentrations of neutral detergent fiber (72 g kg^{-1}) and acid detergent fiber (36 g kg^{-1}) was observed in the summer, with increasing height of the pastures. IL ranged from 88% to 95% and the IAF from four to six between the heights evaluated, relating positively to canopy height. The PDT baseline was lower at greater height (524 tillers/m^2). Plant height was increased linearly thus increasing the average mass per tiller, which ranged and 1.4 - 2.4 g/tiller. The elongation rate and leaf appearance decreased linearly with increasing height and higher values in late spring and summer. Rates of stem elongation and leaf senescence were higher at greater grazing height. The numbers of green leaves and expansion were higher in summer and late spring, with lower height. The final leaf length positively related to canopy height, with higher values in late spring and summer. There was an increased soil in July, as compared to February (1.64 Mg m^{-3}). There was no difference in the values of soil porosity; however, there was a tendency for lower values of macro porosity in the treatments evaluated in July. Conditions of soil moisture for the collection periods differed, and in July the soil showed higher moisture (10.97%) compared to February (6.45%). However, between depths collected and evaluated heights there was little variation. In February, almost all values of penetration resistance were superior to two MPa, a value adopted as more critical. In the interval between depths of 0.20 m to 0.40 m, there was the occurrence of an increase in resistance to penetration. By using continuous stocking between 35 and 45 cm on xaraés grass, depending on the objectives of production, data revealed that the characteristics of the pasture were influenced by the seasons and by grazing height.

Index terms: *Brachiaria brizantha*, morphological components of plant, continuous stocking, tillering, resistance to root penetration

I – INTRODUÇÃO GERAL

1 Gênero *Brachiaria* e o capim-xaraés

A produção animal brasileira sempre teve como lastro a produção de carne bovina, em diferentes sistemas de produção, sendo que, aproximadamente, 90% do rebanho bovino é produzido em pastagens.

Há muitos anos o manejo do pastejo tem sido uma preocupação da pesquisa com plantas forrageiras no Brasil. Contudo, apenas na última década, ocorreram grandes mudanças que resultaram em um avanço significativo na compreensão de fatos e processos determinantes da correta utilização das plantas forrageiras tropicais em pastagens (DA SILVA & NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

Aproximadamente 70% dos 174 milhões de hectares ocupados por pastagens no Brasil (IBGE, 2010), são constituídos de pastagens cultivadas, sendo que a maior parte deles ($\pm 80\%$) é ocupada por gramíneas do gênero *Brachiaria* (BARBOSA, 2006), que foram introduzidas no país na década de 50 e ao longo desse período tiveram grande participação nas regiões pastoris, especialmente a partir da década de 70, seja a partir da implantação em novas áreas ou em substituição a espécies de outros gêneros forrageiros. Estima-se que 60 milhões de hectares, do total da área ocupada por pastagens sejam formados pela *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. marandu, devido às suas características produtivas, agronômicas e grande aceitação pelos animais e, conseqüentemente, pelos produtores. No entanto, o uso de outras plantas forrageiras é de fundamental importância para se evitar áreas de monocultivo deste cultivar.

A Embrapa Gado de Corte lançou, em abril de 2002, o cultivar Xaraés de *Brachiaria brizantha* [*Urochloa brizantha* cv. Xaraés (Syn. *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés)] como mais uma opção para a diversificação das gramíneas forrageiras e, embora possa promover desempenho animal inferior ao obtido com o cv. Marandu,

possui vantagens como maior produção de forragem e maior velocidade de rebrotação, o que possibilita a utilização de alta capacidade de suporte e maior produtividade animal por área (EUCLIDES et al., 2008, 2009). Além disso, segundo Valle et al. (2004), o capim-xaraés apresenta boa adaptação aos solos do Cerrado de média fertilidade, boa resposta à adubação e é tolerante a fungos foliares e de raiz, tornando-a excelente alternativa ao cv. Marandu.

Em função de sua importância, quanto às áreas cultivadas, surgiu a necessidade/demanda por pesquisas com o cultivar xaraés, para que possam ser traçadas estratégias de manejo que viabilizem sua utilização de forma sustentável. Até o momento, são poucos os trabalhos de cunho científico que contemplam estes quesitos no Brasil, e na região Noroeste do Paraná, inexitem trabalhos com manejo de *Brachiarias* com animais a pasto, tornando-se necessário gerar informações a respeito das variáveis morfo-estruturais e produtivas deste cultivar, com idealização e formulação de estratégias de manejo do pastejo, com base em características do dossel, particularmente altura de pastejo, visando o direcionamento do manejo deste cultivar. Nesse contexto, trabalhos que enfoquem critérios de manejo, associados à descrição das características morfo-estruturais dos pastos, tornam-se importantes como guias de tomadas de decisões para o cenário atual de produção de bovinos, tornando-se premissa básica para a melhoria e aumento da eficiência produtiva dos sistemas de produção animal em pastagens tropicais.

2 Controle da altura do pasto como estratégia de manejo do pastejo

Até há pouco tempo no Brasil, a maioria dos trabalhos realizados com pastagens não permitia um entendimento adequado das respostas mensuradas por não considerarem características relacionadas diretamente à planta e nem à natureza dinâmica do ecossistema de pastagens, baseando-se em variáveis como taxa de lotação, períodos de descanso fixos e ofertas de forragem pré-definidas, sem a caracterização da estrutura ou condição do dossel forrageiro (DA SILVA & PEDREIRA, 1997). Nenhuma variável de manejo (e.g., taxa de lotação, oferta de forragem, pressão de pastejo, massa de forragem, índice de área foliar, etc.) quando utilizada de forma exclusiva, é totalmente satisfatória para guiar o manejo de uma pastagem (CARVALHO et al., 2002). Assim, estratégias do manejo do pastejo devem visar à manutenção de uma estrutura do dossel na qual o somatório das eficiências dos processos de acúmulo de massa de forragem,

que envolve crescimento, utilização e conversão, seja otimizado de acordo os objetivos específicos de cada sistema de produção (DA SILVA & CORSI, 2003).

O controle da altura do dossel forrageiro como estratégia de manejo pode ser capaz de relacionar adequadamente o crescimento do dossel com a sua utilização, em termos de respostas sobre comportamento, desempenho e consumo pelos animais (MAXWELL & TREACHER, 1987). Além disso, a altura do dossel possui estreita relação com respostas de produção de massa de forragem durante o ano, além de ser a característica mais importante na determinação da habilidade competitiva das plantas pela luminosidade (HODGSON & MAXWELL, 1981). Estudos baseados em respostas fisiológicas de plantas mostraram que as taxas de crescimento foram relacionadas com a porcentagem de luz interceptada pelo dossel forrageiro e área foliar. Apesar da interceptação luminosa não ser um parâmetro de caráter prático como determinante da entrada dos animais para o pastejo, apresenta alto grau de associação com altura do dossel, sugerindo que essa característica pode ser utilizada como parâmetro-guia no manejo (DA SILVA & NASCIMENTO JR., 2007). O efeito da altura do dossel sobre as taxas de acúmulo de forragem permite determinar faixas de manejo do pastejo adequadas para as diferentes espécies forrageiras (MOLAN, 2004). O uso da altura como referência permite o estabelecimento de guias de manejo de pastagem, devido à forte correlação entre altura e quantidade de alimento disponível, dada a sua facilidade de compreensão, análise e aplicação.

Há muitos anos, a definição mais comum do momento ideal para o início do pastejo é realizada com base em calendário (dias fixos), sendo amplamente difundida em todo o país. Embora essa técnica de manejo tenha auxiliado os pecuaristas e permitido otimização na utilização da forragem produzida nas propriedades brasileiras, sabe-se que generalizações quanto ao período entre os pastejos geram resultados diferentes. Isso ocorre porque as taxas de crescimento e aparecimento de folhas são fortemente influenciadas por condições ambientais, como a temperatura e tipos de solos da região, pela adubação e em função das estações ou épocas do ano.

Em se tratando do planejamento do pastejo com lotação rotacionada, embora o manejo baseado em dias fixos e pré-determinados de descanso propicie facilidades, de certa forma restringe as possibilidades de ganhos em eficiência do sistema, por não gerar um padrão uniforme de respostas fisiológicas e estruturais das plantas. Esse fato demonstra a inconsistência de respostas e a limitação de se generalizar um período de descanso fixo, uma vez que dependendo da época do ano e das condições vigentes de

crescimento este pode ser demasiadamente curto, levando a perdas de produção em termos de quantidade; ou demasiadamente longo, levando a perdas de quantidade e qualidade, podendo, em ambos os casos, resultar em degradação dos pastos (DA SILVA & NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

Nesse contexto, o controle do pastejo seria definido com base em metas de altura do dossel específicas aos objetivos do sistema de produção idealizado e a essência do manejo do pastejo consiste em encontrar balanço eficiente entre o crescimento da planta, o seu consumo e a produção animal. Para que isso ocorra, a planta forrageira deve ser utilizada de forma mais racional, por meio de práticas de manejo que permitam alta produção e aproveitamento eficiente da forragem produzida, gerando máxima produtividade animal. Assim, conciliar alta produção de massa de forragem e estabilidade de produção com elevada produtividade animal exige adequação do manejo e o estabelecimento de um equilíbrio que respeite os limites específicos de cada espécie forrageira. Somente após a associação estável entre planta e ambiente na pastagem, se torna importante a consideração do componente animal como gerador de produção. Além do mais, existe uma amplitude de condições de pasto específica para que as metas de produção animal sejam alcançadas para cada espécie de planta forrageira (GOMIDE & GOMIDE, 2001).

Trabalhos conduzidos com diversas gramíneas tropicais revelaram que estratégias de manejo baseadas no controle da altura do dossel permitem um balanço aceitável entre os processos de produção de forragem, definem respostas da população de plantas à desfolhação, refletem em variações nas propriedades químicas e físicas do solo e clima, são facilmente mensuráveis e permitem o entendimento dos efeitos das variações em condições estruturais do pasto sobre as respostas das plantas e dos animais. Além disso, a estrutura do pasto, sobretudo a altura, densidade de folhas, razão folha:colmo e proporção de material morto, especialmente em forragens tropicais, exerce efeito direto sobre o processo de ingestão de forragem e consumo, por afetar a facilidade de colheita de forragem pelo animal (REGO et al., 2006; PALHANO et al., 2007; FLORES et al., 2008; GONÇALVES et al., 2009; SOUSA et al., 2011; CARLOTO et al., 2011).

Considerando que o maior objetivo do manejo da pastagem é conciliar a necessidade de manutenção do potencial produtivo das plantas forrageiras e as exigências dos animais, a altura pode ser um guia usado nos mais diferentes sistemas de pastejo para o correto ajuste da taxa de lotação.

3 Características produtivas e valor nutritivo de plantas forrageiras

No âmbito da pesquisa brasileira, esforços têm sido despendidos para aperfeiçoar a utilização dos recursos forrageiros disponíveis, buscando a máxima conversão de nutrientes e energia da forragem em produto animal, sem, contudo, prejudicar a sustentabilidade do ecossistema de pastagem.

A produtividade e a perenidade das pastagens decorrem, entre outros fatores, da capacidade de reconstituição e manutenção da área foliar após a desfolhação. Assim, diferentes frequências e intensidades de desfolhação têm forte impacto sobre a condição das plantas, determinando sua produtividade, persistência e velocidade de crescimento (NABINGER & PONTES, 2001). Estudos sobre a morfologia de plantas forrageiras evidenciam que a recuperação de uma pastagem após desfolha, seja por corte ou pastejo, é influenciada por suas características como a área foliar remanescente, os teores de carboidratos de reserva, bem como o número de pontos de crescimento capazes de promover a rebrota. Entender o processo de formação da produção primária em comunidades de plantas forrageiras é fundamental para a tomada de decisões sobre como explorá-las.

A produção de forragem pode ser influenciada por fatores ambientais e por práticas de manejo. Alguns desses fatores podem ser manipulados, tais como a disponibilidade de nutrientes do solo e a intensidade e a frequência de desfolhação aplicada sobre as plantas, e outros não, como temperatura, precipitação e a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA).

Ao avaliarem a massa de forragem dos capins marandu e xaraés em diferentes intensidades de pastejo (15, 25 e 40 cm), sob lotação contínua, nas estações de verão e outono, Flores et al. (2008), observaram variação de massas de forragem de 3.200 a 5.770 kg MS ha⁻¹ para o capim-marandu e 2.540 a 5.000 kg MS ha⁻¹ para o capim-xaraés. Independentemente do cultivar, os pastos manejados a 40 cm de altura apresentaram as maiores massas de forragem, que decresceram à medida que a altura do dossel diminuiu. Comportamento semelhante foi obtido para massa seca de lâminas foliares. Carloto et al. (2011) ao avaliarem características do pasto de capim-xaraés em três alturas de pastejo (15, 30 e 45 cm) durante o período das águas, obtiveram massas de forragem superiores, que variaram de 2.991 a 8.062 kg MS ha⁻¹ entre a menor e a maior altura avaliada.

O acúmulo de forragem em plantas forrageiras resulta de interações complexas que ocorrem entre atributos genéticos e de ambiente sobre os processos fisiológicos e

características morfológicas que determinam a produtividade (DA SILVA & PEDREIRA, 1997). Hodgson et al., (1981) definiram o acúmulo de forragem da pastagem como sendo um processo dinâmico e resultado do balanço entre crescimento e senescência de tecidos. No caso específico de plantas sob condições de pastejo, considera-se no balanço o material consumido pelos animais, tornando o acúmulo de forragem o balanço líquido entre o crescimento, consumo e as perdas por senescência (BIRCHAM & HODGSON, 1983). Em casos onde a pastagem é mantida sob condição constante, como ocorre em sistema de pastejo com lotação contínua, o acúmulo de forragem pode não existir, isso porque todo o material produzido é removido pelos animais através do pastejo.

Características relacionadas ao ambiente e às práticas de manejo da desfolhação interferem na dinâmica do acúmulo de forragem. O fator de ambiente mais influente é a luminosidade, pois potencializa a produção de tecidos quando abundante e, em contrapartida, induz à senescência dos mesmos quando em quantidade insuficiente (BROUGHAM, 1956). Limitações de água e outros nutrientes também interferem em ambos os processos.

Da Silva & Nascimento Júnior (2007) discutiram a importância de avaliações da dinâmica do acúmulo de forragem durante sucessivos ciclos de pastejo, pois auxiliam no entendimento da resposta do animal ao manejo imposto. Os resultados atuais demonstram a importância que a estrutura do dossel tem sobre o acúmulo e o valor nutritivo da forragem produzida e, conseqüentemente, sobre o comportamento ingestivo, consumo e desempenho dos animais em pastejo.

Ao avaliarem o acúmulo de forragem dos capins marandu e xaraés em diferentes intensidades de pastejo (15, 25 e 40 cm), sob lotação contínua, Flores et al. (2008) observaram maior taxa de acúmulo de forragem para o pasto manejado a 40 cm e a menor para o manejado a 15 cm. Contudo, Molan (2004) observou que pastos de capim-marandu adubados com 150 kg ha⁻¹ de N e manejados de 10 a 30 cm apresentaram taxas de acúmulo de forragem equivalentes, porém superiores às do pasto manejado a 40 cm, resultados estes atribuídos a erros de medição do acúmulo de forragem, decorrentes da utilização de gaiolas de exclusão. Pedreira et al. (2009) avaliaram, em sistema de pastejo com lotação rotacionada, três estratégias de desfolhação, sendo elas 95 e 100% de interceptação luminosa (IL) e 28 dias de descanso, correspondente a 30, 40 e 30 cm de altura, respectivamente, e observaram que o padrão de acúmulo de forragem resultante da estratégia de pastejo caracterizada por um período fixo de descanso de 28

dias variou comparativamente as estratégias de 95 e 100% IL dependendo da época do ano e das condições de crescimento vigentes, com maior acúmulo para as maiores alturas, no verão.

A caracterização da forragem ofertada aos animais, baseada no crescimento e desenvolvimento durante determinado período de rebrotação, pode ser feita por meio do fracionamento da forragem acumulada em estratos horizontais do pasto e também nos componentes morfológicos (folhas, colmos e material morto), possibilitando a caracterização dos padrões e das alterações morfológicas e estruturais da vegetação durante o processo de acúmulo de forragem (PEDREIRA et al., 2009). As maiores variações na composição morfológica dos pastos ocorrem durante o verão, quando há decréscimos nas porcentagens de lâminas foliares e colmo, e acréscimos na porcentagem de material morto à medida que aumenta a altura de manejo do pastejo (FLORES et al., 2008; CARLOTO et al., 2011).

Diferentes estratégias de manejo podem resultar em variações na estrutura do dossel forrageiro, influenciando o desempenho animal, em decorrência dos seus efeitos na quantidade e no valor nutritivo da forragem consumida (PEDREIRA et al., 2009).

O conceito do termo “valor nutritivo”, refere-se à composição química da forrageira, sua digestibilidade e a natureza dos produtos da digestão. Já a qualidade de uma planta forrageira é representada pela associação da composição bromatológica, da digestibilidade e do consumo voluntário, entre outros fatores. Por isso, é de grande importância o conhecimento dos teores dessas variáveis, quando se iniciam as avaliações de uma planta promissora (MOTT, 1970). Por outro lado, estes constituintes variam em função da idade, da parte da planta, da época do ano e da fertilidade do solo (WERNER, 1993). O baixo valor nutritivo das forrageiras tropicais é, frequentemente, mencionado na literatura. Este valor nutritivo está associado ao reduzido teor de proteína bruta e minerais, ao alto conteúdo de fibra e à baixa digestibilidade da matéria seca (EUCLIDES, 1995).

Gerdes et al. (2000) avaliaram o valor nutritivo de três espécies forrageiras nas estações do ano, e concluíram que as cultivares marandu e tanzânia não diferiram em relação ao valor nutritivo, quanto aos teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade (DIVMS). Contudo, o teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi mais elevado no tanzânia, porém sem reduzir sua digestibilidade. O cultivar setária apresentou teores de PB mais elevados e DIVMS inferior ao marandu, no entanto os teores de FDN destas duas gramíneas não diferiram. Comparando-se as estações do ano, mais alto valor

nutritivo foi observado no outono, independentemente da espécie forrageira. Flores et al. (2008) não observaram diferenças para as variáveis associadas ao valor nutritivo dos pastos de capim-marandu e capim-xaraés. Entretanto, houve diferenças entre as alturas de manejo do pastejo, com maiores teores de PB e DIVMS, e menores teores de FDN observados para os pastos manejados a 25 cm, em comparação com aqueles manejados a 15 cm e 40 cm.

4 Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do dossel forrageiro

O estudo e o desenvolvimento dos diferentes órgãos de um organismo e das transformações que determinam a produção e a mudança na forma e estrutura da planta no espaço ao longo do tempo é denominado morfogênese (CHAPMAN & LEMAIRE, 1993). A dinâmica da geração e da expansão da forma da planta no espaço definem a morfogênese das plantas, que pode ser descrita por três características básicas: taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e duração de vida das folhas (DVF), que permitem integrar diferentes características estruturais do dossel, com a finalidade de atingir os principais objetivos da produção animal em pastagens.

De acordo com CHAPMAN & LEMAIRE (1993) a taxa de aparecimento de folhas é a característica morfogênica que merece maior destaque, uma vez que influencia diretamente as três características estruturais do dossel, que serão abordadas posteriormente. Diversos fatores afetam a taxa de aparecimento de folhas, como aspectos intrínsecos da planta forrageira, características morfológicas, nível de inserção das folhas e fatores ambientais, com destaque especial para a temperatura. O padrão de desfolhação também exerce efeito sobre o aparecimento de folhas, principalmente quando relacionado às alterações na altura do dossel e à oferta de forragem.

O inverso da taxa de aparecimento de folhas, que corresponde ao intervalo de tempo para que duas folhas sucessivas atinjam o mesmo estágio de desenvolvimento fisiológico (GOMIDE, 1997), é normalmente conhecido como filocrono e expresso em dias por folha ou graus-dias por folha.

Apesar de serem características determinadas geneticamente para cada espécie ou cultivar, as características morfogênicas são influenciadas por variações do ambiente como luz, disponibilidade hídrica, temperatura, nutrientes e manejo.

A combinação das variáveis morfogênicas sob a ação da luz, temperatura, água e nutrientes determina os componentes estruturais do dossel, que são o comprimento final

das folhas (CFF), a densidade populacional de perfilhos (DDP) e o número de folhas vivas por perfilho (NFV), que por sua vez determinam diretamente o índice de área foliar (IAF) do pasto. Em algumas espécies de plantas tropicais e subtropicais, existe outro componente importante do crescimento que interfere significativamente na estrutura do pasto, como na razão folha:colmo, e no equilíbrio dos processos de competição por luz, que é a taxa de alongamento de colmo (TAIC) (DA SILVA & SBRISSIA, 2001).

A relação entre a TAIF e a TApF determina o tamanho das folhas de um perfilho, uma vez que ao ser emitida a folha seguinte, a primeira tem o seu crescimento interrompido, embora permaneça viva por determinado período de tempo. A DPP é influenciada basicamente pela TApF, mas pode ser alterada pelas condições de desfolhação, devido à variação na quantidade e qualidade da luz incidente que atinge as folhas remanescentes. O NFV por perfilho é o produto entre o tempo de vida de cada folha e a TApF.

Ao avaliarem características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a alturas de corte, por meio de pastejo com lotação rotacionada, Sousa et al. (2011) observaram que tais características foram mais influenciados pelas estações do ano do que pelo padrão de desfolhação. Tais resultados corroboram os obtidos por Galbeiro (2009) avaliando a mesma cultivar em diferentes intensidade de pastejo, porém em sistema de pastejo com lotação contínua, onde as condições climáticas influenciaram essas características de forma mais marcante que as intensidades de pastejo avaliadas.

5 Qualidade física do solo e o manejo do pastejo

As propriedades físicas do solo estão envolvidas em vários processos do solo e em muitas de suas funções, como suporte ao crescimento radicular, armazenamento e suprimento de água e nutrientes, atividade biológica e trocas gasosas. Os indicadores físicos, que têm sido utilizados e recomendados com maior frequência para aferir os impactos no solo são porosidade, densidade e resistência das raízes à penetração. Esses, por sua vez, influenciam no armazenamento de água, aeração, taxa de infiltração e crescimento radicular (CAMARGO & ALLEONI, 1997). Solos que apresentam densidade e porosidade adequadas tendem a apresentar baixa resistência do solo à penetração das raízes, garantindo ao sistema radicular boa aeração, fornecimento de

água de acordo com a necessidade da planta e ainda possibilita o maior crescimento das raízes.

O processo de produção agrícola causa modificações nas características físicas do solo, gerados principalmente pela compactação, provocada pelo uso de máquinas agrícolas. Com isso, ocorrem alterações na densidade e porosidade, e como consequência a redução na difusão de ar no solo, prejudicando a respiração das raízes, redução na taxa de infiltração, o que contribui com o escoamento superficial. Tal situação pode ainda causar erosão e aumento na resistência do solo à penetração das raízes, dificultando o crescimento do sistema radicular das plantas, afetando também a parte aérea (CAMARGO & ALLEONI, 1997).

No sistema pecuário, também se tem observado a ocorrência dessas modificações nas características físicas do solo, sendo o manejo inadequado do pasto e dos animais apontado como um fator que possui grande contribuição na deformação do solo. A principal consequência é a redução da taxa de lotação na área de pastejo (LEÃO et al., 2004), ocasionando perda em produtividade de carne.

A redução do número de animais nas áreas pastoris pode ser utilizada para melhorar a qualidade física dos solos em virtude do menor pisoteio sobre a área. Contudo, essa alternativa pode resultar em prejuízos ao sistema, como redução na produtividade animal. Outra forma tem sido o controle da altura do pasto, particularmente em sistemas de pastejo com lotação contínua, visto que a maior quantidade de matéria verde da gramínea amortece o impacto do casco dos animais sobre o solo, reduzindo a compactação. Contudo, essa alternativa apresenta como desafio identificar qual a altura de pastejo é mais adequada para o fornecimento de alimento de qualidade aos animais e que, ao mesmo tempo, apresente condições para a melhoria da qualidade física do solo.

Resultados da literatura mostram que o pisoteio do solo pelos animais traz como consequência a compactação do solo e a redução da porosidade total e macroporosidade (BERTOL et al., 2000), além de aumento da resistência do solo à penetração de raízes, da densidade e da microporosidade (PIZZANI, 2012), alterando propriedades hidráulicas e tamanho de agregados (ARAUJO et al., 2011). No entanto, as características e extensão das modificações causadas pelo pisoteio dos animais, dependem do tipo e idade da forrageira, taxa de lotação e umidade do solo no momento do pastejo (IMHOFF et al., 2000). Além disso, várias pesquisas apontam que a influência do pisoteio na densidade do solo limita-se às camadas mais superficiais do

solo, de 0-0,05 m (VZZOTTO et al., 2000; SIQUEIRA JUNIOR, 2005; PIZZANI, 2012).

Se o tempo de permanência dos animais nas áreas de pastejo se estende por um período muito longo, os efeitos do pisoteio sobre os atributos físicos do solo são mais intensos, dificultando a reabilitação natural do solo em curto prazo (PARENTE & MAIA, 2011), e dependendo do grau de degradação desses atributos é necessária a utilização de técnicas de manejo culturais e/ou mecânicas para sanar o problema.

Avaliando o efeito do pisoteio causado pelo gado num intervalo de três pastejos realizados no inverno em sistema de integração lavoura-pecuária, Lanzasova et al. (2007) observaram um incremento na densidade do solo na camada de 0-0,05 m. Em contrapartida, Flores et al. (2007) não identificaram influência do pisoteio dos animais na densidade do solo por um período de quatro meses, em uma área sob pastejo com lotação contínua.

Estudos realizados por Spera et al. (2004) indicaram que em sistema de integração lavoura pecuária, o pisoteio dos animais não influenciou a microporosidade, no entanto promoveu alterações na macroporosidade do solo.

Dados obtidos por Bertol et al. (2000) mostraram que na camada de 0-0,05 m de áreas pastejadas, a distribuição de tamanhos dos poros se apresentam de forma imprópria, apresentando valores de macroporosidade abaixo do recomendado, causada pela compactação do solo devido à pressão dos animais. Esta má distribuição dos poros prejudica a aeração e reduz a infiltração de água no solo.

Estudos realizados por Lanzasova et al. (2007) e Pizzani (2012) indicaram que a taxa de infiltração de água no solo foi significativamente reduzida devido ao aumento da densidade do solo e também pela redução da macroporosidade gerada pela alta taxa de lotação na área.

Resultados obtidos por Goulart et al. (2010) mostraram a influência da altura de pastejo na densidade e porosidade total do solo. Áreas pastejadas com 20 e 30 cm de altura sofreram menor compactação quando comparado às áreas sem controle de pastejo e em áreas pastejadas com alturas inferiores a 20 cm. Tal fato pode ser explicado pelo fato de que, em áreas onde a altura da forrageira é mantida mais baixa, ocorre maior intensidade de pastejo, ocasionando um maior pisoteio na área, e ainda, pelo fato de existir pouca vegetação sobre o solo, o que resulta em aumento do impacto causado pela movimentação e pisoteio dos animais.

A adoção de manejos que garantam a qualidade física do solo possibilita a manutenção das suas funções e, portanto, solos que apresentem bons indicadores físicos são menos susceptíveis a processos modificadores como compactação e adensamento, formação de crosta, selamento superficial e erosão acentuada.

Referências

ARAÚJO, Q. R.; GATTWARD, J. N.; DANTAS, P. A. S.; RIBEIRO, D. O.; SANTOS, T. L.; SANTOS, L. C.; CARVALHO JUNIOR, J. C. S.; MANZ, J.; CHEPOTE, R. E.; SOUZA, L. S. Efeitos da lotação animal em pastagem consorciada sobre propriedades de um solo coeso. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 3, p. 115-121, 2011.

BARBOSA, R. A. **Morte de pastos de braquiária**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. 206 p. (EMBRAPA Gado de Corte, Workshop).

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A.; ALMEIDA, E. X.; KURTZ, C. Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de Capim-Elefante-Anão cv. MOTT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 5, p. 1047-1040, 2000.

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

BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba. 1997. 132 p.

CARLOTO, M. N.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G. S.; PAULA, C. C. L. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 1, p. 97-104, 2011.

CARVALHO, P.C.F.; POLI, C. H. E. C.; HERINGER, I.; BARBOSA, C. M. P.; PONTES, L. S.; FRIZZO, A.; PINTO, C. E.; FONTOURA JÚNIOR, J. A.; FREITAS, T. M. S.; SOARES A. B.; MORAIS, A.; CANTO, M. W. Normas racionais de manejo de pastagens para ovinos em sistema exclusivo e integrado com bovinos. In: SIQUEIRA, Edson Ramos de. (Org.). VI Simpósio Paulista de Ovinocultura. 6^a ed. **Anais...** Botucatu, SP. 2002, v. 1, p. 21-50.

CASSOL, L. C. **Relações solo-planta-animal num sistema de integração lavoura-pecuária em semeadura direta com calcário na superfície**. 2003. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CHAPMAN, D. F., LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for our world**. SIR Publishing, Wellington, cap. 3. p. 55-64, 1993.

DA SILVA, S. C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; DA SILVA, S. C.; DE FARIA, V. P. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, Suplemento especial, p. 121-138, 2007.

DA SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 3ª ed, 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal, FCAV/UNESP, 1997. p. 1-62.

EUCLIDES, V.P.B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-73.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B. do; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A.; CACERE, E. R. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 1, p. 98-106, 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1805-1812, 2008.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.

FLORES, R. S.; EUCLIDES, V. P. B.; ABRÃO, M. P. C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G. S.; BARBOSA, R. A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008.

GALBEIRO, S. **Características morfogênicas, acúmulo e qualidade da forragem do capim-Xaraés submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua**. 2009. 67 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTA, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de Características de Valor Nutritivo das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas Estações do Ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000

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

GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. M. Utilização e manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. (CD-ROM).

GONÇALVES, E. N.; CARVALHO, P. C. F.; KUNRATH, T. R.; CARASSAI, I. J.; BREMM, C.; FISCHER, V. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1655-1662, 2009.

GOULART, R. Z.; LOVATO, T.; PIZZANI, R.; LUDWIG, R. L.; SCHAEFER, P. S. Comportamento de atributos físicos do solo em sistema de Integração lavoura-pecuária. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 6, n. 11, p. 1-15, 2010.

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

HODGSON, J.; MAXWELL, T.J. Grazing research and grazing management. In: HILLFARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**. Midlothian, 1981. p. 196-188.

HODGSON, J.; BIRCHAM, J. S.; GRANT, S. A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: SIMPOSIUM ON PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, Nottingham, 1981. **Proceedings**. Belfast: British Grassland Society, 1981, p. 51-62.

IMHOFF, S.; SILVA, A. P.; TORMENA, C. A. Aplicação da curva de resistência no controle da qualidade física de um solo sob pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1493-1500, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 de abril de 2014.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 31, n. 5, p. 1131-1140, 2007.

LEAO, T. P.; SILVA, A. P.; MACEDO, M. C. M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V. P. B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. v. 28, n. 3, p. 415-423, 2004.

MAXWELL, T. J.; TREACHER, T. T. Decision rules for grassland management. In: Efficient sheep production from grass. POLLOTT, G. E. (Ed.). British Grassland Society Occasional Symposium, Hurley, Berkshire, U. K., 1987. **Proceedings**. UK: British Grassland Society, 1987. p.67-78.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua.** Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. 159p., 2004.

MOTT, G. O. **Evaluacion de la produccion de forrajes.** In: HUGHES, H. D., HEATH, M. E., METCALFE, D. S. (Eds.) Forrajes - la ciencia de la agricultura basada en la producción de pastos. México. 1970. p.131-141.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 2001. p. 755-770.

PALHANO, A. L.; CARVALHO, P. C. F.; DITTRICH, J. R.; MORAIS, A.; SILVA, S. C.; MONTEIRO, A. L. G. Características do processo de ingestão de forragem por novilhas holandesas em pastagens de capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1014-1021, 2007. (Suplemento).

PARENTE, H. N.; MAIA, M. O. Impacto do pastejo sobre a compactação dos solos com ênfase no Semiárido. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5, n. 3, p.1-15, 2011.

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

PIZZANI, R. **Atributos do solo e desempenho da cultura do milho sob diferentes alturas de massa de forragem pós-pastejo.** 2012. 107 f. Tese (Doutorado em Biodinâmica e Manejo do Solo)- Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, RS.

REGO, F. C. A.; DAMASCENO, J. C.; FUKUMOTO, N. M.; CORTÊS, C.; HOESHI, L.; MARTINS, E. N.; CECATO, U. Comportamento ingestivo de novilhos mestiços em pastagens tropicais manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1611-1620, 2006. (Suplemento).

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

SIQUEIRA JUNIOR, L. A. **Alterações de características do solo na implantação de um sistema de integração agricultura - pecuária leiteira.** 2005.107 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOUSA, B. M. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RODRIGUES, C. S.; MONTEIRO, H. C. F.; DA SILVA, S. C.; FONSECA, M. F.; SBRISSIA, A. F. Morphogenetic and structural characteristics of Xaraes palisadegrass submitted to cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2011.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, n. 3, p. 533-542, 2004.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHO, M. B.; LEMPP, B.; POTT, A.; SOUZA, M. A. O **capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação de pastagens de braquiária**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 149).

VZZOTTO, V. R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, v. 30, n. 6, p. 965-969, 2000.

WERNER, J.C. Importância da interação solo-planta-animal na nutrição de ruminantes. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO ANIMAL, v.1, 1993. Brasília: MAARA/SDR/SENA. **Anais....** Brasília, 1993. p.11-20.

II – HIPÓTESE E OBJETIVO GERAL

Hipótese

A intensidade de pastejo, imposta por diferentes alturas do dossel (25, 35, 45 e 55 cm) do capim-xaraés sob lotação contínua resulta em pastos com produção, valor nutritivo, estrutura e morfogênese distintos, exercendo influência sobre os atributos físicos do solo, nas diferentes épocas do ano.

Objetivo Geral

Quantificar o efeito da altura do dossel forrageiro sobre as características produtivas, estruturais e morfogênicas em pastos de capim-xaraés sob lotação contínua e taxa de lotação variável, e explicar como a adoção dessa estratégia de manejo do pastejo exerce efeito sobre os atributos físicos do solo.

III – CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-XARAÉS MANEJADO EM DIFERENTES INTENSIDADES DE PASTEJO

Resumo - O objetivo desse trabalho foi quantificar o efeito de diferentes intensidades de pastejo (25, 35, 45 e 55 cm de alturas do pasto) sobre as características produtivas e valor nutritivo do capim-xaraés, nas épocas do ano (final de primavera, verão, outono e inverno). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com três repetições. Para o manejo das alturas foram utilizados bovinos Nelore e o monitoramento da altura do dossel foi realizado semanalmente. A cada 28 dias, foi estimada a massa de forragem, com amostras de 0,25 m², o acúmulo de forragem utilizando-se três gaiolas de exclusão/piquete e coletas de pastejo simulado, sendo o valor nutritivo determinado nas lâminas foliares, colmo e pastejo simulado. A massa de forragem total variou de 4510 a 8514 kg ha⁻¹, sendo menor aos 25 cm e maior aos 45 cm. A massa de lâminas foliares aumentou linearmente com a altura do dossel, variando de 1815 a 2658 kg ha⁻¹. Maiores taxas de acúmulo total e de lâminas foliares foram obtidas em pastos mais altos, variando de 20,37 a 96,86 kg ha⁻¹. As porcentagens de lâminas foliares foram maiores no final da primavera, de 33,15 a 46,97 %, e para pastos mais baixos. No verão, as porcentagens de colmo foram maiores para pastos manejados com 55 cm (42,19%). Houve redução na razão lâmina foliar:colmo em pastos mais altos. As porcentagens de material morto aumentaram linearmente de acordo com a altura do pasto e variou de 26,20 a 47,62% entre as alturas avaliadas. De maneira geral, no outono, foi obtido maior valor nutritivo, com maiores concentrações de proteína bruta (122 g kg⁻¹) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (66 g kg⁻¹) nos pastos manejados mais baixos. Maiores concentrações de fibra em detergente neutro (72 g kg⁻¹) e fibra em detergente ácido (36 g kg⁻¹) foram obtidas no verão, com o aumento da altura dos pastos. Com base nas características avaliadas, o capim-xaraés, sob lotação contínua, deve ser utilizado entre 35 e 45 cm, permitindo aos animais uma colheita de forragem de melhor qualidade, a depender dos objetivos da produção.

Palavras-chave: Acúmulo de forragem. Alturas de manejo. *Brachiaria brizantha*. Componentes morfológicos. Estações do ano

III - PRODUCTIVE CHARACTERISTICS AND NUTRITIONAL VALUE OF XARAÉS GRASS MANAGED IN DIFFERENT GRAZING INTENSITIES.

Abstract - The purpose of this study was to quantify the effect of different grazing intensities (25, 35, 45 and 55 cm sward heights) on productive characteristics and nutritive value of grass xaraés in seasons of the year (late spring, summer, autumn and winter). The randomized experimental design consisted of a subdivided plot design with three replications. For the management of heights, Nellore cattle were used, and canopy height was monitored on a weekly basis. Herbage mass was estimated every 28 days, with samples of 0.25 m² of herbage accumulation by using three exclusion cage/paddock with collections of simulated grazing plucked. This was the nutritional value determined in simulations of leaf blades, stems and grazing. The forage mass varied from 4510-8514 kg ha⁻¹, being lower at 25 cm and greater at 45 cm. The mass of leaf blades increased linearly with canopy heights that ranged from 1815 to 2658 kg ha⁻¹. Higher rates of total accumulation and leaf blades were observed at higher pastures, ranging from 20.37 to 96.86 kg ha⁻¹. Percentages of leaf blades were higher in late spring, from 33.15 to 46.97%, in lower pastures. During the summer, the percentages of stem were higher for swards grazed at 55 cm (42.19%). There was a reduction in the ratio leaf blade:stem in higher pastures. The percentages of dead material increased linearly according to sward height and ranged from 26.20 to 47.62% among the evaluated heights. In general, higher nutritional value was obtained in the fall, with higher concentrations of crude protein (122 g kg⁻¹) and in vitro digestibility of dry matter (66 g kg⁻¹) in swards grazed in lower pastures. Higher concentrations of neutral detergent fiber (72 g kg⁻¹) and acid detergent fiber (36 g kg⁻¹) were obtained with the increased height of the grasses in the summer. Based on the characteristics evaluated, the xaraés grass under continuous stocking, must be used between 35 and 45 cm, allowing the animals a crop of better quality forage, depending on the objectives of production.

Keywords: Herbage accumulation. Sward heights. *Brachiaria brizantha*. Morphological components. Seasons.

Introdução

A produção de ruminantes do Brasil se baseia na utilização de pastagens como principal fonte de alimento para os animais. Com o intuito de promover a diversificação de espécies forrageiras nas pastagens e oferecer opção de melhor valor nutritivo, maior produtividade e maior resistência às doenças em relação ao capim-marandu, a Embrapa Gado de Corte lançou

a cultivar Xaraés de *Brachiaria brizantha*, que possui como vantagens maior velocidade de rebrota e produção de forragem, garantindo maior taxa de lotação, o que resulta em melhor produtividade por área (EUCLIDES et al., 2008, 2009).

A dinâmica do processo de produção de forragem está relacionada às taxas de crescimento e senescência das plantas, e seu balanço resulta no acúmulo líquido de forragem, que reflete a quantidade produzida em determinado período e como esta varia de acordo com as práticas de manejo e estações do ano (FAGUNDES et al., 2005). O crescimento das plantas está condicionado à obtenção de energia proveniente da radiação solar que é interceptada pela área foliar do dossel e utilizada nos processos fotossintéticos (NABINGER; PONTES, 2001).

Segundo Pedreira et al. (2009), a caracterização da forragem ofertada aos animais pode ser feita por meio do fracionamento da forragem acumulada em estratos horizontais do pasto e também nos componentes morfológicos, o que possibilita caracterizar os padrões e as alterações morfológicas e estruturais da vegetação durante o processo de acúmulo de forragem. Dos componentes morfológicos, as lâminas foliares possuem maior valor nutricional e sua maior proporção na forragem representa alimento com elevados teores de proteína, podendo resultar em maior digestibilidade e consumo, além de conferir à gramínea melhor adaptação ao pastejo ou tolerância ao corte (TRINDADE et al., 2007). Portanto, a maior proporção de lâminas foliares na estrutura do pasto corresponde a uma condição importante para satisfazer às necessidades nutricionais dos animais. A proporção dos componentes morfológicos varia entre as espécies de gramíneas, o que é importante do ponto de vista do valor nutritivo e do manejo das espécies forrageiras.

Diferentes estratégias de manejo resultam em diferentes estruturas do pasto, influenciando o desempenho animal, pois interferem na quantidade e valor nutritivo da forragem consumida. Os métodos tradicionais de uso de estratégias de pastejo baseadas em períodos fixos e pré-determinados de rebrotação para colheita de gramíneas tropicais são pouco flexíveis e generalistas (PEDREIRA et al., 2007). Estudos recentes conduzidos com diversas gramíneas tropicais revelaram que estratégias de manejo baseadas no controle da altura do pasto permitem um balanço entre os processos de produção de forragem e definem respostas consistentes da população de plantas à desfolhação (REGO et al., 2006; PALHANO et al., 2007; FLORES et al., 2008; GONÇALVES et al., 2009; SOUSA et al., 2011; CARLOTO et al., 2011).

Na região Noroeste do Paraná, praticamente inexistem trabalhos com manejo de *Brachiarias* com animais a pasto, tampouco com o capim-xaraés, tornando-se necessário gerar informações a respeito das variáveis morfo-estruturais e produtivas desta cultivar, com

vistas ao direcionamento correto do seu manejo. Assim, objetivou-se com este trabalho quantificar o efeito das alturas do dossel forrageiro sobre as características produtivas, morfológicas e valor nutritivo do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

Material e métodos

O experimento foi realizado, de agosto de 2012 a setembro de 2013, na fazenda 46, propriedade particular, no município Cidade Gaúcha, noroeste do Paraná, em área localizada à 23° 25' 29,30" de latitude sul e 52° 58' 00,44" de longitude oeste, a 390 m de altitude. O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido mesotérmico), segundo classificação de Köppen, e caracterizado por apresentar verões quentes, com precipitação total média anual de 1300 mm, concentrada nos meses do verão.

Os dados de temperaturas mínima, média e máxima, precipitação e umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

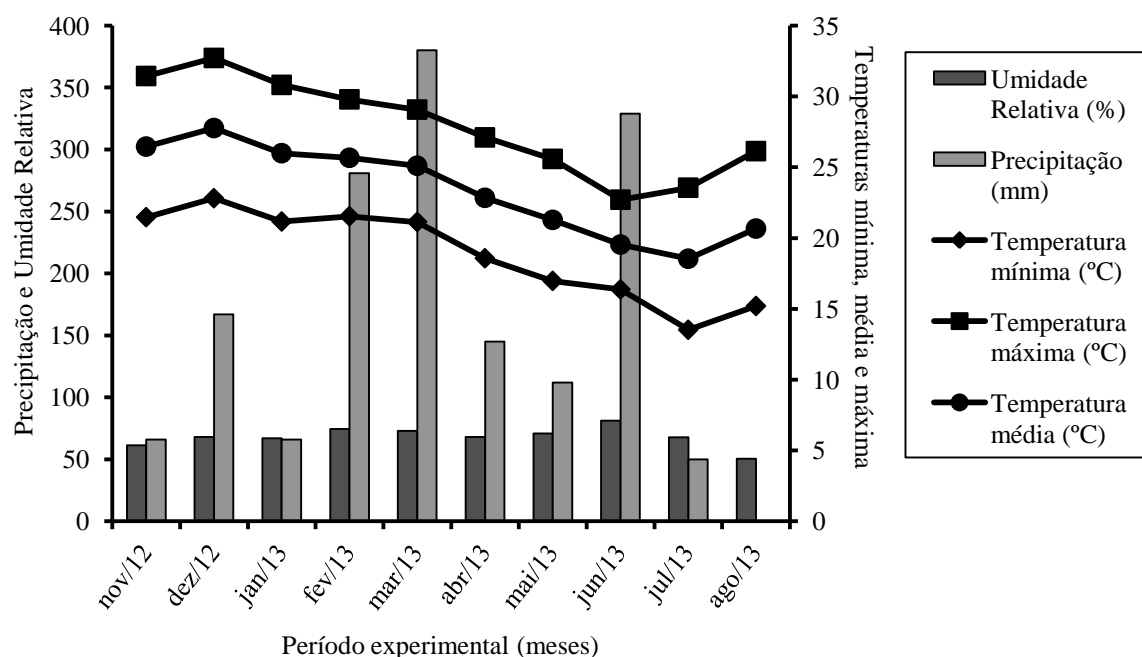


Figura 1 Umidade realtiva do ar (%), precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental.

Fonte: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
Estação A869 – Cidade Gaúcha – Paraná

O solo da área experimental é originário da formação Arenito Caiuá, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006). Possui textura franco-arenosa e encontra-se em uma região de relevo suave-ondulado com baixa fertilidade natural. Antes do início do período experimental foram realizadas coletas de terra da área, em profundidade de 0-20 cm, para realização das análises químicas (Tabela 1).

Tabela 1 Análise química da terra da área experimental

Alturas dos pastos	pH	MO ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	H +Al	Al ⁽³⁾	V ⁽⁴⁾
cm	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol dm ⁻³ -----					(%)
25	5,53	12,96	11,98	0,22	1,00	0,42	2,77	0,00	37,18
35	5,77	15,32	7,91	0,32	1,11	0,51	2,77	0,00	41,09
45	5,60	14,51	7,47	0,21	0,88	0,37	2,64	0,02	35,49
55	5,80	17,62	14,17	0,26	1,40	0,56	2,88	0,02	43,16

⁽¹⁾Matéria orgânica; ⁽²⁾ fósforo; ⁽³⁾ potássio, cálcio, magnésio, alumínio; ⁽⁴⁾ saturação de bases.

A área experimental, que compreendeu 12 hectares, divididos em 12 piquetes de 1 ha cada, com bebedouros e cochos com sal mineral, foi estabelecida com *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em fevereiro de 2009, utilizando-se 10 kg ha⁻¹ de sementes comerciais, e desde então, vinha sendo utilizada experimentalmente com animais, adotando-se o mesmo sistema de pastejo. Antes, a área foi utilizada para o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

Em 15 setembro de 2012, os pastos foram adubados com 10000 kg de cama de frango ha⁻¹, que possui 2,83% de nitrogênio e 1,6% de fósforo. A adubação foi realizada sem a presença de animais, sendo respeitada a legislação do MAPA através da Instrução Normativa N° 25, de julho de 2009, a qual preconiza que a cama de aves só deve ter seu uso permitido se o pastejo for realizado somente após 40 dias de sua aplicação. Os animais entraram na área experimental no dia 1° de novembro de 2012. Em fevereiro de 2013, a área foi adubada a lanço, com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia e 60 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl.

Os tratamentos corresponderam a quatro alturas de pastejo, 25, 35, 45 e 55 cm em relação ao nível do solo, avaliadas nas estações do ano. Para o manejo das alturas do dossel, foram utilizados bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade média de 15 meses e peso corporal médio inicial de 331±25,39 kg, manejados sob lotação contínua e taxa de lotação variável. Todos os animais foram desvermifugados, antes do experimento. Na área experimental, eles receberam água e mistura mineral completa à vontade.

Para fins de comparação das médias, os dados foram agrupados em três épocas do ano: final da primavera (24 de novembro de 2012 a 22 de dezembro de 2012), verão (23 de dezembro de 2012 a 16 de março de 2013) e outono (17 de março de 2013 a 22 de junho de 2013). Dia 18 de junho de 2013, os animais foram abatidos e uma avaliação de inverno foi realizada sem animais, num intervalo de 42 dias após a última coleta de outono, para obtenção de respostas de produção e acúmulo do capim-xaraés na época de menor crescimento do pasto, objetivando gerar subsídios para o manejo da cultivar nessa estação. Não foram colocados animais na área na época do inverno, pois era manejo adotado na fazenda desde

anos anteriores e, em virtude das baixas taxas de crescimento dos pastos nessa estação, os mesmos eram vedados.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado em parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais foram constituídas pelas alturas do dossel e as subparcelas pelas épocas do ano.

O monitoramento da altura do dossel foi realizado semanalmente utilizando-se régua de 1 m. Foram medidos 60 pontos por piquete, distribuídos ao longo de quatro linhas transectas imaginárias de 15 pontos cada. A altura do pasto em cada ponto correspondeu à altura média da curvatura das folhas superiores em torno da régua.

A massa de forragem dos pastos foi estimada a cada 28 dias, cortando-se 12 amostras de 0,5 x 0,5 (0,25 m²) por piquete, rente ao solo. As amostras foram divididas em duas partes: uma foi seca em estufa a 55°C por 72 horas e pesada para estimativa da massa de forragem total (MFT) e a outra foi utilizada para formação de amostras compostas (a cada três amostras, e formou-se uma amostra composta). As amostras compostas foram separadas manualmente em lâmina foliar, colmo (colmo + bainha) e material morto. Posteriormente, foram secas em estufa a 55°C por 72 horas e pesadas para obtenção da massa de cada componente morfológico e da razão lâminas foliares:colmo.

As densidades volumétricas de massa de forragem total e massa de lâminas foliares, expressas em kg de MS cm⁻¹ ha⁻¹, foram calculadas dividindo-se as massas de forragem pela altura do pasto.

O acúmulo de forragem foi estimado utilizando-se três gaiolas de exclusão por piquete. A cada 28 dias, as gaiolas foram posicionadas em pontos representativos da altura média do pasto, com massa de forragem e composição morfológica semelhantes às áreas sob pastejo. As massas de forragem, dentro e fora da gaiola, foram obtidas por corte rente ao solo. Após a amostragem, as gaiolas eram realocadas nas unidades experimentais e fixadas em novos pontos representativos da condição (altura média) das mesmas no momento do rodízio. O acúmulo de forragem (kg de MS ha⁻¹) foi obtido pela diferença entre as massas de forragem observadas dentro e fora da gaiola. Para a estimativa da taxa de acúmulo de forragem (kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹), dividiu-se o acúmulo pelo número de dias de rodízio das gaiolas, ou seja, 28 dias.

A cada 28 dias foram coletadas amostras, simulando o pastejo e o valor nutritivo determinado nas frações lâminas foliares, colmo e pastejo simulado. As amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar à 55°C por 72 horas e moídas a 1mm. Estimou-se os teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de acordo com AOAC (1990), fibra em

detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) em aparelho autoclave, conforme metodologia descrita por Pell & Schofield (1993) e digestibilidade *in vitro* da MS, que foi determinada apenas nas lâminas foliares e pastejo simulado, conforme a metodologia descrita por Holden et al. (1999).

Os dados foram agrupados por épocas do ano (final da primavera, verão, outono e inverno) e analisados em um modelo matemático contendo os efeitos da altura do dossel, épocas do ano e suas interações. Todas as análises foram feitas pelo método dos quadrados mínimos utilizando-se o procedimento “General Linear Model (GLM)” (SAS, 2002). Inicialmente, utilizou-se o teste F e, em seguida, no caso de significância da interação alturas do dossel x épocas do ano ($P < 0,05$), procedeu-se à análise de regressão. Quando o efeito da interação não foi significativo ($P > 0,05$) pelo teste F, adotou-se o seguinte procedimento: as alturas do dossel foram avaliadas por meio de análise de regressão; e as médias das épocas do ano estimadas, utilizando-se o LSMEANS, e a comparação entre elas realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIF), utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância (SAS, 2002).

O modelo estatístico utilizado para análise dos resultados foi:

$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_{ik} + e_{ijk}$, onde: Y_{ijk} = valor observado para a variável em estudo, referente a k -ésima repetição da combinação do i -ésimo nível do fator A (alturas do dossel) com o j -ésimo nível do fator B (épocas do ano); m = média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo; α_i = efeito do i -ésimo nível do fator A no valor observado Y_{ijk} ; β_j = efeito do j -ésimo nível do fator B no valor observado Y_{ijk} ; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação do i -ésimo nível do fator A com o j -ésimo nível do fator B; δ_{ik} = efeito residual das parcelas, caracterizado como componente do erro (a); e_{ijk} = efeito residual das subparcelas, caracterizado como componente do erro (b).

Resultados e discussão

As médias gerais das alturas do dossel, durante o período experimental, mantiveram-se em torno de 5% acima do valor pretendido (26,7; 36,75; 46,89 e 58,5 cm). Contudo, ao se avaliar as médias por época do ano, as variações nas alturas foram maiores (Figura 2), em consequência das práticas de ajuste da taxa de lotação e das condições climáticas vigentes (Figura 1).

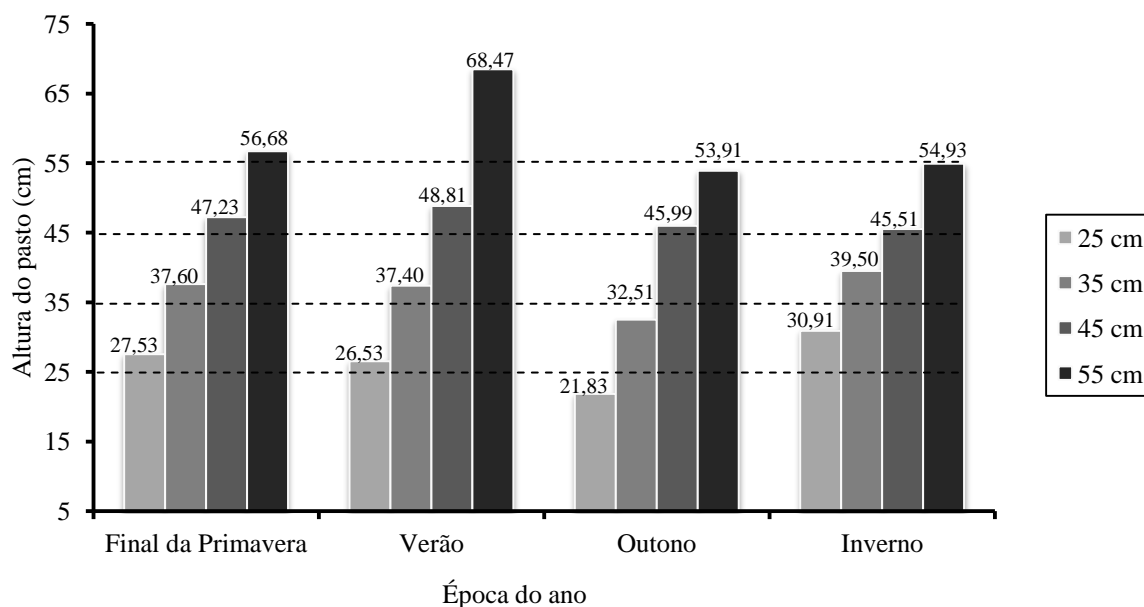


Figura 2 Alturas médias do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo nas épocas do ano.

Na primavera, os pastos cresceram além do pretendido, devido à adubação com cama de frango, que aumentou o crescimento dos pastos após um período de vedação. No verão, foi necessária uma alta taxa de lotação para rebaixamento dos pastos, no entanto, os pastos manejados a 55 cm cresceram muito além do desejado (24,5% acima da altura pretendida), o que deve ser atribuído ao atraso no ajuste da taxa de lotação, devido a problemas de manejo na propriedade. Contudo, os outros tratamentos mantiveram médias de alturas próximas às pretendidas. No outono, foram obtidas as menores alturas, devido à queda acentuada das temperaturas e precipitação (Figura 1), associada à baixa luminosidade, que cessam ou diminuem o crescimento do dossel. As chuvas no final do outono, o aumento da temperatura e a retirada dos animais da área experimental contribuíram para o crescimento do pasto no inverno, principalmente para as menores alturas avaliadas.

Quanto aos tratamentos, as maiores dificuldades para a manutenção das alturas pretendidas foram observadas para 25 e 55 cm, pois necessitavam de maior frequência no ajuste da carga animal, o que nem sempre foi possível, devido ao manejo adotado na fazenda.

Não houve interação épocas do ano x alturas do dossel ($P = 0,077$) nem efeito isolado de épocas do ano ($P = 0,2017$) para a massa de forragem total (MFT). No entanto, houve efeito isolado das alturas de manejo do pastejo sobre essa resposta (Figura 3a). A massa de lâminas foliares (MLF) não foi influenciada de interação épocas do ano x alturas do dossel ($P = 0,0998$). Contudo, foi observado efeito isolado de alturas do dossel (Figura 3b).

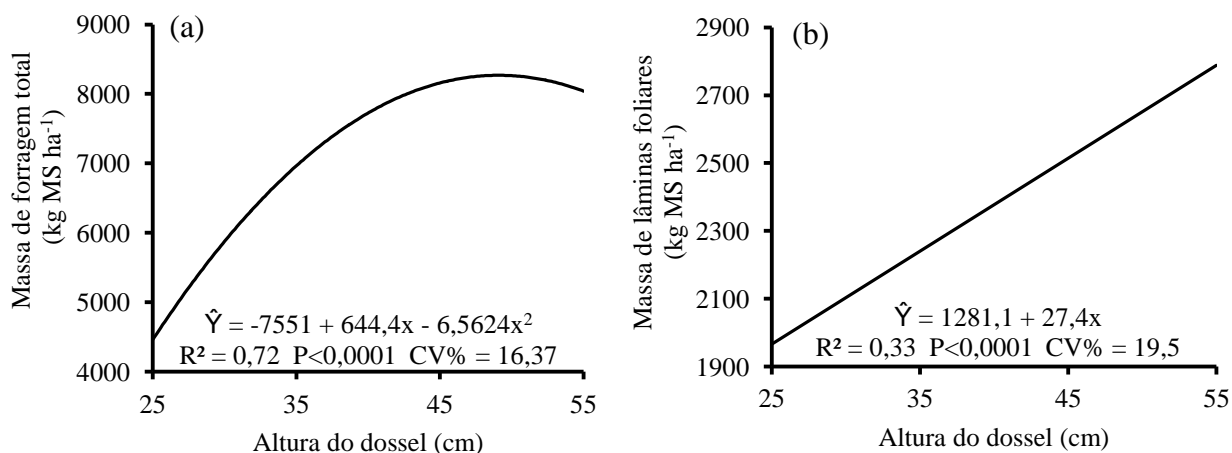


Figura 3 Massa de forragem total (MFT) (a) e massa de lâminas foliares (MLF) (b) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo.

CV (%) = coeficiente de variação

A MFT ajustou-se ao modelo de regressão quadrática e o máximo rendimento foi estimado aos 49 cm, quando o pasto produziu 8.277 kg MS ha⁻¹. A partir desse ponto, houve redução na massa, no entanto sem diferenças entre as alturas de 45 e 55 cm. Relação positiva entre altura do dossel e massa de forragem para espécies de gramíneas já foi observada por vários autores (PALHANO et al., 2005; BARBOSA et al., 2007; CARLOTO et al., 2011). Flores et al. (2008) também observaram a mesma resposta para o capim-xaraés, contudo com menores produções, que variaram de 2.540 a 5.000 kg MS ha⁻¹, entre 15 e 40 cm de altura. A altura do dossel pode ser utilizada como medida indireta da massa de forragem em pastos de gramíneas tropicais, e a relação entre essas variáveis é, em geral, linear e positiva (PEDREIRA, 2002). Independentemente da altura do dossel, a quantidade de MFT foi sempre superior a 2.000 kg MS ha⁻¹, que de acordo com Minson (1990), é considerado limite mínimo de forragem “disponível” em pasto de gramíneas tropicais para não restringir o consumo de forragem pelos animais.

A produção de MLF ajustou-se ao modelo de regressão linear positiva (Figura 3b). Pastos manejados a 55 cm apresentaram maior MLF, a qual decresceu com diminuição da altura de pastejo. Apesar da linearidade, não houve diferenças entre a produção de MLF de pastos manejados a 45 e 55 cm, assim como ocorreu com a produção de MFT, possivelmente em razão de semelhantes porcentagens de folhas entre as duas alturas. Uma maior MLF era esperada nos pastos manejados mais altos (45 e 55 cm), uma vez que os animais não precisaram explorar os estratos inferiores nesses tratamentos, conferindo maior quantidade de folhas nesses estratos, como relatado por Carloto et al. (2011). Esses mesmos autores avaliaram pastos de capim-xaraés com diferentes alturas e obtiveram produções de MLF de

1.231, 2.159 e 2.176 kg MS ha⁻¹ para 15, 30 e 45 cm, respectivamente, valores menores aos observados neste trabalho provavelmente em virtude da menor dose de adubação aplicada.

Não foi observada interação épocas do ano x alturas do dossel para a densidade volumétrica total de forragem (DVT) (P = 0,0793) e para a densidade volumétrica de lâminas foliares (DVLf) (P = 0,0575). Contudo, foi observado efeito isolado de alturas do dossel para as duas variáveis, que se ajustaram ao modelo de regressão quadrática e linear, respectivamente, assim como foi observado para MFT e MLF (Figura 3).

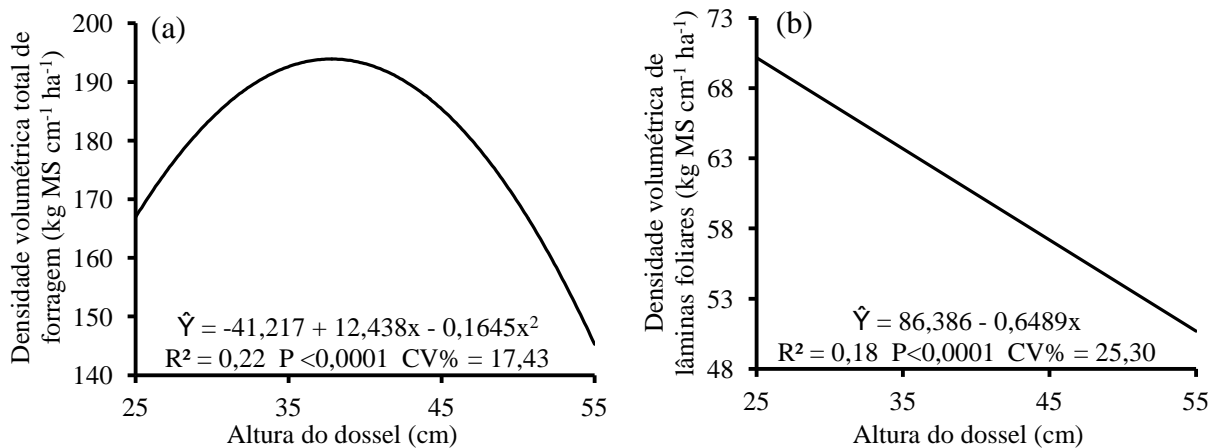


Figura 4 Densidade volumétrica total (DVT) (a) de forragem e densidade volumétrica de lâminas foliares (DVLf) (b) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo.

CV (%) = coeficiente de variação

A DVT foi maior entre 35 e 45 cm, e menor quando o pasto foi manejado a 55 cm, resultado de uma maior altura e MFT semelhante à altura de 45 cm. A redução na DVLf com o aumento da altura das plantas no pasto ocorreu devido ao aumento da altura ter sido proporcional ao da MLF (Figura 3b). Assim, ao se dividir a MLF pela respectiva altura, menores valores foram observados para as maiores alturas de manejo. Santos et al. (2010) avaliaram *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, sob pastejo contínuo, e encontraram efeito linear para DVT e DVLf, que decresceram com o aumento da altura de manejo, variando de 283,39 a 195,72 e de 97,09 a 39,07 kg de MS cm⁻¹ ha⁻¹ para DVT e DVLf, respectivamente.

Houve efeito isolado de alturas do dossel para a taxa de acúmulo de forragem (TAF) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) (Figura 5), sendo observado efeito linear positivo para ambas as variáveis.

As menores TAF e TALF foram observadas nos pastos manejados mais baixos. Relação positiva entre altura do dossel e taxa de acúmulo de forragem para espécies de gramíneas também foi observada por outros autores, como Flores et al. (2008) que observaram mesma

resposta para os capins marandu e xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo sob lotação contínua.

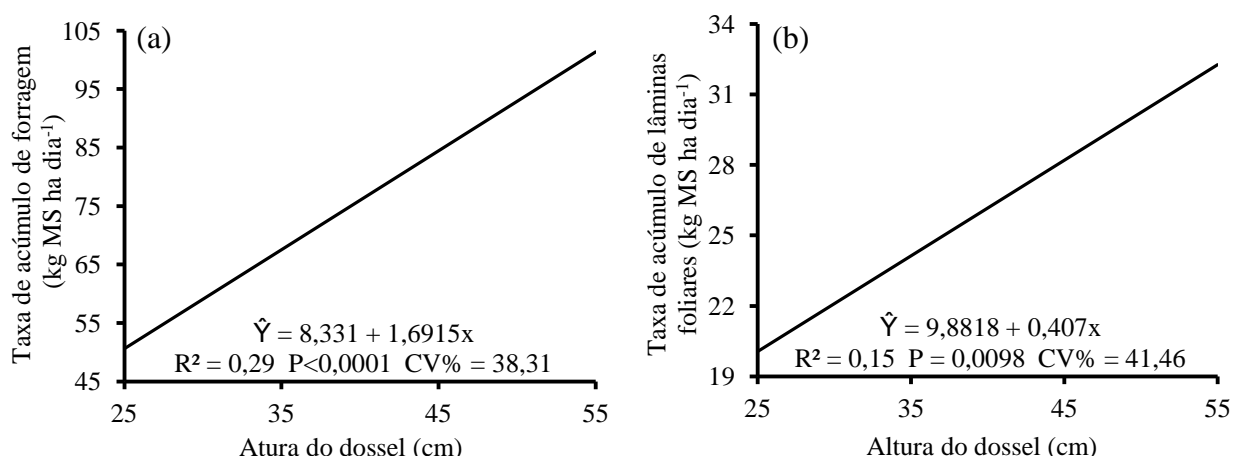


Figura 5 Taxa de acúmulo de forragem (TAF) (a) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) (b) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo.

CV (%) = coeficiente de variação

Verificou-se efeito isolado das épocas do ano sobre a massa seca de lâminas foliares (MLF) ($P = 0,0062$), densidade volumétrica de lâminas foliares (DVLF) ($P = 0,0027$), taxa de acúmulo de forragem (TAF) ($P < 0,0001$) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) ($P < 0,0001$) (Tabela 2).

Tabela 2 Médias e erros-padrão da média (EPM) para massa seca de lâminas foliares (MLF), densidade volumétrica de lâminas foliares (DVLF), taxa de acúmulo total (TAT) e taxa de acúmulo de lâminas foliares (TALF) dos pastos de capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados nas épocas do ano

Variável	Época do ano				CV (%)
	Final da Primavera	Verão	Outono	Inverno	
MLF (kg MS ha ⁻¹)	2438,0a* (163,36)	2391,3a (158,62)	2055,2b (184,04)	2450,5a (99,44)	16,23
DVLF (kg MS cm ⁻¹ ha ⁻¹)	65,84a (3,49)	62,23a (4,22)	52,53b (3,47)	64,90a (4,34)	17,12
TAF (kg MS ha dia ⁻¹)	98,82a (9,26)	98,65a (7,87)	68,33b (6,57)	37,67c (3,15)	15,80
TALF (kg MS ha dia ⁻¹)	34,35a (2,62)	33,67a (2,08)	21,12b (2,60)	14,07c (0,82)	21,86

*Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) = coeficiente de variação

As maiores produções de MLF e maiores valores de DVFL foram obtidas no final da primavera, verão e inverno. As condições climáticas favoráveis de precipitação e temperatura (Figura 1), associadas à alta luminosidade favorecem a renovação dos tecidos das plantas, o que pode ter contribuído para o aumento na porcentagem de folhas, resultando em maior MLF na primavera e no verão. Além disso, houve grande rebrotação na primavera, após adubação dos pastos. No inverno, contudo, a alta produção de MLF se deu em virtude do alongamento do período de coletas. O aumento da temperatura e do volume de chuvas no final do outono (Figura 1) também pode ter contribuído para a recuperação do dossel, provocando rebrota mais intensa, especialmente de folhas, refletindo em aumento da MLF na estação subsequente. Outro aspecto que pode ser utilizado para explicar a alta MLF no inverno é que em épocas de temperaturas mais baixas, as plantas produzem mais folhas em detrimento de colmos. Calvano et al. (2011), ao avaliarem características do capim-marandu em diferentes intensidades de pastejo, observaram maiores MLF no verão e no outono em comparação com o inverno e atribuíram essa reposta às maiores porcentagens de lâminas foliares e colmo e menores porcentagens de material morto nessas estações.

Foram observadas maiores TAF e TALF no final da primavera e no verão, seguidas do outono e inverno. Esse padrão de variação na taxa de acúmulo de forragem é típico das regiões tropicais, consequência da estacionalidade das chuvas, além de variações de temperatura e de fotoperíodo. Esses dados corroboram os obtidos por Calvano et al. (2011), que obtiveram para o capim-marandu TAF de 106,5; 65,4 e 10,3 kg MS ha dia⁻¹ para as estações verão, outono e inverno, respectivamente. Avaliando o capim-xarés no período das águas, Carloto et al. (2011) obtiveram TAF de forragem de 121,50 e 47,60 kg MS ha dia⁻¹ para o verão e o outono, respectivamente. De fato, os processos de formação, desenvolvimento, crescimento e senescência de folhas e perfilhos são sensíveis às condições climáticas.

Foi observada interação épocas do ano x alturas do dossel para a porcentagem de lâminas foliares (PLF) ($P < 0,0001$), porcentagem de colmo (PC) ($P < 0,0001$), razão folha:colmo (RFC) ($P < 0,0001$) e porcentagem de material morto (PMM) ($P < 0,0001$) (Figura 6).

De maneira geral, as maiores variações na composição morfológica dos pastos ocorreram durante o verão, quando houve diminuição nas porcentagens de lâminas foliares (PLF) e porcentagem de material morto (PMM) e aumento na porcentagem de colmos (PC) à medida que aumentou a altura do dossel. Essas alterações na estrutura durante o verão podem

ser explicadas pela maior taxa de lotação nessa estação, que resultou em maior remoção de lâminas foliares, e pelo alongamento do colmo em pastos manejados mais altos.

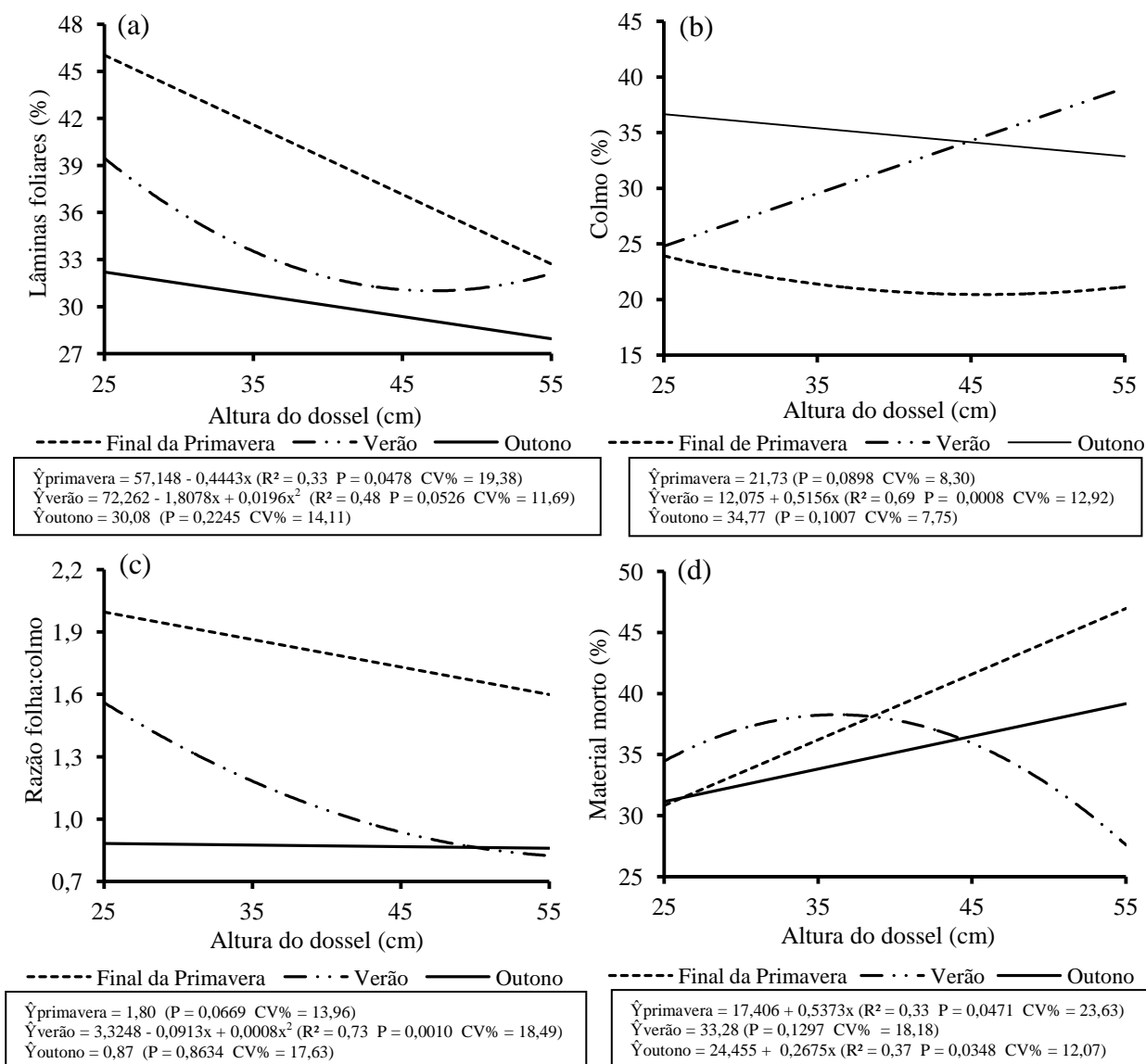


Figura 6 Porcentagens de lâminas foliares (a), colmos (b), razão folha:colmo (c) e material morto (d) do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo.

Em todas as épocas do ano, as PLF foram maiores para os pastos manejados a 25 cm de altura, diminuindo com o aumento da altura do dossel. No final da primavera, foram obtidas as maiores PLF, o pode ser explicado devido ao acúmulo de material morto no pasto, após período de vedação. No verão, foram obtidas PLF intermediárias e as menores no outono, em todas as alturas, o que está relacionado ao aumento da PC nessas estações (Figura 6b). Carloto et al. (2011) avaliaram o capim-xaraés em duas estações do ano e também observaram diminuição da PLF com o aumento da altura de pastejo e, entre as estações do ano, maior PLF no verão, comparativamente ao outono. Contudo, outros autores verificaram aumento da PLF e na massa

de lâminas foliares com o aumento da altura do dossel forrageiro (FLORES et al., 2008; SANTOS et al., 2010). Esses últimos autores atribuíram essa resposta ao fato de que pastos mais altos têm perfilhos com bainhas foliares de maior comprimento. No entanto, no presente trabalho, a maior ocorrência de senescência das lâminas foliares acabou compensando o maior comprimento da folha nos perfilhos de pastos mantidos mais altos.

No verão, as PC aumentaram quando os pastos foram manejados mais altos (Figura 6b). As maiores PC foram obtidas no outono e as menores no final da primavera. Resultados semelhantes foram obtidos, no verão e outono, por Flores et al. (2008) e Carloto et al. (2011) ao avaliarem o capim-xaraés. Sabe-se que o aumento da PC influencia a distribuição de folhas no perfil do dossel e, assim, a maior PC no outono pode ter resultado em menor PLF (Figura 6a) nessa estação. Além disso, menores PLF nessa estação podem ser atribuídos ao aumento da PMM (Figura 6d), em função das condições climáticas vigentes. De acordo com Carvalho et al. (2001), a elevação da PC propicia aumentos na produção de forragem, porém a estrutura do pasto é prejudicada pelo efeito negativo desse componente morfológico sobre o comportamento ingestivo do animal e a eficiência do pastejo.

Houve redução na RFC (Figura 6c) com o aumento da altura de manejo do dossel. Um fator que influencia o consumo é a facilidade de seleção e apreensão da forrageira. Assim, a RFC é um indicativo da facilidade com que a forragem é selecionada e apreendida pelo animal (FLORES et al., 2008). Os pastos manejados com 25 cm no final da primavera apresentaram as maiores PLF e menores PC, em comparação aos manejados nas demais alturas, o que resultou em maiores RFC.

A menor RFC foi obtida no outono, sem diferença entre as alturas avaliadas, o que se justifica devido a menores PLF e maiores PC nessa estação, em detrimento a PMM. No outono, as PLF e PC mantiveram seus valores constantes, sem diferenças entre alturas do dossel, comprovando que nessa estação a altura de manejo tem efeito menos pronunciado do que as condições climáticas sobre a variação desses componentes morfológicos, isso porque sob condições climáticas desfavoráveis o crescimento dos pastos é praticamente nulo, independente das alturas de pastejo, com aumento da senescência de folhas.

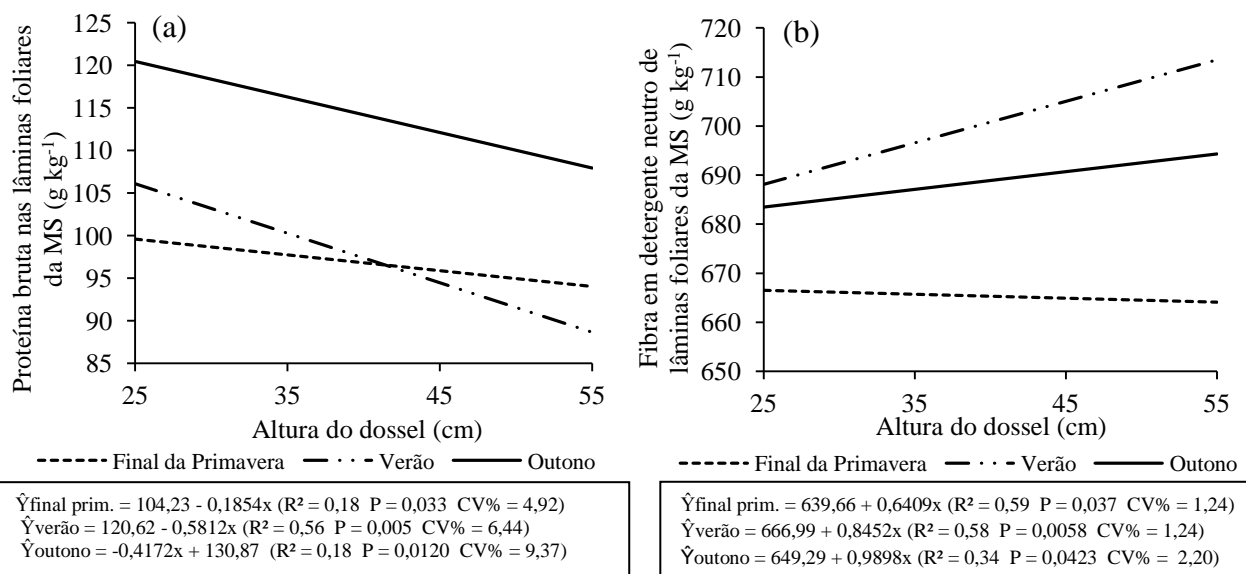
No final da primavera e no outono, as menores PMM foram obtidas aos 25 cm de altura do pasto. Contudo, no verão, houve uma diminuição na PMM para os pastos foram manejados a 55 cm (Figura 6b). A senescência também pode estar associada ao processo de alongamento do colmo e, nesse caso, a diminuição das PMM ocorreu por aumento das PC (Figura 6b). A relação positiva entre o acúmulo de material morto e a altura do dossel normalmente é observada em pastos de braquiárias sob lotação contínua. A elevação PMM nos dosséis

manejados com maior altura pode ser justificada pela intensificação da competição por luz entre as plantas. Assim, o intenso sombreamento na parte inferior do pasto provavelmente resultou na maior senescência e/ou morte de folhas mais velhas e perfilhos jovens.

O aumento das PC e PMM ocorreu nas alturas do dossel em que a interceptação de luz esteve acima ou próxima de 95%. Em pastos tropicais manejados sob lotação intermitente e com altura que corresponde à interceptação de 95% da luz pelo dossel, esse padrão de resposta não tem sido constatado. No entanto, o experimento foi desenvolvido sob lotação contínua, condição para a qual se tem relatado menores PMM em pastos baixos, bem como semelhante PC em pastos com distintas alturas médias, com predomínio de lâminas foliares, como discutido por Santos et al. (2010).

Contudo, Flores et al. (2008) observaram para o capim-xaraés, avaliado no verão e outono, manejado sob lotação contínua, diminuição das PMM quando menor a altura de pastejo, com maiores PMM quando os pastos foram manejados a 15 cm e menores quando manejados a 40 cm. Carloto et al. (2011), porém, obtiveram PMM semelhantes entre os pastos manejados com diferentes alturas de pastejo, com média $38 \pm 3,4\%$.

Foi observada interação épocas do ano x alturas do dossel para as concentrações de proteína bruta de lâminas foliares (PBlf) ($P = 0,002$), fibra em detergente neutro de lâminas foliares (FDNlf) ($P = 0,0049$), fibra em detergente ácido de lâminas foliares (FDAlf) ($P = 0,0052$) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de lâminas foliares (DIVMSlf) ($P = 0,0311$) dos pastos de capim-xaraés (Figura 7).



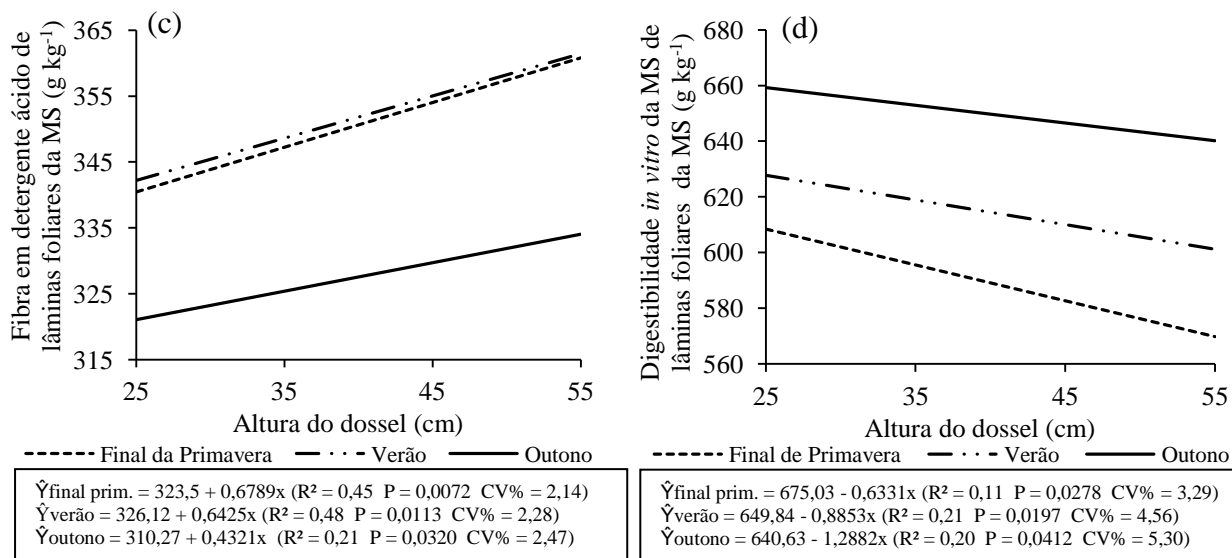


Figura 7 Concentrações de proteína bruta (g kg^{-1}) (a), fibra em detergente neutro (g kg^{-1}) (b) e fibra em detergente ácido (g kg^{-1}) (c) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (g kg^{-1}) (d) de lâminas foliares da massa de forragem total dos pastos de capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados em diferentes intensidades de pastejo.

Foram observados maiores concentrações de PBlf para pastos manejados mais baixos e incremento nas concentrações de FDNlf e FDAIf com o aumento da altura do dossel, resultando em menores DIVMSlf quando estes foram manejados mais altos. No outono, foram observadas maiores concentrações de PBlf e DIVMSlf, e, conseqüentemente, menores teores de FDAIf. Essas alterações nas características de valor nutritivo, provavelmente, foram conseqüência das variações nas condições climáticas, que favorecem a renovação de tecidos no final da primavera e verão, com maiores taxas de senescência de folhas, comparativamente ao outono. É provável que o menor valor nutritivo dos pastos mantidos mais altos tenha sido conseqüência da maior quantidade de folhas velhas presentes no dossel, uma vez que as folhas rejeitadas pelos animais continuam a envelhecer. Decréscimos no valor nutritivo, à medida que aumenta a altura do dossel de pastos de gramíneas tropicais, também foram relatados por Palhano et al. (2007), Flores et al. (2008) e Carlotto et al. (2011).

Não foi verificada interação épocas do ano x alturas do dossel para as concentrações de proteína bruta de colmos (PBc) ($P = 0,095$), fibra em detergente neutro de colmos (FDNc) ($P = 0,1233$), fibra em detergente ácido de colmos (FDAc) ($P = 0,09$), proteína bruta nas amostras do pastejo simulado (PBps) ($P = 0,0526$), fibra em detergente neutro do pastejo simulado (FDNps) ($P = 0,078$), fibra em detergente ácido do pastejo simulado (FDAps) ($P = 0,1386$) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do pastejo simulado (DIVMSps) ($P = 0,3683$) do capim-xaraés, nem efeito isolado de alturas do dossel.

Tabela 3 Médias e erros-padrão da média (EPM) para as concentrações de proteína bruta de colmos (PBc), fibra em detergente neutro de colmos (FDNc), fibra em detergente ácido de colmos (FDAc), proteína bruta do pastejo simulado (PBps), fibra em detergente neutro do pastejo simulado (FDNps), fibra em detergente ácido do pastejo simulado (FDAps) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca do pastejo simulado (DIVMSps), do capim-xaraés, sob lotação contínua, manejados nas épocas do ano

Parâmetro	Época do ano			CV%
	Final de Primavera	Verão	Outono	
PBc (g kg ⁻¹)	69,9a (1,75)	48,5b (2,71)	51,4b (1,31)	9,71
FDNc (g kg ⁻¹)	738,6b (5,03)	767,4a (4,34)	762,6a (2,93)	1,75
FDAc (g kg ⁻¹)	411,2b (3,77)	427,7a (5,69)	421,8a (3,74)	2,85
PBps (g kg ⁻¹)	131,8b (2,61)	157,8a (3,75)	152,3a (5,38)	8,28
FDNps (g kg ⁻¹)	635,8a (5,46)	614,4b (6,49)	608,6b (5,43)	2,80
FDAps (g kg ⁻¹)	345,1a (5,33)	314,2b (6,87)	326,4b (5,59)	5,87
DIVMSps (g kg ⁻¹)	647,7b (7,03)	739,5a (5,69)	735,3a (5,31)	3,04

*Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CV (%) = coeficiente de variação

As maiores concentrações de PBc foram obtidas no final da primavera, e os menores, no outono e verão. Resposta contrária foi obtida para os dados de FDNc e FDAc, em que se observou maiores concentrações no verão e outono, e menores, no final na primavera. As concentrações mais elevadas de PBc no final da primavera podem ser explicadas por se ter efetuado adubação no início do período de crescimento e, conseqüentemente, maior proporção de lâminas foliares novas em relação às duas outras estações. Como, geralmente, existe uma relação contrária entre as concentrações de PB e os constituintes de parede celular, foram observados menores concentrações de FDNc e FDAc no final da primavera. Carloto et al. (2011) avaliaram resposta dos capim-xaraés em diferentes alturas, no verão e outono, e também não observaram efeito dessas duas estações sobre o valor nutritivo da cultivar. Contudo, Gerdes et al. (2000) avaliaram o valor nutritivo de três gramíneas forrageiras nas estações do ano e obtiveram maiores teores de PB no outono, comparativamente às outras estações. Esses autores atribuíram tal fato à adubação nitrogenada que ocorreu no início do período de crescimento do outono, que resultou em maiores proporções de lâminas foliares no

perfil do pasto. Dessa forma, os menores valores para os constituintes de parede celular também foram obtidos no outono.

As concentrações de PBps e DIVMSps foram maiores no verão e no outono, e menores no final da primavera. Comportamento contrário foi observado para as concentrações de FDNps e FDAs. Alencar et al. (2010) avaliaram amostras de pastejo simulado de seis gramíneas tropicais quanto ao valor nutritivo, agrupadas em primavera/verão e outono/inverno, e observaram maiores teores de PB e DIVMS no outono/inverno e maiores teores de FDN na primavera/verão. Gerdes et al. (2000) constataram, em geral, que as estações outono e inverno proporcionaram DIVMS em torno de 6,9% e 11,2% maiores que na primavera e no verão, nos capins Marandu e Tanzânia, respectivamente.

As concentrações de PB e DIVMS foram maiores para as amostras de pastejo simulado, que também apresentarem menores concentrações de componentes fibrosos, comparativamente às lâminas foliares da massa de forragem total (Figura 3). A dieta selecionada pelos animais, em geral, possui maior valor nutritivo que a forragem disponível, uma vez que os animais consomem as folhas em preferência aos colmos e forragens verdes em detrimento do material morto. Estes resultados justificam a importância de se realizar amostragem dos pastos, simulando o pastejo como alternativa mais adequada para estimar o valor nutritivo de plantas forrageiras. Goes et al. (2003) avaliaram a qualidade de pastos de *Brachiaria arrecta* utilizando as metodologias da extrusa, pastejo simulado e disponibilidade total e concluíram que o pastejo simulado pode servir para uma estimativa satisfatória da dieta selecionada por bovinos.

Conclusões

A altura do dossel modifica de forma significativa a produção, o acúmulo da forragem e as características morfológicas dos pastos de capim-xaraés. Pastos manejados a 55 cm de altura apresentam menores porcentagens de folhas e maiores porcentagens de colmo e material morto, o que diminui o valor nutritivo, podendo limitar o consumo dos animais em pastejo. Os pastos de capim-xaraés devem ser manejados mais intensamente nas épocas de maior crescimento, uma vez que são bastante dependentes de variações nas condições climáticas. Com base nas características avaliadas, os pastos de capim-xaraés manejados em lotação contínua, devem ser utilizados entre 35 e 45 cm de altura, permitindo aos animais uma colheita de forragem de melhor valor nutritivo.

Referências

- ALENCAR, C. A. B. et al. Valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais irrigadas em diferentes épocas do ano. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 1, p. 20-27, jan./mar.. 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington. 1990. 1105-1106pp.
- BARBOSA, R. A. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.3, p.329-340, mar. 2007.
- CALVANO, M. P. C. A. et al. Tillering and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 781-789, nov/dez, 2011.
- CARLOTO, M. N. et al. Desempenho animal e características de pasto de capim-xaraés sob diferentes intensidades de pastejo, durante o período das águas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 97-104, 2011.
- CARVALHO, P. C. F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p. 853-871.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006, 306 p.
- EUCLIDES, V. P. B. et al. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.12, p.1805-1812, dez. 2008.

EUCLIDES, V. P. B. et al. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.1, p.98-106, jan. 2009.

FAGUNDES, J. L. et al. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, abr. 2005.

FLORES, R. S. et al. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1355-1365, 2008.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; POSSENTA, R. A.; SCHAMMASS, E. A. Avaliação de Características de Valor Nutritivo das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia nas Estações do Ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 4, p. 955-963, 2000.

GOES, R. H. T. B. et al. Avaliação Qualitativa da Pastagem de Capim Tanner-Grass (*Brachiaria arrecta*), por Três Diferentes Métodos de Amostragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 64-69, 2003.

GONÇALVES, E. N. et al. Relações planta-animal em ambiente pastoril heterogêneo: processo de ingestão de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 9, p. 1655-1662, 2009.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. London: Academic Press. 483p. 1990.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The designs conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Proceedings...** Pennsylvania: State College Press, 1952. p. 1380-1385.

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

PALHANO, A. L. et al. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-Mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1860-1870, 2005.

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

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

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. da. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, fev. 2007.

PEDREIRA, C. G. S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2002. p. 100-150.

PELL, A. N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 4, p. 1063-1073, 1993.

REGO, F. C. A. et al. Comportamento ingestivo de novilhos mestiços em pastagens tropicais manejadas em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1611-1620, 2006. (Suplemento).

RODRIGUES, R. C. et al. Produção de massa seca, relação folha/colmo e alguns índices de crescimento do *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés cultivado com a combinação de doses de

nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 3, p. 394-400, 2008.

SANTOS, M. E. R. et al. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2125-2131, 2010.

SAS, Statistical Analyses System Institute “**SAS User’s Guide: Statistic**”. Version 9.0. SAS Institute INC., Cary, NC, 2002. (CD-ROM).

SOUSA, B. M. L. et al. Morphogenetic and structural characteristics of xaraes palisadegrass submitted to cutting heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2011.

TRINDADE, J. K. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.883-890, jun. 2007.

IV – Estrutura e morfogênese do capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo

Resumo - O trabalho objetivou quantificar o efeito de diferentes intensidades de pastejo (25, 35, 45 e 55 cm de alturas do pasto) sobre as características estruturais e morfogênicas do capim-xaraés nas épocas do ano (final de primavera, verão e outono). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com três repetições. Para o manejo das alturas, foram utilizados bovinos Nelore e o monitoramento da altura do dossel foi realizado semanalmente. Para estimar a densidade populacional de perfilhos (DPP), foram realizadas contagem de perfilhos a cada 28 dias em área de 0,25 m². Para determinar a massa dos perfilhos, foram coletados 60 perfilhos/piquete, rente ao solo. As características morfogênicas e as demais características estruturais foram obtidas por meio da avaliação e monitoramento de 40 perfilhos marcados por piquete. A cada 15 dias, foram realizadas leituras da interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF) em 60 pontos/piquete. A IL variou de 88 a 95% e o IAF de 4 a 6 entre as alturas avaliadas, relacionando-se positivamente à altura do dossel. A DPP basais foi menor quanto maior a altura (524 perfilhos/m²). A altura da planta incrementou linearmente a massa unitária de perfilho, que variou e 1,4 a 2,4 g. As taxas de alongamento e aparecimento de folhas decresceram linearmente com o aumento da altura, com maiores valores no final da primavera e verão. As taxas de alongamento de colmos e senescência de folhas foram maiores quanto maior a altura de pastejo. Os números de folhas vivas e em expansão foram maiores no verão e no final primavera, e quanto menor a altura. O comprimento final da folha relacionou positivamente com a altura do dossel, com maiores valores no final da primavera e verão. As características estruturais e morfogênicas são mais influenciadas pelas épocas do ano do que pela altura de pastejo, e o capim-xaraés manejado sob lotação contínua, deve ser utilizado entre 35 e 45 cm de altura.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, ecofisiologia, índice de área foliar, interceptação luminosa, forragicultura

IV – Structure and morphogenesis of the grass xaraés managed under different grazing intensities

Abstract - The purpose of this study was to quantify the effect of different grazing intensities (25, 35, 45 and 55 cm sward heights) on structure and morphogenesis of xaraés grass in seasons of the year (late spring, summer and autumn). The randomized experimental design consisted of a subdivided plot with three replications. For the management of heights Nellore cattle were used, along with weekly monitoring of canopy height. To estimate the population density of tillers (PDT) count tillers were taken every 28 days in an area of 0.25 m². To determine the mass of tillers, 60 tillers/paddock near the soil surface were collected. The morphogenesis and other structural features were obtained through the evaluation and monitoring of 40 marked tillers per paddock. The readings of light interception (LI) were made every 15 days and leaf area index (LAI) were performed at 60 points/paddock. The LI ranged from 88 to 95% and the LAI from 4 to 6 between the heights evaluated, relating positively to canopy height. The PDT baseline was lower at greater height (524 tillers/m²). Plant height increased linearly the unit mass of tiller, which ranged from 1.4 - 2.4 g/tiller. The elongation rate and leaf appearance decreased linearly by the increasing height, showed higher values in late spring and summer. Rates of stem elongation and leaf senescence were higher at grazing height. The numbers of green leaves and expansion were higher in summer and late spring, with lower height. The final leaf length positively related to canopy height, with higher values in late spring and summer. The structural characteristics and morphogenetic rate are more influenced by seasons than by grazing height, and xaraés grass managed under continuous stocking, must be used between 35 and 45 cm tall.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, ecophysiology, leaf area index, light interception, forage crops

Introdução

A cultivar Xaraés de *Brachiaria brizantha* foi lançada em abril de 2002 pela Embrapa Gado de Corte, objetivando a diversificação de espécies forrageiras nas pastagens, oferecendo opção de melhor valor nutritivo, maior produtividade e maior

resistência às doenças do que o capim-marandu. A diversificação das plantas forrageiras em pastagens pode minimizar os riscos e a dependência de uma única espécie e/ou cultivar, como também melhorar a produção e distribuição de forragem, ao longo do ano (Pedreira , 2006).

O conhecimento relativo à morfogênese e ecofisiologia das plantas forrageiras e à ecologia do pastejo tem adquirido grande importância, constituindo premissa básica para a idealização e recomendação de práticas de manejo sustentáveis, que permitam aumentar a produção e a produtividade dos sistemas pastoris. Assim, conhecer as variáveis estruturais e morfogênicas das plantas forrageiras constitui uma importante ferramenta para a determinação das condições de pasto (Da Silva e Nascimento Júnior, 2007), promovendo o entendimento da dinâmica de produção de forragem e suas relações dentro de sistemas de produção animal em pastagens.

Apesar de serem características determinadas geneticamente para cada espécie ou cultivar, as características morfogênicas são influenciadas por variações do ambiente como luz, disponibilidade hídrica, temperatura, nutrientes e manejo. Segundo Nascimento Júnior *et al.* (2002), a taxa de aparecimento, a taxa de alongamento e a duração das folhas são o referencial morfogênico que permite integrar diferentes características estruturais do pasto, com a finalidade de atingir os principais objetivos da produção animal em pastagens. Esses três componentes morfológicos em associação determinam as componentes estruturais do pasto que são densidade populacional de perfilhos, comprimento final das lâminas foliares e número de folhas vivas por perfilho.

Diferentes estratégias de manejo resultam em variações na morfogênese e estrutura do dossel. Estudos recentes conduzidos com gramíneas tropicais revelaram que estratégias de manejo baseadas na interceptação de luz do e/ou controle da altura do dossel forrageiro permitem o entendimento das formas pelas quais as plantas respondem a variações em condições de meio ambiente e de manejo (Sbrissia e Da Silva, 2008; Santos *et al.*, 2011a, Sousa *et al.*, 2011).

Na região Noroeste do Paraná, inexistem trabalhos com manejo das características ecofisiológicas do capim-xaráes, e, assim, torna-se necessário gerar informações que permitam o aprimoramento das práticas de manejo, respeitando os limites e as características específicas do ecossistema pastagem. Desta forma, objetivou-se com este trabalho quantificar o efeito das alturas do dossel forrageiro sobre as características

morfogênicas e estruturais do capim-xaraés manejado sob lotação contínua, em diferentes intensidades de pastejo.

Material e métodos

O experimento foi realizado, de agosto de 2012 a setembro de 2013, na fazenda 46, propriedade particular, no município Cidade Gaúcha, noroeste do Paraná, em área localizada à 23° 25' 29,30'' de latitude sul e 52° 58' 00.44'' de longitude oeste, a 390 m de altitude. O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido mesotérmico), segundo classificação de Köppen, e caracterizado por apresentar verões quentes, com precipitação total média anual de 1300 mm, concentrada nos meses do verão.

Os dados de temperaturas mínima, média e máxima, precipitação e umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Fig. 1.

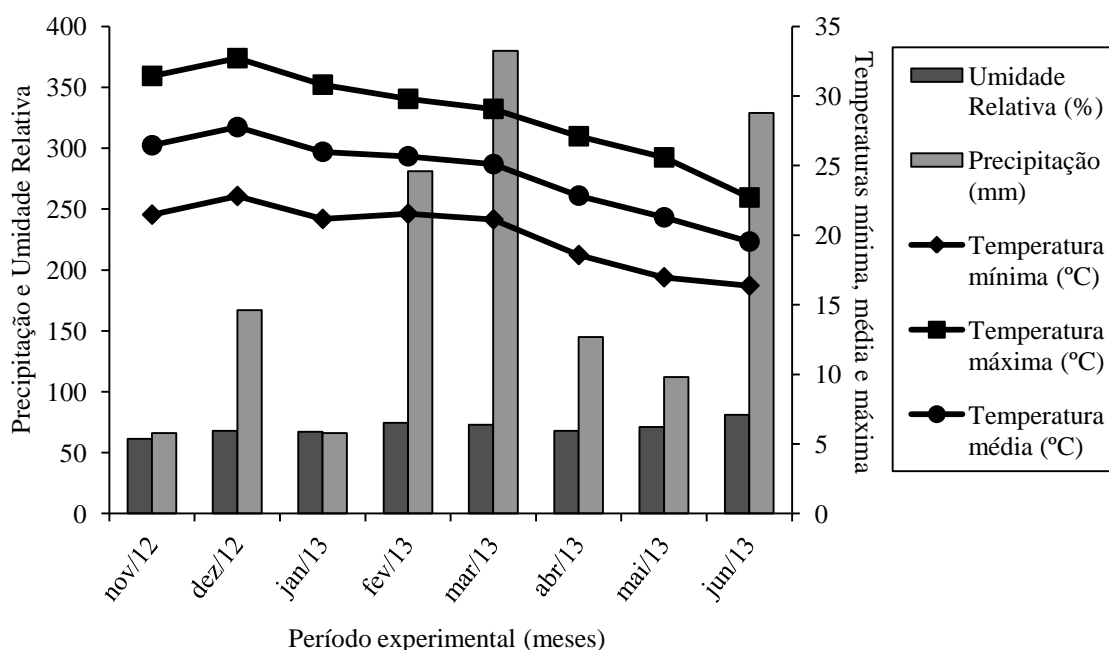


Figura 1 Umidade realtiva do ar (%), precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental.

Fonte: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
Estação A869 – Cidade Gaúcha – Paraná

O solo da área experimental é originário da formação Arenito Caiuá, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006). Possui textura franco-arenosa e encontra-se em uma região de relevo suave-ondulado com baixa fertilidade natural. Antes do início do período experimental foram realizadas coletas de terra da área, em profundidade de 0-20 cm, para realização das análises químicas (Tab. 1).

Tabela 1 Análise química da terra da área experimental

Alturas dos pastos	pH	MO ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	H + Al	Al ⁽³⁾	V ⁽⁴⁾
cm	H ₂ O	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----cmol dm ⁻³ -----					(%)
25	5,53	12,96	11,98	0,22	1,00	0,42	2,77	0,00	37,18
35	5,77	15,32	7,91	0,32	1,11	0,51	2,77	0,00	41,09
45	5,60	14,51	7,47	0,21	0,88	0,37	2,64	0,02	35,49
55	5,80	17,62	14,17	0,26	1,40	0,56	2,88	0,02	43,16

⁽¹⁾Matéria orgânica; ⁽²⁾ fósforo; ⁽³⁾ potássio, cálcio, magnésio, alumínio; ⁽⁴⁾ saturação de bases.

A área experimental, que compreendeu 12 hectares, divididos em 12 piquetes de 1 ha cada, com bebedouros e cochos com sal mineral, foi estabelecida com *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em fevereiro de 2009, utilizando-se 10 kg ha⁻¹ de sementes comerciais, e desde então vinha sendo utilizada experimentalmente com animais, adotando-se o mesmo sistema de pastejo. Antes a área foi utilizada para o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

Em 15 setembro de 2012 os pastos foram adubados com 10000 kg de cama de frango ha⁻¹, que possui 2,83% de nitrogênio e 1,6% de fósforo. A adubação foi realizada sem a presença de animais, sendo respeitada a legislação do MAPA através da Instrução Normativa N° 25, de julho de 2009, a qual preconiza que a cama de aves só deve ter seu uso permitido se o pastejo for realizado somente após 40 dias de sua aplicação. Os animais entraram na área experimental no dia 1° de novembro de 2012. Em fevereiro de 2013 a área foi adubada a lanço, com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia e 60 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl.

Os tratamentos corresponderam a quatro alturas de pastejo, 25, 35, 45 e 55 cm em relação ao nível do solo, avaliadas nas estações do ano. Para o manejo das alturas do dossel foram utilizados bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade média de 15 meses e peso corporal médio inicial de 331±25,39 kg, manejados sob lotação contínua e taxa de lotação variável. Todos os animais foram desvermifugados antes do experimento. Na área experimental eles receberam água e mistura mineral completa a vontade.

Para fins de comparação das médias, os dados foram agrupados em três épocas do ano: final da primavera (24 de novembro de 2012 a 22 de dezembro de 2012), verão (23 de dezembro de 2012 a 16 de março de 2013) e outono (17 de março de 2013 a 22 de

junho de 2013). Dia 18 de junho de 2013 os animais foram abatidos, seguindo manejo adotado na fazenda.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado em parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais foram constituídas pelas alturas do dossel e as subparcelas pelas épocas do ano.

O monitoramento da altura do dossel foi realizado semanalmente utilizando-se régua de 1 m. Foram medidos 60 pontos por piquete, distribuídos ao longo de quatro linhas transectas imaginárias de 15 pontos cada. A altura do pasto em cada ponto correspondeu a altura média da curvatura das folhas superiores em torno da régua.

As estimativas da densidade populacional de perfilhos basilares, aéreos e reprodutivos foram feitas com o auxílio de um retângulo de ferro de 0,25 m² (100 x 25 cm). Os perfilhos foram contados a cada 28 dias, em seis locais por unidade experimental, demarcados com estacas e alocados em pontos fixos que representavam a condição do pasto.

Para determinar a massa média dos perfilhos foram coletadas seis amostras com 10 perfilhos cada, cortados rente ao solo, totalizando 60 perfilhos por unidade experimental, que foram pesados após as coletas e posteriormente secos em estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. De posse dos dados foi possível determinar a compensação massa/densidade de perfilhos.

As características morfogênicas e as demais características estruturais dos pastos foram obtidas por meio da avaliação e monitoramento de 40 perfilhos marcados por piquete, ao acaso, distribuídos em quatro transectas (régua) com 10 perfilhos cada, em áreas representativas da altura média do pasto e de modo a garantir o consumo pelos animais. A avaliação foi realizada duas vezes por semana nas estações de primavera, verão e outono, e uma vez por semana no inverno, sendo mensurado o comprimento das lâminas foliares expandidas, em expansão e em senescência (porção verde do limbo), do pseudocolmo/colmo (altura do solo até a lígula da última folha expandida), registrando o aparecimento das folhas novas surgidas e a ocorrência de desfolhação nesses componentes, durante 28 dias em cada estação avaliada. De posse dessas informações foi possível calcular a taxa de aparecimento de folhas (TApF, folhas perfilho⁻¹ dia), o filocromo (dias folha⁻¹ perfilho), a taxa de alongamento de folhas (TAIF, cm perfilho⁻¹ dia), a taxa de alongamento de colmos (TAIC, cm perfilho⁻¹ dia), o comprimento final

de folha (CFF, cm perfilho⁻¹), o número de folhas vivas por perfilho (NFV, nº de folhas perfilho⁻¹), a duração de vidas das folhas (DFV, dias), a taxa de senescência de folhas (TSeF, cm perfilho⁻¹ dia) e o número de folhas em expansão por perfilho (NFExp, folhas perfilho⁻¹).

A cada 15 dias foram realizadas leituras da interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar (IAF) dos pastos em 60 pontos aleatórios por piquete, distribuídos ao longo de quatro linhas transectas imaginárias, com 15 pontos cada. Em cada ponto foi realizada uma leitura acima do dossel e outra ao nível do solo, utilizando-se um analisador de dossel AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR - 80 (DECAGON Devices).

Os dados foram agrupados por épocas do ano (final da primavera, verão e outono) e analisados em um modelo matemático contendo os efeitos da altura do dossel, épocas do ano e suas interações. Todas as análises foram feitas pelo método dos quadrados mínimos utilizando-se o procedimento “General Linear Model (GLM)” (SAS, 2002). Inicialmente, utilizou-se o teste F e, em seguida, no caso de significância da interação alturas do dossel x épocas do ano ($P < 0,05$), procedeu-se à análise de regressão. Quando o efeito da interação não foi significativo ($P > 0,05$) pelo teste F, adotou-se o seguinte procedimento: as alturas do dossel foram avaliadas por meio de análise de regressão; e as médias das épocas do ano estimadas utilizando-se o LSMEANS, e a comparação entre elas realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIFF) utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância (SAS, 2002).

O modelo estatístico utilizado para análise dos resultados foi:

$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_{ik} + e_{ijk}$, onde: Y_{ijk} = valor observado para a variável em estudo, referente a k -ésima repetição da combinação do i -ésimo nível do fator A (alturas do dossel) com o j -ésimo nível do fator B (épocas do ano); m = média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo; α_i = efeito do i -ésimo nível do fator A no valor observado Y_{ijk} ; β_j = efeito o j -ésimo nível do fator B no valor observado Y_{ijk} ; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação do i -ésimo nível do fator A com o j -ésimo nível do fator B; δ_{ik} = efeito residual das parcelas, caracterizado como componente do erro (a); e_{ijk} = efeito residual das subparcelas, caracterizado como componente do erro (b).

Resultados e discussão

As médias gerais das alturas do dossel durante o período experimental foram 25,30; 35,84; 47,34 e 59,69 cm para as alturas pretendidas. Contudo, ao se avaliar as médias por época do ano, as variações nas alturas foram maiores (Fig. 2), em consequência das práticas de ajuste da taxa de lotação e das condições climáticas vigentes (Fig. 1).

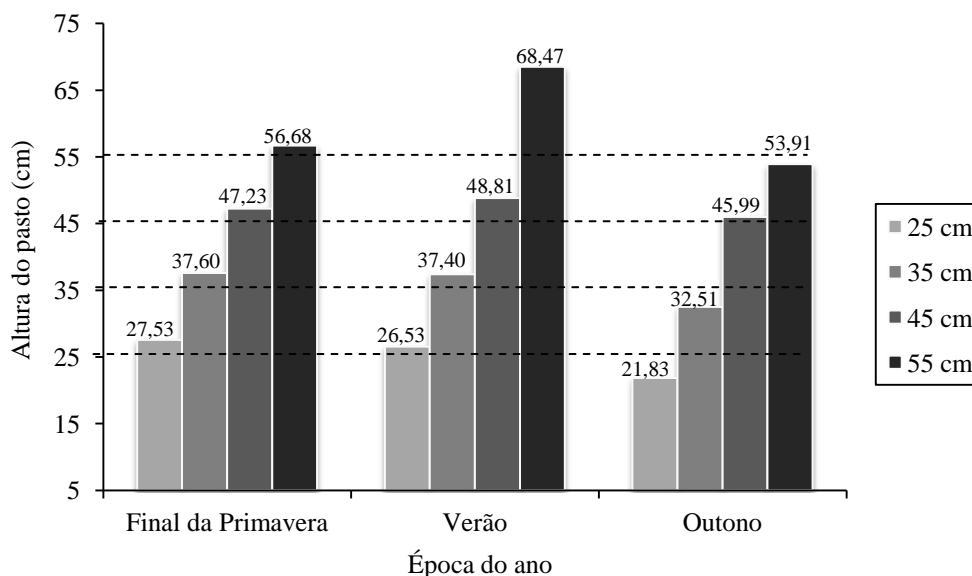


Figura 2 Alturas médias do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

Na primavera os pastos cresceram além do pretendido, devido à adubação com cama de frango, que potencializou o crescimento dos pastos após um período de vedação. No verão foi necessária uma alta taxa de lotação para rebaixamento dos pastos, no entanto os pastos manejados a 55 cm cresceram muito além do desejado (24,5% acima da altura pretendida), o que deve ser atribuído ao ajuste da taxa de lotação, devido a problemas de manejo na propriedade. Contudo, os outros tratamentos mantiveram médias de alturas próximas às pretendidas. No outono foram obtidas as menores alturas, devido à queda acentuada das temperaturas (Fig. 1), associada à baixa luminosidade, que cessam ou diminuem o crescimento do dossel forrageiro.

Em relação aos tratamentos, as maiores dificuldades para a manutenção das alturas pretendidas foram observadas para 25 e 55 cm, pois necessitavam de maior frequência no ajuste da taxa de lotação, o que nem sempre foi possível, devido ao manejo adotado na fazenda.

Não houve interação épocas do ano x alturas do dossel para interceptação luminosa (IL) ($P = 0,7811$), índice de área foliar (IAF) ($P = 0,070$), densidade populacional de perfilhos basais (DPPb) ($P = 0,9670$) e aéreos (DPPa) ($P = 0,1357$) e peso de perfilhos (PP) ($P = 0,9315$). No entanto, verificou-se efeito isolado de alturas do dossel e épocas do ano para todas estas variáveis.

A IL se relacionou positivamente à altura do dossel e ao IAF (Fig. 3). De maneira geral, os pastos mantidos mais altos, apresentaram maiores valores de IAF e IL, o que está associado, provavelmente, a folhas maiores e mais horizontais, diminuindo a quantidade de luz propagada ao longo do perfil do dossel.

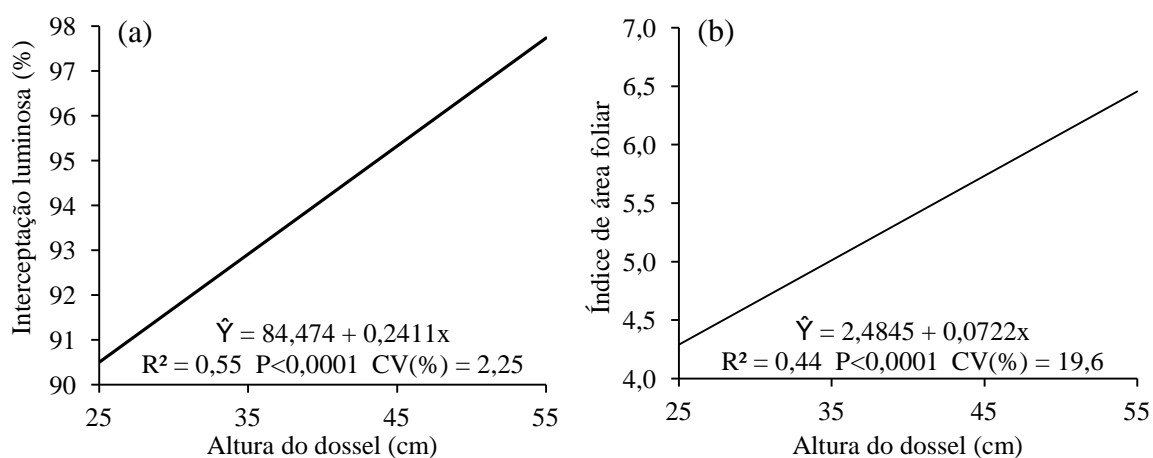


Figura 3. Interceptação luminosa (%) (a) e índice de área foliar (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

CV (%) = coeficiente de variação

Em alturas acima de 45 cm, valor que correspondeu a 95,32% de IL e 5,73 de IAF, ocorreu aumento da IL para além do valor definido como ótimo (95%), quando a planta inicia o alongamento de colmos e aumenta o acúmulo de material morto na base do dossel. Este comportamento também foi observado por Pedreira *et al.* (2007) ao avaliarem respostas da mesma cultivar. Contudo, esses autores avaliaram diferentes estratégias de pastejo rotacionado, obtendo IAF crítico de 3,7, correspondente a IL de 95% na altura de 29,5 cm, independentemente da época do ano.

A condição de 95% de interceptação luminosa foi alcançada por Sousa *et al.* (2011) quando o capim-xaraés atingiu 28,5 cm, independente da época de avaliação. Os dados deste trabalho, porém, estão de acordo com Brougham (1956), ao afirmar que, relacionando IAF e o IL obtém-se o IAF crítico em torno de 5,0, onde 95% do fluxo de luz é interceptado. Para gramíneas de clima temperado, Bircham e Hogdson (1983), sugeriram que as plantas devem ser manejadas numa altura que propicie IAF de 2 a 4,

pois são menos dependentes de luz para os processos de crescimento e desenvolvimento quando comparadas a gramíneas de clima tropical.

Uma vez que a produção bruta de forragem é primeiramente determinada pela quantidade de luz interceptada, a produção “teto” é determinada pela energia luminosa recebida, quando água e nutrientes não são limitantes. Assim, para que a máxima produção seja obtida, há necessidade de área foliar apropriada para interceptar a luz incidente. Daí a importância de manejar os pastos no ponto de colheita considerado ideal, permitindo aos animais uma colheita de forragem com maior eficiência e de melhor qualidade.

Os valores de DPPb foram maiores quanto menor a altura do dossel (Fig. 4a), ajustando-se ao modelo de regressão linear. Os dados de DPPa ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática (Fig. 4b).

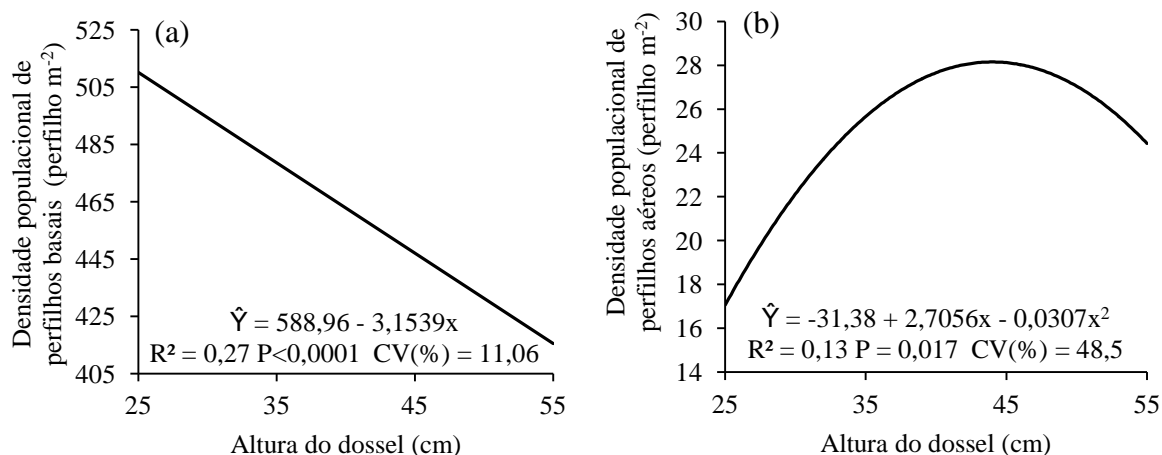


Figura 4. Densidade populacional de perfilhos basais (a) e aéreos (b) (perfilhos m^{-2}) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

CV (%) = coeficiente de variação

Reduções em DPPb em pastos mais altos são consequência da competição por luz na base das plantas, causada pela menor intensidade ou frequência de pastejo, o que pode ter inibido o desenvolvimento das gemas basais em novos perfilhos e, por conseguinte, diminuído o número de perfilhos basais, em virtude do maior sombreamento. Essa resposta está de acordo com os dados da literatura, que indicam diminuição da população de perfilhos à medida que pastos são manejados mais altos, variando conforme a época do ano (Bahmani *et al.*, 2003; Morais *et al.*, 2006; Gomide *et al.*, 2007; Giacomini *et al.*, 2009).

Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Sbrissia e Da Silva (2008) que também verificaram redução na densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu manejados com quatro alturas médias, onde pastos mais baixos (10 cm) apresentaram maior número médio de perfilhos (1.169 perfilhos m^{-2}) comparativamente a pastos manejados a 40 cm (692 perfilhos m^{-2}), valores bem superiores aos obtidos neste trabalho.

De acordo com Santos *et al.* (2011b) o pastejo mais intenso reduz a altura das plantas, resultando em maior incidência de luz na base das mesmas, e dessa forma, a propagação vegetativa é estimulada pelo maior perfilhamento (novos perfilhos vegetativos), oriundo de gemas axilares que estavam dormentes nos perfilhos basais. Isso permite, dentre outras vantagens, a otimização da área foliar do dossel e o aumento na produção de novas gemas axilares com potencial de originar novos perfilhos basais.

As maiores DPPa foram obtidas para alturas entre 35 e 45 cm e o superior número de perfilhos aéreos nestas alturas de manejo pode ter sido consequência do adequado ambiente luminoso nesse local (Fig. 3). Associado a isso, a eliminação do meristema apical dos perfilhos nesses locais devido ao pastejo pode ter ocasionado a perda da dominância apical nesses perfilhos e, por conseguinte, maior desenvolvimento de suas gemas laterais em perfilhos aéreos, como discutido por Santos *et al.* (2010a). Houve redução na DPPa quando os pastos foram manejados à 55 cm, situação em que ocorreu inteceptação de luz superior ao considerado ideal, o que pode ter limitado a emissão de perfilhos aéreos. Outra explicação é que pastos mantidos mais altos tem perfilhos aéreos com inserção mais alta, que podem ter sido consumidos, resultando em baixa DPPa.

A densidade populacional de perfilhos reprodutivos (DPPr) é mais dependente das condições climáticas e, portanto, das épocas do ano, do que das altura de manejo do pastejo. Apenas a partir do mês de maio, quando o ciclo reprodutivo teve início, foi possível a contagem de perfilhos reprodutivos, estendendo-se por junho e julho, perfazendo uma média de 35 perfilhos m^{-2} . Valle *et al.* (2004) já havia relatado ciclo tardio para o capim-xaraés, que floresce em dias curtos do outono.

Verificou-se que a massa dos perfilhos aumentou linearmente com o aumento da altura do dossel (Fig. 5a) e provavelmente isso pode ser justificado pela intensificação da competição por luz no dossel quando as plantas são manejadas mais altas, acentuando o processo de alongamento do colmo para expor as novas folhas na região

superior do dossel, onde a luminosidade é maior. Assim, nas plantas com maior altura o alongamento do colmo resultou no maior peso dos perfilhos. Normalmente pastos mais altos são constituídos de perfilhos mais compridos e em menor número, que normalmente são mais pesados (Sbrissia e Da Silva, 2008), pelo fato de possuírem fitômeros maiores.

A relação entre o número e a massa de perfilhos mostra que dosséis mais altos apresentaram perfilhos mais pesados, porém com menor densidade populacional (Fig. 5b). Ao contrário, em plantas com menor altura observou-se maior número de perfilhos basais de menor massa. Esse padrão de resposta está de acordo com a lei do autodesbaste ou mecanismo de compensação tamanho/densidade de perfilhos. Santos *et al.* (2011a) avaliaram a compensação entre massa e número de perfilhos de *Brachiaria decumbens* e observaram mesmo comportamento, no entanto com valores de massa e número de perfilhos inferiores aos obtidos neste trabalho.

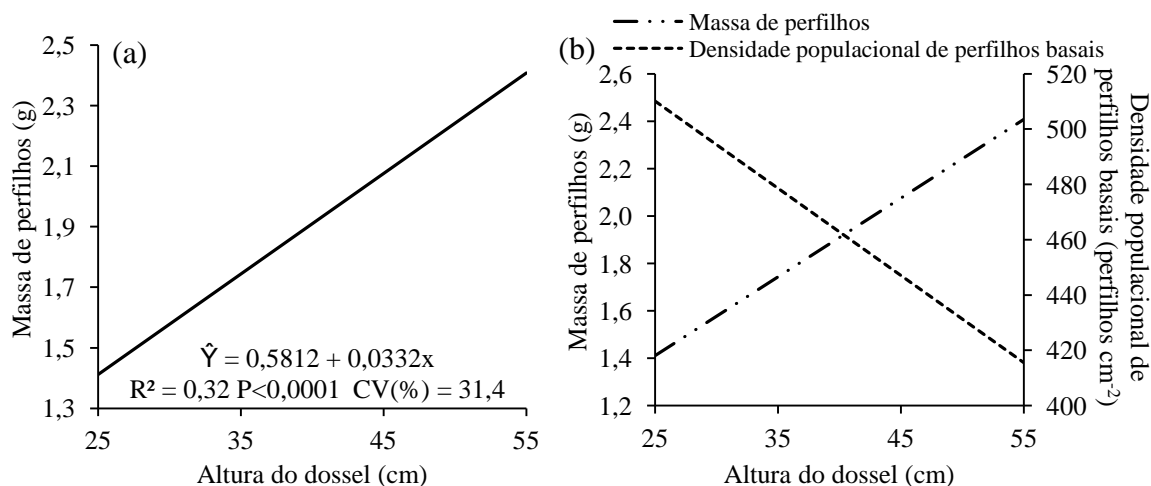


Figura 5. Massa de perfilhos (g) (a) e relação entre densidade populacional de perfilhos basais (perfilho m^{-2}) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

CV (%) = coeficiente de variação

De acordo com Sbrissia e Da Silva (2008), conhecer o mecanismo de compensação ajuda a compreender os limites plásticos de comunidades de perfilhos e determinar alternativas de manejo do pastejo, sem comprometer a persistência do dossel forrageiro, favorecendo a otimização dos processos de produção e utilização da forragem produzida. A relação entre a altura e a compensação massa/densidade de perfilhos indica que, provavelmente, a altura mais adequada para o manejo dos pastos

de capim-xaraés ocorre entre 35 e 45 cm, e isso, possivelmente, se relaciona a maior produção de folhas e valor nutritivo do pasto.

As épocas do ano exerceram efeito sobre a IL ($P < 0,0001$), IAF ($P < 0,0001$), DPPb ($P < 0,0001$), DPPa ($P < 0,0001$) e PP ($P = 0,0007$) do capim-xaraés (Tab. 2).

Tabela 2. Médias e erros-padrão (EPM) para interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF), densidade populacional de perfilhos basais (DPPb), densidade populacional de perfilhos aéreos (DPPa) e massa de perfilhos (MP) dos pastos do capim-xaraés manejado sob lotação contínua nas épocas do ano

Variável	Época do ano			CV (%)
	Final da Primavera	Verão	Outono	
IL (%)	93,72B (1,34)	96,31A (0,44)	93,51B (0,82)	3,29
IAF	5,23A (0,29)	4,63B (0,80)	5,88A (0,82)	13,4
DPPb (perfilhos m ⁻²)	408,18B (15,6)	504,53A (15,06)	485,71A (14,65)	13,9
DPPa (perfilhos m ⁻²)	18,24C (1,9)	21,25BC (1,92)	33,33A (3,81)	31,5
Massa de perfilhos (g)	2,41A (0,32)	1,63B (0,08)	1,76B (0,19)	25,8

*Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

As maiores IL foram obtidas no verão, com valor um pouco acima do considerado ótimo, devido à elevação da altura dos dosséis nesta estação (Fig. 2), seguidas do final da primavera e outono. No verão, mesmo com alta IL, os pastos apresentaram IAF mais baixo, o que provavelmente ocorreu pela maior taxa de lotação, com consequente maior consumo de folhas. Os maiores IAF foram obtidos no outono e no final da primavera, e os menores no verão. Lara e Pedreira (2011) avaliaram o IAF e IL de cinco espécies de braquiárias, no verão agrostológico, e obtiveram médias de 85,8% para IL e 2,59 para IAF. Contudo, os valores mais baixos podem ser justificados devido ao sistema de pastejo adotado, que simulava uma lotação intermitente.

A DPPb foi maior no verão, porém sem diferença significativa quando comparada ao outono. Os menores valores no outono em relação ao verão podem ser justificados devido às condições climáticas, caracterizadas por baixas luminosidade e temperatura, que influenciam negativamente o perfilhamento. No verão, como não houve restrição em nenhum fator de crescimento, como luz, água, além da disponibilidade de nutrientes ser mesma para os demais tratamentos, os pastos ainda que submetidos a desfolhações mais severas, com taxa de lotação mais alta, não tiveram a produção de perfilhos

comprometida. No final da primavera foi obtida a menor DPPb, o que pode estar relacionada ao aumento do IAF, uma vez que a intensidade de luz incidente sobre as gemas basais e axilares é reduzida. No trabalho de Fagundes *et al.* (2006), com pastos de *Brachiaria decumbens* mantidos a 20 cm sob lotação contínua, submetidos a diferentes doses de adubação nitrogenada, foram observados valores de 1.916, 1.864 e 1.788 de perfilhos vivos m^{-2} na primavera, verão e outono e inverno.

A DPPa foi maior no outono e menor no final da primavera. Esse comportamento diferiu do esperado e reportado na literatura, uma vez que no outono as condições climáticas vigentes não favorecem o perfilhamento. Contudo, Portela *et al.* (2011) avaliaram demografia e densidade de perfilhos da *B. decumbens* cv. Basilisk e obtiveram maiores taxas de aparecimento de perfilhos basais e aéreos no outono, com pastos manejados a 10 cm de altura pós-pastejo e 95% de IL, evidenciando que, independente da altura do pasto, o maior perfilhamento é obtido na condição de 95% de IL.

A MP foi maior no final da primavera provavelmente em virtude da maior quantidade de tecidos mortos aderidos nos perfilhos nessa época do ano, especialmente no início da estação, após um período de vedação do pasto. Este fato também foi reportado por Sbrissia e Da Silva (2008).

Houve interação épocas do ano x alturas do dossel para a taxa de aparecimento de folhas (TApF) ($P < 0,0001$) e filocrono ($P < 0,0001$) (Fig. 6).

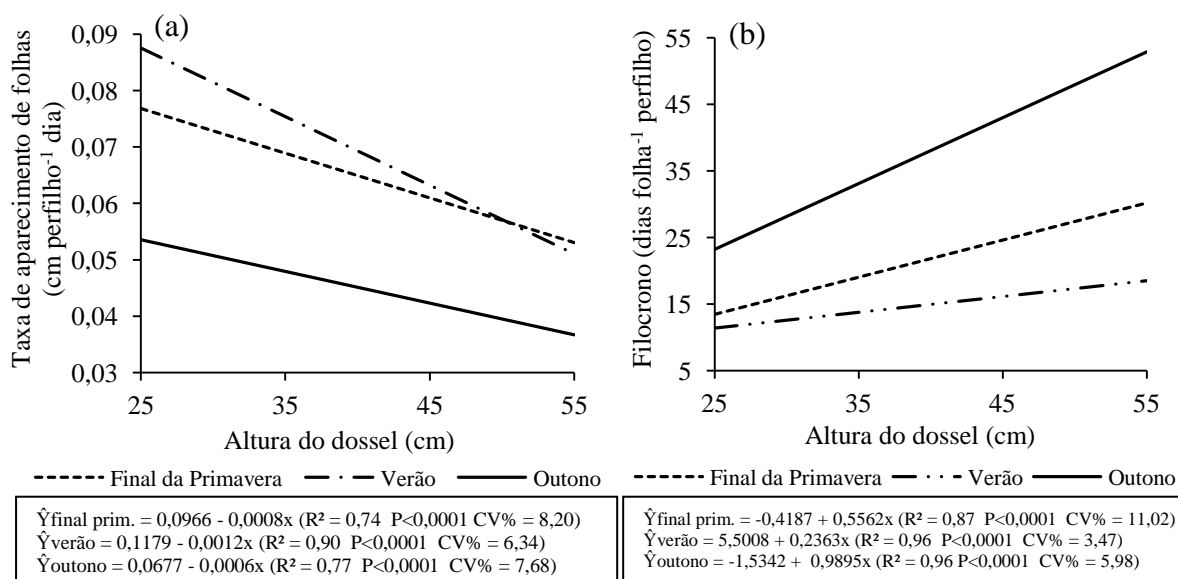


Figura 6. Taxa de aparecimento de folhas (TApF) (a) e filocrono (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

Pastejos mais intensos proporcionaram maior remoção dos tecidos foliares e, conseqüentemente, maior produção de folhas, possivelmente em virtude da maior penetração de luz na base do dossel. Os efeitos de ambiente (luz e temperatura) podem influenciar a TApF e estar relacionados ao sombreamento por folhas e outras estruturas da porção superior das plantas, inibindo a atividade de gemas e comprometendo a formação de novas folhas e novos perfilhos, como relatado por Marcelino *et al.* (2006).

Pastos com maior altura apresentaram maior filocrono. Esse mesmo padrão de resposta foi verificado por Sousa *et al.* (2011) ao avaliar o mesmo cultivar submetido à alturas de corte. O filocrono associa-se inversamente a TApF e portanto, observou-se maior filocrono nas maiores alturas de pastejo, o que também relaciona-se ao estágio de desenvolvimento da planta. Ressalta-se que os tratamentos com desfolhações mais intensas apresentaram menor número de plantas em estágio reprodutivo. Existe uma relação direta entre filocrono e florescimento, ou seja, à medida que a planta forrageira inicia sua fase reprodutiva, os valores de filocrono se tornam maiores, o que justifica os maiores valores observados no outono. No verão e final da primavera foi observada redução do filocrono, devido ao aumento da renovação de tecidos. Estas respostas fazem parte dos mecanismos que a gramínea tem de restabelecer sua área foliar.

Para a taxa de alongamento de folhas (TAIF) ($P < 0,0001$) e taxa de alongamento de colmos (TAIC) ($P < 0,0001$) foi observada interação épocas do ano do ano x alturas do dossel (Fig. 7).

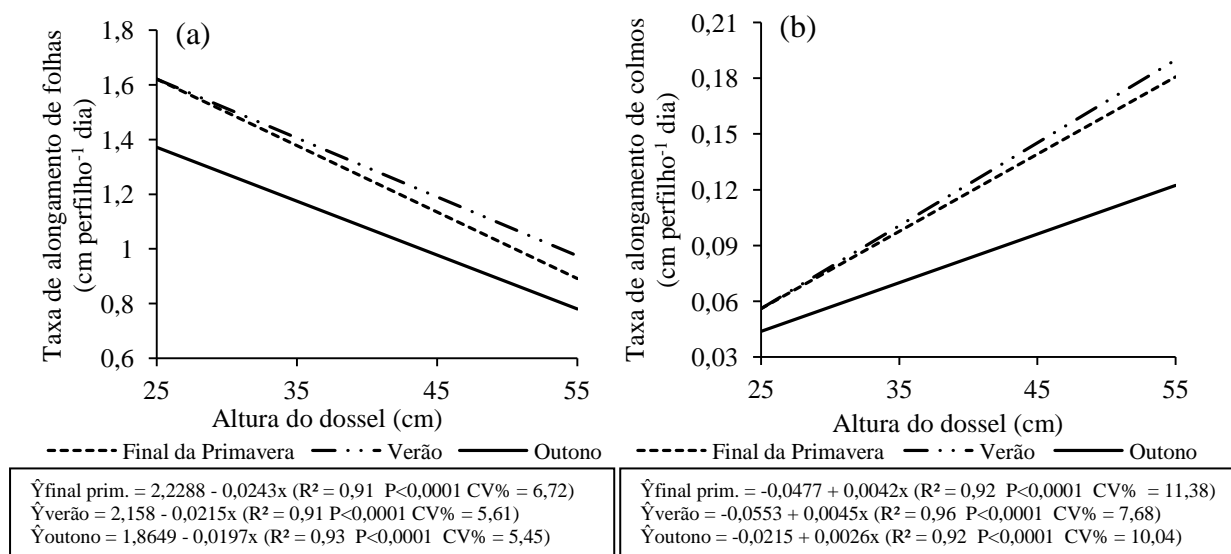


Figura 7. Taxa de alongamento de folhas (TAIF) (a) e taxa de alongamento de colmos de pastos (TAIC) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

As maiores TAIF foram obtidas na primavera e no verão, nas menores alturas. O outono caracterizou-se por uma redução no crescimento do dossel e condições de desenvolvimento das plantas, marcada por diminuição das temperaturas e luminosidade. Como resultado, verificou-se uma redução na TAIF. Em alturas de pastejo mais baixas e portanto, caracterizadas por maiores taxas de lotação, há remoção de uma maior quantidade de forragem, determinando o aparecimento de perfilhos mais jovens nestas alturas, e, conseqüentemente, uma maior renovação de tecidos foliares. Sousa *et al.* (2011) relataram comportamento semelhante ao avaliarem o capim-xaraés em duas estações do ano e três alturas de corte. Dados de pesquisa mostram, ainda, que a idade dos perfilhos exerce forte influência sobre as características morfogênicas e estruturais do dossel, resultando em perda progressiva de vigor quando a idade dos perfilhos aumenta.

A TAIC aumentou com o aumento da altura de pastejo, sendo maiores no verão e na primavera, épocas que apresentaram condições ambientais favoráveis, como temperatura e precipitação (Fig. 1). Além disso, em pastos manejados mais altos, a interceptação de luz favorece um ambiente mais competitivo do que quando manejadas mais baixos, o que pode ter resultado em maior TAIC. Provavelmente, sob esta condição, os pontos de crescimento não foram removidos, o que também contribuiu para uma maior TAIC.

Sousa *et al.* (2011) observaram maiores TAIC para o capim-xaraés quando os pastos foram manejados aos 25 cm e no verão, em comparação com o outono e com mais duas alturas de pastejo (15 e 20 cm). Esses autores também observaram que elevação na altura de corte reduziu a TAIF, mas aumentou a TAIC. Avaliando características morfogênicas da *Brachiaria decumbens*, Fagundes *et al.* (2006) obtiveram maiores TAIF e TAIC no verão, seguido pela primavera, outono e inverno, confirmando os dados obtidos neste trabalho, porém com valores superiores.

Houve interação épocas do ano x alturas do dossel para o comprimento final da folha (CFF) ($P < 0,0001$) e para o número de folhas vivas por perfilho (NFV) ($P < 0,0001$) (Fig. 8) do capim-xaraés.

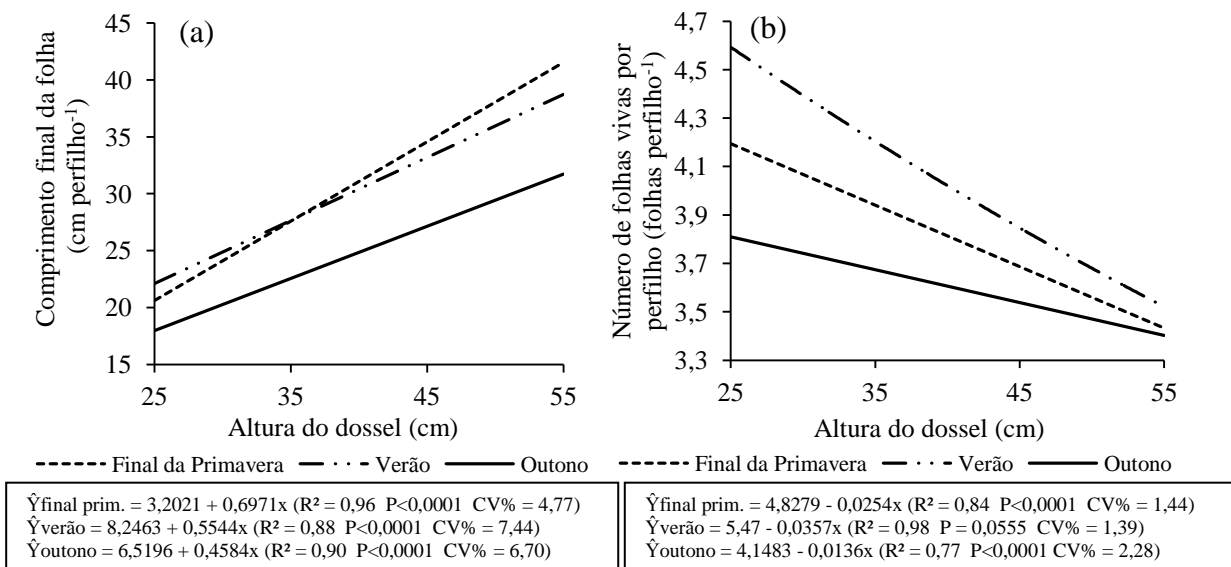


Figura 8. Comprimento final da folha (CFF) (a) e número de folhas vivas por perfilho (NFV) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

O CFF apresentou relação positiva com a altura do dossel. Por razões já discutidas anteriormente, em relação à luminosidade nos pastos e condições climáticas, os menores CFF foram obtidos no outono. O maior CFF em plantas mais altas pode ser explicado pelo maior tamanho dos perfilhos no dossel. Em perfilhos maiores, as folhas mais novas precisam fazer maior percurso no pseudocolmo para se expor. Com isso, a distância percorrida pela folha desde o ponto de conexão com o meristema até a extremidade do pseudocolmo é maior, resultando no seu maior comprimento, como discutido por Santos *et al.*, (2011a). Sousa *et al.* (2011) obtiveram menores CFF no verão quando comparado ao outono, e aos 15 cm, quando comparado a 20 e 25 cm de altura para pastos de capim-xaraés, submetidos à alturas de corte.

O NFV por perfilho é uma característica genotípica estável na ausência de deficiências hídricas e nutricionais, sendo altamente influenciado pelas condições ambientais. Desse modo, foi maior no verão e no final primavera, quando as condições climáticas foram favoráveis, em termos de precipitação, temperatura e luminosidade. O NFV foi maior quanto menor a altura de pastejo. Embora tenha sido observada maior renovação de tecidos foliares, como resultado de maiores valores de TAIF e TApF nas menores alturas, as folhas permaneceram vivas por mais tempo no perfilho. O NFV relacionou-se de maneira inversa a TSeF (Fig 9a), ou seja maiores alturas de pastejo proporcionaram maiores TSeF e, conseqüentemente, menor NFV por perfilho.

Em trabalho com capim-marandu, sob quatro alturas de pastejo, em sistema rotativo, definidas por ofertas de forragem, Casagrande *et al.* (2010) encontraram valores de NFV variando de 3,6 a 4,5 folhas vivas. perfilho⁻¹. Galzerano *et al.* (2013) avaliando o capim-xaraés em diferentes alturas de pastejo obtiveram valores que variaram de 4 a 5 folhas vivas perfilho⁻¹.

Para a taxa de senescência de folhas (TSeF) ($P < 0,0001$) e duração de vida das folhas (DVF) ($P < 0,0001$) foi observada interação épocas do ano x alturas do dossel (Fig. 9).

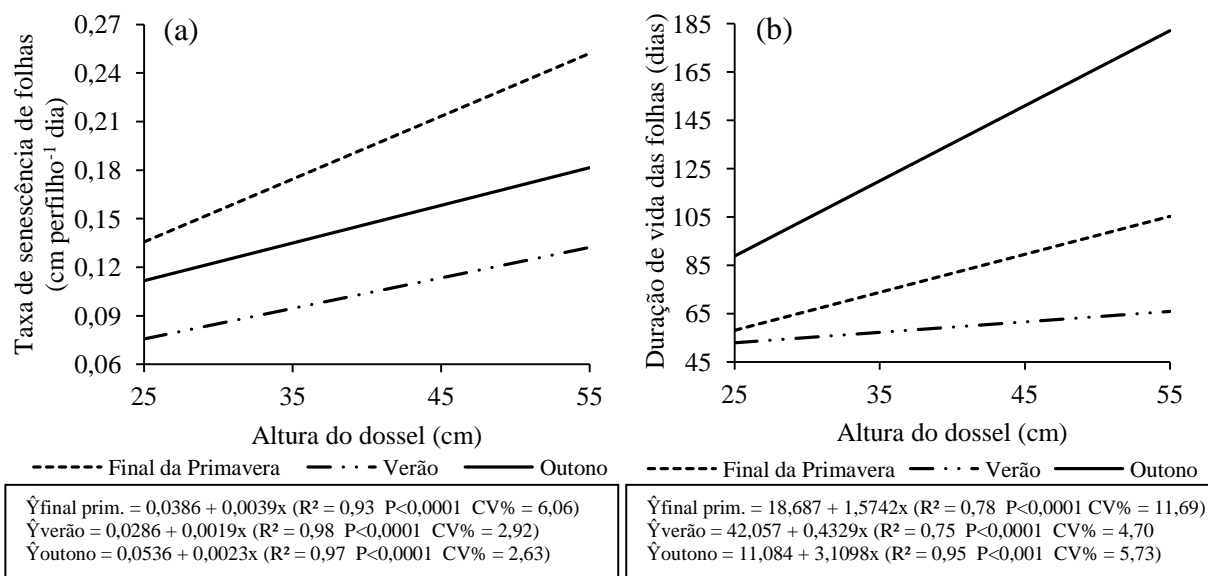


Figura 9. Taxa de senescência de folhas (TSeF) (a) e duração de vida das folhas (DVF) (b) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

As TSeF foram maiores no final da primavera, intermediárias no outono e menores no verão. O maior índice de precipitação pluvial durante o verão (Fig. 1), que acelera o fluxo de biomassa, pode ter ocasionado elevadas TSeF durante o outono. Embora o déficit hídrico não tenha sido acentuado no final da primavera, foram registradas as maiores TSeF, possivelmente em razão da maior idade média das folhas nesse período, como relatado também por Fagundes *et al.* (2006).

As TSeF foram maiores quando os pastos foram manejados mais altos. Provavelmente, os perfilhos mais altos possuíam maior estágio de desenvolvimento. Além disso, o incremento do sombreamento das lâminas foliares mais velhas também pode ter ocasionado a elevação na TSeF, pois quando em situação de sombreamento, infere-se que maior quantidade de assimilados é alocada para o crescimento de perfilhos

já existentes em detrimento do desenvolvimento de novos perfilhos (Santos *et al.*, 2010b), ocasionando aumento na TSeF. O mesmo comportamento foi obtido por Santos *et al.* (2011a). Além do mais, a senescência também pode estar associada ao processo de alongamento do colmo, pois, em condições de sombreamento, tanto o alongamento do colmo quanto a senescência de folhas são desencadeados.

Devido à maior TSeF nos pastos mais altos, era esperada redução na DVF, o que não ocorreu. Cunha *et al.* (2011) avaliaram as características morfogênicas *Brachiaria decumbens* manejada sob lotação contínua com bovinos e observaram que a DVF não foi influenciada pela altura do dossel. No outono as temperaturas mais baixas podem ter refletido em maior DVF devido à baixa renovação dos tecidos. Sousa *et al.* (2011) também verificaram, para a mesma cultivar, maior DVF no outono em relação ao verão, mesmo com maior TSeF no outono, assim como o observado neste trabalho, embora fosse esperada resposta contrária.

Foi observada interação épocas do ano x alturas do dossel para o número de folhas em expansão por perfilho (NFExp) ($P < 0,0001$) (Fig. 10).

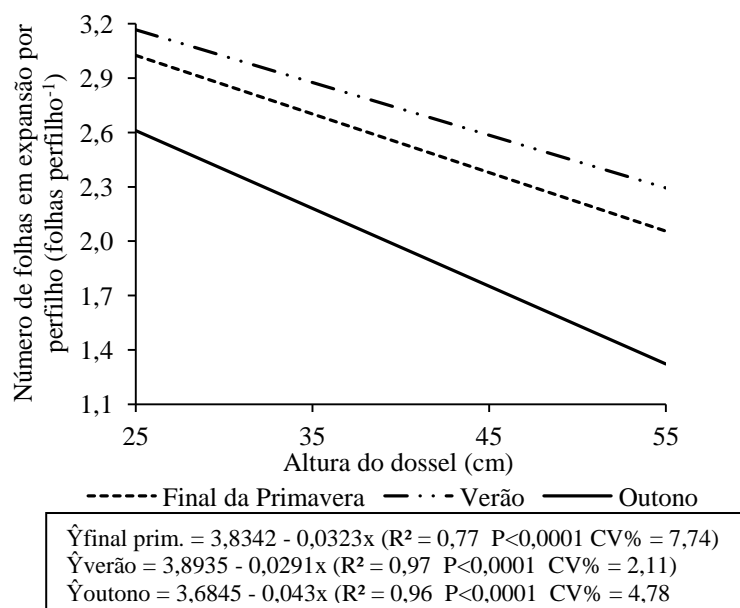


Figura 10. Número de folhas em expansão por perfilho (NFExp) do capim-xaraés manejado sob lotação contínua em diferentes intensidades de pastejo.

Os maiores valores foram obtidos no verão e no final da primavera, e quanto menor a altura de manejo do pastejo. O NFExp tem relação estreita e direta com a TApF, e dessa forma, quando os perfilhos estão sendo pastejadas mais intensamente ocorre maior renovação de tecidos, com emissão de folhas de pequeno tamanho, e

portanto maior NFE_{exp}. Fagundes *et al.* (2006) também observaram maior NFE_{exp} na estação de primavera, seguida pelo verão, outono e inverno para a *Brachiaria decumbens*, com valores que variaram de 1,21 a 1,04 folhas perfilho⁻¹.

Conclusões

As características estruturais e morfogênicas do capim-xaraés são influenciadas pelas épocas do ano e pela altura do pasto, respondendo de forma efetiva às mudanças nas condições climáticas. Pastejos mais intensos proporcionam maior renovação dos tecidos, que pode estar associada à maior eficiência de utilização de forragem. Pastejos menos intensos ocasionam maior produção de colmo e material morto. Aos 45 cm de altura, os pastos de capim-xaraés interceptam 95% da luz incidente, independentemente da época do ano. Assim, o capim-xaraés manejado sob lotação contínua, deve ser utilizado entre 35 e 45 cm de altura.

Referências

BAHMANI, I.; THOM, E. R.; MATTHEW, C. et al. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertiliser, and irrigation. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 54, n. 8, p. 803-817, 2003.

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

BROUGHAM, R. M. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 7, n. 5, p. 377-387, 1956.

CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A. C.; JANUSCKIEWICZ, E. R. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 39, n. 10, p. 2108-2115, 2010.

CUNHA, F. F.; RAMOS, M. M.; ALENCAR, C. A. B. et al. Número de folhas do capim-xaraés em diferentes manejos e doses de adubação, intervalos de desfolha e estações anuais. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 27, n. 2, p. 271-282, 2011.

DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, Suplemento especial, p.121-138, 2007.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006, 306 p.

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

GALZERANO, L.; MALHEIROS, E. B.; RAPOSO, E. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a intensidades de pastejo. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1879-1890, jul./ago. 2013.

GIACOMINI, A. A.; DA SILVA, S. C.; LUCENA, D. O. et al. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. *Scientia Agricola*, v. 66, n. 6, p. 733-741, 2009.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 10, p. 1487-1494, 2007.

LARA, M. A. S.; PEDREIRA, C. G. S. Estimativa da assimilação potencial de carbono em dosséis de espécies de braquiária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.7, p.743-750, 2011.

MARCELINO, K. R. A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D; DA SILVA, S. C. et al. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandú submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Brasília, v. 35, n. 6, p. 2243-2252, 2006.

MORAIS, R. V.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Demografia de perfilhos basilares em pastagem de *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 380-388, 2006.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The designs conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. *Proceedings...* Pennsylvania: State College Press, 1952. p. 1380-1385.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; GARCEZ NETO, A.F.; BARBOSA, R.A.; ANDRADE, C. M. S. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, 2002. p.149-196.

PEDREIRA, B. C. *Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim-xaraés [Brachiaria brizantha (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado*. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; DA SILVA, S. C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S.; BRAGA, G. J. Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 3, p. 315-322, 2011.

SANTOS, M. D. R.; FONSECA, D. M.; BRAZ, T. G. S. et al. Características morfológicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 3, p. 535-542, 2011a.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M. et al. Coeficientes de correlação entre os números das categorias de perfilhos em pasto de capim-braquiária. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.1, n.1, p.137-144, 2011b.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; SILVA, G. P. et al. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 10, p. 2125-2131, 2010a.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M. et al. Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010b.

SAS, Statistical Analyses System Institute “*SAS User’s Guide: Statistic*”. Version 9.0. SAS Institute INC., Cary, NC, 2002. (CD-ROM).

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

SOUSA, B. M. L.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; RODRIGUES, C. S. et al. Morphogenetic and structural characteristics of Xaraes palisadegrass submitted to cutting heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 1, p. 53-59, 2011.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M. et al. *O capim-xaraés (Brachiaria brizantha cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 36 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 149).

V – Atributos físicos de um Latossolo Vermelho em áreas com capim-xaraés manejado em diferentes intensidades de pastejo

Resumo - O trabalho objetivou quantificar o efeito de diferentes intensidades de pastejo sobre atributos físicos do solo (densidade do solo - D_s -, macroporosidade, microporosidade e resistência do solo a penetração de raízes - RP) em áreas de capim-xaraés, sob lotação contínua. Os tratamentos foram quatro alturas de pastejo, 25, 35, 45 e 55 cm, avaliadas em duas épocas do ano (fevereiro e julho de 2013). Para o manejo das alturas, foram utilizados bovinos Nelore. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com três repetições. Para a avaliação da D_s , macroporosidade, microporosidade e porosidade total foram realizadas coletas de amostras indeformadas no centro da camada de 0 - 0,15 m. Para determinação da RP, foi utilizado penetrômetro de anel dinamométrico, com coletas de amostras em intervalos de 0,10 m de profundidade até a profundidade de 0,60 m. Em julho, foi obtida maior densidade do solo em comparação a fevereiro ($1,64 \text{ Mg m}^{-3}$). Não houve diferença para os valores de porosidade do solo, contudo, constatou-se tendência de menores valores de macroporosidade nos tratamentos em julho. As condições de umidade do solo nos períodos de coleta divergiram, sendo que, em julho, o solo apresentou umidade mais elevada (10,97%), em comparação a fevereiro (6,45%). Contudo, entre as profundidades coletadas e as alturas avaliadas, foi verificada pouca variação. Em fevereiro, praticamente todos os valores de resistência à penetração se mostraram superiores a 2 MPa, valor mais adotado como crítico. No intervalo entre as profundidades de 0,20 m à 0,40 m, verificou-se a ocorrência de um aumento da resistência à penetração. Com base nas características avaliadas, a presença de animais no ambiente pastoril não pode ser considerada, de maneira isolada, como agente causador de modificações nos atributos físicos do solo. Há evidências da existência de pé-de-arado e/ou pé-de-grade em todas as alturas avaliadas, demonstrado pelos maiores valores de resistência à penetração em profundidade.

Palavras-chave: *Brachiaria brizantha*, densidade do solo, porosidade do solo, resistência à penetração, manejo do pastejo

V- Physical attributes of an Oxisol in areas with xaraés grass managed under different grazing intensities

Abstract - The purpose of this study was to quantify the effect of different intensities of grazing on soil physical properties (soil density - Sd - macro and micro porosity and soil resistance to root penetration - RP) in areas of xaraés grass under continuous stocking. The treatments were four grazing heights of 25, 35, 45 and 55 cm, evaluated in two seasons (February and July 2013). For management of heights, Nellore cattle were used. The randomized experimental design consisted of a subdivided plot with three replications. For the evaluation of Sd, macro porosity, micro porosity and total porosity collections were taken of undisturbed samples in the center of the layer from 0 – 15 m. To determine the RP, a penetrometer of dynamometric ring was used, with sample collection at intervals of 0.10 m depth to a depth of 0.60 m. There was increased soil density in July, as compared to February (1.64 Mg m^{-3}). There was no difference in the values of soil porosity, however, a tendency for lower values of macro porosity in treatments was found during July. Conditions of soil moisture for the collection periods differed, and in July the soil showed higher moisture (10.97%) compared to February (6.45%). However, between depths collected and evaluated heights, there was little variation. In February, almost all values of penetration resistance were superior to 2 MPa, a value adopted as more critical. In the interval between depths of 0.20 m to 0.40 m, there was evidence of increased resistance to penetration. Based on the characteristics evaluated, the presence of animals in the pastoral environment can't be considered in isolation, as a causative agent of changes in soil physical properties. There is evidence of foot-and-plow and/or walk-in-grade in all assessed heights, demonstrated by the highest resistance to penetration depth.

Keywords: *Brachiaria brizantha*, soil bulk density, soil porosity, penetration resistance, grazing management

Introdução

O lançamento de novas cultivares de gramíneas forrageiras resulta da demanda por plantas mais competitivas, menos exigentes em fertilidade do solo, com menor sazonalidade de produção e maior resistência a pragas e doenças, entre outros. Para atender à essa demanda, a Embrapa de Gado de Corte lançou a cultivar Xaraés de *Brachiaria brizantha* (Martuscello et al., 2005).

A utilização de sistemas de manejo que envolvam o pastejo animal pode acarretar mudanças nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, afetando o crescimento e desenvolvimento radicular (Flores et al., 2007). Os indicadores físicos mais utilizados para aferir os impactos no solo são porosidade, densidade e resistência à penetração.

Em ambientes pastoris, a compactação do solo causada pelo pisoteio animal tem sido apontada como uma das principais causas da degradação de áreas cultivadas, por reduzir a macroporosidade do solo, aumentar a densidade e a resistência deste para o crescimento radicular, e em condições de excesso de umidade reduzir sua oxigenação. A extensão e a natureza destes efeitos são determinadas pelo pisoteio, pelo tipo de solo e, principalmente, pela umidade do solo na ocasião do pastejo (Ferreira et al., 2010).

Em situações em que o pastejo é realizado em solos com umidade elevada e com baixa cobertura vegetal, o efeito do pisoteio dos animais sobre o solo é potencializado, evidenciando a importância do controle das taxas de lotação, em relação à produção de forragem e à manutenção de cobertura vegetal adequada, com a finalidade de mitigar esse efeito do pisoteio sobre a qualidade física dos solos (Silva et al., 2003; Sarmiento et al., 2008). No entanto, o efeito do pisoteio animal sobre as propriedades físicas do solo pode ser temporário e reversível, se adotadas práticas de manejo como escolha da espécie forrageira mais adequada às condições da área, a intensidade e tempo de pastejo e a espécie e categoria animal, sendo limitado às camadas mais superficiais do solo.

Diante do exposto, esse trabalho foi realizado com o objetivo de quantificar o efeito das intensidades de pastejo, 25, 35, 45 e 55 cm de altura do dossel, sobre os atributos físicos do solo em áreas de capim-xaraés, sob lotação contínua, buscando subsídios para aperfeiçoar os sistemas de manejo e de utilização desta forrageira na região Noroeste do Paraná, onde trabalhos com essa cultivar ainda são inexistentes.

Material e métodos

O experimento foi realizado, de agosto de 2012 a setembro de 2013, na fazenda 46, propriedade particular, no município Cidade Gaúcha, noroeste do Paraná, em área localizada à 23° 25' 29,30'' de latitude sul e 52° 58' 00.44'' de longitude oeste, a 390 m de altitude.

O clima é classificado como Cfa (subtropical úmido mesotérmico), segundo classificação de Köppen, e caracterizado por apresentar verões quentes, com precipitação total média anual de 1300 mm, concentrada nos meses do verão.

Os dados de temperaturas mínima, média e máxima, precipitação e umidade relativa do ar durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

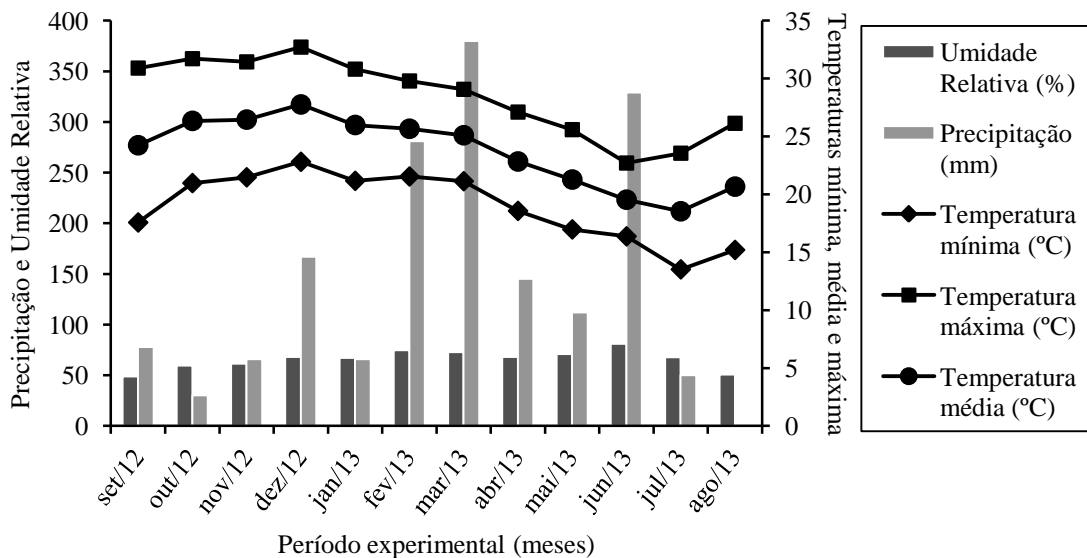


Figura 1 Umidade realtiva do ar (%), precipitação (mm) e temperatura (°C) observada durante o período experimental.

Fonte: INMET – Instituto Nacional de Meteorologia
Estação A869 – Cidade Gaúcha – Paraná

O solo da área experimental é originário da formação Arenito Caiuá, classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006). Possui textura franco-arenosa e encontra-se em uma região de relevo suave-ondulado, com baixa fertilidade natural. Antes do início do período experimental, foram realizadas coletas de terra da área, em profundidade de 0 - 0,20 m, para realização das análises químicas (Tabela 1).

Tabela 1 Análise química da terra da área experimental

Alturas dos pastos	pH	MO ⁽¹⁾	P ⁽²⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	H + Al	Al ⁽³⁾	V ⁽⁴⁾
cm	H ₂ O	g dm ⁻³	Mg dm ⁻³	-----cmol dm ⁻³ -----			-----		
25	5,53	12,96	11,98	0,22	1,00	0,42	2,77	0,00	37,18
35	5,77	15,32	7,91	0,32	1,11	0,51	2,77	0,00	41,09
45	5,60	14,51	7,47	0,21	0,88	0,37	2,64	0,02	35,49
55	5,80	17,62	14,17	0,26	1,40	0,56	2,88	0,02	43,16

⁽¹⁾Matéria orgânica; ⁽²⁾ fósforo; ⁽³⁾ potássio, cálcio, magnésio, alumínio; ⁽⁴⁾ saturação de bases.

A área experimental, que compreendeu 12 hectares, divididos em 12 piquetes de 1 ha cada, com bebedouros e cochos com sal mineral, foi estabelecida com *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés em fevereiro de 2009, utilizando-se 10 kg ha⁻¹ de sementes comerciais, e desde então vinha sendo utilizada experimentalmente com animais, adotando-se o mesmo sistema de pastejo. Antes, a área foi utilizada para o cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

Em 15 setembro de 2012, os pastos foram adubados com 10000 kg de cama de frango ha⁻¹, que possui 2,83% de nitrogênio e 1,6% de fósforo. A adubação foi realizada sem a presença de animais, sendo respeitada a legislação do MAPA através da Instrução Normativa N° 25, de julho de 2009, a qual preconiza que a cama de aves só deve ter seu uso permitido se o pastejo for realizado somente após 40 dias de sua aplicação. Os animais entraram na área experimental no dia 1° de novembro de 2012. Em fevereiro de 2013, a área foi adubada a lanço, com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia e 60 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de KCl.

Os tratamentos corresponderam a quatro alturas de pastejo, 25, 35, 45 e 55 cm, em relação ao nível do solo, avaliadas nas estações do ano. Para o manejo das alturas dos pastos, foram utilizados bovinos da raça Nelore (*Bos taurus indicus*), com idade média de 15 meses e peso corporal médio inicial de 331±25,39 kg, manejados sob lotação contínua e taxa de lotação variável. Todos os animais foram desvermifugados antes do experimento. Na área experimental, eles receberam água e mistura mineral completa a vontade.

Para fins de comparação das médias, os dados foram agrupados em duas épocas do ano - fevereiro e julho de 2013 -, épocas contrastantes quanto às condições climáticas. Além disso, optou-se por fazer uma coleta num período de maior taxa de lotação (Tabela 2) e numa época onde não havia animais na área experimental. Dia 18 de junho de 2013, os animais foram abatidos, de acordo com manejo adotado na fazenda, e a coleta de julho realizada um mês após a saída dos mesmos.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, arranjado em parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais foram constituídas pelas alturas de pastejo e as subparcelas pelas épocas do ano.

Tabela 2 Taxa de lotação média (UA ha⁻¹) de pastos de capim-xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo em fevereiro e no verão, sob lotação contínua

Alturas dos pastos (cm)	Épocas de avaliação	
	Fevereiro	Verão*
25	6,25	6,87
35	5,86	6,78
45	5,30	5,30
55	4,50	4,64
Média	5,50	5,89

*Médias das taxas de lotação dos meses de janeiro, fevereiro e março

O monitoramento da altura dos pastos foi realizado semanalmente, utilizando-se régua de 1 m. Foram medidos 60 pontos por piquete, distribuídos ao longo de quatro linhas transectas

imaginárias de 15 pontos cada. A altura do pasto em cada ponto correspondeu a altura média da curvatura das folhas superiores em torno da régua.

Os atributos físicos do solo (densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e resistência do solo a penetração) foram obtidos através das metodologias descritas pela Embrapa (1997).

Para a avaliação da densidade do solo (D_s), macroporosidade, microporosidade e porosidade total foram realizadas coletas de amostras indeformadas no centro da camada de 0 - 0,15 m de profundidade utilizando amostrador com cilindros de aço inox de 49 mm de diâmetro e 53 mm de altura. Em cada piquete, foram coletadas 12 amostras em pontos aleatórios, totalizando em 144 amostras em toda área experimental.

Após a coleta do solo, os cilindros foram preparados no laboratório, retirando-se o excesso de solo e, em seguida, foram secos em estufa a 105°C por um período de 24 horas, para obtenção da massa de solo seco. A razão entre a massa de solo seco e o volume do cilindro resultou na densidade do solo.

A macroporosidade e microporosidade foram determinadas através do método da mesa de tensão (Kiehl, 1979). Após a coleta, as amostras foram saturadas por no mínimo 48 horas e, após esse período, pesadas, sendo posteriormente encaminhadas à mesa de tensão onde foram submetidas a uma tensão de 0,006 MPa. A sucção faz com que a água retida nos macroporos seja drenada. Após a estabilização, ou seja, quando cessou a drenagem da água do solo (drenagem estabilizada), realizou-se a pesagem das amostras. Com a diferença entre a massa do solo saturado e a massa da amostra após ser submetida à mesa de tensão, em um volume conhecido (cilindro), foi possível a obtenção do volume de macroporos no solo. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a uma temperatura de 105°C por um período de 24 horas para obtenção da massa de solo seco. A diferença entre a massa do solo, após sair da mesa de tensão e da estufa, resultou no valor de microporos do solo.

Para determinação da resistência do solo à penetração de raízes (RP), foi utilizado penetrômetro de anel dinamométrico (Tormena & Roloff, 1996), sendo realizadas coletas em 15 pontos aleatórios por parcela. Em cada ponto, os valores foram coletados em intervalos de 0,10 m de profundidade até a profundidade de 0,60 m.

Para obtenção da umidade, foram coletadas três amostras deformadas de solo em três pontos aleatórios em cada parcela, sendo realizada no mesmo dia da coleta de RP nas profundidades de 0 - 0,20 m, 0,20 - 0,40 m e 0,40 - 0,60 m (Tormena e Roloff, 1996). As mesmas foram utilizadas para fins de correlacionar com a RP, já que existe forte correlação entre esses dois parâmetros. Posteriormente, as três amostras da mesma profundidade foram homogeneizadas se obtendo três

amostras por parcela, sendo cada uma correspondente a uma profundidade diferente. Após coletadas as amostras foram pesadas, sendo posteriormente levadas para a estufa a 105°C por 24 horas e em seguida pesadas novamente para determinação da umidade.

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, arranjado em parcelas subdivididas, com três repetições. As parcelas principais foram constituídas pelas alturas de pastejo e as subparcelas pelos meses de coleta. Os dados foram agrupados por meses de coleta (fevereiro e julho) e analisados em um modelo matemático contendo os efeitos da altura do pasto, meses de coleta e suas interações. Todas as análises foram feitas pelo método dos quadrados mínimos utilizando-se o procedimento “General Linear Model (GLM)” (SAS, 2002). As médias foram estimadas utilizando-se o LSMEANS, e a comparação entre elas realizada por meio da probabilidade da diferença (PDIFF), utilizando-se o teste de Tukey a 5% de significância (SAS, 2002). A demonstração estatística dos resultados de RP foi feita por meio do uso do intervalo de confiança da média a 95% ($P < 0,05$), com auxílio da planilha Excel. De acordo com Payton et al. (2000), considera-se que as médias são estatisticamente diferentes quando não há sobreposição dos limites superior e inferior dos intervalos de confiança comparados.

O modelo estatístico utilizado para análise dos resultados foi:

$Y_{ijk} = m + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \delta_{ik} + e_{ijk}$, onde: Y_{ijk} = valor observado para a variável em estudo, referente a k -ésima repetição da combinação do i -ésimo nível do fator A (alturas do dossel) com o j -ésimo nível do fator B (meses de avaliação); m = média de todas as unidades experimentais para a variável em estudo; α_i = efeito do i -ésimo nível do fator A no valor observado Y_{ijk} ; β_j = efeito o j -ésimo nível do fator B no valor observado Y_{ijk} ; $(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação do i -ésimo nível do fator A com o j -ésimo nível do fator B; δ_{ik} = efeito residual das parcelas, caracterizado como componente do erro (a); e_{ijk} = efeito residual das subparcelas, caracterizado como componente do erro (b).

Resultados e discussão

As médias das alturas dos pastos nos meses de avaliação mantiveram-se próximas às alturas pretendidas (Figura 2). Em fevereiro, a média de altura dos pastos manejados a 25 cm foi inferior ao pretendido devido à alta taxa de lotação empregada para o rebaixamento dos pastos e ao atraso no seu ajuste. Além disso, em fevereiro, os pastos manejados a 45 e 55 cm apresentaram valores médios acima do almejado, pois condições de sombreamento induzem à elevação das taxas de alongamento de colmos, resultando em aumento da altura dos dosséis. Em julho, sem animais na área experimental, os pastos apresentaram baixas taxas de acúmulo, proporcionando alturas próximas às pretendidas.

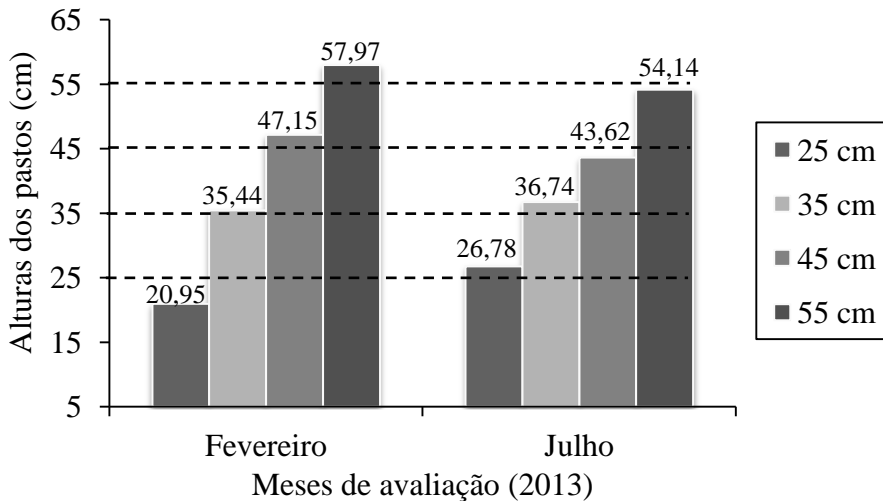


Figura 2 Alturas médias dos pastos de capim-xaraés manejados em alturas de pastejo, sob lotação contínua, nos meses de fevereiro e julho de 2013.

Não houve interação meses de avaliação x alturas de dossel ($P = 0,7344$) para a densidade de solo (Ds), sendo observado apenas efeito isolado de meses de avaliação ($P = 0,0258$) (Figura 3).

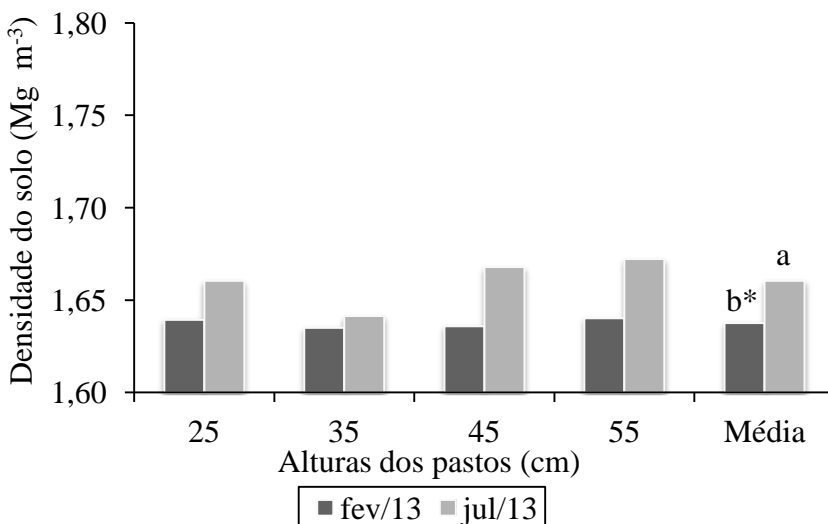


Figura 3 Densidade do solo (Mg m^{-3}) em áreas cultivadas com capim-xaraés sob lotação contínua manejado em diferentes intensidades de pastejo em fevereiro e julho de 2013.

*Barras seguidas de mesma letra na parte superior não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em julho, foi obtida maior Ds em comparação a fevereiro, porém, todos os valores obtidos, nas duas épocas avaliadas, estão acima do valor médio de densidade para solos arenosos estabelecidos por Kiehl (1979), que indica valores entre 1,25 a 1,40 Mg m^{-3} como sendo, geralmente, o limite encontrado para solos com essa textura. Maiores valores para a densidade podem resultar numa maior degradação do solo, o que indica uma possível compactação e/ou adensamento do solo. Contudo, os valores de Ds foram semelhantes aos obtidos por Fidalski et al. (2008), que avaliaram a qualidade física de um Latossolo Vermelho Distrófico em Paranavaí, no Noroeste do Paraná, de textura e relevos semelhantes ao deste trabalho, em pastagens de capim-

coastcross (*Cynodon dactylon*) consorciado ou não com a leguminosa amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) submetidas ao pastejo, e obtiveram média $1,66 \text{ Mg m}^{-3}$.

Valores médios de Ds sob pastagem foram obtidos por Souza & Alves (2003), com valor médio $1,54 \text{ Mg m}^{-3}$, na profundidade de 0 - 0,20 m do solo. As diferenças podem ter ocorrido devido ao fato de que as pastagens na microbacia analisada estavam abandonadas ou com pastoreio muito reduzido, favorecendo sua recuperação em termos de densidade do solo. Vale ressaltar que os menores valores de Ds se apresentam em áreas sob mata nativa, já que nessas áreas não ocorre interferência antrópica, como efeitos do trânsito constante de máquinas, equipamentos e/ou animais, como confirmado por Viana et al. (2011).

Oliveira et al. (2010) avaliaram as propriedades físicas de um solo Argissolo Vermelho Eutrófico e um Argissolo Vermelho Distrófico, nas profundidades de 0-0,10 e 0-0,20 m, em áreas com pastagem (*Brachiaria* sp.), fruticultura (Citros e Caqui), mata nativa e cafeicultura, e observaram valores médios de $1,32 \text{ Mg m}^{-3}$ para as áreas de pastagem.

Não houve diferença para os valores de Ds quanto às alturas avaliadas, mostrando que a altura de pastejo e, portanto, a taxa de lotação (Tabela 2), não interferiu na Ds, na profundidade amostrada, de 0 - 0,15 m. Estes resultados corroboram com os obtidos por Moreira et al. (2012), que não observaram diferenças significativas para o atributo Ds entre as diferentes alturas de pastejo. Vale salientar que as diferenças na densidade em função da ação do pisoteio animal são mais evidentes na camada de até 0,05 m de profundidade, sendo reduzidas em camadas mais profundas.

Pastos super pastejados ou com elevada taxa de lotação apresentam maior valor de Ds quando comparadas a outros sistemas (Souza et al., 2004), devido ao pisoteio de animais que apresentam peso corpóreo elevado associado à reduzida área da pata, imprimindo sobre o solo elevadas pressões ao caminharem pelos pastos, compactando-o até 0,10 - 0,15 m de profundidade. Contudo, este efeito não foi verificado, ao contrário, os maiores valores de Ds foram obtidos em julho, quando as áreas estavam sem animais. No entanto, esta resposta deve estar relacionada ao efeito residual do pisoteio animal nos meses anteriores.

Não houve interação meses de avaliação x alturas do dossel, nem efeitos isolados de meses de avaliação e alturas do dossel para macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo (Figura 4).

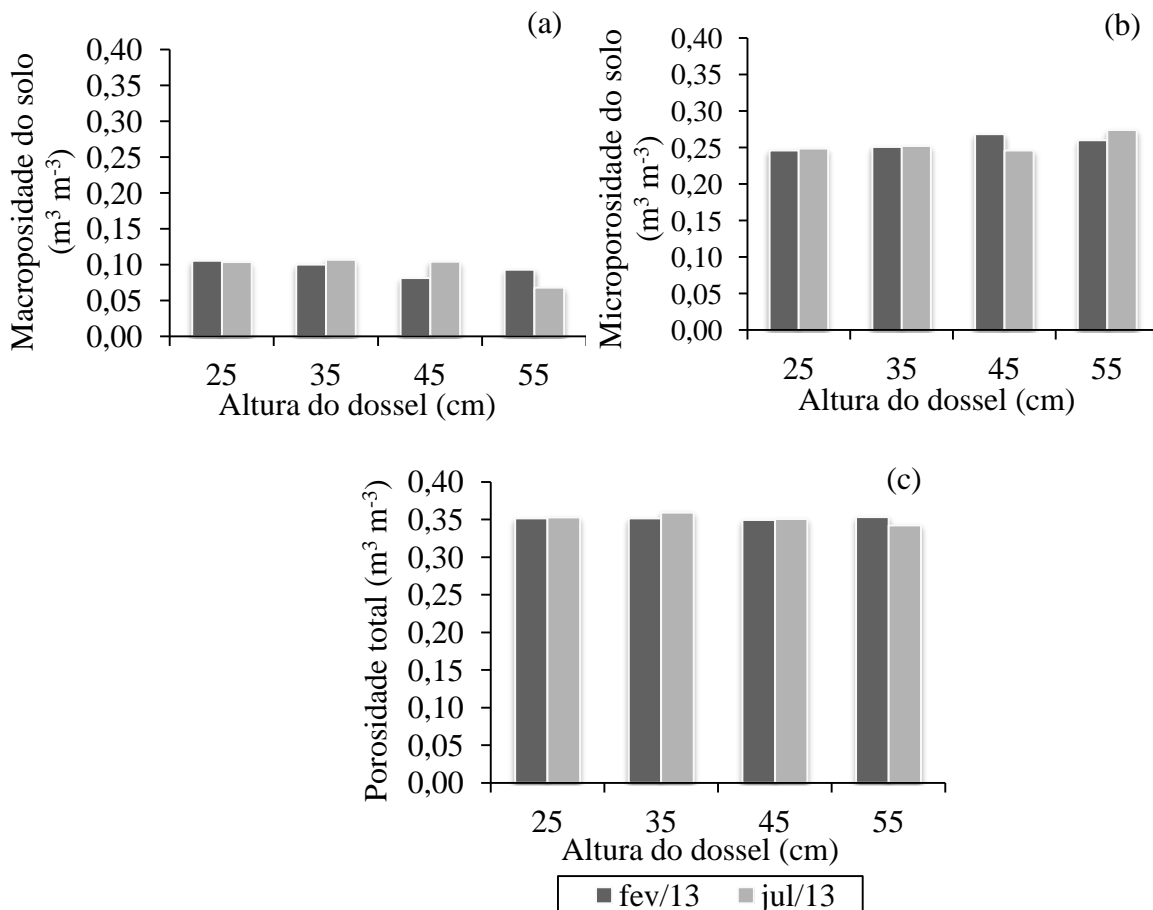


Figura 4 Macroporosidade (a), microporosidade (b) e porosidade total do solo (c) ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$) em áreas com capim-xaraés sob lotação contínua manejado em diferentes intensidades de pastejo em fevereiro e julho de 2013.

Fidalski et al. (2008) avaliaram pastagem de coastcross e amendoim forrageiro, com adubação nitrogenada (0, 100, 200 kg ha^{-1} de N), sob lotação contínua de novilhas, e também não observaram diferenças entre os tratamentos, nas camadas do solo 0 - 75 e 75 - 150 mm de profundidade.

A macroporosidade, ou a porosidade ocupada com ar no potencial de $-0,006$ MPa, corresponde aos poros responsáveis pelas trocas gasosas no solo, e de acordo com Grable & Siemer (1968), valores de porosidade de aeração inferiores a 10% são considerados restritivos à difusão de oxigênio e outros gases no solo e, conseqüentemente, interferem negativamente no crescimento e desenvolvimento das raízes, apesar da dependência da espécie de planta e da atividade biológica do solo.

Mesmo sem diferença estatística, foram obtidos valores de porosidade de aeração inferiores a 10% para os tratamentos 45 e 55 cm de altura do pasto, sendo, portanto, prejudicial ao desenvolvimento das raízes. O mesmo foi observado por Goulart et al. (2010) ao avaliarem um sistema de manejo de pastagem com diferentes alturas de pastejo. Os autores não identificaram

diferença significativa entre as diferentes alturas, ocorrendo também valores de macroporosidade inferiores a 10% para solos em que os pastos foram mantidos mais altos.

Constatou-se tendência de menores valores de macroporosidade nos tratamentos onde houve menor ação do pisoteio animal (45 e 55 cm), mesmo não havendo diferença estatística entre as alturas avaliadas, quando a princípio o esperado, teoricamente, deveria ser o contrário. Isso nos leva a inferir que, no caso desse experimento, a presença do animal em áreas de pastagens não pode ser considerada, isoladamente, como agente causador de compactação do solo. Uma possível explicação para esses resultados pode estar relacionada ao estresse sofrido pelas plantas forrageiras submetidas a maiores pressões de pastejo, levando-as assim, a serem obrigadas a responder a essa pressão de pastejo com a emissão de mais raízes que, por fim, acabaram atuando de maneira positiva na formação de macroporos. Esta explicação tem como base os resultados obtidos por Moreira et al., (2012), que avaliaram diferentes alturas de pastejo, em solo argiloso, e constataram maiores valores de macroporosidade nos tratamentos submetidos a maior pressão de pastejo (menores alturas de pasto), atribuindo os resultados a intensificação da renovação da parte aérea e das raízes das plantas, determinando assim, maior recuperação estrutural do solo nesses sistemas de manejo, reduzindo os efeitos danosos da compactação pela ação do pisoteio dos animais.

A ausência de diferença significativa para microporosidade observada entre os tratamentos, de certa forma, já era esperada, uma vez que, é bastante consagrado na literatura que a microporosidade é pouco influenciada pela ação do tráfego de máquinas agrícolas e pelo pisoteio animal. Contudo, Araújo et al. (2011) avaliando o efeito da lotação animal sobre variáveis físicas do solo, observaram maior microporosidade em áreas manejadas com menor taxa de lotação animal.

Os poros totais do solo constituem-se pelos macro e microporos, de forma que o aumento de um reduzirá a porcentagem do outro, como já foi comentado. Os valores para porosidade total se mostraram muito próximos, tanto para alturas dos pastos, quanto para os meses do ano, evidenciando a não influência da altura de pastejo e, portanto da taxa de lotação, sobre a porosidade total do solo na camada de 0-0,15 m. Resultados semelhantes foram observados por Goulart et al. (2010).

A Figura 5 apresenta os teores de água do solo para as profundidades analisadas, sendo as coletas realizadas para fins de correlação com o parâmetro físico do solo resistência à penetração (RP), uma vez que esses dois parâmetros são fortemente correlacionados. As condições de umidade do solo nos períodos de coleta divergiram, sendo que, em julho, o solo apresentou teor de água mais elevado (10,97%) em comparação a fevereiro (6,45%). Contudo, entre as profundidades coletadas e as alturas avaliadas foi verificada pouca variação.

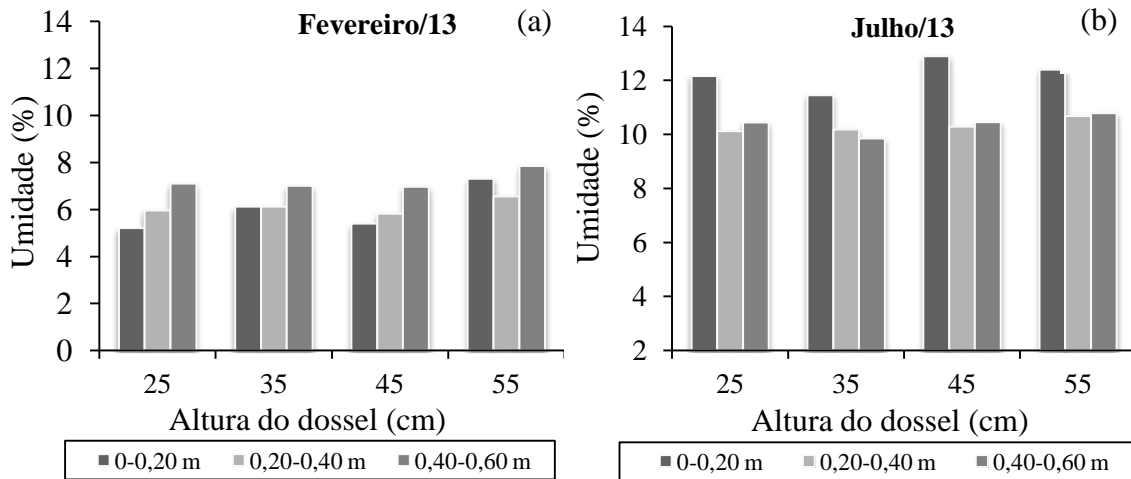


Figura 5 Teor de água dos solos (%) de áreas cultivadas com capim-xaraés manejado em diferentes alturas de pastejo em fevereiro (a) e julho (b) de 2013, sob lotação contínua, em diferentes profundidades.

Não houve interação meses de avaliação x alturas do dossel ($P = 0,1571$), porém foi verificado efeito isolado de meses ($P = 0,9229$) e alturas ($P = 0,0967$) para resistência do solo à penetração das raízes (RP) nas profundidades avaliadas (Figura 6).

Em fevereiro, praticamente todos os valores de RP se mostraram superiores a 2 MPa, valor mais adotado como crítico, ou seja, valores acima influenciam diretamente o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea das plantas, e indiretamente devido a um deficiente fornecimento de água e nutrientes, modificando a partição de carboidratos entre a raiz e parte aérea.

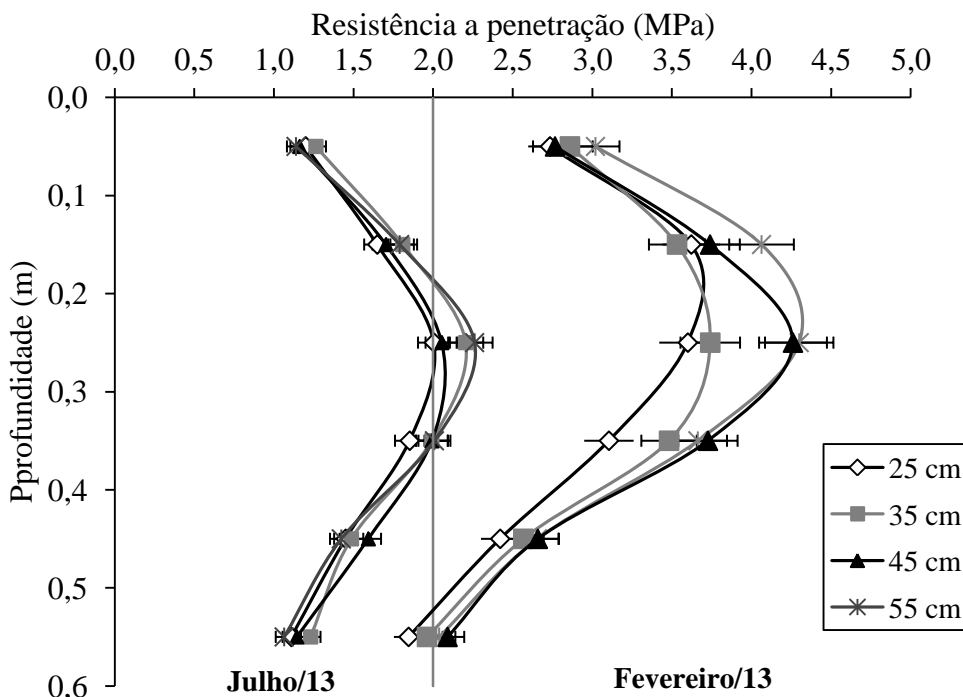


Figura 6 Resistência do solo à penetração (MPa) em áreas com capim-xaraés manejado em alturas de pastejo em fevereiro e julho de 2013, sob lotação contínua, em diferentes profundidades.

Entre as alturas de manejo do pastejo, avaliadas na coleta de fevereiro, pastos manejados à 25 e 35 cm apresentaram na camada de 0,60 m valores inferiores ao limite crítico de 2,0 MPa. No entanto, os valores mostraram-se próximos ao limitante e, se o teor de água do solo nesta camada reduzir, há tendência de apresentar valores acima do valor crítico, podendo prejudicar o desenvolvimento radicular das plantas forrageiras.

Nas camadas extremas de profundidade, 0,10 m, 0,50 m e 0,60 m, avaliadas na coleta de fevereiro, não foram verificados diferenças significativas entre as alturas de pastejo, mostrando não haver influência da altura de pastejo sobre a RP, mesmo nas camadas mais superficiais. Nas camadas mais profundas (0,50 a 0,60 m) verificou-se que os valores tendem a convergir para valores próximos em todos os tratamentos.

No intervalo entre as profundidades de 0,20 a 0,40 m, verificou-se a ocorrência de um aumento da RP. Tal comportamento pode ser explicado pela utilização de equipamentos para realizar a mobilização do solo, usados em anos anteriores para o plantio do milho e mandioca antes da implantação do experimento na área, com o objetivo de reformar pastos ou realizar o cultivo de outras culturas. Resposta similar foi encontrada por Costa et al. (2012), que verificaram o aumento da RP em camadas entre 0,20 a 0,40 m, atribuindo ao fato da existência de maior teor de argila em tal camada, aumentando a coesão e fricção entre as partículas, e conseqüentemente resultando no aumento da RP.

Em julho, todos os valores de RP estão abaixo do limitante, com exceção do intervalo entre as profundidades de 0,20 a 0,40 m, em que os valores para todas as alturas de manejo foram um pouco superiores ou iguais a 2 MPa. É comum se encontrar solos com uma camada compactada no fundo dos sulcos de aração e gradagem. Assim, é recomendável a descompactação de camadas mais profundas antes da implantação de qualquer cultura.

Na profundidade de 0 - 0,10 m, avaliando os dois meses separadamente, as alturas de manejo do pastejo avaliadas apresentaram valores de RP estatisticamente iguais. A ausência de diferença significativa nos dados de RP está de acordo com os resultados obtidos por Goulart et al. (2010) e Costa et al. (2012). Estes resultados já eram esperados, uma vez que não houve diferença significativa entre as alturas para a variável D_s (0-0,15 m), que como já é bastante consagrado na literatura, possui forte correlação com a RP.

Comparando os meses avaliados, é nítida a redução de RP em julho. Contudo, esse comportamento não pode ser atribuído apenas à retirada dos animais da área experimental em junho, uma vez que não houve modificação na quantidade de poros do solo, já que o tráfego e pisoteio dos animais na área poderiam contribuir com a compactação do solo, genericamente caracterizada pela diminuição do volume de poros vazios ocupados pela água ou pelo ar. A

compactação causada pelo efeito de forças mecânicas no solo diminui o volume ocupado pelos poros e aumenta a resistência do solo à penetração; além disso, o número de macroporos diminui, causando redução da taxa de infiltração e drenagem da camada compactada, porque os macroporos são mais efetivos no transporte de água quando o solo está saturado.

A diferença nos valores de RP, portanto, pode estar relacionada à condição de umidade quando do momento da coleta, pois como já mencionado anteriormente, os dois parâmetros possuem forte correlação negativa, ou seja, o aumento da umidade do solo provoca redução na RP. Assim, os menores valores de RP constatados na coleta de julho provavelmente foram influenciados pelos maiores teores de água no solo do que os observados na coleta de fevereiro (Figura 5).

Pastos manejados com maiores taxas de lotação poderiam resultar em maior resistência à penetração, devido ao pisoteio e tráfego de animais, contudo, essa resposta não foi observada. Nos dois meses estudados, os valores de RP, embora diferentes, apresentaram a mesma tendência, avaliando-se uma mesma altura, na mesma profundidade. Embora pastos mais baixos sejam manejados com maior taxa de lotação, nessa situação ocorre também maior deposição de material morto no solo. Por meio da deposição de biomassa, as plantas promovem aumentos da matéria orgânica e de outros nutrientes no solo, além de protegê-lo contra pressões externas.

Conclusões

O pastejo do capim-xaraés com lotação contínua não compromete a qualidade física do Latossolo Vermelho Distrófico e diferentes intensidades de pastejo não promove mudanças significativas nas diferentes épocas de coleta para as variáveis densidade do solo, macro, micro e porosidade total. Há evidências da existência de pé-de-arado e/ou pé-de-grade em todas as alturas avaliadas, demonstrado pelos maiores valores de resistência à penetração em profundidade, o que pode ser atribuído mais a reflexos do tráfego cumulativo de máquinas para cultivo de culturas anteriores do que ao pisoteio dos animais nas áreas de capim-xaraés.

Literatura citada

ARAÚJO, Q. R.; GATTWARD, J. N.; DANTAS, P. A. S.; RIBEIRO, D. O.; SANTOS, T. L.; SANTOS, L. C.; CARVALHO JUNIOR, J. C. S.; MANZ, J.; CHEPOTE, R. E.; SOUZA, L. S. Efeitos da lotação animal em pastagem consorciada sobre propriedades de um solo coeso. *Magistra*, v. 23, n. 3, p. 115-121, 2011.

COSTA, M. A. T.; TORMENA, C. A.; LUGÃO, S. M. B.; FIDALSKI, J.; NASCIMENTO, W. G.; MEDEIROS, F. M. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 36, p. 993-1004, 2012.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006, 306 p.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997, 212p.

FERREIRA, R. R. M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V. M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.

FIDALSKI, J.; TORMENA, C. A.; CECATO, U.; BARBERO, L. M.; LUGÃO, S. M. B.; COSTA, M. A. T. Qualidade física do solo em pastagem adubada e sob pastejo contínuo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 43, n. 11, p. 1583-1590, 2008.

FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L. C.; CARVALHO, P. C. F.; LEITE, J. G. D. B.; FRAGA, T. I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. *R. Bras. Ci. Solo*, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.

GOULART, R. Z.; LOVATO, T.; PIZZANI, R.; LUDWIG, R. L.; SCHAEFER, P. S. Comportamento de atributos físicos do solo em sistema de Integração lavoura-pecuária. *Encicl. Biosf.*, v. 6, n. 11, p. 1-15, 2010.

GRABLE, A. R.; SIEMER, E. G. Effects of bulk density, aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v. 32, p. 180-186, 1968.

KIEHL, E. J. Manual de Edafologia: relações solo – planta. São Paulo: Ed. Agronômica “CERES”, LTDA, 1979. 262 p.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P. M.; RIBEIRO JUNIOR, J. I.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características Morfogênicas e Estruturais do Capim-Xaraés Submetido à Adubação Nitrogenada e Desfolhação. *R. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 5, p. 1475-1486, 2005.

MOREIRA, W. H.; BETIOLI JUNIOR, E.; PETEAN, L. P.; TORMENA, C. A.; ALVES, S. J.; COSTA, A. T.; FRANCO, H. H. S. Atributos Físicos de um latossolo vermelho distroférico em sistema de integração lavoura-Pecuária. R. Bras. Ci. Solo, v. 36, p. 389-400, 2012.

MOTT, G. O.; LUCAS, H. L. The designs conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. Proceedings... Pennsylvania: State College Press, 1952. p. 1380-1385.

OLIVEIRA, R. T.; ROCHA, L. C. D.; ROCHA, I. G.; FIORILLO, C. A. L. Caracterização física dos solos sob diferentes usos. Revista Agrogeoambiental, 2010.

PAYTON, M. E., MILLER, A. E.; RAUN, W. R. Testing statistical hypotheses using standard error bars and confidence intervals. Comm. Soil Sci. Plant Anal. v. 31, n. 5-6, p. 547-551, 2000.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L. R. A.; CRUZ, M. C. P.; LUGÃO, S. M. B.; CAMPOS, F. P.; CENTURION, J. F.; FERREIRA, M. E. Atributos químicos e físicos de um Argissolo cultivado com *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob lotação rotacionada e adubado com nitrogênio. R. Bras. Ci. Solo, v. 32, p.183-193, 2008.

SAS, Statistical Analyses System Institute "SAS User's Guide: Statistic". Version 9.0. SAS Institute INC., Cary, NC, 2002. (CD-ROM).

SILVA, A. P.; IMHOFF, S.; CORSI, M. Evaluation of soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. Soil Til. Res., v. 70, p. 83-90, 2003.

SOUZA, Z. M. & ALVES, M. C. Movimento de água e resistência à penetração em um Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado, sob diferentes usos e manejos. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient., v. 7, p. 18-23, 2003.

SOUZA, Z. M.; JUNIOR, J. M.; PEREIRA, G. T.; MOREIRA, L. F. Influência da pedofoma na variabilidade espacial de alguns atributos físicos e hídricos de um latossolo sob cultivo de cana-de-açúcar. Irriga, v. 9, n. 1, p. 1-11, 2004.

TORMENA, C. A. & ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, v. 20, p. 333-339, 1996.

VIANA, E. T.; BATISTA, M. A.; TORMENA, C. T.; COSTA, A. C. S.; INOUE, T. T. Atributos físicos e carbono orgânico em latossolo vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. R. Bras. Ci. Solo, v. 35, p. 2105-2114, 2011.