

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ADUBAÇÃO FOLIAR EM GRAMA-TIO-PEDRO (*Paspalum
oteroi*) SOB SOMBREAMENTO NA REGIÃO DE
TRANSIÇÃO CERRADO-PANTANAL

Acadêmico: Alex Coene Fleitas

Aquidauana – MS
FEVEREIRO/2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

ADUBAÇÃO FOLIAR EM GRAMA-TIO-PEDRO (*Paspalum
oteroi*) SOB SOMBREAMENTO NA REGIÃO DE
TRANSIÇÃO CERRADO-PANTANAL

Acadêmico: Alex Coene Fleitas
Orientador: Dr^a. Luísa Melville Paiva

“Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia”

Aquidauana – MS
FEVEREIRO/2017

Aos meus pais, Otacilio Fleitas e Maria Rita Coene Fleitas, pelo amor, apoio, compreensão, incentivo e formação de caráter, humildade, honestidade e simplicidade que são ensinamentos e requisitos que levamos por toda vida e deixamos como legado.

Ao meu irmão Roberty Coene Fleitas, pela compreensão, carinho e apoio.

Muito Obrigado!!

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a “DEUS”, pelas bênçãos concedidas, saúde, força e por tudo que proporcionou de bom, como principalmente na conclusão dessa etapa em minha vida.

Aos meus pais e toda família pelo incentivo e apoio, que mesmo distantes nunca deixaram de apoiar e se preocupar com meu bem estar longe de casa.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, principalmente aos professores, pela oportunidade e ensinamentos que contribuíram na realização do mestrado.

A minha orientadora Dr^a Luísa Melville Paiva, pela oportunidade, apoio, conselhos e ensinamentos que foram fundamentais para conclusão dessa etapa.

A minha co-orientadora Dr^a Sandra Aparecida Santos, pelo apoio, ensinamentos, conselhos e incentivo.

Ao Dr. Henrique Jorge Fernandes e seus alunos do laboratório de nutrição de ruminantes pela dedicação, conselhos e apoio durante todo o experimento, sem essa equipe não seria possível a conclusão das análises laboratoriais.

Agradeço ao grupo de estudos GEFE, pelo apoio na implantação do projeto e coletas de dados a campo, principalmente aos meus amigos Redney Gomes Brevilieri, Daniela Copetti Cezar dos Santos, Patricia Gomes e Robson Balbuena que me ajudaram muito durante a execução do experimento e sou muito grato pela dedicação e compromisso.

Agradeço imensamente ao Gustavo Ruivo (técnico do laboratório de nutrição da UEMS), pelo apoio e ensinamentos nas técnicas laboratoriais e preparo de soluções químicas.

À CAPES pela concessão de bolsa no primeiro ano de mestrado, e à FUNDECT, pela concessão de bolsa no segundo ano de mestrado e apoio financeiro para realização desse projeto.

Aos meus amigos, Kassyo Roberto Sanches Falcão, Maicon Miller, Wilian Aparecido Leite da Silva, Redney Gomes Brevilieri e Luana Caramalac pelo apoio, parceria e companheirismo. São pessoas que considero como irmãos por tudo que já vivemos juntos.

Agradeço a minha namorada Isabella Klein Silveira da Silveira, pelo apoio, carinho e dedicação. Mesmo em pouco tempo em minha vida contribuiu imensamente, e está sempre torcendo pelo meu sucesso.

A todos os citados, meu muito obrigado!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de projeção de sombra de copa cilíndrica.....	28
Figura 2 - Esquema de projeção de sombra de copa cônica invertida.....	29
Figura 3 - Esquema de projeção de sombra para copa lentiforme.....	30
Figura 4 - Esquema de projeção de sombra para copa esférica.....	31
Figura 5 - Médias de precipitação e temperatura na região de Aquidauana-MS.....	48
Figura 6 - Monitoramento de interceptação luminosa e altura da grama-tio-pedro submetida com sombreamento.....	53
Figura 7 - Monitoramento da interceptação luminosa e altura da grama-tio-pedro submetida sem sombreamento.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição de nutrientes do Niphokam®	46
Tabela 2 - Composição de nutrientes do Quimiorgem pasto®	46
Tabela 3 – Resultado da análise química da área experimental	47
Tabela 4 - Resultado da análise química – Relações	47
Tabela 5 - Predições de sombreamento da espécie <i>Terminalia</i> spp. (capitão-do-mato).....	49
Tabela 6 - Predições de sombreamento da espécie <i>Terminalia</i> spp. (capitão-do-mato), em Aquidauana - MS.....	50
Tabela 7 - Sombreamento nativo com a espécie <i>Terminalia</i> spp. (capitão-do-mato).....	50
Tabela 8 - Sombreamento nativo com a espécie <i>Terminalia</i> spp. (capitão-do-mato), em Aquidauana-MS.....	51
Tabela 9 - Médias por quadrados mínimos e erros padrão da média das variáveis analisadas da grama-tio-pedro submetida à adubação foliar e sombreamento durante o período seco no ano de 2016.....	55
Tabela 10 - Médias por quadrados mínimos e erros padrão de média da relação parte aérea e raiz da grama-tio-pedro submetida à adubação foliar e sombreamento em Aquidauana-MS	59
Tabela 11 - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas durante o período seco de 2016 da grama-tio-pedro sob sombreamento e adubação foliar em Aquidauana-MS.....	60

Tabela 12 - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas do mês de setembro e relação parte aérea e raiz da grama-tio-pedro sob sombreamento e adubação foliar em Aquidauana-MS.....	61
Tabela 13 - Médias por quadrados mínimos e erros padrão da média do índice de área foliar de grama-tio-pedro submetida à adubação foliar e sombreamento, durante o período seco do ano 2016.....	64

SUMÁRIO

RESUMO.....	xii
ABSTRACT	xiii
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1.INTRODUÇÃO.....	15
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 <i>Paspalum oteroi</i> (grama-tio-pedro)	17
2.2 Adubação foliar	19
2.3 Sombreamento.....	24
2.4 Interceptação luminosa e Índice de área foliar.....	31
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO	
Resumo.....	43
Introdução.....	44
Material e Métodos.....	45
Resultados e Discussão.....	55
Conclusão.....	65
Referências Bibliográficas.....	66

RESUMO

Objetivou-se com esse experimento avaliar o desempenho forrageiro da gramínea grama-tio-pedro sob adubação foliar e sombreamento por árvores nativas na região de transição Cerrado-Pantanal. O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS), durante a estação do período seco em 2016. A área experimental totalizava dois hectares, um hectare para o sistema sombreado nativo (SN) e outro para o sistema sem sombra (SS). Os tratamentos de adubação utilizados foram: adubo foliar para pastagem (Quimiorgen pasto[®] – 6 L ha⁻¹ + Niphokam[®] – 2 L ha⁻¹); adubo sólido (Superfosfato simples – 390 kg ha⁻¹) + (Quimiorgen pasto[®] – 6 L ha⁻¹ + Nipokam[®] – 2 L ha⁻¹); e um tratamento controle. Os tratamentos de sombreamentos foram: SN (sombreamento nativo) e SS (sem sombreamento). Para determinar o valor nutritivo avaliaram-se os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e produção de matéria seca por hectare (PMS). Foram realizadas medições de altura do dossel e interceptação luminosa para monitorar o desenvolvimento da forrageira. O índice de área foliar (IAF) foi estimado simultaneamente ao monitoramento da interceptação luminosa. Para determinação da relação parte aérea e raiz, realizou-se coletas ao final do experimento. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com um arranjo fatorial 3 x 2, com quatro repetições. As variáveis foram analisadas pelo PROMIXED do software SAS v.9.4 (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA). Analisou-se o coeficiente de correlação de Pearson, e, para estas análises utilizou-se o PROC CORR, do software SAS v.9.4 (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA). Adotou-se um nível de significância de 5% em todas as análises. Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$), nas variáveis altura, MS, PB, PMS e PA:R, e efeito de correlação das variáveis entre si. A luminosidade restrita limitou a produção forrageira da grama-tio-pedro, aumentou o teor de PB (8,61%), reduziu a MS (33,2 %) e a PMS (0,935 ton ha⁻¹). Conclui-se que o sombreamento e adubação foliar influenciaram no valor nutricional da grama-tio-pedro durante o período seco na região de transição Cerrado-Pantanal.

Palavras chaves: desenvolvimento forrageiro, forrageira nativa, fertilizante foliar, produção sustentável

ABSTRACT

The objective of this experiment was to evaluate the forage performance of tio-pedro-grass under foliar fertilization and shading by native trees in the Cerrado-Pantanal transition region. The experiment was developed at the State University of Mato Grosso do Sul, University Unit of Aquidauana (UEMS), during a determined period of time in 2016. The experimental area totaled two hectares, one hectare for the native shade system (NS) and another hectare for the shade system (SS). The treatments used were: leaf fertilizer for pasture (Quimiorgen pasture[®] - 6 L ha⁻¹ + Niphokam[®] - 2 L ha⁻¹) and solid fertilizer (Simple superphosphate - 390 kg ha⁻¹) + (Quimiorgen pasture[®] - 6 L ha⁻¹ + Nipokam[®] - 2 L ha⁻¹); and a control treatment. The treatments of shading were: SN (native shading) and SS (without shading). To determine the nutritive value, crude protein (CP), ethereal extract (EE), dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber and dry matter production were evaluated hectare (DMP). Measurements of canopy height and light interception were carried out to monitor forage development. The leaf area index (LAI) was estimated simultaneously to the monitoring of light interception. For the determination of the relation aerial and root, collections were made at the end of the experiment. The experimental design was a randomized block design with a 3 x 2 factorial arrangement, with four replications. The variables were analyzed by the PROMIXED software SAS v.9.4 (Sas Institute Inc., Cary, CA, USA). Pearson's correlation coefficient was analyzed and, for these analyzes, PROC CORR of SAS v.9.4 software (Sas Institute Inc., Cary, CA, USA) was used for these analyzes. A significance level of 5% was adopted for all analyzes. A significant difference (P<0.05) was observed in the height, DM, CP, DMP and RA:R variables, and the correlation effect of the variables between them. The restricted luminosity limited tio-pedro-grass forage production, increased CP content (8.61%), reduced DM (33.2%) and DMP (0.935 ton ha⁻¹). It was concluded that the shading and foliar fertilization influenced the nutritional value

67 of the tio-pedro-grass during the dry period in the Cerrado-Pantanal transition
68 region.

69

70 **Key words:** forage development, native forage, leaf fertilizer, sustainable
71 production,

72 **CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS**

73

74 **1. INTRODUÇÃO**

75

76

77 O Cerrado e o Pantanal são os principais biomas encontrados no
78 Estado de Mato Grosso do Sul, os quais apresentam grande potencial em
79 produção de bovinos em pasto, devido à existência de campos limpos e
80 campos cerrados com domínio de gramíneas, assim como de plantas
81 forrageiras exóticas introduzidas que se adaptaram a estes biomas.

82 As forrageiras exóticas foram introduzidas no Pantanal em busca de
83 otimizar o sistema de produção aumentando a capacidade de pastejo, no
84 entanto, a substituição de determinadas espécies nativas, sem ao menos
85 explorar seu potencial forrageiro e conhecer suas características como
86 adaptabilidade e rusticidade, pode levar a perda irreversível destes materiais
87 genéticos (SANTOS et al., 2004).

88 Dentre as espécies nativas da região do Pantanal com potencial de
89 cultivo, destaca-se o *Paspalum oteroi* (grama-tio-pedro), espécie perene da
90 família *Gramineae*, sub-família *Panicoideae* e do gênero *Paspalum*. Tal espécie
91 caracteriza-se por vegetar nas áreas pouco inundáveis e inundáveis
92 (COMASTRI FILHO & COSTA JÚNIOR, 1980) e possuir boa adaptabilidade,
93 palatabilidade e tolerância a pragas e doenças.

94 Os estudos com determinadas espécies forrageiras, devem ser
95 realizados na busca de sistemas sustentáveis, inibindo a degradação e
96 extrativismo do ambiente natural. Dentre os sistemas sustentáveis, a
97 integração gramínea e componentes florestais proporciona benefícios
98 econômicos ao produtor rural e preservação ao meio ambiente. É um sistema
99 que utiliza recursos naturais, intensificando a produção através de manejo

100 integrado, evitando a degradação ambiental e maximizando a capacidade
101 produtiva (SANTOS, 2014).

102 O sistema de integração consiste na combinação de árvores,
103 pastagens e bovinos em uma única área de produção (SILVA, 2004).

104 O sombreamento fornecido através dos componentes arbóreos
105 proporciona maior disponibilidade de nitrogênio para a planta, elevando os
106 teores de proteína desejável para alimentação de bovinos em pastejo
107 (SANTOS, 2014), mas nem todas as espécies forrageiras são adaptadas ao
108 sombreamento. Dentre as espécies de gramíneas que possuem tolerância
109 mediana ao sombreamento destacam-se a *Brachiaria* spp. e *Panicum*
110 *maximum* (CARVALHO et al., 2001).

111 Na busca de espécies alternativas, a forrageira nativa *Paspalum oteroi*
112 pode ser uma opção a região do cerrado, pois observa-se que no Pantanal
113 ocorre nas áreas de cerrado e campo cerrado.

114 No estabelecimento das forrageiras, uma das preocupações é o
115 fornecimento de boas condições de ambiente para a planta, como temperatura,
116 pluviosidade e disponibilidade de nutrientes.

117 Em relação ao fornecimento de nutrientes, existem vários métodos
118 disponíveis e entre eles, a adubação foliar, é uma prática ainda pouco utilizada,
119 que resulta em estratégia econômica que propõe a redução de custos quando
120 comparada com outras formas de fertilização (ROSOLEM, 1984).

121 Conforme Freire et al. (1980), essa prática deve ser encarada como
122 complemento e não substitutiva a adubação convencional (via solo), apesar de
123 sua eficiência no suprimento de macronutrientes.

124 Objetivou-se avaliar o desempenho forrageiro da gramínea *Paspalum*
125 *oteroi*, sob adubação foliar e sombreamento por árvores nativas na região de
126 transição Cerrado-Pantanal.

127

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Paspalum oteroi* (grama-tio-pedro)

Na região do Pantanal, Santos et al. (2005) relataram que há uma diversidade de fitofisionomias ou tipos de pastagens, dentre as quais, as principais são: campo limpo, campo cerrado, campo sujo, caronal, bordas de baías e vazantes.

Ademais, o Pantanal pode ser dividido em dois tipos básicos em época de inundação: Pantanal baixo e Pantanal alto (COMASTRI FILHO, 1984).

No Pantanal baixo, as principais espécies nativas existentes são: capim-mimoso (*Axonopus purpusii*); mimoso-de-talo (*Hemarthria altissima*); grama-do-carandazal (*Panicum laxum*); capim-de-capivara (*Hymenachne amplexicaulis*); grama-boiadeira (*Leersia hexandra*) e grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*) (COMASTRI FILHO, 1984).

As espécies nativas, de maneira geral, possuem baixa capacidade de suporte, assim, espécies exóticas foram introduzidas em busca de maior potencial produtivo, entretanto, descartar o material forrageiro nativo com escassez de estudos não é o recomendado, pois possuem características adaptativas e valores nutritivos considerados ideais para os bovinos (SILVA et al., 2011).

Dentre as forrageiras nativas citadas, a grama-tio-pedro se destacou com boa palatabilidade e mediana qualidade em áreas com pastejo intensivo, além de resistência a pragas e tolerância ao alagamento (COMASTRI FILHO & COSTA JÚNIOR, 1980).

As primeiras observações da grama-tio-pedro foram realizadas por Otero (1961), nas Fazendas Firme, Nhumirim e Retiro Chatelodo da Fazenda Alegria, localizadas na sub-região da Nhecolândia do Pantanal Sul-matogrossense, contudo, também foi observada na região do Nabileque de maneira esparsa (ALLEM, 1978), na sub-região do Rio Negro e no município de Cáceres por um grupo de expedição de coleta pela equipe técnica do

161 CENARGEN (Centro Nacional de Recursos Genéticos) (ALLEM, 1981). Essa
162 espécie foi encontrada vegetando em condição natural e, principalmente, em
163 áreas sujeitas a inundações periódicas (COMASTRI FILHO & COSTA JÚNIOR,
164 1980).

165 A grama-tio-pedro é uma espécie perene da família *Gramineae*, sub-
166 família *Panicoideae* e do gênero *Paspalum*, e em homenagem ao seu primeiro
167 coletor em 1967, foi denominada como espécie *Paspalum oteroi* (COMASTRI
168 FILHO & COSTA JÚNIOR, 1980).

169 É uma espécie prostrada, de colmos cilíndricos, que emite estolões,
170 com folhas que possuem pelos na parte basal da lâmina e cujas raízes são
171 finas e fasciculadas (COMASTRI FILHO & COSTA JÚNIOR, 1980). Geralmente
172 cresce até 40 cm, mas em áreas férteis atinge altura superior. Sua propagação
173 é por estolões e mudas e suas sementes apresentam baixa germinação
174 (COMASTRI FILHO & COSTA JÚNIOR, 1980), esta, vegeta bem em áreas
175 úmidas e média fertilidade, em terrenos arenosos, demonstrando pouca
176 exigência à fertilidade do solo e muita resistência ao pisoteio e ao fogo
177 (OTERO, 1961).

178 Utilizando-se NPK (90 – 100 – 100 kg ha⁻¹), a produção de matéria
179 seca da grama-tio-pedro produziu em média 4.885 kg ha⁻¹ ano⁻¹ e sem
180 adubação produziu 1.542 kg ha⁻¹ ano⁻¹ (PEDREIRA et al., 1965).

181 Santos (1973) avaliou seis espécies forrageiras na sub-região da
182 Nhecolândia, em áreas não inundáveis e de baixa fertilidade, utilizando-se para
183 adubação fontes de nitrogênio em forma de sulfato de amônio (100 kg ha⁻¹),
184 fósforo em superfosfato simples (100 kg ha⁻¹) e potássio em cloreto de potássio
185 (60 kg ha⁻¹).

186 Observou-se na produção de matéria seca da grama-tio-pedro um
187 aumento de 1.570 para 5.840 kg ha⁻¹ e no teor de proteína bruta de 4,2 para
188 5,4% na matéria seca no período de 06/10/71 a 19/04/72.

189 Em outro experimento conduzido por Pott (1982), na sub-região da
190 Nhecolândia, em solo arenoso, os valores nutritivos observados na grama-tio-
191 pedro foram: PB (8,26; 7,12; 6,00 e 5,44%), Ca (0,50; 0,56; 0,58 e 0,35%), P
192 (0,15; 0,13; 0,20 e 0,14%) e de DIVMS (57,2; 48,4; 47,7 e 49,9%),
193 respectivamente aos 25, 56, 84 e 112 dias.

194 Pott et al. (1989) realizaram um levantamento florístico e análise
195 química de arbustos e gramíneas na região próxima à divisa dos municípios de
196 Corumbá e Miranda, Mato Grosso do Sul, região considerada uma planície
197 inundável do rio Miranda, observaram na grama-tio-pedro o teor de proteína
198 bruta de 14,5%. Comastri Filho (1994) avaliaram a composição química e
199 produção de matéria seca em espécies nativas e exóticas na sub-região do
200 Paiaguás, sem nenhuma adubação, observou na grama-tio-pedro 1,4 t ha⁻¹
201 corte⁻¹ de matéria seca e 4,9% de proteína bruta.

202

203 **2.2 Adubação foliar**

204

205

206 A adubação foliar é uma ferramenta importante que pode facilitar o
207 fornecimento de macronutrientes e micronutrientes, porém, a compreensão
208 atual dos fatores que influenciam na eficiência da aplicação via foliar ainda
209 permanece incompleta (FERNÁNDEZ, 2015). Essa prática de suplementar ou
210 complementar as necessidades nutricionais via foliar não é nova, sendo
211 conhecida, segundo Fernández (2015) há cerca de três séculos.

212 Desde o século XIX vem sendo realizadas pesquisas para caracterizar
213 os componentes químicos e físicos da cutícula foliar, fisiologia celular e a
214 estrutura das folhas, focando nos mecanismos potenciais de penetração de
215 nutrientes no sistema foliar (FERNÁNDEZ, 2015). Os estômatos possuem um
216 papel importante nesse processo de absorção foliar que gerou interesse no
217 século XX.

218 Fernández (2015), em 1972, postulou que a água não poderia se
219 infiltrar nos estômatos, o que só ocorreria se um agente tensoativo fosse
220 aplicado junto com a solução e reduzisse a tensão superficial.

221 O mesmo autor explicou que a cutícula é a primeira barreira para
222 penetração dos nutrientes provenientes da adubação foliar, e os nutrientes
223 atravessam a cutícula, penetram e difundem no apoplasto, que é a segunda
224 barreira e, em seguida atravessam a plasmalema, a terceira barreira, para
225 então atingirem o simplasto e serem utilizadas pela planta.

226 O apoplasto e simplasto são sistemas ligados a parede celular. O
227 apoplasto é composto pelas paredes celulares, espaços intercelulares e interior
228 dos vasos, já o simplasto é o conjunto dos protoplastos conectados pelos
229 plasmodesmas, que permeiam as paredes celulares (ROSOLEM, 2002). Esses
230 compostos passam a ser barreiras de penetração dos nutrientes aplicados via
231 foliar.

232 A folha possui três sistemas de tecidos: epiderme, mesófilo e tecidos
233 vasculares. A epiderme é constituída de células tabulares, geralmente isentos
234 de cloroplastos, que revestem as superfícies da lâmina foliar. A cutícula é uma
235 membrana constituída de quatro componentes essenciais: cutina, ceras,
236 pectinas e celulose, que são secretadas através das paredes externas da
237 célula da epiderme (ROSOLEM, 2002). O mesófilo é encontrado nas camadas
238 epidérmicas da folha, é constituído dos tecidos parenquimáticos, formado por
239 cloroplastos e pelos espaços intercelulares (ROSOLEM, 2002).

240 A penetração pelos estômatos é também possível. A solução aquosa
241 penetra por razões físicas relacionadas à arquitetura e características
242 superficiais dos estômatos, no entanto, para essa penetração estomatal
243 ocorrer, é necessário uma solução com uma tensão superficial menor que
244 30mN m^{-1} (SHONHERR E BUKOVAC, 1972).

245 Independente da via de penetração, o íon irá atravessar a cutícula ou a
246 parede celular, que têm cargas negativas e atingir a plasmalema (ROSOLEM,
247 2002).

248 O processo de absorção via radicular ou foliar possuem o mesmo
249 objetivo principal que é o transporte dos nutrientes até o plasmalema, assim,
250 Gray (1977) e Malavolta (1980), classificaram os dois processos como iguais.

251 A diferenciação dessas vias de absorção esta relacionada à localização
252 do órgão e sua especificação, que no caso nas raízes ocorrem à absorção de
253 água e nutrientes, devido a sua superfície específica serem muito maior que
254 das folhas.

255 Na folha, a absorção de nutrientes depende muito da concentração do
256 mesmo no apoplasto, que é controlado pela taxa de difusão dos íons através
257 da cutícula e pelo reservatório presente de água sobre as folhas. Portanto,

podemos usar essa concentração como limitação da quantidade de nutrientes que se deve ser aplicado às folhas (ROSOLEM, 2002).

As folhas estão em contato com a atmosfera e as concentrações fornecidas são relativamente altas, assim o veículo aquoso se evapora em pouco tempo. Nesse caso, a absorção ocorre a partir de soluções muito concentradas (ROSOLEM, 2002). Por outro lado, as raízes se encontram no solo, muitas vezes em excelentes condições de umidade, envolvidas pela solução do solo e os nutrientes em sua forma disponível (ROSOLEM, 2002).

São duas as fases de absorção de nutrientes que ocorrem na planta, a fase ativa e passiva. Na fase passiva o nutriente atravessa a cutícula, a parede celular e os espaços intercelulares, chegando à superfície externa do plasmalema, podendo-se movimentar através do ectodesmata (ROSOLEM, 2002). Na fase ativa o nutriente atravessa o plasmalema, atingindo o citoplasma, e pode-se acumular no vacúolo ou ser transportado para outras partes da planta (ROSOLEM, 2002).

O método de adubação via foliar possui restrições em sua utilização (REZENDE et al., 2005). A utilização de sais solúveis de NPK, deve ser realizada em baixa concentração, com necessidade de várias aplicações para atingir a adequada quantidade de nutrientes nas plantas, podendo alcançar significativamente a produtividade (ROSOLEM, 1984). O risco que essa aplicação pode ocorrer é a queima das folhas se uma maior concentração for aplicada.

O transporte iônico é limitado, e a maioria dele é derivada do conhecimento sobre o transporte de fotoassimilados. Os nutrientes como nitrogênio e fósforo são rapidamente transportados dentro da folha, e normalmente segue os padrões obtidos para os açúcares, e o fósforo é translocado principalmente na forma inorgânica (ROSOLEM, 2002).

Oliveira et al. (2005) avaliaram a adubação nitrogenada aplicado via solo e adubação via solo associada a adubação foliar no capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia e não observaram resultados significativos na produção de forragem.

Por outro lado, Pietroski et al. (2015) observaram resultados contraditórios com a aplicação de nitrogênio via adubação foliar, que atingiu

291 sua maior produção de matéria seca de 1.799 kg ha⁻¹ com a aplicação da dose
292 35,24 kg ha⁻¹ de N e seu teor de proteína aumentando para 10,8% com a dose
293 de 60 kg ha⁻¹ no capim *Panicum maximum* cv. Mombaça, concluindo que a
294 adubação foliar com N pode ser uma prática complementar importante, mas
295 não substitui a adubação via solo.

296 Os macronutrientes e micronutrientes tem um tempo de absorção
297 quando aplicado via foliar, sendo que o cálcio em 30 minutos é distribuído em
298 todo mesófilo (RINGOET et al., 1971), e esse elemento é imóvel, mas quando
299 injetado no sistema vascular é rapidamente translocado (ROSOLEM 2002).

300 Foi relatado por Franke (1986), que os sais minerais dissolvidos, como
301 o cálcio, por exemplo, é absorvido pela superfície foliar e usado no
302 metabolismo da planta. O boro quando absorvido fica ligado aos
303 polissacarídeos, sendo parcialmente móvel (CHAMEL e ELOY, 1983). O zinco
304 segundo Sacramento e Rosolem (2000), entre 4 a 5 dias depois da aplicação é
305 transportado para as partes mais novas das plantas.

306 Existem vários fatores que podem influenciar positivamente ou
307 negativamente na absorção e translocação dos nutrientes. Rosolem (2002)
308 caracterizou como fatores intrínsecos e extrínsecos.

309

310 **Fatores Intrínsecos:**

311 • A espessura da cutícula está ligada a eficiência da absorção foliar, a
312 quantidade e qualidade da cera na sua superfície e capacidade da cutícula em
313 se umedecer (ROSOLEM, 2002). Kannan (1980) e Malavolta (1980) relataram
314 que em função da maior ou menor espessura da cutícula, quantidade de
315 estômatos e da presença ou ausência de pilosidade, podem ocorrer diferenças
316 na absorção dos nutrientes.

317 • Em relação da idade da folha também pode influenciar, quanto mais
318 velha a folha, menor a absorção de nutrientes, pois sua estrutura, composição
319 da cutícula e sua atividade metabólica não são as mesmas (CAMARGO E
320 SILVA, 1975).

321 • A capacidade de absorção foliar pode ser limitada quando as folhas já
322 estiverem bem nutridas, assim a velocidade de absorção é menor, ao contrário

323 das folhas com deficiência em nutrientes que sua velocidade de absorção é
324 maior (MALAVOLTA, 1980).

325 • Há uma diferença entre a absorção de plantas C_3 e C_4 , e a intensidade
326 luminosa também interferem no mesmo processo, pois a luminosidade estimula
327 a absorção de plantas C_4 , e plantas C_3 já possuem uma resposta variável,
328 dependendo do estado fisiológico das folhas (LUTTGE et al., 1971).

329 • A época de aplicação e o tipo de adubo influenciam na absorção foliar.
330 Por exemplo, na cana-de-açúcar os melhores resultados foram observados no
331 período de novembro a março, época em que o crescimento da cultura é muito
332 mais rápido (LORENZETTI E COLETI, 1981).

333

334 **Fatores extrínsecos:**

335 • Os nutrientes propriamente ditos podem interferir na velocidade de
336 absorção, pois cada elemento tem sua velocidade de locomoção,
337 possivelmente pelas interações positivas ou negativas, ou sinérgicas e
338 antagônicas que ocorrem na solução e sua mobilidade ligada ao ponto de ação
339 fisiológico na planta (ROSOLEM, 2002).

340 • O tipo de fonte pode influenciar na absorção. Por exemplo, o N-amídico
341 é mais rápido que o N-nítrico, que supera a velocidade de absorção do N-
342 amoniacal, e a ureia que possui maior velocidade pode causar toxidez na
343 planta em função da atividade da urease na folha (MALAVOLTA, 1980).

344 • O fósforo como H_3PO_4 é absorvido mais rapidamente que os outros
345 compostos orgânicos e inorgânicos (SILBERSTEIN E WITTEWER, 1951).
346 Torman et al. (1969), Datta e Vyas (1966) e Malavolta et al. (1981) definiram a
347 velocidade de absorção de outras fontes de fósforo: ácido fosfórico é igual ao
348 DAP, MAP e fosfato de potássio, mas o fosfato monocálcico possui mais
349 velocidade de absorção que o fosfato de potássio, fosfato bicálcico se
350 sobressai em velocidade de absorção que o fosfato monocálcico e o
351 superfosfato possui em relação as demais fontes citadas mais velocidade na
352 absorção dos nutrientes pelas plantas.

353 • O potássio, cálcio, enxofre, boro, cobre e ferro, segundo Rosolem
354 (2002), não possuem diferença em absorção e translocação entre as fontes.

- 355 • A melhor absorção do magnésio segundo Rosolem (2002) está
356 relacionada à umidade relativa do ar > 65%.
- 357 • A aplicação de zinco com a fonte sulfato de zinco é a fonte mais eficiente
358 (GARCIA E SALGADO, 1981).
- 359 • A composição, concentração e pH da solução é essencial na formulação
360 para melhor absorção, não descartando a importância da interação dos
361 nutrientes (ROSOLEM, 2002).
- 362 • A adição de adjuvantes que são aditivos químicos que intensificam a
363 absorção ou modificam as soluções ou sistemas pulverizados (ROSOLEM,
364 2002).
- 365 • Horário de aplicação deve ser realizado no período mais fresco da
366 manhã ou à tarde, inibindo a ocorrência da queima das folhas (ROSOLEM,
367 2002).
- 368 • E equipamentos adequados que auxiliam na aplicação da quantidade
369 desejada sem desperdício de solução (ROSOLEM, 2002).

370

371 **2.3 Sombreamento**

372

373

374 Com o aumento da degradação de pastagens e dos recursos naturais,
375 tornou-se necessária a adoção de alternativas sustentáveis de uso da terra,
376 como o uso dos sistemas silvipastoris (BERNADINO et al., 2009).

377 Como benefícios ao ambiente, o sistema com o cultivo de forrageiras
378 associado com árvores nativas pode contribuir com maior sequestro de
379 carbono, aumentando os teores de matéria orgânica do solo, redução da
380 erosão, melhoria nas condições microclimáticas com redução da temperatura
381 do ar (BALBINO et al., 2012).

382 Destarte, pode ser vantajoso economicamente ao produtor rural,
383 apresentando redução nos custos de produção, amortização do componente
384 florestal pelo componente animal e redução dos riscos inerentes à atividade
385 pecuária (BALBINO et al., 2012).

386 O sombreamento pode interferir na morfologia da planta forrageira,
387 bem como em composição bromatológica, que consequentemente irá
388 influenciar na produção de matéria seca, todavia, dependendo da espécie
389 forrageira e o nível de sombra, esses fatores podem ser insignificantes ou até
390 mesmo incrementarem a produção forrageira (SOUSA et al., 2015).

391 Assim, para se obter vantagens nesse sistema é necessário avaliar a
392 tolerância ao sombreamento, ou seja, a capacidade de crescer e se
393 desenvolver em ambiente sombreado (CARVALHO et al., 2002).

394 No sistema sombreado o componente arbóreo, com sua densidade e a
395 qualidade da forrageira no sub-bosque, são os principais fatores a serem
396 observados que podem levar ao sucesso do sistema. Nessas condições,
397 ocorrem alterações na luminosidade acarretando a redução da radiação
398 fotossintética por influencia dos bosques (BARRO et al., 2008).

399 Dependendo do estágio de crescimento da planta e da interação dos
400 efeitos de sombreamento com a temperatura, umidade e principalmente a
401 adubação nitrogenada, a produção de matéria seca pode variar (OLIVEIRA &
402 SOUTO, 2001). Os mesmos autores narraram que o suprimento de nitrogênio é
403 de suma importância para produção forrageira, pois quando o nível de N é
404 baixo, a intensidade de luz tem efeito reduzido na qualidade da forragem, e
405 para o sistema sombreado, o N suprido tem pouco efeito, mas sem
406 sombreamento a produção é crescente.

407 Benedetti & Corsi (2002) afirmaram que o sombreamento arbóreo
408 disponibiliza nitrogênio no solo, aumentando a umidade e favorecendo a
409 decomposição da matéria orgânica a mineralização do nitrogênio. Assim, eleva
410 o nível nitrogênio na parte área da planta e consequentemente o teor proteína.

411 Em estudos com quatro níveis de sombreamento (0, 25, 50, 75%) em
412 gramíneas forrageiras *Cynodon dactylon* cv. Coast cross, *Pennisetum*
413 *purpureum* cv. Cameron e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Oliveira & Souto
414 (2001) observaram os melhores resultados com as forrageiras *Pennisetum*
415 *purpureum* cv. Cameron e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que o bom
416 crescimento foi observado até o nível de 75% de sombreamento, enquanto o
417 *Cynodon dactylon* cv. Coast cross apresentou seu melhor resultado com 25%.

418 A produção de matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e
 419 *Pennisetum purpureum* cv. Cameron não foi afetada pelos níveis de
 420 sombreamento, mas, o sombreamento influenciou na variável área foliar com
 421 os maiores resultados (1702, 1379, 1825 cm² planta⁻¹, respectivamente ao
 422 *Coast cross*, *Pennisetum purpureum* cv. Cameron e *Brachiaria brizantha* cv.
 423 Marandu) em nível de 25% de sombreamento (OLIVEIRA & SOUTO 2001)

424 Santos (2014) observou a melhor produção forrageira com o nível de
 425 sombreamento de 50%, na qual as espécies avaliadas (*Brachiaria decumbens*,
 426 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia)
 427 apresentaram um valor médio de 42,98% MS, o valor baixo observado foi de
 428 26,35% MS com o nível de sombreamento a 70%. Para os valores médios de
 429 proteína bruta, o nível de 70% de sombreamento foi o melhor resultado com
 430 17,81% de PB. Os menores teores de FDN (75,28%) e FDA (44,93%) foram
 431 observados com o nível de 50% de sombreamento. Portanto, com base nos
 432 resultados observados e por não haver diferença significativa entre as espécies
 433 forrageiras o autor recomendou as três espécies avaliadas para o sistema de
 434 silvipastoril na região de Aquidauana-MS.

435 Carvalho et al. (2002) avaliaram forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv.
 436 Marandu, *Panicum maximum* cv. Aruana, Makueni, Mombaça e Tanzânia e
 437 *Cynodon dactylon* cv. Tifton 68) submetidas ao sombreamento com angico-
 438 vermelho. Observou-se, resultando no retardamento do florescimento, redução
 439 da produção de matéria seca, aumento nos teores de N e ainda, que não foram
 440 afetados os valores de FDN nas forrageiras avaliadas, seno que o Tifton 68 foi
 441 à única forrageira que não tolerou o sombreamento do angico-vermelho, mas
 442 as demais apresentaram tolerância moderada.

443 Paciullo et al. (2007) avaliaram as características morfofisiológicas e o
 444 valor nutritivo da *Brachiaria decumbens*, nas épocas chuvosas de 2003 e 2004,
 445 em sistema silvipastoril com árvores da espécie *Acacia mangium*, *A.*
 446 *angustissia*, *Mimosa artemisiana*, *Leucaena leucocephala* x *L. diversifolia* e
 447 *Eucalyptus grandis*. Os resultados obtidos, foram que não houve variação na
 448 interceptação da RFA (Radiação fotossintética ativa) nas condições de
 449 sombreamento expostos, e os valores médios de 74,2 e 70% foram observados
 450 em sol pleno e sombreamento, respectivamente. Os valores médios de IAF

451 (Índice de área foliar), observados foram de 1,52 em sol pleno e 0,72 em
452 sombreamento.

453 Logo, correlacionando os resultados, metade do IAF interceptou a
454 mesma proporção da RFA que as plantas que se desenvolveram sob sol pleno.
455 Com isto, a interceptação luminosa não é dependente dos valores de IAF, mas
456 de fatores como ângulo foliar e disposição das folhas no dossel.

457 Em relação ao valor nutritivo observados pelos mesmos autores, o teor
458 de proteína bruta foi maior com 12,4 % com sombreamento, FDN foi maior com
459 75,9% no sol pleno, FDA não houve variação significativa (36,4% pleno sol;
460 38,0% sombreamento), lignina apresentou valores de 7,3 e 7,2%,
461 respectivamente em sol pleno e sombreamento (não significativos). Os autores
462 concluíram que o sombreamento possibilitou o aumento dos teores de proteína
463 e redução de FDN.

464 Avaliando o crescimento da espécie forrageira *Axonopus jesuíticus* sob
465 sombreamento de *Inga uruguensis*, Sousa et al. (2015) observaram o baixo
466 potencial de crescimento até os 63 dias avaliados. A produção de matéria seca
467 foi reduzindo de 0,46 para 0,08 Mg ha⁻¹, conforme o tratamento de maior
468 sombreamento, observou-se que não houve bom crescimento e produção de
469 MS da gramínea forrageira *Axonopus jesuíticus* submetida ao sombreamento.

470 Já estudos com a utilização azevém-anual (*Lolium multiflorum*), aveia-
471 preta (*Avena strigosa* Schreb.) e aveia-branca (*Avena sativa* L.) submetidas ao
472 sombreamento de *Pinus elliottii*, Barro et al.(2008) observaram à redução em
473 57% do seu rendimento médio de matéria seca, mas aumentou em 2,3% o teor
474 de proteína bruta e 5,5% de digestibilidade *in vitro* em todas as forrageiras
475 avaliadas. Os autores concluíram que as espécies aveia-branca e aveia-preta
476 apresentaram maior potencial para o sistema silvipastoril, quanto ao azevém-
477 anual, foi à espécie que mais sofreu decréscimos produtivos com o aumento de
478 sombreamento, e seu rendimento relativo foram somente de 45,8 e 37,5%,
479 respectivamente, para sombra fraca e sombra moderada em comparação ao
480 sol pleno.

481 Para um bom planejamento do sistema sombreado, além de utilizar
482 forrageiras adaptáveis, é importante a caracterização da sombra por diversos
483 tipos de árvores, conforme local, época e horário. Nesse contexto, cada

componente arbóreo possui seu tipo de copa que oferta sombra, e os tipos de copas são: esférico, lentiforme, cilíndrico, cônico, cônico invertido e elipsóide (DA SILVA, 2006).

A produção de sombra não depende apenas dos tipos de copas encontrados, mas também, do ângulo da incidência da radiação, que são considerados os raios solares que atingem a superfície terrestre, que pode ser medido de acordo com o horizonte ou ao zênite (DA SILVA, 2006).

Utiliza-se dessa ferramenta para planejar a arborização de uma pastagem, que irá resultar na quantidade de árvores necessárias para um bom sombreamento que abriguem os animais, evitando carência de sombras, excessos de árvores, evitando prejuízos às plantas forrageiras (DA SILVA, 2006).

A árvore de copa alta, ampla e com o formato de um cone invertido, é a que produz sombra mais desejável (DA SILVA, 2006). Dessa forma, a temperatura é quase sempre muito baixa, mesmo em dias quentes e ensolarados. Inclusive, a temperatura registrada em árvore com copa baixa é inferior.

Os cálculos segundo Da Silva (2006), para cada tipo de copa são:

Árvores com copa cilíndrica:

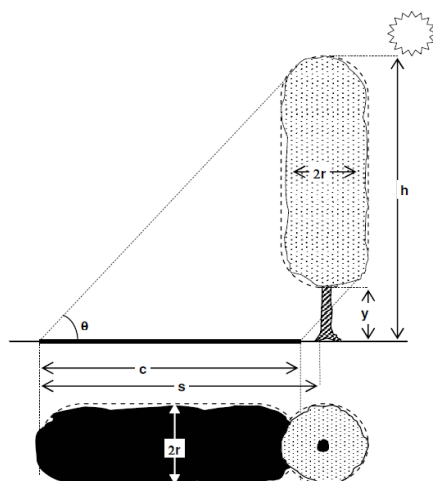


Figura 1. Esquema de projeção de sombra para copa cilíndrica.

A área da sombra projetada é:

$$A_s = \frac{\pi r^2}{\sin \theta} + \frac{2r(h-y-2r)}{\tan \theta}$$

Comprimento da sombra é dado por:

$$c = \frac{2r}{\sin \theta} + \frac{h-y-2r}{\tan \theta}$$

E o descolamento da sombra em relação ao tronco por:

$$s = \frac{h-r}{\tan \theta} + \frac{r}{\sin \theta}$$

Para árvores com copa cônica invertida:

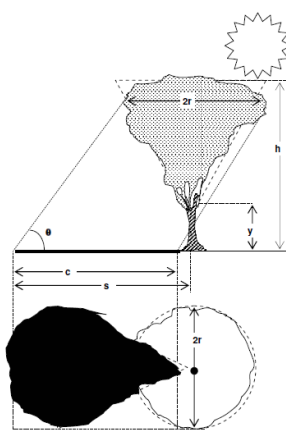


Figura 2. Esquema de projeção de sombra para copa cônica invertida.

Para esse tipo de copa, o comprimento da sombra projetada é:

$$c = \frac{h-y}{\tan \theta} + r \quad (\text{m})$$

Deslocamento da sombra em relação ao tronco:

$$s = \frac{h}{\tan \theta} \quad (\text{m})$$

Área da sombra pode ser calculada como:

$$d = r \cos \beta$$

$$a = c - r - d$$

$$b = d \tan \beta$$

$$e = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$x = \frac{a + b + e}{2}$$

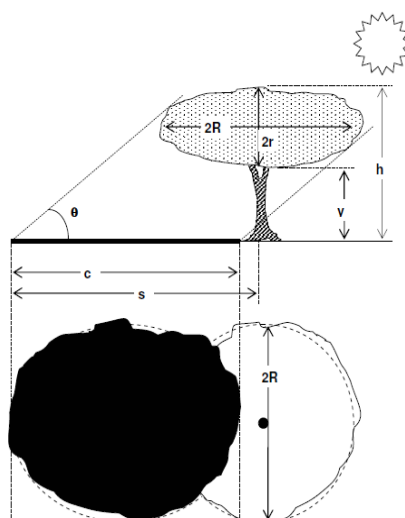
$$A_s = 2\sqrt{x(x-a)(x-b)(x-e)} + \pi r^2 - \beta r^2 - d^2 \tan \beta$$

524

525

526

Para árvores com copa lentiforme:



527

528

Figura 3. Esquema de projeção de sombra para copa lentiforme.

529

O calculo para sombra projetada desse tipo, o seu comprimento é:

$$c = 0,6(h - y) \left(\frac{1}{\sin \theta} - 1 \right) + 2R$$

531

532

533

Distância em relação ao tronco é dada por:

$$s = \frac{h - r}{\tan \theta} + 0,3(h - y) \left(\frac{1}{\sin \theta} - 1 \right) + R$$

534

535

A área da sombra é estimada por:

$$A_s = \frac{\pi r R}{\sin \theta}, \text{ m}^2$$

536

537

Árvores com copa esférica:

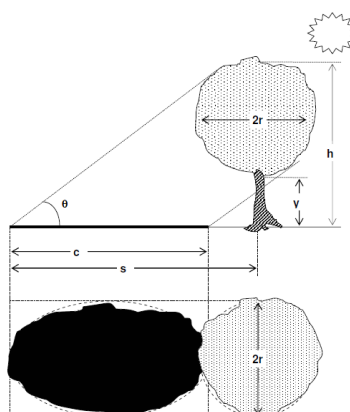


Figura 4. Esquema de projeção de sombra para copa esférica.

Área da sombra projetada:

$$A_s = \frac{\pi r^2}{\sin \theta} \text{ (m}^2\text{)},$$

em que, r é o raio da copa (m).

O comprimento da sombra é dado por:

$$c = \frac{2r}{\sin \theta}$$

Distância da sombra em relação ao tronco:

$$s = \frac{r+y}{\tan \theta} + \frac{r}{\sin \theta}$$

em que, y é a altura do tronco (m), do solo à base da

copa.

2.4 Interceptação luminosa e Índice de área foliar

A definição da estrutura do dossel é feita através da distribuição e o arranjo espacial de partes das plantas sobre o solo dentro da comunidade. Essa estrutura determina a taxa de crescimento, interceptação luminosa e qualidade da forragem, que influencia a produção de forragem em ecossistemas de pastagens (MOLAN, 2004).

O vegetal para crescer captura e transforma a radiação fotossintética ativa em energia luminosa para os tecidos vegetais, de forma que fotossíntese

560 está ligada nesse processo fisiológico que é conduzido pela disponibilidade e
561 qualidade de luz, temperatura, água e nutrientes (LINS, 2011).

562 Existem modelos matemáticos e metodologias que realizam previsões
563 de produtividade da forragem em base das características da arquitetura do
564 dossel (MOLAN, 2004). Esses fatores estão associados à interceptação
565 luminosa, posteriormente ao índice de área foliar (IAF). O IAF pode demonstrar
566 resultado de produtividade em larga escala, porém não estima com exatidão,
567 pois fatores são desconsiderados a distribuição vertical da luz e da
568 fotossíntese, e a distribuição espacial de outros componentes do dossel.

569 O índice de área foliar do dossel foi definido por Watson (1947) como
570 sendo uma relação entre a área foliar e a área de solo ocupada pelo mesmo,
571 assim conceituando um melhor entendimento das relações entre ambiente
572 luminoso e o acúmulo de forragem em comunidades de plantas.

573 Deste modo, à medida que o IAF aumenta a taxa de crescimento
574 consequentemente aumenta até um valor de IAF ser considerado “ótimo”, após
575 esse ocorre à redução na taxa de crescimento (MOLAN, 2004).

576 Quando toda luz incidente é interceptada ocorre o IAF “ótimo”, portanto
577 abaixo do IAF “ótimo” as taxas de crescimento da planta são menores e a
578 interceptação de luz é incompleta, e acima do IAF “ótimo” a redução da taxa de
579 crescimento da planta é causada pelo aumento das perdas respiratórias,
580 consequência do sombreamento excessivo, que resulta num balanço negativo
581 de carbono (MOLAN, 2004).

582 Donald (1961) citou que, quando o dossel atinge 95% de interceptação
583 luminosa (IL) as folhas inferiores passam a ser sombreadas totalmente e
584 acarretará a diminuição da atividade fotossintética e entra no ponto de
585 compensação que passa da condição de fonte de fotoassimilados para a
586 condição de dreno. Quando isso ocorre, a taxa de fotossíntese e respiração do
587 dossel tornam-se muito próximas, e é quando a taxa de acúmulo de massa
588 seca da forrageira atinge um ponto máximo de produção (IAF “ótimo”).

589 Simões e Prado (2012) demonstraram que quando o dossel forrageiro
590 atinge 95% de interceptação luminosa (IL), o balanço entre os processos de
591 crescimento e senescência dos tecidos da planta é máximo, permitindo maior
592 acúmulo líquido de forragem. Segundo os mesmos autores, quando atingem

100% de IL caracteriza-se o momento onde observa-se aumento no processo de senescência das plantas, então quando se utiliza manejo com 95% de IL, é possível se obter um maior número de ciclos de pastejo com boa produção de matéria seca e maior qualidade bromatológica, com maior quantidade de folhas, menor de colmo e de material morto (SIMÕES & PRADO, 2012).

Bueno (2003) observou teores de proteína bruta no pré-pastejo com 11,2 e 9,0%, respectivamente aos tratamentos de 95 e 100% de IL no capim-mombaça. Os menores valores de FDN foram observados com o tratamento 95% IL, no período de primavera e outono (67,4 e 67,5%, respectivamente) quando comparado ao tratamento 100% de IL (68,6 e 68,8%, respectivamente). Os menores valores médios de FDA também foram observados no tratamento com 95% de IL (38,1%) e 100% de IL (39,7%).

Molan (2004) avaliando o capim-marandu observou redução nos valores de IAF dos pastos mantidos em 20 (5,2 para 1,6), 30 (7,0 para 1,5) e 40 cm (7,5 para 2,1), no período do verão ao início da primavera, respectivamente, e os valores de interceptação luminosa se mantiveram acima de 98% em todos os períodos.

Os maiores valores de interceptação luminosa (99,5%) foram observados com a altura de 30 e 40 cm, e com altura de 20 cm (98,8%) e 10 cm (81,9%), portanto houve um pequeno decréscimo nos valores, e não houve efeito significativo na produção de forragem entre os tratamentos.

Utilizando capim-tanzânia, Barbosa et al. (2007) observaram para condições de pré-pastejo de 90, 95 e 100% de interceptação luminosa (IL) foram atingidas com 60, 70 e 85 cm, respectivamente. Com a interceptação luminosa de 95%, a melhor produção de matéria seca total foi observada com 15.120 kg ha⁻¹. Lins (2011) observou no capim-tanzânia que a utilização de adubação nitrogenada influenciou nas características IAF (4,41) e IL (88%) com a dose de 225 kg ha⁻¹, e consequentemente aumentou a produção de matéria seca (7.848 kg MS ha⁻¹).

Fagundes et al. (1999) avaliaram três cultivares de *Cynodon* spp. (Tifton-85, Florakirk e Coastcross) com diferentes intensidades de pastejo (5, 10, 15, 20 cm), observaram que não houve diferença na produção de matéria seca e o Tifton-85 foi que apresentou melhores resultados de até 3,67 do IAF

626 que correspondeu a IL (97,8%) com altura de 5 a 15 cm, e as demais cultivares
627 atingiram o IAF muito crítico em relação a IL com 20 cm de altura.

628 Humphreys (1991) relataram que quando a pastagem está em estado
629 crítico os valores encontrados com 95% IL é de 3 a 5 IAF. Clapp Junior et al.
630 (1965) observaram valores baixos de IAF entre 1,4 e 2,7 para *Cynodon*
631 *dactylon*.

632 Echeverria et al. (2016) avaliando o híbrido de *Brachiaria* BRS RB331
633 Ipyporã (*Brachiaria brizantha* x *Brachiaria ruziziensis*) adotaram o valor de 95%
634 IL para o manejo de pastejo. Foi constatado o maior teor de proteína bruta
635 (13,8% PB folha; 8,8% PB colmo), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica
636 (69,4% DIVMO folha; 63,4% DIVMO colmo) e menor teor de fibra em
637 detergente neutro (67,9% FDN folha; 72,3% FDN colmo) com o tratamento de
638 95% IL (29,6 cm), comparado com a ILmáx (98% IL com 41,5 cm).

639 Em outro experimento com capim-tanzânia, Difante et al. (2010)
640 avaliaram o manejo de pastejo com 95% de IL e com intensidades de pastejo
641 de 25 e 50 cm, e os valores nutritivos observados foram de 10,5% (PB), 57,2%
642 (DIVMO) e 76,6% (FDN).

643

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEM, A. C. Relatório preliminar do projeto Levantamento dos Recursos Forrageiros Nativos do Pantanal de Mato Grosso. Brasília, EMBRAPA. Centro Nacional de Recursos Genéticos/PRODEPAN, 1978.20p.
- ALLEM, A. C.; VALLS, J.F.M. Recursos forrageiros nativos do Pantanal Matogrossense. Brasília, EMBRAPA/CENARGEN, 1981.
- BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J.. (Org.). Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 1ed.Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2012, v., p. 12-18.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JÚNIOR, R.A. DE A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.
- BARRO, R.S.; SAIBRO, J.C.; MEDEIROS. R.B.; DA SILVA, J.L.S.; VARELLA, A.C. Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliotti* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, Zootec, v. 37, n.10, p. 1721-1727, 2008.
- BENEDETTI, E.; CORSI, M. Manejo da Pastagem. Curso de pós-graduação- *Lato Sensu*. Modulo III. Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba, FAZU. Uberaba, 2002, p. 134.
- BERNADINO, F. S.; GARCIA, R. **Sistemas silvipastoris**. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n.60, p.77-87, 2009.
- BORKERT, C. M. Soja: adubação foliar. Londrina:EMBRAPA-CNPSO, 1987. 34 p.
- BUENO, A.A. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de

- 674 lotação intermitente. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura
675 Luiz de Queiroz. Piracicaba. 2003.
- 676 BUENO, A.A.O. Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e
677 produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de
678 lotação intermitente. **Dissertação** (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura
679 “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.
- 680 CAMARGO, P.N.; SILVA, O. Manual de adubação foliar. São Paulo: Ed. E
681 Distribuidora Herba Ltda, 1975. 258 p.
- 682 CARVALHO, M.M.; FREITAS, V. de P.; XAVIER. Início de florescimento,
683 produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de
684 sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n. 5,
685 p. 717-722, maio. 2002.
- 686 CHAMEL, A.; ELOY, J.F. Some applications of the laser probe mass
687 spectrograph in plant biology. *Scanning Electron Microsc.*, 2: 841-851. 1983.
- 688 CLAPP JUNIOR, J.G.; CHAMBLEE, B.S.; GROSS, H.D. Interrelationships
689 between defoliation systems, morphological characteristics and growth of
690 ‘Coastal bermudagrass’. **Crop Science**, v.5, p.428-471, 1965.
- 691 COMASTRI FILHO, J.A. Avaliação de espécies de forrageiras nativas e
692 exóticas na sub-região dos Paiaguás no Pantanal Mato-grossense. **Pesquisa**
693 **Agropecuária Brasileira**, v.29, n.6, p.971-978.1994.
- 694 COMASTRI FILHO, J.A.; COSTA JÚNIOR, E.M.A. A grama-tio-pedro
695 (*Paspalum oteroi*) no Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA, UEPAE
696 de Corumbá, 1980. 8p. (Comunicado Técnico,4).
- 697 COMASTRI-FILHO, J.A. Pastagens nativas e cultivadas no Pantanal Mato-
698 Grossense. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE, 1984, 48p. ilustr.
699 (EMBRAPAUEPAE. Circular Técnica, 13).
- 700 DA SILVA, R.G. Predição da configuração de sombras de árvores em
701 pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola.**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.268-
702 281. 2006.

- 703 DATTA, N.P.; VYAS, K.K. Uptake and utilization of phosphorus by maize from
704 foliar sprays. In: IEAEA, ed., Isotopes, plant nutrition and physiology. Vienna,
705 1966. **Anais.. A.I.E.A.**, 1966. 347-369 p.
- 706 DIFANTE, G. dos S.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do;
707 SILVA, S.C. da; BARBOSA, R.A.; TORRES JÚNIOR, R.A. de A. Desempenho
708 e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a
709 duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de**
710 **Zootecnia**, v.39, p.33-41, 2010.
- 711 DONALD, C.M. Competition for light in crops and pastures. In: Milthorpe, F.L.
712 **Mechanisms in biological competition**. (Symposium of the Society for
713 Experimental Biology, 15). University Press, Cambridge, p. 283-313. 1961.
- 714 ECHEVERRIA, J.R.; EUCLIDES, V.P.B.; SBRISSIA, A.F.; MONTAGNER, D.B.;
715 BARBOSA, R.A.; NANTES, N.N. Acúmulo de forragem e valor nutritivo do
716 híbrido de *Urochloa* 'BRS RB 331 Ipyorã' sob pastejo intermitente. Pesquisa
717 Agropecuária Brasileira., Brasília, v.51, n.7, p.880-889. 2016.
- 718 FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F.;
719 CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar,
720 interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp.
721 sob diferentes intensidades de pastejo. Scientia Agrícola, v.56, n.4, p. 187-195,
722 1999.
- 723 FERNÁNDEZ, V. Adubação foliar: fundamentos científicos e técnicos de
724 campo. São Paulo: Abisolo, 2015. 150 p.
- 725 FRANKE, W. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to
726 the mechanisms. In: Alexander, A. Foliar fertilization. Dorrecht: Martinus Nijoff,
727 1986. 17-26 p.
- 728 FREIRE, F.M; MONNERAT, P.H.; MARTINS FILHO, C.A.S. Nutrição mineral e
729 adubação do tomateiro. **Informe Agropecuário**, v.6, p.13-20, 1980.
- 730 GARCIA, R.L.; SALGADO, A.R. Absorção do zinco pelo cafeeiro através de
731 sais e misturas quelatizadas. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisa**
732 **Cafeeiras**, São Lourenço, 1981. Resumos. São Lourenço. 1981.39-47.

- 733 GRAY, R.C. Foliar fertilization with primary nutrients during the reproductive
734 stage of plant growth. London: The fertilizer Society. 1977.19 p.
- 735 HUMPHREYS, L.R. **Tropical pasture utilisation**. Cambridge: Cambridge
736 University Press, 1991.
- 737 KANNAN, S. Mechanisms of foliar uptake of plant nutrients: accomplishments
738 and prospects. **Journal of Plant Nutrition**, 2: 717-735. 1980.
- 739 LINS, T.O.J. D'A. Morfogênese e interceptação luminosa em capim-tanzânia
740 consorciado com Estilosantes Campo Grande ou adubado com nitrogênio sob
741 pastejo. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Centro de
742 Ciências Agrárias. Maringá. 2011.
- 743 LORENZETTI, J.M.; COLETI, J.T. Adubação foliar em cana-de-açúcar: Uma
744 experiência da Usina São José. In: Simpósio de Adubação Foliar, 1º, FEPAF,
745 Botucatu, 1981. **Anais..** Botucatu: FEPAF, 1981.p.32-50.
- 746 LUTTGE, U.; BALL, E.;WILERT, K. A comparative of the coupling of ion uptake
747 to light reactions in leaves of leaves of higher plant species having the C₃ and
748 C₄ pathway of photosynthesis. E. Pflanzenphysiol. 65: 336-350. 1971.
- 749 MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora
750 Agronômica Ceres, 1980. 251 p.
- 751 MALAVOLTA, E.; ALMEIDA, A.M.; FERNANDES,E.A.; MOTA, I.F.;
752 MENECHINO Jr, J.; PETRECHEN, M.M.P.; GOTO, R. Estudos sobre a nutrição
753 mineral do arroz. XV. Absorção radicular e foliar do radiofósforo pelas
754 variedades IAC-47 e IAC-435. Na. Escola Superior Agrícola Luiz de Queiróz,
755 38: 695-721.1981.
- 756 MOLAN, L.K. Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de
757 forragem em pastos de capim-Marandu submetidos a alturas de pastejo por
758 meio de lotação contínua. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia – Ciência
759 Animal e Pastagens), Piracicaba, ESALQ, 2004.
- 760 OLIVEIRA, F.L.; SOUTO, S.M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial
761 de gramíneas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 7, n.2,
762 p.221-226, 2001.

- 763 OLIVEIRA, P. P. A.; ROCHA, C.O.; LUZ, P.H.C.; OLIVEIRA, W.S. Aspectos
764 produtivos da fertilização foliar nitrogenada em pastagem de “*Panicum*
765 *maximum*” cv. Tanzânia irrigada durante um ano de avaliação. 42^a Reunião
766 Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. A PRODUÇÃO ANIMAL E O
767 FOCO NO AGRONEGÓCIO. Goiânia, Goiás. **Anais...** 2005.
- 768 OTERO, J.R. Grama-tio-pedro. Informações sobre algumas plantas forrageiras.
769 2.ed. ver. Aum. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola do Ministério da
770 Agricultura, 1961. p. 137-9. (Série Didática, 11).
- 771 PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; ORENZ, M.F.;
772 LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-
773 braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária**
774 **Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.
- 775 PEDREIRA, J.V.S.; WERNER, J.C.; ROCHA, G.L. da.; CINTRA, B. Estudos
776 preliminares de introdução de plantas forrageiras do sul do Estado de São
777 Paulo. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9. **Anais**. São
778 Paulo, Secretaria da Agricultura, 1965. p.1537-41.
- 779 PIETROSKI, M.; OLIVEIRA, R.; CAIONE, G. Adubação foliar de nitrogênio em
780 capim mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). **Revista de Agricultura**
781 **Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 49-53, jul./set. 2015.
- 782 POTT, E.B. Coeficiente de digestibilidade *in vitro* e teores de proteína bruta,
783 cálcio e fósforo da grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*) no Pantanal Mato-
784 grossense. Corumbá: EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1982.32p. (EMBRAPA
785 – UEPAE de Corumbá Circular Técnica, 12).
- 786 POTT, E.B.; POTT, A.; BOOCK. A. Reconhecimento florístico e avaliação
787 nutritiva preliminares de espécies forrageiras das sub-regiões de Miranda e
788 Nabileque, no Pantanal Mato-grossense. Pesquisa agropecuária brasileira.,
789 Brasília, 623-629. 1989.
- 790 REZENDE, P.M.; GRIS, C.F.; CARVALHO, J.G.; GOMES, L.L.; BOTTINO, L.
791 Adubação foliar.I. Épocas de aplicação de fósforo na cultura da soja. **Ciênc.**
792 **Agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 6, p. 1105-1111, 2005.

- 793 RINGOET, A.; RECHENMANN, R.V.; GIELINK, A.J. Calcium accumulation in
794 and possible excretion through guard and accessory cells of stomata and
795 through bulliform cells. *Z. Pflanzen-Physiol.*, 64: 60-64, 1971.
- 796 ROSOLEM, C. A. Adubação foliar. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA
797 AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF:
798 EMBRAPA, 1984. p. 419-449.
- 799 ROSOLEM, C.A. Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.
800 *Lacras:UFLA/FAEPE*, 2002. 98 p.
- 801 SANTOS, A.S.; CRISPIM, S.M.A; FILHO, J.A.C; POTT, A.; CARDOSO, E.L.
802 Substituição de pastagens nativa de baixo valor nutritivo por forrageiras de
803 melhor qualidade no Pantanal. Embrapa: Circular Técnica. Corumbá, MS.
804 2005.
- 805 SANTOS, C.G. Avaliação de Gramíneas Forrageiras Tropicais em Diferentes
806 Níveis de Sombreamento. *Revista Científica de Produção Animal*, 2014.
- 807 SANTOS, M.G. Respostas à adubação de gramíneas nativas e exóticas de um
808 solo de pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso. **Dissertação** (Mestrado).
809 Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1973. 44p.
- 810 SANTOS, S.A.; ABREU, U.G.P.; COMASTRI FILHO, J.A.; CRISPIM, S.M.A.;
811 VALLS, J.F.M.; PEÑALOZA, A.P.S. Recursos genéticos de gramíneas
812 forrageiras para a pecuária. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE
813 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Campo Grande, 2004. **Resumos...** Campo
814 Grande: SBZ/UCDB, 2002, p. 336-337.
- 815 SHONHER, J.;BUKOVAC, M.J. Penetration of stomata by liquids. Dependence
816 of surface tension, wettability and stomatal morphology. *Plant Physiol.* 813-819.
817 1972.
- 818 SILBERSTEIN, O.; WITTEWER, S.H. Foliar application of phosphatic nutrientes
819 to vegetable crops. **Proc. Am. Soc. Hort. Sci.**, 58: 179-190. 1951.
- 820 SILVA, L. A. C.; SANTOS, S. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L.;
821 COMASTRI FILHO, J.A.; GARCIA, J. B.; SILVA, M. G. B. Perfilamento de

- 822 plantas e qualidade de sementes de *Mesosetum chaseae* Luces na sub-região
823 da Nhecolândia, Pantanal, MS. Vet. e Zootec. 2011.
- 824 SILVA, L.A.C. DA. Citogenética e sistema reprodutivo da grama-do-cerrado
825 (*Mesosetum chaseae* Luces, Poaceae). Universidade Estadual de Maringá.
826 **Tese de doutorado**. Paraná. Dez.2011.
- 827 SIMÕES, R.A.L.; PRADO, G.A.F. Utilização da interceptação luminosa como
828 estratégia para o manejo do pastejo em sistemas tropicais. CADERNOS DE
829 PÓS-GRADUAÇÃO DA FAZU, v.2. 2011.
- 830 SOUSA, K.T.; PEREIRA, F.; WENDLING, A.; MACHADO FILHO, L.C.P.; DEL
831 POZO, P.P. Avaliação do efeito da sombra de *Inga* spp. sobre o crescimento
832 do *Axonopus* spp. em diversos estágios. IX Congresso Brasileiro de
833 Agroecologia. Cadernos de Agroecologia. Vol. 10, n.3. 2015
- 834 TORMAN, H.; HAASBROEK, F.J.; ROUSSEAU, P.C. Some factors affecting
835 the foliar uptake and translocation of phosphate by apples. Agroplante, 85-
836 00.1969.
- 837 WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of Field crops.
838 I. cariation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties,
839 aand within and between years. **Annals of Botany**, v.11, p. 41-76, 1947.
- 840

841 **CAPÍTULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO**

842

843 ARTIGO REDIGIDO CONFORME AS NORMAS DA REVISTA BRASILEIRA DE
844 ZOOTECNIA

845

846 ADUBAÇÃO FOLIAR EM GRAMA-TIO-PEDRO SOB SOMBREAMENTO NA
847 REGIÃO DE TRANSIÇÃO CERRADO-PANTANAL

Adubação foliar em grama-tio-pedro sob sombreamento na região de transição Cerrado-Pantanal

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho forrageiro da gramínea grama-tio-pedro, sob adubação foliar e sombreamento por árvores nativas na região de transição Cerrado-Pantanal. O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS), durante a estação do período seco de 2016. Os tratamentos de adubação utilizados foram: adubo foliar para pastagem (Quimiorgen pasto[®] – 6 L ha⁻¹ + Niphokam[®] – 2 L ha⁻¹); adubo sólido (Superfosfato simples – 390 kg ha⁻¹) + (Quimiorgen pasto[®] – 6 L ha⁻¹ + Nipokam[®] – 2 L ha⁻¹); e um tratamento controle. Os tratamentos de sombreamentos foram: SN (sombreamento nativo) e SS (sem sombreamento). Para determinar o valor nutritivo avaliaram-se as seguintes variáveis: PB (%); EE (%); MS (%); FDN (%); FDA (%); PMS (ton ha⁻¹) e PA:R. Foram realizadas medições de altura do dossel, interceptação luminosa (IL) e o índice de área foliar (IAF) para monitoramento do desenvolvimento da forrageira. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com um arranjo fatorial 3 x 2, com quatro repetições. As variáveis foram analisadas pelo PROC MIXED e o PROC CORR do software SAS v.9.4 (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA). Adotou-se um nível de significância de 5% em todas as análises. Observou-se diferença significativa (P<0,05) nas variáveis altura, MS, PB, PMS e a relação PA:R. O sombreamento aumentou o teor de PB (8,61%), reduziu a MS (33,2 %), PMS (0,935 ton ha⁻¹) e a relação PA:R (0,958). Observou-se que o esquema de adubação AdLSS aumentou o teor de PB (8,81%). As plantas do ciclo C₄ quando submetidas à luminosidade restrita reduzem a produção de forragem, e o mesmo foi observado na grama-tio-pedro. Portanto, conclui-se que o sombreamento e a adubação foliar influenciaram no valor nutricional e estrutura morfológica da grama-tio-pedro, durante o período seco na região de transição Cerrado-Pantanal.

Palavras-chave: adaptação no cerrado, interceptação luminosa, índice de área foliar, produção sustentável, *Paspalum oteroi*, produção forrageira

Introdução

Os fatores como déficit hídrico, luminosidade, falta de nutrientes, temperatura e entre outros aspectos edafoclimáticos podem influenciar nos índices produtivos, afetando diretamente o pasto e a oferta de nutrientes para os animais.

Os recursos sustentáveis vem otimizando a produção de bovinos a pasto, inibindo o extrativismo e aprimorando a melhor utilização do uso da terra.

O sistema de integração forrageira e árvore contribuem no maior sequestro de carbono, aumenta o teor de matéria orgânica do solo, redução de erosão, possui vantagens econômicas ao produtor rural e reduz os riscos inerentes à atividade pecuária (Balbino et al., 2012).

São necessários estudos com espécies forrageiras, para avaliar a tolerância e desenvolvimento em condições de luminosidade restrita, que é limitada pelos bosques arbustivos (Carvalho et al., 2002). Algumas espécies forrageiras nativas vêm apresentando interesse, devido às condições que se encontram.

Dentre as gramíneas nativas do Pantanal, destaca-se a grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*) que além de vegetar nas áreas de cerrado possui boa produção de forragem, aceitabilidade pelos bovinos, palatabilidade e tolerância ao alagamento (Otero, 1961; Comastri Filho e Costa Junior, 1980 e 1984; Pott, 1982; Santos, et al., 2005). São características que devem ser mais exploradas e estudadas em condições de ambiente, adubação, adaptação e sua resposta propriamente dita.

Para o estabelecimento da pastagem é importante o fornecimento de nutrientes que atendam às exigências nutricionais das plantas. A adubação foliar é utilizada para corrigir deficiência de micronutrientes em culturas como plantas do ciclo C_3 e algumas gramíneas do ciclo C_4 . Já o suprimento de macronutrientes gera restrições e dúvidas

inerentes a absorção de nutrientes via foliar e suas recomendações, tanto como sua relação causa-efeito da técnica adotada (Rosolem, 2002). E o mesmo é escasso na utilização em pastagens, gerando dúvidas de sua viabilidade e custo-benefício.

Objetivou-se avaliar o desempenho forrageiro da gramínea grama-tio-pedro, sob adubação foliar e sombreamento por árvores nativas na região de transição Cerrado-Pantanal.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Aquidauana (UEMS). O período experimental compreendeu os meses de novembro de 2015 a setembro de 2016, sendo que a avaliação da forrageira foi realizada de maio de 2016 a setembro de 2016, na estação seca do ano.

A área experimental totalizava dois hectares, um hectare para o sistema sombreado nativo (SN) e outro hectare para o sistema sem sombra (SS). Foi avaliada a gramínea forrageira nativa do Pantanal, grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*).

Os tratamentos de sombreamento foram: SN (sombreamento nativo) e SS (sem sombra). Os esquemas de adubação avaliados foram: AdL - adubo foliar para pastagem (Quimiorgen pasto[®] – 6 L ha⁻¹ + Niphokam[®] – 2 L ha⁻¹); AdLSS - adubo sólido (Superfosfato simples – 390 kg ha⁻¹) + (Quimiorgen pasto[®] – 6 L ha⁻¹ + Nipokam[®] – 2 L ha⁻¹); e tratamento controle (sem adubação). A composição dos tratamentos Quimiorgen pasto[®] e Nipokan[®] estão apresentados a seguir (Tabelas 1 e 2).

929 Tabela 1 - Composição de nutrientes do Niphokam[®]

Composição	Porcentagem	Concentração
Nitrogênio	10 %	135.0 g L ⁻¹
Fósforo (P ₂ O ₅)	8 %	108.0 g L ⁻¹
Potássio (K ₂ O)	8 %	108.0 g L ⁻¹
Cálcio (Ca)	1 %	13.5 g L ⁻¹
Magnésio (Mg)	0.5%	6.75 g L ⁻¹
Boro (B)	0.5%	6.75g L ⁻¹
Cobre (Cu)	0.2%	2.70 g L ⁻¹
Manganês (Mn)	0.5%	6.75 g L ⁻¹
Zinco (Zn)	1 %	13.5 g L ⁻¹

930 Fonte: (Fenix[®] Agro, 2016).

931

932 Tabela 2 - Composição de nutrientes do Quimiorgem pasto[®]

Composição	Porcentagem	Concentração
Fósforo (P ₂ O ₅)	20 %	270.0 g L ⁻¹
Boro (B)	0.5 %	6.75 g L ⁻¹
Manganês (Mn)	3 %	40.5 g L ⁻¹
Zinco (Zn)	3 %	40.5 g L ⁻¹

933 Fonte: (Fenix[®] Agro, 2016).

934

935 Na área de implantação dos canteiros foram realizadas coletas de solo da camada

936 superficial (0-20 cm) para análise química e determinação de correção e fertilização

937 (Tabelas 3 e 4).

938

Tabela 3 - Resultado da análise química do solo da área experimental

Amostra	p H	P	MO	K	Ca	Mg	Ca+Mg	Al	H	Al+H	S	T	V	
Área	CaCl ₂	Água	mg/dm ³	g/dm ³	cmol / dm ³					%				
SN	4.85	5.48	7.75	16.2	0.16	1.95	0.95	2.9	0.05	2.27	2.32	3.06	5.38	56.9
SS	4.69	5.32	3.96	15.8	0.15	1.90	1.00	2.9	0.1	2.58	2.68	3.05	5.73	3.23

Fonte: Laboratório de análise de solo e consultoria LTDA.

SN (Sombreamento nativo) e SS (Sem sombra).

Tabela 4 - Resultado da análise química – Relações

Amostra	Relações					Saturação %				
Área	Ca/Mg	Ca+Mg/K	Ca/K	Mg/K	Ca	Mg	K	M	H	
SN	2.05	18.1	12.2	5.94	36.2	17.6	3.00	1.61	42.2	
SS	1.90	19.3	12.7	6.67	33.2	17.4	2.70	3.20	45.0	

Fonte: Laboratório de análise de solo e consultoria LTDA.

SN (Sombreamento nativo) e SS (Sem sombra).

Com a análise dos resultados, não se observou necessidade de correção. A área experimental foi limpa e gradeada sem retirada das árvores nativas na área de sombreamento. Posteriormente, a área foi demarcada e dividida em 24 canteiros de nove m² (unidades experimentais).

A grama-tio-pedro foi coletada na Fazenda experimental Nhumirim da Embrapa Pantanal, em Corumbá, MS, em novembro de 2015. Durante a coleta, as mudas foram envoltas com jornais umedecidos e armazenadas em caixas plásticas para o transporte.

Foi transplantada para as unidades experimentais, em linhas com 10 centímetros de distância entre si. Diariamente as mudas eram regadas até atingir 100% de propagação. A propagação foi determinada quando as mudas apresentaram recuperação pós-plantio e passaram a crescer e cobrir todo o canteiro.

O tratamento com adubo sólido (Superfosfato simples) correspondente a cada canteiro no tratamento AdLSS foi sorteado aleatoriamente e aplicado durante o período de implantação. Segundo a recomendação de 390 kg ha^{-1} cada canteiro foi adubado em linhas de plantio com $0,351 \text{ kg}$ por canteiro.

Quando a planta atingiu 100% de propagação, foi realizado corte de uniformização a cinco centímetros do solo, e então foi aplicado o adubo foliar correspondente a cada canteiro sorteado.

Para aplicação de adubo foliar, utilizou-se um pulverizador de precisão costal a CO_2 , com a seguinte calibração: Ponta de bico XR 11002; Espessura de bico $0,50 \text{ m}$; Gota = Fina; Volume = 200 L ha^{-1} ; Velocidade = $1 \text{ m s}^{-1} = 3,6 \text{ km h}^{-1}$ e pressão = $1,7 \text{ bar}$. Seguindo as recomendações por hectare, realizaram-se os cálculos e a quantidade total aplicada nos canteiros foram de 60 ml (Quimiorgen pasto[®]) e 20 ml (Niphokam[®]). A adubação era realizada no período da manhã, evitando períodos quentes do dia.

Para cada período avaliado foram calculadas as médias da temperatura e a soma da precipitação mensal. O gráfico demonstrativo (Figura 5) é resultante dos dados coletados no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2016).

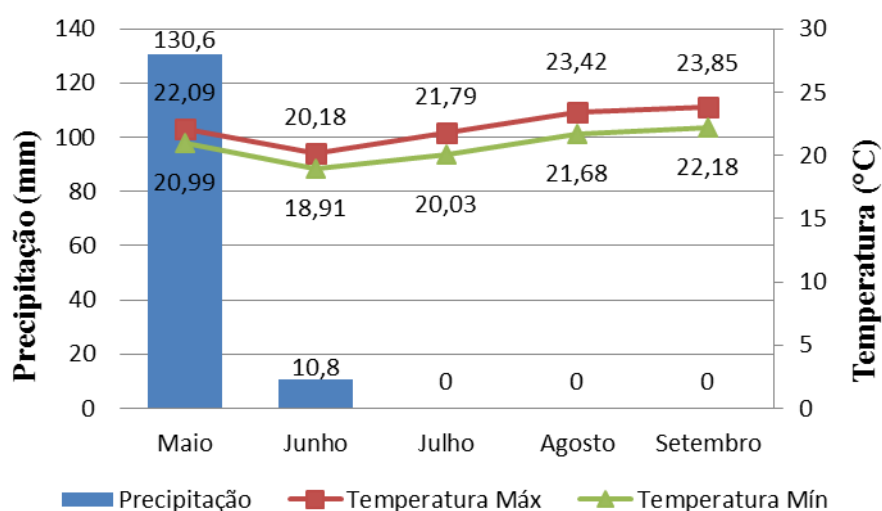


Figura 5 - Médias de precipitação e temperatura na região de Aquidauana-MS.

Na área de sombreamento nativo foi realizada a predição e caracterização da sombra segundo método de Da Silva (2006). Esse método consiste em equações para determinação da orientação, comprimento e área da sombra projetada pelas árvores, considerando o local, época do ano e hora do dia. As equações abrangem árvores com os seguintes formatos de copa: esférica, lentiforme, cilíndrica, elipsóide, cônica e cônica invertida.

Realizou-se a identificação das espécies encontradas da área experimental nativo, contagem de árvores, agrupamento e tipo de copa. E com o auxílio de uma trena e um clinômetro, foram feitas as determinadas medições: h = Altura; r = diâmetro; y = tronco.

A espécie arbórea identificada foi a *Terminalia* spp. (capitão-do-mato), de agrupamento isolado, totalizando 19 árvores aleatoriamente entre os canteiros. Segue abaixo as predições:

Tabela 5 - Predições de sombreamento da espécie *Terminalia* spp. (capitão-do-mato)

Predições	TIPOS DE COPAS				
	Ar1	Ar2	Ar3	Ar4	Ar5
	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida
Área da sombra (m ²)	66.0	76.0	136	79.6	35.5
Comprimento da sombra (m)	14.0	14.0	17.1	13.2	10.1
Largura da sombra (m)	10.0	11.2	15.8	12.0	7.40
Deslocamento da sombra em relação ao tronco (m)	10.8	11.1	12.6	10.1	10.4
Direção da sombra (azimute)	346	346	346	346	346

Ar = Árvore, seguido da sua numeração.

994 Tabela 6 - Predições de sombreamento da espécie *Terminalia* spp. (capitão-do-mato),
 995 em Aquidauana - MS

Predições	TIPOS DE COPAS			
	Ar6	Ar7	Ar8	Ar9
	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida
Área da sombra (m²)	16.1	71.9	41.8	27.8
Comprimento da sombra (m)	8.33	15.2	10.6	9.38
Largura da sombra (m)	4.40	10.2	8.20	6.40
Deslocamento da sombra em relação ao tronco (m)	7.37	12.4	8.96	8.47
Direção da sombra (azimute)	346	346	346	346

996 Ar = Árvore, seguido da sua numeração.

997

998 Tabela 7 - Sombreamento nativo com a espécie *Terminalia* spp. (capitão-do-mato)

Predições	TIPOS DE COPAS				
	Ar10	Ar11	Ar12	Ar13	Ar14
	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida
Área da sombra (m²)	66.4	49.3	64.7	66.6	31.4
Comprimento da sombra (m)	15.1	13.7	15.1	14.2	9.97
Largura da sombra (m)	9.60	8.00	9.40	10.0	6.80
Deslocamento da sombra em relação ao tronco (m)	12.7	12.7	12.0	13.5	8.37
Direção da sombra (azimute)	346	346	346	346	346

999 Ar = Árvore, seguido da sua numeração.

1000

1001 Tabela 8 - Sombreamento nativo com a espécie *Terminalia* spp. (capitão-do-mato), em
 1002 Aquidauana-MS

Predições	TIPOS DE COPAS				
	Ar15	Ar16	Ar17	Ar18	Ar19
	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida	Cônica invertida
Área da sombra (m ²)	59.6	45.1	85.1	40.0	46.7
Comprimento da sombra (m)	15.6	10.4	14.5	12.9	15.6
Largura da sombra (m)	8.60	8.80	12.0	7.00	7.00
Deslocamento da sombra em relação ao tronco (m)	13.1	8.47	13.4	11.8	14.5
Direção da sombra (azimute)	346	346	346	346	346

1003 Ar = Árvore, seguido da sua numeração.

1004

1005 Para avaliação da produção e qualidade da forragem foram realizadas, a cada 28
 1006 dias, durante todo o período experimental, coletas de quatro sub-amostras por unidade
 1007 experimental em área quadrada, em moldura com laterais de 25 centímetros. Estas
 1008 foram misturadas para formação de uma amostra composta, da qual foi retirada uma
 1009 sub-amostra representativa da unidade experimental. Cada sub-amostra foi pesada e pré-
 1010 seca em estufa de ventilação forçada em temperatura de 65 °C, por aproximadamente 72
 1011 horas. Após determinação da pré-secagem, as amostras foram moídas em moinho, e
 1012 posteriormente realizaram-se as análises para determinação do valor nutritivo.

1013 De cada amostra foi determinado, através de análise bromatológica, proteína
 1014 bruta (PB; método INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (EE; método INCT-CA F-002/1),
 1015 fibra em detergente neutro (FDN; método INCT-CA F-002/1), fibra em detergente ácido
 1016 (FDA; método INCT-CA F-004/1) e matéria seca (MS) seguindo-se as recomendações
 1017 de Detmann et al. (2012).

1018

Utilizou-se o ceptômetro AccuPAR modelo - LP 80, para o monitoramento da interceptação luminosa (IL) e o Índice de Área Foliar (IAF). As leituras foram realizadas a céu aberto, semanalmente, no horário entre 11:00 e 13:00 horas, dentro de cada unidade experimental, fazendo-se uma média de duas leituras em cada unidade experimental (canteiro), tanto na área sombreada quanto na área sem sombreamento (Figuras 6 e 7). Foram realizadas duas medidas, simultaneamente: acima do dossel forrageiro e abaixo deste. O valor da interceptação luminosa (IL%) foi obtido pela equação segundo Lins (2011):

$$\text{Interceptação Luminosa (IL\%)} = [(I_0 - I) / I_0] * 100$$

Onde:

(I₀) = intensidade luminosa acima do relvado

(I) = intensidade luminosa ao nível do solo

O IAF foi estimado simultaneamente ao monitoramento da interceptação luminosa pela média do dossel forrageiro, uma vez que o ceptômetro calcula o IAF baseado na RFA medida acima e abaixo do dossel simultaneamente com outras variáveis que se relacionam à arquitetura da copa e posição do sol.

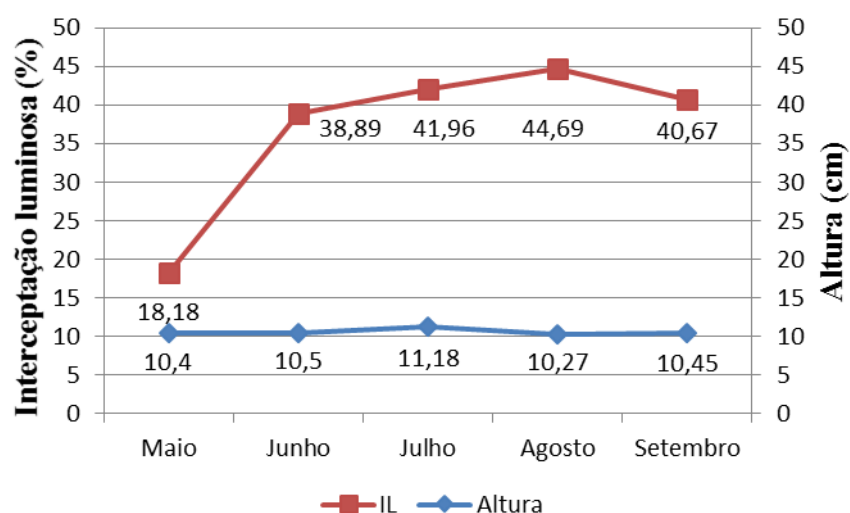


Figura 6 - Monitoramento de interceptação luminosa e altura da grama-tio-pedro submetida sem sombreamento.

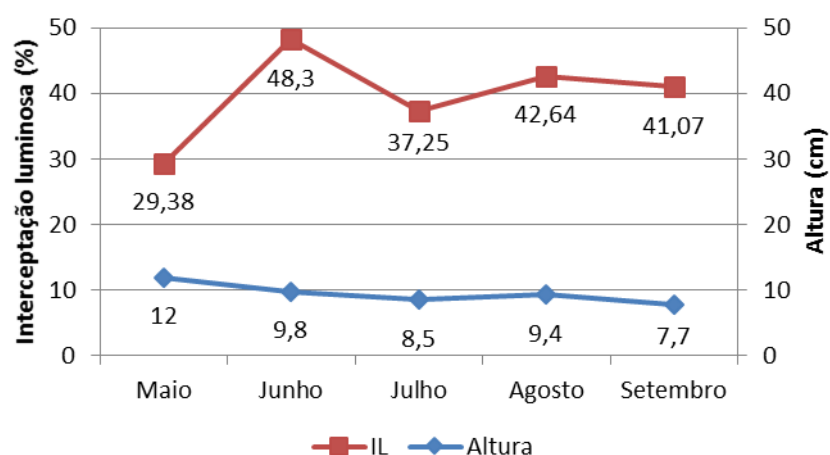


Figura 7 - Monitoramento de interceptação luminosa e altura da grama-tio-pedro submetida com sombreamento.

Para avaliação da relação parte aérea e raiz (PA:R), as amostras foram coletadas pelo método do monólito (Bohm, 1979), que consiste na retirada de blocos de solo com raízes. A coleta foi realizada ao final do experimento e foram retirados dois monólitos de cada canteiro. No local de coleta foi fixado ao solo um quadrado com 25 cm x 25 cm e ao lado foi aberta uma trincheira nas entre linhas de cada canteiro, e com uma pá de ponta o solo foi cortado demarcando a área do quadrado e a profundidade de coleta foi

de 25 centímetros, e após a retirada do bloco de solo a parte aérea da planta foi coletada, com corte rente ao solo.

O material coletado foi separado em parte aérea e raiz, e as raízes foram lavadas em água corrente e expostas a bancada para secagem natural, então o material foi pesado e encaminhado para estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 72 horas. Após a pré-secagem, as amostras foram novamente pesadas, para estimativa da amostra seca ao ar (ASA) e, em seguida, moídas em moinho tipo faca em peneira de 2 mm e guardadas em recipiente fechado e identificado. E para determinação da matéria seca definitiva da parte aérea e raiz utilizou-se a metodologia recomendada por Detmann et al. (2012).

Os dados de altura, interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e produção de matéria seca por hectare (PMS), foram analisadas como medidas repetidas no tempo, utilizando-se cada canteiro como sujeito e as medidas mensais como repetições no tempo, em um delineamento em blocos casualizados com um arranjo fatorial 3 x 2, com quatro repetições, sendo três tipos de adubação e ocorrência ou não de sombreamento.

Já os dados de relação parte aérea e raiz (PA:R), foram analisadas seguindo o mesmo delineamento, mas em medição única (final do experimento) em cada canteiro. Quando identificado efeito significativo de adubação ou ocorrência de sombreamento, as médias foram comparadas pelo teste t. Para estas análises utilizou-se o PROMIXED do software SAS v.9.4 (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA).

Analisou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis: altura, interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF), matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente

ácido (FDA) e produção de matéria seca por hectare (PMS), durante todo o experimento, e entre estas e a relação parte aérea e raiz (PA:R) com os dados do mês de setembro, encerrando o experimento. Para estas análises utilizou-se o PROC CORR, do software SAS v.9.4 (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA). Adotou-se um nível de significância de 5% em todas as análises.

Resultados e Discussão

Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$), entre as variáveis com os tratamentos de adubação foliar e sombreamento (Tabela 9).

Tabela 9 - Médias por quadrados mínimos e erros padrão da média das variáveis analisadas da grama-tio-pedro submetida à adubação foliar e sombreamento durante o período seco no ano de 2016

Variáveis ¹	Adubação ^{2,3}			Sombreamento ³	
	Controle	AdL	AdLSS	Com sombra	Sem Sombra
Altura	10.2 ± 0.370	9.91 ± 0.37	9.89 ± 0.484	9.35 ± 0.348b	10.6 ± 0.323a
IL	38.8 ± 2.28	35.3 ± 2.28	42.6 ± 2.98	40.4 ± 2.14	37.4 ± 1.99
MS	35.5 ± 0.537a	36.8 ± 0.537a	32.7 ± 0.537b	33.2 ± 0.506b	36.8 ± 0.470a
PB	7.32 ± 0.151b	7.50 ± 0.151b	8.81 ± 0.199a	8.61 ± 0.143a	7.15 ± 0.132b
EE	1.61 ± 0.083	1.67 ± 0.083	1.83 ± 0.109	1.79 ± 0.078	1.61 ± 0.072
FDN	67.4 ± 0.43	67.6 ± 0.43	67.4 ± 0.56	67.4 ± 0.405	67.7 ± 0.370
FDA	37.2 ± 0.384	36.7 ± 0.384	35.7 ± 0.503	36.2 ± 0.362	36.8 ± 0.335
PMS	0.999 ± 0.015a	1.03 ± 0.015a	0.920 ± 0.019b	0.935 ± 0.014b	1.035 ± 0.013a

¹Onde: Altura (altura da planta, cm); IL (interceptação luminosa, %); MS (matéria seca, %MN); PB (proteína bruta, %MS); EE (extrato etéreo, %MS); FDN (fibra em detergente neutro, %MS); FDA (fibra em detergente ácido, %MS); PMS (produção de matéria seca ton ha⁻¹).

²Onde: Controle é o tratamento sem adubação, AdL é a adubação foliar, e, AdLSS é a adubação foliar e de superfosfato simples).

³Letras na mesma linha, seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de t ao nível de 5% de significância.

1097 Na altura de planta não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os
1098 tratamentos de adubação, porém, no tratamento com e sem sombreamento houve
1099 diferença significativa ($P<0,05$), e a maior altura foi observada com o tratamento sem
1100 sombra (10,6 cm).

1101 Esperava-se que no sombreamento a altura da planta fosse maior em busca de
1102 luminosidade. Em razão de, o sombreamento reduzir a radiação solar, as gramíneas
1103 forrageiras ficam mais altas e colmos longos em busca de luz (Souza et al., 2007).

1104 Santos (2014) observou que as espécies forrageiras *Brachiaria brizantha* cv.
1105 Marandu, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, não
1106 apresentaram diferença significativa na altura sob sombreamento. Portanto, observou-se
1107 que o sombreamento não foi suficiente o bastante para interferir na altura da grama-tio-
1108 pedro.

1109 Houve diferença significativa ($P<0,05$), nas variáveis, teor de matéria seca
1110 (MS%) e produção de matéria seca por hectare (PMS ton ha^{-1}) com sombreamento e
1111 adubação foliar (Tabela 9). O menor teor de MS (32,7%) foi observado com o
1112 tratamento adubação foliar + adubação via solo (AdLSS), e os maiores teores de MS
1113 foram observados com o tratamento controle (35,5% MS) e AdL (36,8% MS) que não
1114 diferenciaram entre si. O mesmo foi observado na variável PMS, com o maior PMS
1115 sem sombreamento (1.035 ton ha^{-1}), e os maiores PMS foram observados com AdL
1116 (1.03 ton ha^{-1}) e tratamento controle (0.999 ton ha^{-1} PMS) sem diferença significativa.

1117 São poucos os estudos com a utilização da adubação foliar em pastagem, então,
1118 não se sabe ao certo a resposta da forrageira recebendo nutrientes via foliar. Alguns
1119 estudos como de Pietroski et al. (2015) observaram a maior produção de matéria seca do
1120 capim-mombaça com 1.799 kg ha^{-1} , utilizando a dose de 35,24 kg ha^{-1} de N. Já Oliveira

et al. (2005) não constataram efeito da adubação foliar no capim-tanzânia, testando diferentes esquemas de adubações com macronutrientes e micronutrientes.

Segundo Pedreira et al. (1965) a grama-tio-pedro sem adubação produz em média 1.542 kg ha⁻¹ ao ano de matéria seca e recebendo adubação com NPK, sua produção aumentou para 4.885 kg ha⁻¹. Em base dos resultados observado nesse experimento durante o período seco em Aquidauana-MS, a produção de 1.035 ton ha⁻¹, é um valor considerado bom em relação sua produção anual.

A grama-tio-pedro apresentou menor produção de matéria seca (0.935 ton ha⁻¹), com o sombreamento. As gramíneas tropicais como principalmente as do ciclo C₄ diminuem sua produção de forragem devido à baixa taxa fotossintética que é limitada pelo sombreamento (Paciullo et al., 2007).

Em estudos com outras espécies da família das gramíneas, Carvalho et al. (1995) avaliaram o sombreamento por angico-vermelho e a pleno sol, e obtiveram valores de MS das plantas, de 29,5% e 39,4% (*B. brizantha*), 24,8% e 35,8% (*B. decumbens*), e de 25,3% e 41,3% (*P. maximum*) respectivamente.

Carvalho et al. (2002) estudando as forrageiras *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Aruana, Makueni, Mombaça e Tanzânia e *Cynodon dactylon* cv. Tifton 68 submetidas ao sombreamento de angico-vermelho relataram uma redução na produção de matéria seca com sombreamento, e com exceção do *Cynodon dactylon* cv. Tifton 68 não houve tolerância as condições de sombreamento.

Houve diferença significativa (P<0,05) na variável de proteína bruta (PB) com os tratamentos de sombreamento e adubação (Tabela 9). O maior valor de PB (8,61%) foi observado com o tratamento de sombreamento, e com o tratamento AdLSS o teor de PB foi maior (8,81%) se comparado com os demais tratamentos (Tabela 9).

Outras espécies de gramíneas forrageiras já utilizadas sob sombreamento, também apresentaram um aumento do valor de proteína bruta. Santos (2014) observou os maiores valores de proteína bruta com 70% de sombreamento com as espécies *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Panicum maximum* cv. Tanzânia.

Barro et al. (2008) avaliaram azevém-anual (*Lolium multiflorum*), aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e aveia-branca (*Avena sativa* L.) submetidas ao sombreamento de *Pinus elliottii*, e observaram aumento em 2,3% o teor de proteína bruta nas espécies avaliadas sob sombreamento.

Além do sombreamento submetido, as fontes de nutrientes ofertados pelo tratamento AdLSS, contribuíram para o maior teor de proteína bruta, 8,81%, que apresentou diferença significativa ($P<0,05$) (Tabela 9).

Em solos de baixa fertilidade a grama-tio-pedro apresentou 4,5% de PB (SANTOS, 1973). Pott (1982), na sub-região da Nhecolândia, em solo arenoso, sem adubação observou valor de PB com 8,26%, e na região mais inundável seu valor encontrado foi de 14,5% de PB. Assim, na região de transição Cerrado e Pantanal a grama-tio-pedro apresentou um bom valor de PB, sendo considerado um resultado interessante durante o período seco.

Observou-se diferença significativa ($P<0,05$) na variável relação PA:R, onde, o sombreamento reduziu a relação parte aérea e raiz da grama-tio-pedro, se comparado com o desenvolvimento da relação PA:R sem sombreamento (Tabela 10). Com a limitação da luminosidade, resultam na menor produção de MS, PMS e PA:R, e resultados de correlação demonstram essa influência entre as variáveis (Tabelas 11 e 12).

1170 Tabela 10 - Médias por quadrados mínimos e erros padrão de média da relação parte
 1171 aérea e raiz da grama-tio-pedro submetida à adubação foliar e
 1172 sombreamento em Aquidauana-MS

Variáveis ¹	Adubação ²			Sombreamento ³	
	Controle	AdL	AdLSS	Com sombra	Sem sombra
PA:R	1.16 ± 0.063	1.23 ± 0.063	1.07 ± 0.082	0.958 ± 0.06b	1.35 ± 0.054a

1173 ¹ Onde: PA:R é a relação parte aérea e raiz.

1174 ^{2,3} Onde: Letras na mesma linha, seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo
 1175 teste de t ao nível de 5% de significância.

1176

1177 As gramíneas tropicais quando submetidas ao elevado sombreamento reduzem a
 1178 biomassa de raiz na camada superficial do solo, exemplo, da *Brachiaria Brizantha* e
 1179 *Brachiaria humidicola*, em condições de 70% de sombreamento houve uma redução da
 1180 biomassa de raízes em perdas da parte aérea da planta (Santos et al., 2011).

1181 Durr e Rangel (2000) observaram o aumento da relação parte aérea e raiz do
 1182 *Panicum maximum*, com a diminuição da radiação fotossinteticamente ativa. Assim,
 1183 com maiores níveis de sombreamento o aumento da parte aérea é uma estratégia da
 1184 planta para aumentar a capacidade de interceptar maiores quantidades de radiação com
 1185 ambiente limitado (Santos et al., 2011).

1186 As variáveis analisadas durante o período seco apresentaram efeito de correlação
 1187 entre si (Tabela 11). E o coeficiente de correlação da relação PA:R, foi analisada com os
 1188 últimos dados coletados no final do experimento, e, exceto o FDN, FDA e EE, as
 1189 demais variáveis analisadas apresentaram correlação entre si (Tabela 12).

1190 Tabela 11 - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas durante o período seco de 2016 da grama-tio-pedro sob
 1191 sombreamento e adubação foliar em Aquidauana-MS

Variáveis ¹	Alt	IL	IAF	MS	PB	EE	FDN	FDA	PMS
Alt	1.00	0.116	-0.196*	0.006	-0.186	-0.072	0.165	0.255**	0.042
IL	0.116	1.00	0.086	0.295**	0.012	0.043	-0.263**	-0.313**	0.279**
IAF	-0.196*	0.086	1.00	-0.052	0.345**	0.233*	-0.143	-0.232*	-0.091
MS	0.006	0.295**	-0.052	1.00	-0.557***	-0.046	-0.186	-0.422***	0.991***
PB	-0.186	0.012	0.345**	-0.557***	1.00	0.087	-0.297**	-0.131	-0.623***
EE	-0.072	0.043	0.233*	-0.046	0.088	1.00	-0.088	-0.114	-0.049
FDN	0.164	-0.263**	-0.143	-0.186	-0.297**	-0.088	1.00	0.504***	-0.095
FDA	0.255**	-0.313**	-0.232*	-0.422***	-0.131	-0.114	0.504***	1.00	-0.362***
PMS	0.042	0.279**	-0.091	0.991***	-0.623***	-0.049	-0.095	-0.362***	1.00

1192 ¹Onde: Altura (altura da planta, cm); IL (interceptação luminosa, %); MS (matéria seca, %MN); PB (proteína bruta, %MS); EE (extrato etéreo, %MS); FDN
 1193 (fibra em detergente neutro, %MS); FDA (fibra em detergente ácido, %MS); PMS (produção de matéria seca ton ha⁻¹).
 1194 Níveis de significância: * P<0,05; ** P<0,01, ***P<0,001.

1195 Tabela 12 - Coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis analisadas do mês de setembro e relação parte aérea e raiz da grama-tio-pedro
 1196 sob sombreamento e adubação foliar em Aquidauana-MS

Variáveis ¹	Alt	IL	IAF	MS	PB	EE	FDN	FDA	PMS	PA:R
Alt	1.00	0.408	-0.447*	0.604**	-0.560**	-0.340	-0.169	0.189	0.619**	0.529**
IL	0.408	1.00	-0.109	0.215	0.108	0.204	-0.232	0.107	0.219	-0.164
IAF	-0.447*	-0.109	1.00	-0.333	0.522**	0.397	0.037	-0.135	-0.319	-0.394
MS	0.604**	0.215	-0.333	1.00	-0.813***	-0.386	0.007	0.315	0.998***	0.458*
PB	-0.560**	0.108	0.522*	-0.813***	1.00	0.405	-0.062	-0.126	-0.814***	-0.687***
EE	-0.340	0.204	0.397	-0.386	0.405	1.00	-0.136	-0.017	-0.360	-0.275
FDN	-0.170	-0.233	0.037	0.007	-0.062	-0.136	1.00	0.059	0.035	0.184
FDA	0.189	0.107	-0.135	0.315	-0.126	-0.017	0.059	1.00	0.320	0.217
PMS	0.619**	0.219	-0.319	0.998***	-0.814***	-0.360	0.035	0.320	1.00	0.473*
PA:R	0.529*	-0.164	-0.394	0.458*	-0.687***	-0.275	0.184	0.217	0.473*	1.00

1197 ¹Onde: Altura (altura da planta, cm); IL (interceptação luminosa, %); MS (matéria seca, %MN); PB (proteína bruta, %MS); EE (extrato etéreo, %MS); FDN
 1198 (fibra em detergente neutro, %MS); FDA (fibra em detergente ácido, %MS); PMS (produção de matéria seca ton ha⁻¹).

1199 Níveis de significância: * P<0,05; ** P<0,01, ***P<0,001.

1200 As variáveis que correlacionaram foram: Alt:IAF ($P<0,05$); Alt:FDA ($P<0,01$);
 1201 IL:MS ($P<0,01$); IL:FDN ($P<0,01$); IL:FDA ($P<0,01$); IL:PMS ($P<0,01$); IAF:PB
 1202 ($P<0,01$); IAF:FDA ($P<0,05$); IAF:EE ($P<0,05$); MS:PB ($P<0,001$); MS:FDA ($P<0,05$);
 1203 MS:PMS ($P<0,001$); PB:FDN ($P<0,01$); PB:PMS (0,001) e FDA:PMS (0,001) (Tabela
 1204 11). A relação PA:R apresentou correlação com as variáveis Alt ($P<0,01$); MS ($P<0,05$);
 1205 PB ($P<0,001$) e PMS ($P<0,05$) (Tabela 12).

1206 Os fatores climáticos e sombreamento interferiram no desenvolvimento e
 1207 correlacionaram as variáveis analisadas, observando-se à resposta da grama-tio-pedro
 1208 em sua estrutura morfológica e valor nutricional. O sombreamento arbóreo pode elevar
 1209 o nível de nitrogênio na planta e acarretar no maior teor de proteína, isso ocorre devido
 1210 à disponibilidade nitrogênio no solo e o aumento da umidade favorece a decomposição
 1211 da matéria orgânica a mineralização do nitrogênio (Benedetti e Corsi, 2002).

1212 A luminosidade restringida sob o sombreamento tem a importância no fator de
 1213 estimular a absorção de nutrientes pelas folhas, podendo apresentar uma resposta
 1214 variável, dependendo do estado fisiológico das plantas (Luttge et al., 1971), podendo
 1215 explicar o pouco efeito da adubação foliar na grama-tio-pedro.

1216 Estudos com espécies nativas ainda são escassos, pois não se sabe ao certo sua
 1217 resposta definida em relação às condições expostas como adubação, sombreamento e
 1218 ambiente. Estudando espécies do gênero *Paspalum*, Varella et al. (2009) observaram
 1219 que o *Paspalum regnelli*, produziu 18 e 16 ton MS ha⁻¹ respectivamente aos níveis de
 1220 sombreamento com 50% e 80%, e com os mesmo níveis de sombreamento o *Paspalum*
 1221 *dilatatum* apresentou produção anual de 10 e 7 ton MS ha⁻¹.

1222 Barro et al. (2010) observaram-se bons resultados do *Paspalum regnelli* (15 ton
 1223 MS ha⁻¹ por ano) e do *Paspalum dilatatum* (14 ton MS ha⁻¹) com sombreamento de
 1224 50%, e, os valores de proteína bruta aumentaram conforme os níveis de sombreamento

submetidos. O *Paspalum regnelli* (9,7; 9,4 e 12,1% de PB, respectivamente aos níveis de 0; 50 e 80 % de sombreamento), *Paspalum dilatatum* (8,1; 10,6 e 13,1 % de PB, respectivamente aos níveis de 0; 50 e 80 % de sombreamento) e *Paspalum notatum* (10,4; 10,7 e 14,9% de PB, respectivamente aos níveis de 0; 50 e 80 % de sombreamento), apresentaram bom desenvolvimento em condições de moderada e intenso sombreamento.

Na variável IAF, foi observou-se trinteração entre os tratamentos SOMBRA x ADUBAÇÃO e MÊS (Tabela 13). No mês de junho foi observada diferença significativa ($P<0,05$), com o tratamento sombra e com os tratamentos de adubação AdL e AdLSS (0,015 e 0,06 respectivamente).

No mês de setembro apresentou também diferença significativa ($P<0,05$) entre os tratamentos de adubação e sombreamento (Tabela 13). E no tratamento sem sombra não houve efeito de trinteração entre SOMBRA x ADUBAÇÃO com o MÊS.

Nos meses que apresentaram diferença significativa ($P<0,05$), coincidiu com a baixa precipitação (10,8 mm) no mês de junho e no último mês de avaliação (00 mm) em setembro (Figura 5). Considera-se que nos meses anteriores ao de junho a precipitação era favorável, e a partir da falta de chuva apresentou esse efeito significativo, e houve a recuperação do IAF no mês de setembro. Apresentando resultados com diferenças significativas ($P<0,05$) entre os tratamentos AdL, AdLSS e sombreamento.

1246 Tabela 13 - Médias por quadrados mínimos e erros padrão da média do índice de área
 1247 foliar da grama-tio-pedro submetida à adubação foliar e sombreamento,
 1248 durante o período seco do ano 2016

Mês	Tratamento ¹		
	Controle	AdL	AdLSS
	<u>Com Sombra²</u>		
Maio	0.045 ± 0.016	0.035 ± 0.016	0.060 ± 0.023
Junho	0.032 ± 0.008a	0.015 ± 0.008ab	0.060 ± 0.011a
Julho	0.070 ± 0.023	0.092 ± 0.023	0.080 ± 0.033
Agosto	0.260 ± 0.080	0.115 ± 0.080	0.410 ± 0.112
Setembro	0.230 ± 0.054b	0.032 ± 0.054c	0.495 ± 0.077a
<u>Sem Sombra²</u>			
Período total	0,05 (±0,009)	0,06 (±0,009)	0,04 (±0,01)

1249 ¹Onde: Controle (tratamento sem adubação), AdL (adubação foliar), e, AdLSS (adubação foliar
 1250 e de superfosfato simples).

1251 ^{1,2}Letras na mesma linha, seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de t
 1252 ao nível de 5% de significância.

1253

1254 Possivelmente o sombreamento contribuiu no efeito significativo do IAF, onde
 1255 não foi observado no tratamento sem sombra. Isso ocorreu devido ao sombreamento
 1256 limitar as condições de luminosidade e baixa taxa fotossintética, déficit hídrico e queda
 1257 na temperatura.

1258 Estudos com *Cynodon dactylon*, uma graminea rasteira de porte baixo
 1259 apresentou valores de IAF entre 1,4 e 2,7 (Clapp Junior et al., 1965). A pastagem
 1260 quando submetida em estado crítico os valores encontrados com 95% IL é de 3 a 5 IAF,
 1261 sendo valores observados no *Cynodon dactylon* por Humphreys (1991).

1262 A grama-tio-pedro apresentou altura média de 10,6 e 9,3 cm e IL muito baixo
 1263 (Figuras 6 e 7), e o IAF baixo (Tabela 13). As gramineas quando atingem 95% de IL,
 1264 corresponde à fase vegetativa de vida, ou seja, atinge seu pico de produção. A grama-
 1265 tio-pedro foi observada em seu estágio vegetativo, mas, devido às condições de

1266 ambiente submetida, acarretou seu estado crítico levando a apresentar valores baixos de
1267 IL e IAF. Desse modo, podemos determinar que os fatores edafoclimáticos e condições
1268 de sombreamento, explicam os resultados observados no IAF durante o período seco.

1269 Com base nisso, a expectativa de se observar os melhores resultados durante a
1270 avaliação no período das águas. Assim, novos estudos serão realizados para observar a
1271 resposta da grama-tio-pedro nesse ambiente de transição Cerrado e Pantanal em
1272 Aquidauana-MS.

1273 **Conclusão**

1274

1275 Conclui-se que o sombreamento e as condições edafoclimáticas influenciaram na
1276 estrutura morfológica e valor nutricional, e a adubação foliar associada à adubação via
1277 solo elevou o maior teor de proteína bruta da grama-tio-pedro durante o período seco na
1278 região de transição Cerrado-Pantanal.

1279

Referências Bibliográficas

- 1280
- 1281
- 1282 Balbino, L. C.; Kichel, A. N.; Bungenstab, D. J.; Almeida, R. G. Sistemas de integração
- 1283 o que são, suas vantagens e limitações. In: Bungenstab, D. J.. (Org.). Sistemas de
- 1284 integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. 1ed.Campo Grande,
- 1285 MS: Embrapa Gado de Corte, 2012, v., p. 12-18.
- 1286 Barro, R. S.; Varella, A.C.; Bangel, F. V.; Saibro, J. C.; Medeiros, R. B.; Radin, B.
- 1287 Screening native C4 pasture genotypes for shade tolerance in Southern Brazil. In:
- 1288 AUSTRALIAN SOCIETY OF AGRONOMY CONFERENCE, 15., 2010,
- 1289 Lincoln, Nova Zelândia. **Proceedings...** Lincoln: Australian Society of
- 1290 Agronomy, 2010.
- 1291 Barro, R.S.; Saibro, J.C.; Medeiros. R.B.; Da Silva, J.L.S.; Varella, A.C. Rendimento
- 1292 de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a
- 1293 sombreamento por *Pinus elliotti* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia.**,
- 1294 Zootec, v. 37, n.10, p. 1721-1727, 2008.
- 1295 Benedetti, E.; Corsi, M. Manejo da Pastagem. Curso de pós-graduação- *Lato Sensu*.
- 1296 Modulo III. Faculdade de Agronomia e Zootecnia de Uberaba, FAZU. Uberaba,
- 1297 2002, p. 134.
- 1298 Bohm, w. **Methods of studying root systems**. New york: springer-verlag, 1979. 189
- 1299 p.
- 1300 Carvalho, M. M.; Freitas, V. P.; Andrade, a. C. Crescimento inicial de cinco
- 1301 gramíneas tropicais em um sub-bosque de angico vermelho (*Anadenanthera*
- 1302 *macrocarpa* benth.), pasturas tropicales, v. 17, n. 1, 1995.
- 1303 Carvalho, M.M.; Freitas, V. de P.; Xavier. Início de florescimento, produção e valor
- 1304 nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento
- 1305 natural. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.37, n. 5, p. 717-722, maio.
- 1306 2002.
- 1307 Clapp Junior, J.G.; Chamblee, B.S.; Gross, H.D. Interrelationships between
- 1308 defoliation systems, morphological characteristics and growth of ‘Coastal
- 1309 bermudagrass’. **Crop Science**, v.5, p.428-471, 1965.
- 1310 Comastri Filho, J.A. Pastagens nativas e cultivadas no Pantanal Mato-Grossense.
- 1311 Corumbá: EMBRAPA-UEPAE, 1984, 48p. ilustr. (EMBRAPAUEPAE. Circular
- 1312 Técnica, 13).
- 1313 Comastri Filho, J.A.; Costa Júnior, E.M.A. A grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*) no
- 1314 Pantanal Mato-grossense. Corumbá, EMBRAPA, UEPAE de Corumbá, 1980. 8p.
- 1315 (Comunicado Técnico,4).
- 1316 Da Silva, R.G. Predição da configuração de sombras de árvores em pastagens para
- 1317 bovinos. **Engenharia Agrícola.**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.268-281. 2006.
- 1318 Detmann, E.; Souza, M.A.;Valadares Filho, S.C.; Queiroz, A.C.; Berchielli, T.T.;
- 1319 Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M.; Azevedo, J.A.G. (Eds.)

- 1320 Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012.
1321 214p.
- 1322 Durr, P.A.; Rangel, J. The response of *Panicum maximum* to a simulated. p.110-117,
1323 2000.
- 1324 Fenix[®] Agro, 2016. Disponível em:<<http://quimifol.com.br/produtos.asp>>. Acesso em
1325 19 de Setembro de 2016.
- 1326 Humphreys, L.R. **Tropical pasture utilisation**. Cambridge: Cambridge University
1327 Press, 1991.
- 1328 Lins, T.O.J. D'A. Morfogênese e interceptação luminosa em capim-tanzânia
1329 consorciado com Estilosantes Campo Grande ou adubado com nitrogênio sob
1330 pastejo. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Estadual de Maringá. Centro de
1331 Ciências Agrárias. Maringá. 2011.
- 1332 Luttge, U.; Ball, E.; Wilert, K. A comparative of the coupling of ion uptake to light
1333 reactions in leaves of leaves of higher plant species having the C₃ and C₄ pathway
1334 of photosynthesis. E. Pflanzenphysiol. 65: 336-350. 1971.
- 1335 Oliveira, P. P. A.; Rocha, C.O.; Luz, P.H.C.; Oliveira, W.S. Aspectos produtivos da
1336 fertilização foliar nitrogenada em pastagem de “*Panicum maximum*” cv. Tanzânia
1337 irrigada durante um ano de avaliação. 42^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira
1338 de Zootecnia. A PRODUÇÃO ANIMAL E O FOCO NO AGRONEGÓCIO.
1339 Goiânia, Goiás. **Anais...** 2005.
- 1340 Otero, J.R. Grama-tio-pedro. Informações sobre algumas plantas forrageiras. 2.ed.
1341 ver. Aum. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola do Ministério da
1342 Agricultura, 1961. p. 137-9. (Série Didática, 11).
- 1343 Paciullo, D.S.C.; Carvalho, C.A.B.; Aroeira, L.J.M.; Orenz, M.F.; Lopes, F.C.F.;
1344 Rossiello, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob
1345 sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42,
1346 p.573-579, 2007.
- 1347 Pedreira, J.V.S.; Werner, J.C.; Rocha, G.L. da.; Cintra, B. Estudos preliminares de
1348 introdução de plantas forrageiras do sul do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO
1349 INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9. **Anais**. São Paulo, Secretaria da
1350 Agricultura, 1965. p.1537-41.
- 1351 Pietroski, M.; Oliveira, R.; Caione, G. Adubação foliar de nitrogênio em capim
1352 mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). **Revista de Agricultura Neotropical**,
1353 Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 49-53, jul./set. 2015.
- 1354 Pott, E.B. Coeficiente de digestibilidade *in vitro* e teores de proteína bruta, cálcio e
1355 fósforo da grama-tio-pedro (*Paspalum oteroi*) no Pantanal Mato-grossense.
1356 Corumbá: EMBRAPA-UEPAE de Corumbá, 1982.32p. (EMBRAPA – UEPAE
1357 de Corumbá Circular Técnica, 12).
- 1358 Rosolem, C.A. Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.
1359 Lacras:UFLA/FAEPE, 2002. 98 p.

- 1360 Santos, A.S.; Crispim, S.M.A; Filho, J.A.C; Pott, A.; Cardoso, E.L. Substituição de
1361 pastagens nativa de baixo valor nutritivo por forrageiras de melhor qualidade no
1362 Pantanal. Embrapa: Circular Técnica. Corumbá, MS. 2005.
- 1363 Santos, C.G. Avaliação de Gramíneas Forrageiras Tropicais em Diferentes Níveis de
1364 Sombreamento. **Revista Científica de Produção Animal**, 2014.
- 1365 Santos, M.G. Respostas à adubação de gramíneas nativas e exóticas de um solo de
1366 pantanal da Nhecolândia, Mato Grosso. **Dissertação** (Mestrado). Viçosa,
1367 Universidade Federal de Viçosa, 1973. 44p.
- 1368 Santos, N. L; Azenha, M. V; Souza, F. H. M; Reis, R. A; Ruggieri, A. C. Fatores
1369 ambientais e de manejo na qualidade de pastos tropicais. Enciclopédia Biosfera,
1370 Centro Científico Conhecer. Goiânia, vol.7, n.13; 2011.
- 1371 Souza, L.F.; Maurício, R. M.; Gonçalves, L.C.; Saliba, E.O.S.; Moreira, G.R.
1372 Produtividade e Valor Nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um
1373 Sistema Silvopastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**,
1374 v.59, n.4, p.1029-1037, 2007.
- 1375 Varela, A.C.; Silva, V.P. da; Ribaski, J.; Soares, A.B.; Moraes, A.; Moraes, H.; Saibro,
1376 J.C. de; Barro, R.S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de
1377 integração floresta-pecuária no sul do Brasil. In: Fontaneli, Ren.S.; Santos, H.P. dos;
1378 Fontaneli, Rob.S. Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região
1379 sulbrasileira. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-301.