

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

CLENARDO MACEDO LOPES

DESEMPENHO DA *Brachiaria decumbens* SUBMETIDA À FERTILIZAÇÃO
EM SISTEMA SILVIPASTORIL

**DIAMANTINA - MG
2012**

CLENARDO MACEDO LOPES

DESEMPENHO DA *Brachiaria decumbens* SUBMETIDA À FERTILIZAÇÃO EM SISTEMA SILVIPASTORIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Saulo Alberto do Carmo Araújo

DIAMANTINA - MG
2012

Ficha Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Viviane Pedrosa
CRB6-2641

L864d 2012 Lopes, Cleonardo Macedo
Desempenho da *brachiaria decumbens* submetida à fertilização em sistema silvipastoril. – Diamantina: UFVJM, 2012.
56f.

Orientador: Saulo Alberto do Carmo Araújo
Coorientador: Domingos Sávio Campos Paciullo

Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Adubação 2. Calagem 3. Pastagem tropical 4. Sistema sombreado I. Título.

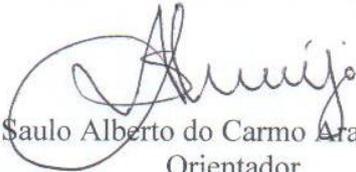
CDD 633.2

CLENARDO MACEDO LOPES

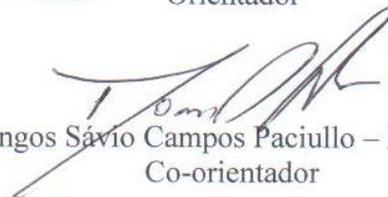
DESEMPENHO DE *Brachiaria decumbens* SUBMETIDA À FERTILIZAÇÃO EM SISTEMA SILVIPASTORIL

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 29/02/2012



Prof. Saulo Alberto do Carmo Araújo – UFVJM
Orientador



Domingos Sávio Campos Paciullo – EMBRAPA
Co-orientador



Carlos Augusto de Miranda Gomide – EMBRAPA



Prof. Severino Delmar Junqueira Villela – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2012

A Deus;

A minha mãe, Shirley Macedo Lopes;

Ao meu pai, Walter Lopes;

E as minhas irmãs, Renata Macedo Lopes

Roma e Poliana Macedo Lopes de Sousa.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pelo curso oferecido;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos;

Ao professor Saulo Alberto do Carmo Araújo, pela orientação indispensável e pela oportunidade;

Aos pesquisadores, Domingos Sávio Campos Paciullo, Carlos Augusto Miranda Gomide e Mirton José Frota Morenz, pela orientação, idealização desta linha de pesquisa, apoio e colaboração nas análises estatísticas;

Aos alunos de Iniciação Científica, Bruno e Daniele, pela amizade e grande apoio nas atividades de campo e laboratoriais;

Aos funcionários da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) - Gado de leite, Eder Ribeiro, Ronaldo e Leonardo, pelo apoio técnico e grande ajuda nos trabalhos de campo;

À Embrapa – Gado de Leite, pela estrutura e instalações oferecidas;

Aos professores Rony Antônio Ferreira e Severino Delmar Junqueira Villela, pelos ensinamentos nas disciplinas da pós-graduação;

Especialmente, a minha família, pelo apoio incondicional, pela força, e pela compreensão, principalmente nos momentos de minha ausência.

RESUMO

LOPES, Clenardo Macedo. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012. 65p. **Desempenho da *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização em sistema silvipastoril.** Orientador: Saulo Alberto do Carmo Araújo. Coorientador: Domingos Sávio Campos Paciullo. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Em sistemas silvipastoris, as respostas do pasto à fertilização podem ser afetadas pelo componente arbóreo, tanto pelo efeito do sombreamento, quanto pela competição entre o pasto e as árvores pelos nutrientes do solo. Este trabalho teve como propósito avaliar características morfofisiológicas e o valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em três ambientes em termos de radiação solar recebida pelo pasto (radiação solar plena, sombreamento moderado e sombreamento intenso), na presença ou ausência de fertilização, durante a época chuvosa do ano. Foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) - Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco - MG, entre novembro 2010 e março de 2011, num sistema silvipastoril instalado em novembro de 1997. Os tratamentos foram dispostos com uso do delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 e consistiram de três ambientes em termos de irradiância recebida pelo pasto (sol pleno, sombreamento intermediário, caracterizado pela redução de 20% da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), e sombreamento intenso, caracterizado pela redução de 70% da RFA). Em cada uma das condições de radiação, as plantas foram cultivadas na presença ou ausência de fertilização do solo, durante quatro ciclos de crescimento, com quatro repetições. A condição de sol pleno foi obtida em uma pastagem de *B. decumbens* estabelecida em área contígua ao sistema silvipastoril, enquanto as condições de sombra foram obtidas dentro do sistema silvipastoril, entre 8 e 12m de distância do renque arborizado (20% de sombra) e sob a copa das árvores (70% de sombra). As unidades experimentais apresentavam área igual a 20m². Apesar da *B. decumbens* ser considerada de modo geral moderadamente tolerante ao sombreamento, a diminuição da intensidade luminosa provoca redução na produtividade das plantas, uma vez que a sombra traz limitações à sua atividade fotossintética. Em condições de sombreamento moderado aliado ao uso de fertilização a níveis considerados baixos, a *B. decumbens* pode continuar a crescer em níveis satisfatórios. A resposta à fertilização é muito variada, fortemente influenciada pelo grau de sombreamento, havendo necessidade de mais estudos para melhor esclarecimento quando à tolerância ao sombreamento e sua resposta à fertilização.

Palavras-chave: Adubação, calagem, pastagem tropical, sistema sombreado

ABSTRACT

LOPES, Cleardo Macedo. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012. 63p. **Performance of *Brachiaria decumbens* submit fertilization in silvopastoral systems.** Adviser: Saulo Alberto do Carmo Araújo. Committee members: Domingos Sávio Campos Paciullo. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

In silvopastoral systems, the responses of the pasture to fertilization may be affected by tree component, both the effect of shading, as the competition between the grass and trees for soil nutrients. This study aimed to assess morphological and physiological characteristics and nutritive value of *Brachiaria decumbens* in three environments in terms of solar radiation received by the pasture (full solar radiation, moderate and severe shadowing) in the presence or absence of fertilization, during the rainy season years, was conducted in the Experimental José Henrique Bruschi, Embrapa Dairy Cattle, located in the city of Coronel Pacheco - MG, from November 2010 and March 2011, in a silvopastoral system installed in November 1997. Treatments were applied using the randomized block design in a 3x2 factorial arrangement and consisted of three rooms in terms of irradiance received by pasture (full sun, shade between, characterized by a reduction of 20% of photosynthetic active radiation (PAR) and shading intense, characterized by reduction of 70% PAR. In each of the light radiation, the plants were cultured in the presence or absence of fertilization of soil for four cycles of growth, with four replications. condition was achieved in full sunlight a pasture of *B. decumbens* established in an area contiguous to the silvopastoral system, while the shade conditions were obtained in the silvopastoral system, between 8 and 12 m from the hedgerow trees (20% shade) and under the canopy (70 % shade). experimental units had an area equal to 20 m². *B. decumbens* Although generally considered to be tolerant to moderately shading, the decrease in light intensity causes a reduction in productivity of plants, since the shade has limitations in the photosynthetic activity. Under conditions of moderate shade combined with the use of fertilization at levels considered low, the *B. decumbens* can continue to grow at satisfactory levels. Fertilization response is varied, strongly influenced by the degree of shading. If there is need for more studies to better clarify when the shade tolerance and its response to fertilization.

Keywords: fertilization. grazing tropical, liming, hading system.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO I

- 1 - Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima e acúmulos de precipitação pluviométrica durante o período experimental.....33
- 2 - Período de crescimento de cada ciclo de acordo com cada tratamento.....34
- 3 - Características morfogênicas da *B. decumbens*, conforme ciclo de crescimento e percentagem de sombra.....36
- 4- Taxa de aparecimento de folhas (folha/perfilho/dia) da *B. decumbens* conforme o nível de sombreamento e fertilização..... 37
- 5- Duração de vida das folhas (dias) da *B. decumbens* em função dos níveis de sombreamento..... 37
- 6- Características estruturais da *B. decumbens* conforme nível de sombreamento e ciclo de crescimento..... 39
- 7- Número de folhas verdes da *B. decumbens* em razão dos ciclos de crescimento..... 40
- 8- Número de perfilhos/m² da *B. decumbens* conforme o uso de Fertilização adubação e nível de sombreamento..... 40

ARTIGO II

- 1- Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima e acúmulos de precipitação pluviométrica durante o período experimental.....48
- 2- Período de crescimento de cada ciclo de acordo com cada tratamento.....50
- 3- Composição morfológica da *B. decumbens*, conforme ciclo de crescimento e percentagem de sombreamento.....51
- 4- Umidade do solo, da área experimental conforme grau de sombreamento.....52
- 5- Composição morfológica da *B. decumbens*, conforme ciclo de crescimento e percentagem de sombreamento.....53
- 6- Composição morfológica da *B. decumbens* conforme nível de sombreamento e uso da fertilização.....54
- 7- Percentagem de matéria seca de folha e percentagem de massa de colmo em relação à massa total, conforme o uso ou não da fertilização.....55

8- Taxa de acúmulo de kg/ha/dia de matéria seca da <i>B. decumbens</i> conforme o nível de sombreamento e o uso ou não da fertilização.....	56
9- Taxa de acúmulo de forragem (kg/ha/dia) da <i>B. decumbens</i> conforme o nível de sombreamento e ciclos de crescimento.....	56
10- Valor nutritivo da <i>B. decumbens</i> conforme nível de sombreamento e ciclo de crescimento.....	58

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1	Pastagens no Brasil.....	13
2.2	Manejo das pastagens.....	13
2.3	Uso de Sistema silvipastoril.....	14
2.4	Calagem e adubação associadas ao sombreamento natural em pastagens tropicais.....	14
2.5	Características morfogênicas, estruturais, produtivas e valor nutritivo de pastos em sistema silvipastoris.....	17
	Referências.....	19
	ARTIGO I.....	28
1	Introdução.....	31
2	Material e Métodos.....	32
3	Resultados e Discussão.....	35
4	Conclusão.....	40
	Referências.....	41
	ARTIGO II.....	44
1	Introdução.....	47
2	Material e Métodos.....	48
3	Resultados e Discussão.....	51
4	Conclusão.....	58
	Referências.....	59
	CONCLUSÃO GERAL.....	63

1 INTRODUÇÃO GERAL

Nas áreas montanhosas da Região Sudeste, como em outras regiões do Brasil, boa parte dos sistemas de produção de bovinos leiteiros é baseada na utilização de pastagens do gênero *Brachiaria*, as quais se tornaram degradadas com o tempo, devido principalmente ao manejo incorreto. Em consequência desse fato, tem-se observado baixa capacidade de suporte dos pastos, com média de 0,86 UA ha⁻¹ (CEPEA, 2007), e baixa produção animal, contribuindo para a redução dos índices zootécnicos e econômicos dos sistemas de produção e para a degradação ambiental.

Os sistemas agroflorestais constituem uma forma de uso da terra em que espécies agrícolas são combinadas com espécies arbóreas e animais herbívoros em uma mesma unidade de manejo da terra. O uso desses sistemas pode contribuir para contornar o problema da degradação das pastagens, pois as interações ecológicas e econômicas, entre os componentes do sistema, trazem benefícios pela complementaridade e sinergismo que possuem.

A partir da década de 80, os sistemas agroflorestais passaram a ser mais utilizados no mundo devido, principalmente, ao desenvolvimento de pesquisas e à criação do Centro Internacional de Pesquisa em Sistemas Agroflorestais (ICRAF), em 1977, em Nairobi – Quênia. Conforme terminologia proposta por Daniel *et al.* (1999), esses sistemas foram divididos em três tipos: sistemas agrossilviculturais, constituídos por cultivos agrícolas e árvores, incluindo arbustos e/ou trepadeiras; sistemas silvipastoris, os quais integram pastagens/animais e árvores, e sistemas agrossilvipastoris, nos quais cultivos agrícolas, pastagens para animais e árvores são explorados em uma mesma área.

A esses sistemas associam-se efeitos benéficos importantes para a sustentabilidade de pastagens estabelecidas, na maioria das vezes, em solos de baixa fertilidade natural, as quais experimentaram perdas consideráveis da sua camada superficial (CARVALHO *et al.*, 2007). Os benefícios se relacionam ao enriquecimento do solo, em termos de nutrientes, em áreas sob a influência das copas de árvores (XAVIER *et al.*, 2003), ao aumento da biodiversidade, da conservação do solo e dos recursos hídricos (MURGUEITIO *et al.*, 2007), à promoção de maior sequestro de carbono (IBRAHIM *et al.*, 2001; PAGIOLA *et al.*, 2004), à melhoria do valor nutritivo da forragem e do conforto térmico e desempenho dos animais (CASTRO *et al.*, 2001; LEME *et al.* 2005; SOUSA *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2011) e à maior diversificação de produtos e incremento da renda da propriedade (MULLER *et al.*, 2011).

No entanto, a competição por luz e, em alguns casos por água e nutrientes, entre os componentes arbóreo e herbáceo pode afetar o desenvolvimento do pasto. Nesse contexto, Paciullo *et al.* (2007) relataram que a *Brachiaria decumbens*, sob o sombreamento mais intenso, teve sua produção de biomassa reduzida significativamente, embora, em condições de sombreamento moderado essa gramínea tenha produzido quantidade de forragem semelhante à da gramínea em condições de sol pleno.

Quanto às condições de solo, os estudos têm evidenciado melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e contribuição em sua conservação pelo maior controle da erosão, principalmente em sistemas constituídos por leguminosas arbóreas. Por outro lado, em plantios associativos de leguminosas arbóreas e eucalipto, a princípio sua produção de serrapilheira com baixa relação Carbono/Nitrogênio (C/N) pode resultar em maior imobilização do nitrogênio pelos microrganismos do solo para decomposição dos resíduos vegetais, diminuindo a disponibilidade desse nutriente para o pasto (BALIEIRO *et al.*, 1999).

O uso de calcário pode contribuir para elevação do pH do solo, neutralização do alumínio trocável e maior disponibilização de nutrientes para as plantas (MACEDO, 2005.; BOUMAN *et al.*, 1999; VILELA *et al.*, 2004). Os trabalhos que avaliaram os efeitos da correção e da adubação de gramíneas tropicais, de maneira geral, têm mostrado respostas, principalmente para o fósforo (P) e o nitrogênio (N), cuja intensidade é variável em virtude das condições edafoclimáticas e das técnicas associadas (BOUMAN *et al.*, 1999; VILELA *et al.*, 2004). Em ecossistema de cerrado, nas regiões Centro-Oeste e Sudeste, a adubação nitrogenada tem maior importância na renovação de pastagens degradadas, tendo o fósforo importância secundária (OLIVEIRA *et al.* 1997).

Nesse contexto, Cantarutti *et al.*, (1999) afirmaram que a adubação de pastagem tem por objetivo atender à demanda nutricional das plantas para o estabelecimento e manutenção das forrageiras, sendo as doses de adubo definidas com base na análise de solo, levando em consideração o nível tecnológico e disponibilidade de capital ou a intensidade de uso do sistema de produção, o que se relaciona com características da forrageira, tais como produtividade, valor nutritivo e o requerimento nutricional. Nesse sentido, Andrade *et al.* (2001) observaram que a adubação nitrogenada aplicada na dose de 100 kg/ha dobrou a taxa de acúmulo da matéria seca do sub-bosque de *Eucalyptus urophylla*, mostrando que o crescimento da gramínea (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) estava sendo restringido pela baixa disponibilidade de nitrogênio no solo. No entanto, Cantarutti *et al.*, (1999) afirmaram

que a adubação nitrogenada é fundamental para a sustentabilidade das pastagens, desde que seja assegurada adequada disponibilidade de fósforo no solo.

Resultados recentes têm mostrado que, em sistemas silvipastoris, as respostas do pasto à fertilização podem ser afetadas pelo componente arbóreo, tanto pelo efeito do sombreamento, quanto pela competição entre o pasto e as árvores pelos nutrientes do solo (LÓPEZ-DÍAZ *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2011). Os resultados têm demonstrado ainda respostas variadas conforme a espécie forrageira e a disponibilidade de nitrogênio no solo (CARVALHO *et al.*, 2003).

Este trabalho teve como propósito avaliar características morfofisiológicas e o valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* em três ambientes em termos de radiação solar recebida pelo pasto (radiação solar plena, sombreamento moderado e sombreamento intenso), na presença ou ausência de fertilização, durante a época chuvosa do ano.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Pastagens no Brasil

De acordo com o IBGE (2005), as pastagens brasileiras suportam um rebanho que ultrapassa 200 milhões de cabeças, das quais mais de 171 milhões só de bovinos, colocando o Brasil na condição de segundo maior rebanho comercial do mundo. Entretanto, quando se analisa criteriosamente os índices zootécnicos do rebanho brasileiro sob pastejo, nota-se ineficiência nos sistemas de produção, uma vez que o desfrute brasileiro é 23,4% menor do que o da Argentina, 47,5% menor do que o da Austrália, que também explora o sistema de produção a pasto (FAO, 2002).

As pastagens correspondem a um dos maiores e mais importantes ecossistemas do Brasil. Elas são caracterizadas por níveis variáveis de complexidade, variando desde pastagens nativas, onde coexistem várias espécies e tipos de plantas forrageiras campo nativo no Rio Grande do Sul, cerrado e suas variações, pantanal, caatinga, as pastagens plantadas (monoespecíficas ou consorciadas), normalmente são formadas por plantas forrageiras introduzidas selecionadas ou melhoradas (gramíneas e/ou leguminosas) Silva et al. (2008).

Estima-se que mais de 2,65 milhões de propriedades no país exploram a bovinocultura, em cerca de 220 milhões de hectares de pastagens, nativas e cultivadas (IBGE, 2008). Segundo Macedo (2005), somente a área ocupada por pastagens cultivadas atinge 120 milhões de hectares sendo que a grande maioria se apresenta em evidente estado de degradação. Apesar dos bons índices zootécnicos da pecuária em algumas regiões do país, pode-se observar que o aumento da produção de leite e carne ainda é devido à expansão da área de pastagem e não ao aumento da produtividade, conforme relata Garcia *et al.* (2010).

No entanto, a degradação de pastagens é considerada um dos maiores problemas da pecuária brasileira. Macedo (2005) estimou que 80% das áreas de pastagens em todo território brasileiro apresentam algum estágio de degradação. Dessa forma, é comum em todo território brasileiro a ocorrência de pastagens degradadas com baixa capacidade de suporte e baixa produção de carne e leite, o que justifica em parte a baixa taxa de desfrute brasileiro.

2.2 Manejo de pastagens

O manejo inadequado das forrageiras agrava os problemas com a degradação das pastagens. Práticas como queimadas, falta de adubação de manutenção e de controle das

plantas daninhas e pragas, taxas de lotação incompatíveis com a capacidade de suporte (superpastejo) são ainda comuns em pastagens de vários lugares do país.

Segundo Sollenberger *et al.* (2002), o manejo da pastagem envolve atividades exercidas pelo homem que podem alterar a dinâmica do ecossistema. Dentre essas atividades destacam-se: ajuste da taxa de lotação animal à capacidade de suporte, escolha adequada do método de pastejo, reposição de nutrientes por meio da adubação, uso da irrigação, diversificação de espécies como, por exemplo, sistema silvipastoril, consorciação com leguminosas, uso racional de fogo etc.

2.3 Uso do Sistema Silvipastoril

O sistema silvipastoril (SSP), modalidade de sistemas agroflorestais, refere-se à técnica de produção na qual, intencionalmente, se integram numa mesma área árvores, pasto e animais que realizam o pastejo (GARCIA & COUTO, 1997; SANTOS, 1990; DANIEL *et al.*, 1999; IBRAHIM *et al.*, 2001; OLIVEIRA *et al.*, 2003; DIAS-FILHO, 2007b).

O sistema silvipastoril é constantemente citado como uma opção ambientalmente mais aceitável para o estabelecimento de novas pastagens (PACIULLO *et al.*, 2006; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2006), ou para a recuperação de pastagens degradadas (CARVALHO *et al.*, 1998; DANIEL *et al.*, 1999; DIAS-FILHO, 2005; 2006). Diversos benefícios ambientais, em escala local e global, têm sido atribuídos aos escrever o significado da sigla por extenso antes dela SSP (IBRAHIM *et al.* 2005). Entre esses benefícios destacam-se a conservação do solo e dos recursos hídricos, a promoção do sequestro de carbono e o aumento da biodiversidade. Em razão disso, os SSP são apontados como a solução para muitos dos problemas inerentes às pastagens, principalmente aqueles de cunho ambiental (DIAS-FILHO *et al.*, 2007a).

No entanto, o sombreamento proporcionado pelas árvores em SSP pode comprometer o crescimento do pasto. Assim o sucesso no uso de SSP depende de fatores como a identificação de espécies tolerantes ao sombreamento e a adoção de práticas de manejo que assegurem a produtividade e persistência no sub-bosque (TORRES, 1982; WONG e STÜR, 1993).

2.4 Calagem e adubação associadas ao sombreamento natural em pastagens tropicais

A adubação de pastagens tem potencial de alterar a dinâmica de nutrientes na pastagem por diferentes razões como: i) aumento da produtividade primária do ecossistema e consequente aumento da disposição de resíduos; ii) mudanças na composição química da serrapilheira depositada; iii) mudanças na composição química das excretas; iv) alterações nas taxas de decomposição de resíduos (serrapilheira e fezes); v) mudanças na composição botânica da pastagem; e vi) alterações nas frações de matéria orgânica (DUBEUX JR *et al.* 2011).

Outro fator, além da baixa disponibilidade de luz, que pode interferir na produtividade da planta forrageira utilizada em SSP é a deficiência de N disponível no solo. De acordo com Andrade *et al.* (2001), quatro anos após a introdução do sistema agrossilvipastoril em um experimento conduzido na região de cerrado de Minas Gerais, verificou-se que a baixa disponibilidade de nitrogênio no solo constitui-se na principal limitação nutricional ao crescimento da gramínea.

Os animais, ao partejar e eliminar seus dejetos na área em que se encontram, contribuem para a elevação da taxa de ciclagem de nutrientes (principalmente nitrogênio) entre o solo e as plantas, provocando também perdas desses nutrientes do sistema por deposição irregular de fezes e urina na área além da exportação na forma de produto animal carne, leite etc (PETERSON & GERRISH, 1996), além da imobilização dos nutrientes no componente arbóreo do sistema. Se essas formas de perda não forem compensadas pelas aplicações de fertilizantes, haverá uma redução da produção do pasto. Desse modo, a produtividade e longevidade das pastagens têm forte relação com a concentração de certos nutrientes do solo e com a eficiência da ciclagem desses nutrientes (SERRÃO *et al.* 1979; DIAS-FILHO; SERRÃO, 1987; BODDEY *et al.*, 1996; DUBEUX *et al.*, 1997; OLIVEIRA *et al.*, 1997; VILLELA *et al.*, 2004).

De acordo com Dias-Filho (2007), para aumentar a sustentabilidade de pastagens tropicais cultivadas, o manejo do solo tem que ser baseado em práticas que maximizem a ciclagem de nutrientes, priorizando sua entrada no sistema (por meio de adubações periódicas e do aumento da matéria orgânica do solo).

No entanto, Wild *et al.* (1993) concluíram que o efeito do sombreamento, aumentando a disponibilidade de nitrogênio para as forrageiras, somente se torna significativo em situações em que exista deficiência desse elemento no solo da pastagem. Dessa forma, em solos sem deficiência de nitrogênio ou na presença de fertilização nitrogenada, o sombreamento não estimularia a absorção do nutriente, podendo até prejudicar a resposta das forrageiras ao

nitrogênio aplicado. Em contrapartida, Paciullo *et al.* (2008b) trabalharam com *B. decumbens* e *B. ruziziensis* verificando os efeitos de percentagens de sombreamento artificial e de doses de nitrogênio na produção de matéria seca e no número de perfilhos das gramíneas forrageiras, quando verificaram que as produções de folha, colmo e total responderam quadraticamente ao nitrogênio. Em condições de sombreamento (30 e 50%), as plantas apresentaram maior produção de colmos, o que resultou em menor relação folha/colmo das gramíneas na sombra. Também o número de perfilhos/vaso variou de forma quadrática com a dose de nitrogênio e reduziu com o sombreamento; para a *B. decumbens*, apenas o nível de 50% afetou o perfilhamento, enquanto para *B. ruziziensis*, já em condições de 30% de sombreamento, observou-se redução na densidade de perfilhos.

Quanto às características morfogênicas e estruturais da *B. decumbens* sob pastejo diante da adubação nitrogenada, Fagundes *et al.* (2006) observaram que a taxa de alongamento de folha, seu comprimento final, o índice de área foliar e as porcentagens de colmo e de lâmina aumentaram linearmente, enquanto a porcentagem de material morto decresceu com a adubação nitrogenada. No entanto, ainda não se tem referências suficientes para afirmar esses mesmos resultados quando se adiciona a variável sombreamento.

Do ponto de vista biológico, a adubação da pastagem renovada seja prática normalmente necessária, independente do ecossistema em que ela foi originalmente formada. Do ponto de vista econômico, no entanto, ainda existem restrições por parte de alguns produtores para sua utilização, seja pela falta de conhecimento dos benefícios aliada à falta de assistência técnica, seja pelo custo de investimento.

Contudo, a recuperação de pastagens degradadas e aumento da produção de matéria seca por hectare de forragem e melhoria do seu valor nutritivo, por meio do uso do sistema silvipastoril aliado à fertilização e calagem da pastagem, são medidas interessantes para alcançar a intensificação da criação bovina a pasto. Isso, em última análise, significaria o aumento na produção de leite e carne, sem necessariamente haver aumento na área plantada, isto é, sem a incorporação de áreas naturais ainda inalteradas, como floresta e cerrado, para esse fim.

2.5 Características morfogênicas, estruturais, produtivas e valor nutritivo de pastos em sistema silvipastoril

Levando em consideração as características morfofisiológicas, o sombreamento eleva as taxas de alongamento de folhas e colmos, bem como o comprimento final das lâminas foliares, mas não influencia a taxa de aparecimento e o número de folhas vivas por perfilho da *Brachiaria decumbens* (PACIULLO *et al.*, 2008a). Para os mesmos autores, a redução da densidade de perfilhos é compensada pelo aumento nas taxas de alongamento de folhas e colmos, na condição de sombreamento mais intenso, e resulta em maior produção de matéria seca em condições de sombreamento moderado, relativo a 35% de sombra.

Sob baixa luminosidade, as espécies forrageiras em SSP necessitam de estratégias de tolerância à sombra, como a capacidade de maximizar a eficiência de uso da radiação, a produção de área foliar e a interceptação da luz, através de alterações anatômicas, morfológicas e fisiológicas (ALLARD *et al.*, 1991; DEINUM *et al.*, 1996; LAMBERS *et al.*, 1998; BELESKY, 2005a e b) que, por sua vez, podem afetar a quantidade e a qualidade da forragem produzida (LIN *et al.*, 2001; PERI *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2007).

Diversos estudos indicam que a sombra pode proporcionar aumento da produção de matéria seca de algumas espécies forrageiras tolerantes ao sombreamento, principalmente em pastagens com baixa densidade arbórea e baixa/média fertilidade do solo (BELSKY *et al.*, 1989; WELTZIN e COUGHENOUR, 1990; BURROWS *et al.*, 1990; WILSON *et al.*, 1990). A literatura também revela alguns exemplos em que a produção forrageira foi indiferente ou muito pouco influenciada pela redução da luminosidade ambiente (ANDERSON e MOORE, 1987; MARQUES, 1990). Entretanto, o sombreamento intenso pode ser fator limitante à produção de forragem, devido à competição das árvores com o estrato herbáceo pelos fatores de produção, principalmente luz (BURROWS *et al.*, 1990; PIEPER, 1990). Assim, alguns estudos têm demonstrado que o rendimento forrageiro aumenta com a redução da densidade de árvores (WALKER *et al.*, 1986; HARRINGTON e JOHNS, 1990; BARBOSA e GURGEL GARRIDO, 1990) ou da intensidade de sombreamento (WONG e STÜR, 1993; MORITA *et al.*, 1994).

De acordo com Castro *et al.* (1999), a espécie *Brachiaria decumbens*, cultivada em condições de sombreamento artificial moderado (30% em relação à radiação fotossinteticamente ativa plena), produziu 70% da quantidade de forragem obtida a pleno sol. Segundo os mesmos autores, as espécies *Panicum maximum* e *Setaria sphacelata* foram mais tolerantes ao sombreamento e atingiram, respectivamente, à sombra moderada, 119,7 e 100,5% da produção de matéria seca obtida a sol pleno. Por outro lado, Paciullo *et al.* (2007) concluíram que o sombreamento intenso (65% de sombra) reduz significativamente os valores

de massa de forragem, densidade de perfilhos e índice de área foliar da *Brachiaria decumbens*, enquanto o sombreamento moderado (35% de sombra) não modifica essas variáveis, em relação ao cultivo a pleno sol.

Para o valor nutricional da forrageira cultivada no SSP, vários autores (DEINUM *et al.*, 1996; DURR & RANGEL, 2000) afirmam que o aumento da disponibilidade de vários nutrientes no solo, sob sombreamento, pode resultar em melhoria dos teores de proteína bruta e de minerais na forragem, tais como cálcio, fósforo e potássio, em comparação com a forrageira submetida a pleno sol.

Com relação à produção total de PB, Carvalho *et al.* (1997), ao trabalharem com seis gramíneas tropicais cultivadas em sub-bosque de angico-vermelho, verificaram que a produção de PB da *B. brizantha* cv. Marandu foi 47% mais alta quando está sombreada.

Segundo Sousa *et al.* (2007), o teor de PB na *B. brizantha* cv Marandu nos sub-bosques de *Z. tuberculosa* foi 29% maior que no seu controle. Tendência similar foi observada por Carvalho *et al.* (1995) ao verificarem que as gramíneas sombreadas apresentaram maior concentração de N que as gramíneas cultivadas a sol pleno. Entretanto, Sousa *et al.* (2007) não encontraram diferença significativa na produção de PB em kg/ha entre os tratamentos sob sol pleno e sombra, pois a produção de MS kg/ha da gramínea cultivada a pleno sol é significativamente maior em relação a cultivada sob sombreamento, compensando assim seu menor teor de PB.

De acordo com Soares *et al.* (2009), o maior teor de PB nas lâminas foliares das plantas sombreadas pode ser explicado pela teoria da diluição de nitrogênio de Leimare & Chartier (1992), segundo a qual existe uma porcentagem de nitrogênio ideal para determinado nível de produção de MS. Assim, a pleno sol ocorreu maior produção de MS, diluindo mais o nitrogênio absorvido e transmutado para as partes aéreas, do que nas plantas sombreadas, nas quais a produção foi menor. Isso ocorre porque a planta não está metabolizando todo o nitrogênio absorvido, convertendo-o em acúmulo de MS. De acordo com outros autores (FRANCO & DILLENBURGER, 2007; HALE & ORCUTT, 1987), as plantas adaptadas à sombra tendem a priorizar reservas para o crescimento de área foliar e aumento da concentração de clorofila. Resultados semelhantes foram encontrados por Gobbi *et al.* (2007) e confirmam o maior teor de PB nas plantas sombreadas corroborando as afirmativas de Wilson (1996) de que esse fenômeno está relacionado ao maior teor de umidade, associado à temperatura do solo, favorecendo as taxas de mineralização e ciclagem de nitrogênio, e ao menor tamanho das células de plantas sombreadas, uma vez que, embora a quantidade de

nitrogênio seja a mesma na célula, as concentrações desse nutriente são maiores em plantas sombreadas, de acordo com Kephart & Buxton (1993).

Para Soares *et al.* (2009), as plantas mais adaptadas à sombra tendem a priorizar reservas para o crescimento da área foliar (maior taxa de alongamento de folhas) e para aumento da clorofila, apresentando assim maior concentração de nitrogênio.

Sobre os teores de fibra e a digestibilidade, os resultados são contraditórios, embora alguns indiquem tendência de redução dos teores de fibra em detergente neutro e aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em pastos cultivados à sombra de árvores (CARVALHO *et al.*, 2002; PACIULLO *et al.*, 2007). Segundo Carvalho *et al.* (2002), o efeito dos tratamentos (sol pleno e sombra) sobre a DIVMS foi significativo para maior digestibilidade em gramíneas que receberam o tratamento de sombreamento natural.

REFERÊNCIAS

ALLARD, G.; NELSON, C.J.; PALLARDY, S.G. Shade effects on growth of tall fescue: leaf anatomy and dry matter partitioning. **Crop Science**, v.31, p.163-167, 1991.

ANDERSON, G.W., MOORE, R.W. Production in the first seven years of a Pinus radiata-annual pasture agroforest in western Australia. **Austr. J. Exp. Agric.**, 27(2):231-238. 1987.

ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista brasileira de zootecnia**, v.30, n.4, p. 1178-1185, 2001.

BALEIRO, F.C. **Nutrientes na água de chuva e na biomassa em monocultivo e consórcio de Acacia mangium W. Pseudosamanea guachapele Dugand e Eucaliptus grandis W. Hill ex. Maiden.** Tese de Mestrado em Ciência do solo. Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, 1999.

BARBOSA, J.O., GURGEL GARRIDO, L.M.A. Consorciação de pastagem e povoamentos de Pinus. **Rev. Inst. Florestal**, 2(3):171-184. 1990.

BELESKY, D.P. Growth of *Dactylis glomerata* along a light gradient in the central Appalachian region of the eastern USA: I. Dry matter production and partitioning. **Agroforestry Systems**, v.65, p.81-90, 2005a.

BELESKY, D.P. Growth of *Dactylis glomerata* along a light gradient in the central Appalachian region of the eastern USA: II. Mechanisms of leaf dry matter production. **Agrforestry Systems**, v.65, p.91-98, 2005b.

BELSKY, A.J., AMUNDSON, R.G., DIXBURY, J.M. et al. Effects of trees on their physical, chemical and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. **J. Appl. Ecol.**, 26(8):1005-1024. 1989.

BODDEY, R.M, ALVES, B.J.R., URQUIAGA, S. Nitrogen cycling and sustainability of improved pastures in the Brazilian cerrados In: Simpósio sobre o cerrado, 8.; International symposium on tropical savannas, 1., Brasília, DF. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibra nos cerrados: **Anais...** Planaltina:Embrapa-CPAC, 1996. p. 33-38.

BOUMAN, B.A.M.; NIEUWENHUYSE, A.; IBRAHIM, M. Pasture degradation and restoration by legumes in humid tropical Costa Rica. **Tropical Grassland**, v.33 n.2, p.98-110, 1999.

BURROWS, W.H., CARTER, J.O., SCANLAN, J.C. et al. Management of savannas for livestock production in northeast Australia: contrast across the tree-grass continuum. **J. Biogeography**, 13(4):503-512. 1990.

BURROWS, W.H., CARTER, J.O., SCANLAN, J.C. et al. Management of savannas for livestock production in northeast Australia: contrast across the tree-grass continuum. **J. Biogeography**, 13(4):503-512. 1990.

CANTARUTTI, R. B. et al., Pastagens. In: ALVARES, V. H., DIAS, L. E., RIBEIRO, A. C., SOUZA, R. B. de Uso de gesso agrícola. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS: **Recomendação para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação** - RIBEIRO, A C., GUIMARÃES, P. T. G., V. ALVAREZ, V. H. (Eds.). Viçosa, MG, 359p. p. 332-341. 1999.

CARVALHO, M.M. Recuperação de pastagens degradadas em áreas de relevo acidentado. In: Dias, L.E.; Mello, J.W.V (Ed.). **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas degradadas. p.149-161. 1998.

CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; YAMAGUCHI, L.C.T. **Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 68). 2003.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicales**, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p. 717-722, 2002.

CARVALHO, M.M.; PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; WENDLING, I.J.; RESENDE, A.S.; PIRES, M.F.A. Experiências com SSP's no Bioma Mata Atlântica na Região Sudeste. . In: SÍMPOSIO INTERNACIONAL. 2. 2007, **Anais...** Embrapa Gado de Leite, 2007. 18p. 1CD.

CARVALHO, M.M.; SILVA, J.L.O.; CAMPOS JÚNIOR, B.A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico vermelho. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.26, p.213-218, 1997.

CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; FREITAS, P. F. Efeitos do sombreamento na composição mineral de gramíneas forrageiras tropicais. **Revista Brasileira Zootecnia**, 30(6S):1959-1968, 2001.

CASTRO, C.R.T. de; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.919-927, 1999.

Centro de Pesquisa em Economia Agrícola (CEPEA). **Informações recentes às variações dos custos de produção de carne bovina em junho de 2007**. Disponível em: WWW.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_CustosProdPec_julho07.doc. Acesso em: 25 set. 2007.

DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A.C.T. Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas. In: SIMPÓSIO – SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1., Goiânia. **Anais...** Juiz de Fora/MG: Embrapa-CNPGL, p.151-170. 1999.

DEINUM, B.; SULASTRI, R.D.; ZEINAB, M.H.J. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.

DIAS-FILHO, M. B. Sistema silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43. João Pessoa, **Anais...** João Pessoa: SBZ: UFPB, (Suplemento Especial da Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, 2006). p. 535-553. 2006.

DIAS-FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras para adoção de sistemas silvipastoris. In: Evangelista, A. R.; Tavares, V. B.; Medeiros, L. T.; Valeriano, A. R. (Eds) SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: Temas em evidência – relação custo benefício, 6. Lavras, **Anais...** Lavras: NEFOR: UFLA, p. 347-365. 2007b.

DIAS-FILHO, M.B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação – 2ª. Edição. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. p.173. 2005.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 3. ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007a. 178p.

DIAS-FILHO, M.B.; SERRÃO, E.A.S. **Limitações de fertilidade do solo na recuperação de pastagem degradada de capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq.) em Paragominas, na Amazônia oriental**. Belém: Embrapa-CPATU, 1987. 19p. (Embrapa-CPATU. Boletim de pesquisa, 87).

DUBEUX JR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F.; LIRA, M.A.; MELLO, A. C. L.; SILVA, H.M.S.; LIRA, C.C. A ciclagem de nutrientes no contexto do manejo das pastagens. In: EVANGELISTA, A.R.; BERNARDES, T. F.; CHIZZOTTI, F. H. M.; DIAS, J. S.; MORAIS, G. As forragens e suas relações com o solo, ambiente e o animal. **Anais do VIII Simpósio de forragicultura e pastagens**. Lavras. p. 9-30. p. 196. 2011.

DUBEUX JR., J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E.; MATHEWSC, B.W.; SCHOLBERG, J. M. SANTOS, H.Q. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, v.47, p.915-928, 2007.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; JUNIOR, D.N.; CASAGRANDE, D.R.; COSTA, L.T. Características morfogênicas e estruturais do capim braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.21-29, 2006.

FAO. **Food and agriculture organization of the united nations**. Disponível em:

<http://apps.fao.org/page/collectons=subtagriculture> . Acesso em: 20 abril 2002

FRANCO, A.M.S.; DILLENBURGER, L.R. Ajuste morfológico e fisiológico em plantas jovens de Araucária angustifolia (Bertol.) Kuntze em resposta ao sombreamento. **Hoehnea**, v.34, n.2, p.135-144, 2007.

GARCIA, R.; COUTO, L. Silvopastoral systems: emergent technology of sustainability. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO/UFV, p. 281-302. 1997.

GARCIA, R.; TONUCCI, R.G.; GOBBI, K.F.; Sistemas silvipastoris: uma integração pasto, árvore e animal. OLIVEIRA NETO, S.N.; VALE, A.B.; NACIF, A.P.; VILAR, M.B.; ASSIS, J.B. **Sistema agrossilvipastoril: Integração lavoura, pecuária e floresta.** Sociedade de Investigadores Florestais. UFV. Viçosa-MG. p. 123-165. 2010.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; GARCEZ-NETO, A.F. et al. Valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk submetida ao sombreamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2007] (CD-ROM).

HALE, M.G.; ORCUTT, D.M. **The physiology of plants under stress.** New York: John Wiley & Sons, p.26-43. 1987.

HARRINGTON, G.N., JOHNS, G.G. Herbaceous biomass in a Eucalyptus savanna woodland after removing trees and shrubs. **J. Appl. Eco.**, 27(5):775-787. 1990.

IBGE – **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: em 20 junho de 2005.

IBGE - **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Produção Agrícola Municipal. 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 de novembro de 2010.

IBRAHIM, M.; FRANCO, M.; PEZO, D.; CAMERO, A. ARAYA, J.L. Promoting intake of *Cratylia argentea* as dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in sub humid tropics. **Agroforestry Systems**, v.51, p. 167-175, 2001.

IBRAHIM, M.; VILANUEVA, C. & MORA, J. Traditional and improved silvopastoral systems and their importance in sustainability of livestock farms. In: MOSQUERA-LOSADA, M. R.; RIGUEIRO-RODRIGUEZ, A. & McADAM, J. (Ed.). **Silvopastoralism and sustainable land management: INTERNATIONAL CONGRESS ON SILVOPASTORALISM AND SUSTAINABLE MANAGEMENT**, Lugo, Spain. **Proceedings...** Oxfordshire: CABI international, p.13-18. 2005.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F.S.; PONS, T.L. **Plant physiological ecology.** New York: Springer, p. 540. 1998.

LEMAIRE, G.; CHARTIER, M. Relationships between growth dynamics and nitrogen uptake for individual sorghum plants growing at different plant densities. In: LEMAIRES, G. (Ed.) **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Paris: INRA - Station d'écophysiologie des Plantes Fourragères, p.3-43. 1992.

LEME, T.M.S.P.; PIRES, M.F.A.; VERNEQUE, R.S.; ALVIM, M.J.; AROEIRA, L.J.M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F.; et al. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forages species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.59, p.269-281, 2001.

LÓPEZ-DÍAZ M L, MOSQUERA-LOSADA M R, RIGUEIRO-RODRÍGUEZ A. Lime, sewage sludge and mineral fertilization in a silvopastoral system developed in very acid soils. **Agroforestry Systems** 70, 91-101. 2007.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. 42., 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

MARQUES, L.C.T. **Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto em plantio consorciado com milho e capim marandú, em Paragominas**, Pará. Viçosa, MG: UFV, 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 1990.

MORITA, O., GOTO, M., EHARA, H. Growth and dry matter production of pasture plants grown under reduced light conditions of summer season. **Bulletin of the Faculty of Bioresources**, Mie University, 12(1):11-20. 1994.

MULLER, M. D.; NOGUEIRA, G. S.; CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; ALVES, F. F.; CASTRO, R. V. O.; FERNANDES, E. N. Economic analysis of an agrosilvipastoral system for a mountainous area in Zona da Mata Mineira, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.10, p. 1148-1153, 2011.

MURGUEITIO, E.; IBRAHIM, M.; ZAPATA, A.; MEJÍA, C.E.; ZULUAGA, A.F.; CALLE, Z.; FAJARDO, D.; CUARTAS, C.; NARANJO, J.F.; RIVERA, L. Pago por servicios ambientales a productores ganaderos en el proyecto Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas en Colombia. In: Noguera-Fernandes, E., Sávio-Paciullo, D., Tavares de Castro, C.R., Dias-Muller, M., Braga-Arcuri, P., da Costa Carneiro J. (Eds.). **Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária—Embrapa Gado de Leite—Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Juiz de Fora, Brazil. pp. 69–104. 2007.

OLIVEIRA, O.C. de; OLIVEIRA, I.P. de; FERREIRA, E.; ALVES, B.J.R.; CADISH, G.; MIRANDA, C.H.B.; VILELA, L.; BODDEY, R.M.; URQUIAGA, S. A baixa disponibilidade de nutrientes do solo como uma causa potencial da degradação de pastagens no cerrado brasileiro. In: Simpósio nacional de recuperação de áreas degradadas – SINRAD, 3., 1997, Ouro Preto. **Anais...** Viçosa: SOBRADE; UFV, P. 110-117, 1997.

OLIVEIRA, T.K.; FURTADO, S.C.; ANDRADE, C.M.S; FRANKE, I.L. **Sugestões para a implantação de sistemas silvipastoris**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 28 p. (Embrapa Acre, documentos, 84).

PACIULLO, D. S.C.; AROEIRA, L. J. M.; PIRES, M. de F. A. Sistemas silvipastoris para a produção de leite. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J. C. de; DA SILVA, S. C.; FARIA, V. P. de (Ed.). **As pastagens e o meio ambiente**. Piracicaba: FEALQ. p. 327-351. 2006.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.7, p.917-923, 2008a.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.04, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T; SOBRINHO, F.S.; CARVALHO, C.A.B. The growth dynamics in Brachiaria species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.2, p.270-276, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; COSTA, I.A.; LIMA, A.M.; FERNANDES, E.N.; SOBRINHO, F.S. Influência do sombreamento e do nitrogênio nas características produtivas de duas espécies de capim braquiária. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Anais...** Aracajú. 2008b.

PAGIOLA, S.; AGOSTINI, P.; GOBBI, J.; DE HAAN, C.; IBRAHIM, M.; MURGUEITIO, E.; RAMÍREZ, E.; ROSALES, M.; RUÍZ, J.P.; Paying for biodiversity conservation services in agricultural landscapes. Environment Department Paper N°. 96, **Environmental Economics Series**. Washington, DC, World Bank. 2004.

PERI, P.L.; LUCAS, R.J.; MOOT, D.J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. **Agroforestry Systems**. v.70, p.63-79, 2007.

PETERSON, P.R.; GERRISH, J.R. Grazing systems and spatial distribution of nutrients in pastures: Livestock management considerations. In: JOOST, R.E.; ROBERTS, C.A. (Eds.) **Nutrient cycling in forage systems**. Columbia: University of Missouri. p.203-212. 1996.
PIEPER, R. D. Overstory-understory relations in pinyonjuniper woodlands in New Mexico. **J. Range Manag.**, 43(3):413-415. 1990.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris para a produção de carne. In: PEDREIRA, C.G.S.; MOURA, J. C. de; DA SILVA, S.C.; FARIA, V.P. de (Ed.). **As pastagens e o meio ambiente**. Piracicaba: FEALQ, p.297-326. 2006.

SANTOS, F. L. C. **Comportamento do Eucalyptus cloëziana F. Muell em plantio consorciado com forrageiras, na região do cerrado, em Montes Claros, Minas Gerais**. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 1990. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, 1990.

SERRÃO, E.A.S; FALESI, I.C; VEIGA, J.B; TEIXEIRA NETO, J.F. Productivity of cultivated pastures in low fertility soils of the Amazon of Brazil. In: SANCHEZ, P.A.; TERGAS, L.E. (Ed.). **Pasture production in acid soils of the tropics**. Cali: CIAT, p. 195-225, 1979.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo**. Viçosa: p.115. 2008.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

SOLLENBERGER, L. E.; DUBEUX JR., C. B.; SANTOS, H. Q.; MATHEWS, B. W. Nutrient cycling in propical pasture ecosystems. In: BATISTA, A. M. V. et al. (Ed.) REUNIÃO ANNUAL DA SOC. BRAS. DE ZOOTECNIA, 2002. Recife- PE. **Anais...** Recife-PE: SBZ, 2002. p.151-179.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.59, p.1029-1037, 2007.

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M.; HAAN, C. D. E. La larga sombra del Ganado – Problemas ambientales y opciones. **FAO**, p. 464. 2009.

TORRES, F. Role of woody perennials in animal agroforestry. **Agroforestry Systems**, 1(2):131-163. 1982.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G.B.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A.O. Adubação na recuperação e na intensificação da produção animal em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2004, Piracicaba. Fertilidade do solo para pastagens produtivas: **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.425-472, 2004.

WALKER, J.; ROBERTSON, J.A.; PENRIDGE, L.K. Herbage response to tree thinning in a Eucalyptus creba woodland. **Austr. J. Eco.**, 11(1):135-140. 1986.

WELTZIN, J.R.; COUGHENOUR, M.B. Savanna tree influence on understory vegetation and soil nutrients in north western Kenya. **J. Veg. Sci.**, 1(3):325-332. 1990.

WILD, D.W.M.; WILSON, J.R.; STÜR, W.W.; SHELTON, H.M. Shading increases yield of nitrogen-limited tropical grasses. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. **Proceedings...** Rockhampton, v.3, p. 2060-2062. 1993.

WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pastures grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

WILSON, J.R.; HILL, K.; CAMERON, D.M. et al. The growth of Paspalum notatum under a shade of a Eucalyptus grandis plantation canopy or in full sun. **Trop. Grass.**, 24(1):24-28. 1990.

WONG, C. C, STÜR, W. W. Persistence of an erect and a prostrate Paspalum species as affected by shade and defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18, Nice. **Proceedings...** Nice, 1993. p.2059-2060. 1993.

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; et al. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales**, v.25, n.1, p.23-26, 2003.

ARTIGO I

Características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização em sistema silvipastoril

LOPES, Clenardo Macedo. Características morfogênicas e estruturais de *Brachiaria decumbens* submetida à fertilização em sistema silvipastoril. 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

RESUMO

Os efeitos do sombreamento imposto pelas árvores sobre o pasto. A restrição de luz para o sub-bosque, decorrente do sombreamento, pode influenciar as características morfogênicas e o crescimento do pasto. Embora ainda escassos, os estudos mostram que as características estruturais e morfofisiológicas do relvado são influenciadas pelo sombreamento, sendo a magnitude de variação dependente da espécie forrageira, do nível de sombreamento e da fertilidade do solo. Este trabalho foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco - MG, entre novembro 2010 e março de 2011, num sistema silvipastoril instalado em novembro de 1997. Os tratamentos foram dispostos com uso do delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 que consistiram de três ambientes em termos de irradiância recebida pelo pasto (sol pleno, sombreamento intermediário, caracterizado pela redução de 20% da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), e sombreamento intenso, caracterizado pela redução de 70% da RFA). Em cada uma das condições de radiação, as plantas foram cultivadas na presença ou ausência de fertilização do solo, durante quatro ciclos de crescimento, com quatro repetições. A condição de sol pleno foi obtida em uma pastagem de *B. decumbens* estabelecida em área contígua ao sistema silvipastoril, enquanto as condições de sombra foram obtidas dentro do sistema silvipastoril, entre 8 e 12m de distância do renque arborizado (20% de sombra) e sob a copa das árvores (70% de sombra). As unidades experimentais apresentavam área igual a 20m². As análises de variância foram realizadas com dados não transformados, analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.0 para Windows, específico para casos de medidas repetidas nos quais o tempo é um fator a ser estudado como causa de variação. As médias dos tratamentos foram comparadas com o procedimento LSMENS, utilizando o teste T de *student* a 5% de probabilidade. A *B. decumbens* passa por um processo de aclimação morfológica

influenciada principalmente pela RFA recebida. A taxa de aparecimento de folha aparentemente é a única variável morfogênica influenciada pela interação nível de sombreamento versus calagem/adubação. Perfilhos vegetativos, reprodutivos e relação folha/colmo são características influenciadas pelo nível de sombreamento em que a planta é submetida. Por outro lado, a densidade populacional de perfilhos é uma característica sensível tanto a variações da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa recebida, quanto à variação na fertilidade do solo, podendo apresentar resultados satisfatórios sob sombreamento moderado associado à fertilização. O excesso de sombra passa a se tornar um fator inibidor do aproveitamento dos nutrientes disponíveis no solo pela planta, pois parece interferir no fluxo e alocação dos fotoassimilados.

Palavras-Chave: Adubação. Morfogênese. Pastagem tropical. Sistema sombreado.

Morphogenetic and structural characteristics of *Brachiaria decumbens* underwent fertilization in silvopastoral system

LOPES, Clenardo Macedo. Morphogenetic and structural characteristics of *Brachiaria decumbens* underwent fertilization in silvopastoral system. 2012. 53p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

ABSTRACT

An important aspect refers to the effects of shading imposed by trees on the grass. The restriction of light to the understory, resulting from shading, can influence the morphogenesis and growth of pasture. Although scarce, studies show that the structural characteristics and morphophysiological turf are influenced by shading, and the magnitude of change dependent on grass species, the level of shading and soil fertility. The study was conducted at the Experimental José Henrique Bruschi, Embrapa Dairy Cattle, located in the city of Coronel Pacheco - MG, from November 2010 and March 2011, in a silvopastoral system installed in November 1997. Treatments were applied using the randomized block design in a 3x2 factorial arrangement consisting of three rooms in terms of irradiance received by pasture (full sun, shade between, characterized by a reduction of 20% of photosynthetic active radiation (PAR) and shading intense, characterized by reduction of 70% of the PAR. In each of the radiation conditions, the plants were grown in the presence or absence of fertilization of the soil during four growth cycles, with four replications. condition of full sun was obtained in a pasture of *B. decumbens* established in an area contiguous to the silvopastoral system, while the shade conditions were obtained in the silvopastoral system, between 8 and 12 m from the hedgerow trees (20% shade) and under the canopy (70% shade). Experimental units had an area equal to 20 m². Analyses of variance were performed with unprocessed data, analyzed using the MIXED procedure of SAS[®] statistical package (Statistical Analysis System) version 9.0 for Windows, specific cases of repeated measurements over time and that time is a factor to be studied as a cause of variation. The treatment means were compared with the procedure LSMENS using the Student t test at 5% probability. *B. decumbens* go through an acclimation process mainly influenced by morphological received PAR. appearance rate sheet is apparently the only variable morphogenic influenced by the interaction level of shading x fertilization. tillers vegetative, reproductive and leaf / stem ratio are influenced by characteristics level of shading in which the plant is submit, on the other hand tiller density is a characteristic sensitive both to variations in the amount of photosynthetic active radiation

received on the variation in soil fertility, and may present satisfactory results under moderate shade associated with fertilization . Excess shadow passes to become an inhibiting factor for exploitation of available nutrients in the soil by the plant, as seems to interfere with the flow and allocation of assimilates.

Keywords: Fertilization. Morphogenesis. Tropical grassland. Shading system.

INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris integram na mesma área física árvores, pastagem e animais. O uso desses sistemas pode contribuir para o desenvolvimento de pastagens de gramíneas, pelos benefícios na ciclagem de nutrientes, conservação do solo, conforto térmico para os animais, diversificação da renda da propriedade, entre outros (PACIULLO *et al.* 2007).

Embora ainda escassos, os estudos mostram que as modificações morfofisiológicas dependem da espécie forrageira e do nível de sombreamento imposto pelo componente arbóreo e da fertilidade do solo, especialmente do nível de nitrogênio. As variáveis morfogênicas, que determinam o surgimento e a morte dos tecidos da planta, são importantes no estabelecimento de modelos de manejo da pastagem, pois apresentam correlação com o rendimento forrageiro.

Assim, a morfogênese pode ser definida como a dinâmica de aparecimento, expansão e morte de tecidos e órgãos vegetais no espaço (LACA & LEMAIRE, 2000) e pode ser descrita em termos de taxa de aparecimento de novos órgãos e suas respectivas taxas de alongamento e senescência, de acordo com Chapman & Lemaire (1993). A interação entre os componentes morfogênicos da pastagem resulta na estrutura do dossel forrageiro, caracterizada pela densidade populacional de perfilhos, pelo comprimento da lâmina foliar, pelo número de folhas vivas por perfilho e pela relação folha/colmo (CÂNDIDO & GOMIDE, 2006). Esse arranjo estrutural da parte aérea das plantas determina o modo como a radiação fotossinteticamente ativa, energia indispensável para o crescimento vegetal via fotossíntese, é interceptada ao longo das camadas de lâminas foliares.

O estudo das características morfogênicas e estruturais do dossel forrageiro tem sua importância por estar associado à eficiência de pastejo; ao consumo de forragem; ao desempenho animal; ao índice de área foliar; a interceptação luminosa; a qualidade e quantidade de forragem produzida no sistema.

Um aspecto importante, se refere aos efeitos do sombreamento imposto pelas árvores sobre o pasto. A restrição de luz para o sub-bosque, decorrente do sombreamento, pode influenciar as características morfogênicas e o crescimento do pasto. Embora ainda escassos, os estudos mostram que as características estruturais e morfofisiológicas do relvado são influenciadas pelo sombreamento, sendo a magnitude de variação dependente da espécie forrageira, do nível de sombreamento e da fertilidade do solo (ANDRADE *et al.*, 2001; GUENNI *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2011).

Quanto à fertilização de pastagens, a produção forrageira como resultado dos processos de crescimento e desenvolvimento pode ter sua eficiência substancialmente melhorada pelo aumento do uso de fertilizantes, principalmente do nitrogênio, através do expressivo aumento no fluxo de tecidos (SIMON & LEMAIRE, 1987; DURU & DUCROCQ, 2000). O sucesso na utilização de pastagens depende não só da disponibilidade de nutrientes ou da escolha da planta forrageira a ser utilizada, mas também da compreensão dos mecanismos morfofisiológicos e de sua interação com o ambiente, ponto fundamental para suportar tanto o crescimento quanto a manutenção da capacidade produtiva do pasto.

De acordo com Gastal *et al.* (1992), o fluxo de carbono para os meristemas apicais pode ser fortemente influenciado pelos processos de absorção, partição e reciclagem de nitrogênio. Assim, a utilização de carbono em atividades meristemáticas associadas a processos morfogênicos tem se mostrado bastante dependente de uma adequada nutrição nitrogenada.

O objetivo deste trabalho foi avaliar características morfogênicas e estruturais em relvado de *Brachiaria decumbens*, cultivada em três ambientes em termos de radiação, na presença ou ausência de calagem/fertilização durante a época chuvosa do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco - MG, entre novembro 2010 e março de 2011, num sistema silvipastoril instalado em novembro de 1997, numa área com declividade de aproximadamente 30%. As coordenadas geográficas do local são 21°33'22" de latitude Sul, 43°06'15" de longitude Oeste, e 410m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (mesotérmico). O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico e de textura argilosa.

As árvores foram plantadas em renques com quatro linhas, no espaçamento de 3x3m. Os renques foram estabelecidos em nível e distanciados 30m uns dos outros. O componente arbóreo da área usado neste estudo foi constituído pela leguminosa *Acacia mangium*, além do *Eucalyptus grandis*.

Após o plantio em novembro de 1997, foram aplicados nas faixas de 30m, em que seria introduzida a braquiária, 1000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 600 kg ha⁻¹ de fosfato de Araxá, 25 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 30 kg ha⁻¹ de FTE BR-16, sendo esta a única fertilização e calagem feita até o início do período experimental em novembro de 2010. As características do solo em outubro de 2010 eram: V, 11,4%; pH em água, 4,26; P disponível (Mehlich-1), 2,98 mg dm⁻³; Al, 0,94 cmol_c dm⁻³; K, 38,2 mg dm⁻³; Ca, 0,44 cmol_c dm⁻³; Mg, 0,24 cmol_c dm⁻³. Os dados climáticos relativos ao período experimental foram coletados na estação meteorológica, a cerca de 500 m da área experimental (TAB. 1).

TABELA 1

Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima e acúmulos de precipitação pluviométrica durante o período experimental

Mês	T máx (°C)	T mín (°C)	Precipitação (mm)
Novembro	26,9	18,6	274,8
Dezembro	30,1	20,5	224,2
Janeiro	29,7	20,3	115,6
Fevereiro	32,1	19,7	40,2
Março	28,0	20,0	121,6

Os tratamentos foram dispostos, com uso do delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 que consistiram de três ambientes em termos de irradiância recebida pelo pasto (sol pleno, sombreamento intermediário, caracterizado pela redução de 20% da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), e sombreamento intenso, caracterizado pela redução de 70% da RFA. Em cada uma das condições de radiação, as plantas foram cultivadas na presença ou ausência de fertilização do solo, durante quatro ciclos de crescimento, com quatro repetições. A condição de sol pleno foi obtida em uma pastagem de *B. decumbens* estabelecida em área contígua ao sistema silvipastoril, enquanto as condições de sombra foram obtidas dentro do sistema silvipastoril, entre 8 e 12m de distância do renque arborizado (20% de sombra) e sob a copa das árvores (70% de sombra). As unidades experimentais apresentavam área igual a 20m², perfazendo uma área total de 480m².

Para as avaliações da quantidade de RFA recebida pelo dossel forrageiro e consequente estimativa da porcentagem de sombreamento, foi utilizado o aparelho analisador de dossel – AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80 (DECAGON Devices) com o qual foram feitas as medições nos horários de 9h00, 12h00 e 15h00, uma vez a cada ciclo de crescimento em dias de céu aberto.

A dose de calcário foi calculada para elevação da saturação por bases do solo para 40% (CANTARUTTI *et al.*,1999) e aplicada em superfície. Assim, a necessidade de calcário calculada foi dividida por quatro, para se obter a quantidade necessário para a incorporação de cinco centímetros no solo. A adubação foi parcelada em duas aplicações. A primeira, após o corte de uniformização, com 40, 60 e 40 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, nas formas de ureia, superfostato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A segunda aplicação ocorreu nos dois ciclos de crescimento subsequentes utilizando-se as mesmas doses e fontes de N e K₂O, perfazendo total de 80 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 60 kg.ha⁻¹ de fósforo e 80 kg.ha⁻¹ de potássio.

As avaliações foram realizadas durante quatro períodos de crescimento, e as amostragens feitas quando o dossel forrageiro atingia 40cm de altura em relação ao nível do solo. O primeiro ciclo de crescimento teve início no dia 27 de novembro de 2010 após o corte de uniformização do pasto. Para os cortes de uniformização pós-amostragens, foi adotada altura de resíduo do dossel de 15cm em relação ao nível do solo.

TABELA 2
Período de crescimento de cada ciclo de acordo com cada tratamento

	Período em dias de cada ciclo de crescimento			
	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo
Pleno sol sem fertilização	28	40	36	40
Pleno sol com fertilização	28	40	36	32
20% de sombreamento sem fertilização	28	40	36	40
20% de sombreamento com fertilização	28	40	36	32
70% de sombreamento sem fertilização	28	27	31	33
70% de sombreamento com fertilização	28	27	31	33

Para avaliação das variáveis morfogênicas foram identificados três perfis de cada parcela, nos quais foram registradas semanalmente informações do comprimento da lâmina foliar de todas as folhas, comprimento do colmo, número de folhas verdes por perfilho e número de folhas senescentes por perfilho. A partir desses dados foram estimadas as taxas de alongamento de folha e de colmo, taxa de aparecimento de folha, filocrono e vida útil da folha.

Duas amostras da forragem foram coletadas em cada parcela, ao final de cada ciclo de crescimento, sempre que o dossel atingia a altura média de 40cm. Estas alturas do dossel foram acompanhadas semanalmente com o auxílio de uma régua graduada. Os cortes eram feitos rentes ao solo, com auxílio de um cutelo, em uma área que constituía a unidade amostral, de 0,25m² (0,5x0,5).

As amostras foram pesadas, subamostradas e separadas em materiais vivo e morto. Na fração verde foram contados os perfilhos vegetativos e reprodutivos. Em seguida, os perfilhos tiveram suas lâminas foliares e seus colmos mais bainha foliares separados. As frações foram acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C por 72 horas. A partir das pesagens das lâminas e colmo mais bainha foliar secos, foi calculada a relação lâmina/colmo.

Todos os conjuntos de valores foram testados, antes da análise geral global, com a finalidade de assegurar se as quatro prerrogativas básicas da análise de variância (aditividade do modelo, independência, normalidade e homogeneidade dos erros) estavam sendo respeitadas. As análises de variância foram realizadas com dados não transformados, analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.0 para Windows, específico para casos de medidas repetidas nos quais o tempo é um fator a ser estudado como causa de variação. A escolha da matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: sombreamento, adubação, ciclos de crescimento e as interações entre elas. Os efeitos de sombreamento, adubação e ciclos de crescimento e suas interações foram considerados fixos. Como efeitos aleatórios foram considerados o erro experimental entre unidades e o erro para a mesma unidade no tempo. As médias dos tratamentos foram comparadas com o procedimento LSMENS, utilizando o teste T de *student* a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As taxas de alongamento de folha e colmo variaram ($P < 0,05$) em função da interação entre o grau de sombreamento e os ciclos de crescimento (TAB. 3). Os maiores valores de taxa de alongamento foliar foram encontrados no sombreamento de 70% (sob a copa das árvores). Com exceção do 3º ciclo, não houve diferença entre os ambientes em termos de

irradiância. Sob sombra moderada, as taxas foram, em termos gerais, intermediárias às duas outras condições. Os resultados evidenciam mudança no padrão de alocação de fotoassimilados pelas plantas, o que resultou em maior alongamento foliar para captação de luz em ambiente com reduzida luminosidade. Vários autores têm relatado aumento da área foliar por planta, em gramíneas submetidas à restrição de luz fotossinteticamente ativa (CASTRO, 1996; CASTRO *et al.*, 1999; PACIULLO *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2011). A variação entre os ciclos pode ser atribuída à variação pluviométrica ocorrida durante o período experimental descrito na TAB. 1.

Quanto ao alongamento de colmo, as respostas seguiram padrão semelhante àquela descrita para a taxa de alongamento foliar, ou seja, maiores valores para 70% de sombreamento, com exceção do 3º ciclo. A maior taxa de alongamento do colmo parece ser uma tendência geral para as plantas cultivadas à sombra, forma comum de se compensar o déficit luminoso, modificando sua estrutura conforme relatado por Skuterud (1984) e Samarakoon *et al.* (1990). De fato, o fluxo e o padrão de alocação de fotoassimilados são modificados pela planta quando submetida ao sombreamento (CASTRO *et al.*, 1999; PACIULLO *et al.*, 2008).

TABELA 3
Características morfogênicas da *B. decumbens*, conforme ciclo de crescimento e percentagem de sombra

Ciclos de Crescimento				
% sombreamento	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Taxa de alongamento de folha (mm/perfilho/dia)				
0%	17,2 Ac	11,3 Bc	15,8 Aa	15,0 ABb
20%	23,1 Ab	16,1 BCb	12,7 Ca	18,7 Bb
70%	29,5 Aa	25,8 Aa	14,1 Ba	26,0 Aa
Taxa de alongamento de colmo (mm/perfilho/dia)				
0%	7,1 Ac	3,4 Bb	4,6 Ba	3,3 Bc
20%	9,3 Ab	4,2 Bb	3,7 Ba	5,1 Bb
70%	11,5 Aa	6,9 Ba	4,2 Ca	6,6 Ba

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

A taxa de aparecimento de folhas variou ($P < 0,05$) com a interação grau de sombreamento versus fertilização/calagem (TAB. 4). A fertilização repercutiu em aumento da taxa de aparecimento, com exceção dos valores obtidos em sombra moderada, cujas taxas foram semelhantes. Para o grau de sombreamento, nenhum efeito foi observado na ausência

de adubação, no entanto, na presença de adubação, foi detectado menor valor na taxa de aparecimento de folhas para o sombreamento intermediário. A literatura mostra ausência ou pequeno efeito do sombreamento na taxa de aparecimento foliar (PACIULLO *et al.*, 2008).

Não foi observada variação consistente para a característica filocrono em relação à interação entre os tratamentos nível de sombreamento e uso ou não da fertilização/calagem.

TABELA 4
Taxa de aparecimento de folhas (folha/perfilho/dia) da *B. decumbens* conforme o nível de sombreamento e fertilização

% de Sombreamento	Fertilização	
	Com	Sem
0%	0,1038 Aa	0,0875 Ba
20%	0,0913 Ab	0,0944 Aa
70%	0,1144 Aa	0,0963 Ba

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

Ao observar a duração de vida das folhas ao longo do período experimental, pôde ser verificada diferença significativa para as plantas sobre o sombreamento intermediário, demonstrando um maior valor para esta característica em relação aos outros níveis de sombreamento (TAB. 5).

TABELA 5
Duração de vida das folhas (dias) da *B. decumbens* em função dos níveis de sombreamento

	% Sombreamento		
	0%	20%	70%
Média	53,74 B	60,22 A	50,57 B

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

A percentagem de perfilhos reprodutivos (TAB. 6) foi influenciada pela interação entre ciclos de crescimento versus sombreamento, quando ocorreu decréscimo na percentagem ao longo dos ciclos para todos os níveis de sombreamento, além de uma tendência de redução deste valor à medida que se aumenta a porcentagem de sombra. Resultado parecido foi verificado por Castro & Carvalho (2000) e Carvalho *et al.* (2002) que observaram redução na densidade de inflorescências (unidade/m²), além de retardamento do

início do florescimento na *B. decumbens*, *B. brizantha* cv. Marandu e *Andropogom gayanus* cv. Planaltina em condições de sombreamento artificial (30% e 60%).

O efeito do sombreamento retardando o início do florescimento e conseqüentemente reduzindo a percentagem de perfilhos reprodutivos em cada ciclo de crescimento na *B. decumbens* pode estar relacionado com o crescimento vegetativo mais prolongado das plantas sob essas condições, corroborando as afirmativas de Carvalho *et al.* (2002). No mesmo sentido, Ovalle & Avendaño (1994) observaram um retardamento em todas as fases fenológicas de gramíneas e leguminosas sob cobertura de 80% com árvores de *Acacia caven* em relação às plantas das áreas a sol pleno.

Para a característica perfilhos/m², os resultados condizem com a literatura (PACIULLO *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2011), ao demonstrarem redução significativa na quantidade de perfilhos/m² à medida que se aumenta o sombreamento ao qual a planta é submetida. Por ser uma das características mais influenciadas pelo nível de sombreamento, a densidade populacional de perfilhos torna-se importante na produção de forragem em pastagens. A literatura tem constatado redução na taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetidas ao sombreamento (PACIULLO *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2011). A importância da intensidade da sombra sobre esse fator foi demonstrada em pastagem de *B. decumbens*, cuja densidade populacional de perfilhos por m² aumentou de 253 para 447 quando a intensidade de luz se elevou, respectivamente, de 35 para 65%, em relação à condição de sol pleno (PACIULLO *et al.*, 2007).

As alterações no perfilhamento são induzidas por mudanças na intensidade e na qualidade da luz interceptada por plantas sombreadas (WILSON e LUDLOW, 1991). Segundo esses autores, a qualidade da luz que passa através das copas das árvores é alterada porque as folhas absorvem, preferencialmente, radiação cujo comprimento de onda esteja na faixa de 400-700 nm. A luz cujo comprimento de onda esteja compreendido entre o azul e o vermelho é reduzida em comparação com o espectro verde e infravermelho, diminuindo a relação luz vermelha/luz infravermelha. A queda dessa relação, em condições de sombreamento natural, causa importantes efeitos sobre a morfogênese das plantas, principalmente diminuindo o perfilhamento das gramíneas (GAUTIER *et al.*, 1999).

Ao observar a característica relação folha/colmo (TAB. 6), a interação entre níveis de sombreamento e ciclos de crescimento revelou ser maior nas plantas submetidas ao sombreamento intermediário (20%) nos 1º, 2º e 3º ciclos, igual no 4º ciclo em relação às

plantas submetidas a 70% de sombra. Em condições de luminosidade reduzida, as folhas se tornam mais tenras e alongadas, características adaptativas e competitivas por radiação, conseqüentemente elevando sua relação folha/colmo (PACIULLO *et al.*, 2007; SOARES *et al.*, 2009).

O número de folhas verdes/perfilho aumentou com o sombreamento nos 1º, 2º e 4º ciclos; no 3º ciclo os valores cresceram com aumento do grau de sombreamento (TAB. 6), resultado também encontrado por Wilson *et al.* (1990). No mesmo sentido, de acordo com Reich *et al.* (1991), as espécies mais tolerantes à sombra como a *B. decumbens* apresentam maior longevidade das folhas, ou seja, mantêm suas folhas verdes por um período mais longo e aumentam seu potencial de retorno fotossintético, compensando a redução da radiação incidente, o que pode explicar, em parte, os resultados obtidos.

TABELA 6
Características estruturais da *B. decumbens* conforme nível de sombreamento e ciclo de crescimento

% Sombreamento	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Perfilhos Reprodutivos (%)				
0%	27,1 Aa	8,3 BCa	8,9 Ba	4,7 Ca
20%	12,4 Ac	3,3 BCb	4,9 Ba	0,6 Cb
70%	17,6 Ab	2,6 Cb	6,5 Ba	1,3 Cab
Perfilhos Vegetativos (%)				
0%	72,9 Cc	91,7 ABb	91,2 Ba	95,3 Ab
20%	87,6 Ca	96,7 ABa	95,1 Ba	99,4 Aa
70%	82,4 Cb	97,4 Aa	93,5 Ba	98,7 Aab
Nº de Perfilhos/m²				
0%	711,2 Ca	618,6 Da	847,7 Ba	928,7 Aa
20%	601,4 Cb	570,5 Ca	858,0 Aa	709,6 Bb
70%	391,9 Bc	308,1 Cb	491,5 Ab	322,3 BCb
Relação Folha/Colmo				
0%	0,6813 Cc	0,8850 Bb	0,9075 ABa	0,9788 Ab
20%	0,9463 Ba	1,0288 Aa	0,9088 Ba	1,1000 Aa
70%	0,8312 Bb	0,8700 Bb	0,6725 Cb	1,1425 Aa
Nº folhas verdes (Unid.)				
0%	5,58 Ab	4,25 Cb	5,44 ABa	4,60 BCb
20%	5,73 Aab	5,11 Ba	4,83 Bab	5,33 ABab
70%	6,04 Aa	5,13 Ba	4,25 Cb	5,50 ABa

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

Quanto ao número de folhas verdes, pode-se observar (TAB. 7) uma leve tendência decrescente no decorrer dos ciclos de crescimento, o que pode ser relacionado à maturidade fisiológica das plantas ao longo do período experimental.

TABELA 7
Número de folhas verdes da *B. decumbens* em razão dos ciclos de crescimento

	Ciclos de Crescimento			
	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo
Média	5,78 A	4,83 B	4,84 B	5,14 B

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

Pode-se observar na tabela 7 que o efeito da interação nível de sombreamento e uso ou não da fertilização foi significativo para número de perfilhos/m² quando se compara as plantas submetidas a 0% e 20% de sombreamento com uso da fertilização. No entanto, para as plantas submetidas a 70% de sombreamento não houve efeito da fertilização, demonstrando que a redução excessiva de radiação fotossinteticamente ativa passa a ser um fator limitante para o perfilhamento e não mais a deficiência de nutrientes no solo. De fato, resultados encontrados na literatura (GAUTIER, 1999; ANDRADE *et al.*, 2004; PACIULLO *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2011) corroboram a importância da radiação solar na produção de novos perfilhos em gramíneas forrageiras.

TABELA 8
Número de perfilhos/m² da *B. decumbens* conforme o uso de Fertilização adubação e nível de sombreamento

% Sombreamento	Fertilização	
	Com	Sem
0%	859,4 Aa	693,2 Ba
20%	743,1 Ab	626,7 Ba
70%	358,9 Ac	398,0 Ab

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A *B. decumbens* passa por um processo de aclimação morfológica influenciada principalmente pela RFA recebida. A taxa de aparecimento de folha aparentemente é a única variável morfogênica influenciada pela interação nível de sombreamento versus fertilização.

Perfilhos vegetativos, reprodutivos e relação folha/colmo são características influenciadas pelo nível de sombreamento em que a planta é submetida. Por outro lado, a densidade populacional de perfilhos é uma característica sensível tanto a variações da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa recebida quanto à variação na fertilidade do solo, podendo apresentar resultados satisfatórios sob sombreamento moderado associado à fertilização.

O excesso de sombra passa a se tornar um fator inibidor do aproveitamento dos nutrientes disponíveis no solo pela planta, pois parece interferir no fluxo e alocação dos fotoassimilados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1178-1185, 2001.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p.263-270, 2004.

CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M. Manejo das pastagens para produção intensiva. In: NEIVA, A.C.G.R.; NEIVA, J.N.M. **Do campus para o campo: tecnologias para a produção de leite**. Expressão Gráfica e Editora LTDA. Fortaleza. p.63-85. 2006.

CANTARUTTI, R. B. et al., Pastagens. In: ALVARES, V. H., DIAS, L. E., RIBEIRO, A. C., SOUZA, R. B. Uso de gesso agrícola. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS: **Recomendação para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação** - RIBEIRO, A. C., GUIMARÃES, P. T. G., V. ALVAREZ, V. H. (Eds.). Viçosa, MG, 359p. p. 332-341. 1999.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CASTRO, C.R.T. **Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento**. 1996. 247p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.919-927, 1999.

CASTRO, C.R.T.; CARVALHO, M.M. Florescimento de gramíneas forrageiras cultivadas sob luminosidade reduzida. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 163-166, 2000.

CHAPMAM, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. ed. **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, p. 55-64. 1993.

DURU, M.; DUCROCQ, H. Growth and senescence of the successive leaves on a Cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. **Annals of Botany**, v.85, p.645-653, 2000
GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, v.70, p.437-442, 1992.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, v.83, p.423-429, 1999.

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

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three Brachiaria species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring Sward Structure. In: MANNETJE, L., JONES, R.M. eds. **Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production Research**. Wallingford: CAB International, p.103-121. 2000.

LITTEL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, v.19, p.1793-1819, 2000.

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

OVALLE, C.; AVENDAÑO, J. Influencia del árbol sobre la vegetación em lós espinales (*Acácia caven*) dela zona mediterrânea de Chile. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROPASTORIS, 1. Proto Velho. **Anais...** Colombo: Embrapa – CNPF, 1994. p. 151-159. (Documentos, 27). 1994.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M. et al. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.317-323, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M. et al. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.02, p.270-276, 2011.

REICH, P.B.; UHL,C.; WALTERS, M.B. et al. Leaf life-span as a determinant of leaf structure and function among 23 amazonian tree species. **Oecologia**, v.86, p.16-24, 1991.

SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v.114, p.161-169, 1990.

SIMON, J. C.; LEMAIRE, G. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. **Grass and Forage Science**, v.42, p.373-380, 1987.

SKUTERUD, R. Growth of *Elymus repens* (L.) Gould and *Agrostis gigantea* Roth. at different light intensities. **Weed Res.**, 24(1):51-57. 1984.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

WILSON, J.R.; HILL, K.; CAMERON, D.M.; SHELTON, H.M. The growth of *Paspalum notatum* under shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 24, n. 1, p. 24-28, 1990.

WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: SHELTON,H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops**. Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, Proc. No. 32, 168 p., pp. 10-24. 1991.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communication in Statistics**, v.22, p.1079-1106, 1993.

ARTIGO II

produção e valor nutritivo da *brachiaria decumbens* conforme o sombreamento e uso da fertilização

LOPES, Clenardo Macedo. Produção e valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* conforme o sombreamento e uso da fertilização. 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

RESUMO

Sabe-se que a luminosidade e o nitrogênio são importantes fatores que influenciam no crescimento das plantas, entretanto, alguns estudos sugerem que a resposta ao nitrogênio depende da irradiância a qual a gramínea está submetida. O valor nutritivo das forrageiras, definido em função de sua composição química e digestibilidade potencial, depende de fatores químicos, físicos e estruturais inerentes à planta, e todos, de alguma forma, são influenciados por fatores do meio, principalmente as condições edafoclimáticas. Este estudo teve como objetivo avaliar as características produtivas e valor nutritivo da *B. decumbens* submetida a diferentes níveis de sombreamento, com ou sem uso da fertilização. O trabalho foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco - MG, entre novembro 2010 e março de 2011, num sistema silvipastoril instalado em novembro de 1997. Os tratamentos foram dispostos, com uso do delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 que consistiram de três ambientes em termos de irradiância recebida pelo pasto (sol pleno, sombreamento intermediário, caracterizado pela redução de 20% da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) e sombreamento intenso, caracterizado pela

redução de 70% da RFA). Em cada uma das condições de radiação, as plantas foram cultivadas na presença ou ausência de fertilização do solo, durante quatro ciclos de crescimento, com quatro repetições. A condição de sol pleno foi obtida em uma pastagem de *B. decumbens* estabelecida em área contígua ao sistema silvipastoril, enquanto as condições de sombra foram obtidas dentro do sistema silvipastoril, entre 8 e 12m de distância do renque arborizado (20% de sombra) e sob a copa das árvores (70% de sombra). As unidades experimentais apresentavam área igual a 20m². As análises de variância foram realizadas com dados não transformados, analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.0 para Windows, específico para casos de medidas repetidas nos quais o tempo é um fator a ser estudado como causa de variação. Como efeitos aleatórios foram considerados o erro experimental entre unidades e o erro para a mesma unidade no tempo. As médias dos tratamentos foram comparadas com emprego do teste LSMENS (P<0,05). A Escrever por extenso o significado da sigla (MS), massa de forragem e densidade de forragem são características que tendem a redução quando submetidas ao sombreamento. O efeito da interação fertilização versus sombreamento moderado parece ser positivo para as características massa de folha, colmo e verde e densidade de forragem. No entanto, a taxa de acúmulo parece ser somente influenciada pela fertilização quando não há a interferência do sombreamento. As características Escrever por extenso o significado da sigla (FDN), idem (FDA) e idem (DIVMS) apresentam médias decrescentes quando submetidas à redução da intensidade luminosa. Entretanto, para a idem (PB) esta tendência torna-se crescente.

Palavras-Chave: Adubação. Calcário. Produção de forragem. Sombreamento natural.

Production and nutritive value of *Brachiaria decumbens* according to shading and fertilization.

LOPES, Clenardo Macedo. Production and nutritive value of *brachiaria decumbens* as the use of shading and fertilization. 2012. 53p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2012.

ABSTRACT

It is known that the brightness and nitrogen are important factors that influence plant growth; however, some studies suggest that the response to nitrogen depends on the irradiance to which the grass is submitted. The nutritive value of forages, defined by their chemical composition and potential digestibility, depend on chemical, physical and structural factors of plants, considering that all of them are, somehow, influenced by environmental factors, especially soil and climatic conditions. This study aimed to evaluate the production characteristics and nutritive value of *Brachiaria decumbens* under different levels of shading, with or without the use of fertilization. Treatments were arranged in a randomized block design, in a factorial scheme 3x2, consisting of three environments that received different irradiation (full sun, intermediate shade - characterized by a reduction of 20% of photosynthetic active radiation (PAR) and intense shade - characterized by reduction of 70%). In each of the radiation conditions, the plants were cultivated with and without soil fertilization, for four cycles of growth, with four replicates. Full sunlight condition was achieved in a pasture of *B. decumbens* established in an area under contiguous silvopastoral system, while the shade conditions were obtained in the silvopastoral system, between 8 and 12 m far from the trees (20% shade) and under the canopy (70 % shade). Experimental units had an area of 20 m². Analyses of variance were performed with unprocessed data, being analyzed through the MIXED procedure of SAS[®] (Statistical Analysis System), version 9.0 for Windows. It is for specific cases of measurements repeated over time and time is considered a factor to cause variation. Experimental error among units and the error for the same unit over time were considered as random effects. The treatment means were compared with LSMENS test (P <0.05). Dry matter, forage mass and forage density are characteristics that tend to decrease when submitted to shade. The effect of moderate shade x fertilization interaction seems to be positive for the characteristic leaf mass, stem and forage density. However, the accumulation rate seems to be only influenced by the fertilization when there is

no shading interference. Characteristics NDF, NDA and IVDDM decrease when submitted to reduced light intensity. However for PB the tendency is increasing.

Keywords: Fertilizer. Forage production. Lime. Natural shade.

INTRODUÇÃO

O sistema silvipastoril, técnica de exploração agropecuária na qual se integram árvores e forrageiras/animal em uma mesma área tem sido bastante estudado para o alcance da sustentabilidade em sistemas de produção animal, tendo em vista suas potencialidades para aumentar a fertilidade do solo, melhorar a qualidade da forragem, promover conforto térmico aos animais e propiciar diversificação de renda para o produtor. Entretanto, nos sistemas silvipastoris, o sombreamento produzido pelas árvores modifica significativamente o microclima do sub-bosque, afetando a quantidade e a qualidade da forragem produzida (LIN *et al.*, 1999; ANDRADE *et al.*, 2004; PACIULLO *et al.*, 2007).

O crescimento das forrageiras em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como a tolerância das espécies à sombra, o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores e a competição entre as plantas, com relação à água e nutrientes do solo (RIBASKI *et al.*, 2001). Em geral as forrageiras tolerantes ao sombreamento apresentam alterações morfofisiológicas, quando cultivadas à sombra, que lhes confere maior capacidade de produção, quando comparadas às espécies não tolerantes em cultivo sob luminosidade reduzida.

O valor nutritivo das forrageiras, definido em função de sua composição química e digestibilidade potencial, depende de fatores químicos, físicos e estruturais inerentes à planta (MOORE, 1994), e todos, de alguma forma, são influenciados por fatores do meio, principalmente as condições edafoclimáticas. O ambiente luminoso, sob o qual as plantas se desenvolvem, afeta sua produção, persistência e valor nutritivo (JOHNSON *et al.*, 2002). Isso faz com que as plantas crescidas em ambientes sombreados, como em sub-bosques de sistemas silvipastoris, apresentem variações na qualidade da forragem produzida, em comparação às plantas que se desenvolvem a pleno sol.

Sabe-se que a luminosidade e o nitrogênio são importantes fatores que influenciam no crescimento das plantas (DIAS-FILHO, 2000; GUENNI *et al.*, 2008). Entretanto, alguns

estudos sugerem que a resposta ao nitrogênio depende da irradiância a qual a gramínea está submetida (GUENNI *et al.*, 2008; FERNANDES *et al.*, 2008).

Este estudo teve como objetivo avaliar as características produtivas e o valor nutritivo da *B. decumbens* submetida a diferentes níveis de sombreamento, com ou sem uso da fertilização.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Campo Experimental José Henrique Bruschi, pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Gado de Leite, no município de Coronel Pacheco - MG, entre novembro 2010 e março de 2011, num sistema silvipastoril instalado em novembro de 1997, numa área com declividade de aproximadamente 30%. As coordenadas geográficas do local são 21°33'22'' de latitude Sul, 43°06'15'' de longitude Oeste, e 410m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (mesotérmico). O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico e de textura argilosa.

As árvores foram plantadas em renques com quatro linhas, no espaçamento de 3x3m. Os renques foram estabelecidos em nível e distanciados de 30m uns dos outros. O componente arbóreo da área usado neste estudo foi constituído pela leguminosa *Acacia mangium*, além do *Eucalyptus grandis*.

Após o plantio em novembro de 1997, foram aplicados nas faixas de 30m, em que seria introduzida a braquiária, 1000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, 600 kg ha⁻¹ de fosfato de Araxá, 25 kg ha⁻¹ de superfosfato simples, 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio e 30 kg ha⁻¹ de escrever o significado da sigla (FTE) BR-16, sendo esta a única fertilização e calagem feita até o início do período experimental em novembro de 2010. As características do solo em outubro de 2010 eram: V, 11,4 %; pH em água, 4,26; P disponível (Mehlich⁻¹), 2,98 mg dm⁻³; Al, 0,94 cmolc dm⁻³; K, 38,2 mg dm⁻³; Ca, 0,44 cmolc dm⁻³; Mg, 0,24 cmolc dm⁻³. Os dados climáticos relativos ao período experimental foram coletados na estação meteorológica, a cerca de 500m da área experimental (TAB. 1).

TABELA 1

Valores médios mensais de temperatura máxima e mínima e acúmulos de precipitação pluviométrica durante o período experimental

Mês	T máx (°C)	T mín (°C)	Precipitação (mm)
Novembro	26,9	18,6	274,8

Dezembro	30,1	20,5	224,2
Janeiro	29,7	20,3	115,6
Fevereiro	32,1	19,7	40,2
Março	28,0	20,0	121,6

Os tratamentos foram dispostos, com uso do delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x2 que consistiram de três ambientes em termos de irradiância recebida pelo pasto (sol pleno, sombreamento intermediário, caracterizado pela redução de 20% da Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA) e sombreamento intenso, caracterizado pela redução de 70% da RFA). Em cada uma das condições de radiação, as plantas foram cultivadas na presença ou ausência de fertilização do solo, durante quatro ciclos de crescimento, com quatro repetições. A condição de sol pleno foi obtida em uma pastagem de *B. decumbens* estabelecida em área contígua ao sistema silvipastoril, enquanto as condições de sombra foram obtidas dentro do sistema silvipastoril, entre 8 e 12m de distância do renque arborizado (20% de sombra) e sob a copa das árvores (70% de sombra). As unidades experimentais apresentavam área igual a 20m², perfazendo uma área total de 480m².

Para as avaliações da quantidade RFA recebida pelo dossel forrageiro e consequente estimativa da porcentagem de sombreamento, foi utilizado o aparelho analisador de dossel – AccuPAR Linear PAR/LAI ceptometer, Model PAR – 80 (DECAGON Devices) com o qual foram feitas as medições nos horários de 9h00, 12h00 e 15h00, uma vez a cada ciclo de crescimento em dias de céu aberto.

A dose de calcário foi calculada para elevação da saturação por bases do solo para 40% (CANTARUTTI *et al.*, 1999) e aplicada em superfície. Assim, a necessidade da calcário calculada foi dividida por quatro, para se obter a quantidade necessária para a incorporação de cinco centímetros no solo. A adubação foi parcelada em duas aplicações. A primeira, após o corte de uniformização, com 40, 60 e 40 kg.ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, nas formas de ureia, superfostato simples e cloreto de potássio, respectivamente. A segunda aplicação ocorreu nos dois ciclos de crescimento subsequentes utilizando-se as mesmas doses e fontes de N e K₂O, perfazendo total de 80 kg.ha⁻¹ de nitrogênio, 60 kg.ha⁻¹ de fósforo e 80 kg.ha⁻¹ de potássio.

As avaliações foram realizadas durante quatro períodos de crescimento, e as amostragens feitas quando o dossel forrageiro atingia 40cm de altura em relação ao nível do solo. O primeiro ciclo de crescimento teve início no dia 27 de novembro de 2010 após o corte de uniformização do pasto. Para os cortes de uniformização pós-amostragens, foi adotada altura de resíduo do dossel de 15cm em relação ao nível do solo.

TABELA 2
Período de crescimento de cada ciclo de acordo com cada tratamento

	Período em dias de cada ciclo de crescimento			
	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo
Pleno sol sem fertilização	28	40	36	40
Pleno sol com fertilização	28	40	36	32
20% de sombreamento sem fertilização	28	40	36	40
20 % de sombreamento com fertilização	28	40	36	32
70% de sombreamento sem fertilização	28	27	31	33
70% de sombreamento com fertilização	28	27	31	33

Duas amostras da forragem foram coletadas em cada parcela, ao final de cada ciclo de crescimento, sempre que o dossel atingia a altura média de 40cm. Estas alturas do dossel foram acompanhadas semanalmente com o auxílio de uma régua graduada. Os cortes eram feitos rentes ao solo, com auxílio de um cutelo, em uma área que constituía a unidade amostral, de 0,25 m² (0,5x0,5). Estas amostras foram pesadas, subamostradas e separadas em lâmina foliar, colmo mais bainha foliar e material morto. Cada componente foi pesado e levado à estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C por 72 horas, para determinação do teor de matéria seca. A partir dessas informações foram estimadas as massas de folha, colmo e material morto além da massa total.

A diferença entre a quantidade de massa seca de forragem verde residual (0 a 15cm de altura), estimada após a amostragem em uma determinada data, e a massa seca de forragem verde da véspera da próxima amostragem serviu para estimar o acúmulo de forragem.

A massa verde total foi constituída pelo somatório da massa de folha e de colmo em kg/ha de matéria seca. Já a densidade de forragem foi calculada a partir da massa seca total dividida pela altura média do pasto em centímetros.

Para a análise de composição bromatológica, foram coletadas duas amostras por parcela acima da altura de resíduo de 15cm, com o auxílio de uma moldura metálica de 0,5x0,5m. As amostras foram agrupadas por parcela, secas em estufa a 55 °C, moídas a 1mm e analisadas quanto à digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e aos teores de proteína bruta (PB), fibra de detergente neutro (FDN), fibra de detergente ácido (FDA) e lignina, conforme Silva & queiroz (2002).

Todos os conjuntos de valores foram testados, antes da análise geral global, com a finalidade de assegurar se as quatro prerrogativas básicas da análise de variância (aditividade do modelo, independência, normalidade e homogeneidade dos erros) estavam sendo respeitadas. As análises de variância foram realizadas com dados não transformados,

analisados por meio do procedimento MIXED do pacote estatístico *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.0 para Windows, específico para casos de medidas repetidas nos quais o tempo é um fator a ser estudado como causa de variação. A escolha da matriz de variância e de covariância foi feita utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993) e a análise de variância feita com base nas seguintes causas de variação: sombreamento, adubação, ciclos de crescimento e as interações entre elas. Os efeitos de sombreamento, adubação e ciclos de crescimento e suas interações foram considerados fixos. Como efeitos aleatórios foram considerados o erro experimental entre unidades e o erro para a mesma unidade no tempo. As médias dos tratamentos foram comparadas com emprego do teste LSMENS ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens de matéria seca (MS) nas folhas e colmos variaram com a interação sombreamento versus ciclo de crescimento (TAB. 3). De modo geral, houve decréscimo do teor de MS à medida que se reduziu a intensidade da radiação incidente no pasto. Resultado semelhante é constatado na literatura (ERIKSEN E WHITNEY, 1981; SMITH E WHITEMAN, 1983; SAMARAKOON *et al.*, 1990; CARVALHO *et al.*, 1995; CASTRO *et al.*, 1999). De acordo com Jefferies (1965), em conformidade com os resultados obtidos no presente estudo, a diminuição do teor de matéria seca em plantas submetidas a sombreamento se deve ao desenvolvimento mais lento das plantas, com reduzida velocidade de perda de água pelos seus tecidos, os quais permanecem suculentos por maior período de tempo. Quanto ao efeito de ciclo de crescimento, observaram-se maiores teores no segundo ciclo, em relação aos demais, para o monocultivo e o sombreamento intermediário, provavelmente em decorrência de um período sem chuvas prolongado nessa época. No sombreamento mais intenso, provavelmente as condições mais estáveis de umidade no solo, conforme TAB.4 (menor evapotranspiração), contribuíram para menor variação dos teores de MS nas plantas, mesmo em condições de redução na precipitação pluviométrica.

TABELA 3

Composição morfológica da *B. decumbens*, conforme ciclo de crescimento e percentagem de sombreamento

% Sombreamento	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
	Matéria Seca na Folha (%)			
0 %	25,0 Ca	32,6 Ab	20,8 Da	27,1 Ba

Continua

				Conclusão
20 %	22,9 Bb	36,1 Aa	19,6 Ca	24,2 Bb
70 %	21,1 Ab	20,7 Ac	20,6 Aa	18,7 Bc
Matéria Seca no Colmo (%)				
0 %	23,7 Ca	32,4 Ab	20,5 Da	27,7 Ba
20 %	22,1 Cb	36,1 Aa	19,9 Dab	24,7 Bb
70 %	19,7 Abc	20,8 Ac	18,9 Bb	17,4 Cc

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

TABELA 4
Umidade do solo, da área experimental conforme grau de sombreamento

	0%	20%	70%
Média	10,32 B	12,96 A	14,52 A

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

As massas de folha, colmo, material morto e total, assim como a massa seca verde, também variaram ($P < 0,05$) com a interação sombreamento versus ciclo de crescimento (TAB. 5). Os menores valores de massa para todos os componentes foram observados na sombra intensa e os maiores a pleno sol. Na condição de sombra intermediária, as massas foram ora semelhantes às do pleno sol, ora intermediárias às duas outras condições.

No entanto, a massa de forragem por ciclo não apresentou uma variação consistente, o que pode ser explicado pelas variáveis do ambiente, temperatura máxima, mínima e precipitação pluviométrica do período de cada ciclo de crescimento.

A *B. decumbens* é considerada medianamente tolerante ao sombreamento, mas tem apresentado redução acentuada da produção de forragem quando submetida às condições de sombreamento intenso, em geral com níveis de sombra acima de 50% da luz solar plena (ANDRADE *et al.*, 2004; PACIULLO *et al.*, 2007), o que se confirmou no presente estudo.

Paciullo *et al.*, (2008) trabalhando com *B. decumbens* em sistema silvipastoril, observaram taxa de produção de matéria seca maior em condições de 50% de sombreamento, quando comparada às produções sob sombra intermediária e sol pleno. Os autores atribuíram o resultado a dois fatores: primeiro, à compensação da menor densidade populacional de perfilhos à sombra de 50% pelo aumento significativo do peso de perfilho e, segundo, à possibilidade do efeito positivo da decomposição da serrapilheira das árvores leguminosas, na mineralização de nutrientes, o que pode ter repercutido na disponibilização de nutrientes no solo.

Castro *et al.* (1999) observaram redução de 50% no rendimento forrageiro da *B. decumbens* quando cultivada com 60% de sombreamento artificial.

Andrade *et al.* (2004) testaram várias espécies forrageiras sob níveis de sombreamento e constataram para a *B. brizantha* cv. Marandu, sob 50% e 70% de sombra decréscimos nas taxas de acúmulo de MS de 13% e 60%, respectivamente, em relação à condição de pleno sol.

Quanto à densidade de forragem, observou-se redução acentuada com o aumento da sombra, refletindo as menores massas de forragem nessa condição. Ao sol pleno, foram verificadas as maiores densidade de forragem, com exceção do segundo ciclo, quando os valores obtidos à sombra intermediária foram semelhantes ao do sol pleno. A densidade de forragem praticamente não variou com os ciclos, nas duas condições de sombreamento, mas apresentou maiores disparidades entre os valores no sol pleno.

TABELA 5
Composição morfológica da *B. decumbens*, conforme ciclo de crescimento e percentagem de sombreamento

	1º Ciclo	2º Ciclo	3º Ciclo	4º Ciclo
continua				
Massa de Folha (kg/ha de MS)				
0 %	1009,11 Ba	715,58 Cb	845,21 Ca	1299,61 Aa
20 %	989,96 Aa	877,26 Aba	818,80 Ba	953,33 ABb
70 %	591,33 Ab	411,70 Bc	380,62 Bb	438,37 Bc
Massa de Colmo (kg/ha de MS)				
0 %	1475,60 Aa	829,71 Ba	930,58 Ba	1358,47 Aa
20 %	1025,69 Ab	806,13 Ba	926,49 ABa	885,60 ABb
70 %	714,62 Ac	477,69 BCb	535,42 Bb	363,97 Cc
Massa de Material Morto (kg/ha de MS)				
0 %	682,19 Da	1462,44 Aa	888,91 Ca	1100,64 Ba
20 %	665,77 Ba	969,71 Ab	813,36 ABa	855,05 Ab
70 %	218,47 Bb	357,36 Abc	413,33 Ab	196,21 Bc
Massa Total (kg/ha de MS)				
0 %	3167 Ba	2999 Ba	2665 Ca	3759 Aa
20 %	2681 Ab	2653 Aa	2559 Aa	2694 Ab
70 %	1524 Ac	1247 ABb	1329 Ab	999 Bc
Massa Seca Verde (kg/ha de MS)				
0 %	2485 Aa	1536 Ba	1776 Ba	2658 Aa
20 %	2016 Ab	1683 Ba	1745 Aba	1839 ABb
70 %	1306 Ac	889 Bb	917 Bb	802 Bc
Densidade de Forragem (kg/cm.ha de MS)				

Continua

				Conclusão
0 %	49,70 Ba	39,39 Ca	48,38 Ba	69,84 Aa
20 %	40,32 Ab	43,16 Aa	42,04 Ab	45,16 Ab
70 %	26,12 Ac	22,81 Ab	22,06 Ac	16,43 Bc

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

A interação sombreamento versus fertilização não foi significativa para as variáveis percentagem de matéria seca da folha e do colmo. No entanto, observou-se significância ($P < 0,05$) para massa de folha, de colmo e massa seca verde (TAB. 6). Para condições de sol pleno e sombreamento intermediário, as massas foram maiores com uso de fertilização, quando comparado ao manejo sem adição de adubo. Sob a copa das árvores, onde havia sombreamento intenso, não se observou efeito da aplicação de fertilizante. Esses resultados são corroborados por resultados encontrados na literatura com plantas do gênero *Brachiaria* (GUENNI *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2011).

A densidade de forragem também variou com a interação sombreamento versus fertilização (TAB. 6). Os valores decresceram com o aumento do nível de sombra, refletindo o padrão observado para massa de forragem. A adubação proporcionou aumento da densidade de forragem na condição de sol pleno, mas não influenciou a densidade do pasto cultivado sob os dois níveis de sombreamento. A despeito da ausência de efeito da adubação na condição de sombra intermediária, ressalta-se a diferença numérica de aproximadamente 21% em favor da densidade de forragem com uso de fertilização.

TABELA 6

Composição morfológica da *B. decumbens* conforme nível de sombreamento e uso da fertilização

% Sombreamento	Com	Sem
Massa de Folha (kg/ha MS)		
0 %	1070,60 Aa	864,15 Ba
20 %	1012,41 Aa	807,27 Ba
70 %	439,71 Ab	471,35 Ab
Massa de Colmo (kg/ha MS)		
0 %	1299,8 Aa	992,88 Ba
20 %	1002,14 Ab	819,82 Bb
70 %	516,9 Ac	529,17 Ac
Massa Seca Verde (kg/ha MS)		
0 %	2370 Aa	1857 Ba
20 %	2015 Ab	1627 Bb
70 %	956 Ac	1001 Ac
Densidade de Forragem (kg/cm.ha MS)		

Continua

		Conclusão
0 %	57,59 Aa	46,07 Ba
20 %	46,65 Bb	38,69 Bb
70 %	20,91 Ac	22,80 Ac

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

O efeito da fertilização apresentou uma variação significativa ($P < 0,05$) para a percentagem de matéria seca da folha da *B. decumbens*, se revelando estatisticamente menor.

A percentagem de massa de colmo em relação à massa total obteve uma variação significativamente maior quando submetida à fertilização em relação ao controle (sem fertilização/calagem).

TABELA 7

Percentagem de matéria seca de folha e percentagem de massa de colmo em relação à massa total, conforme o uso ou não da fertilização

	Com	Sem
Matéria Seca de Folha (%)		
Média	23,7 B	24,5 A
Massa de colmo em relação a massa total (%)		
Média	38,37 A	35,65 B

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

A interação sombreamento versus fertilização apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para a taxa de acúmulo de matéria seca (TAB. 8). Em condições de sol pleno observou-se aumento de 50% na taxa de acúmulo em resposta ao adubo aplicado. Entretanto, sob sombra, independentemente de sua intensidade, não houve resposta ao adubo, ainda que no sombreamento intermediário a taxa de acúmulo tenha sido, numericamente, 18,3% maior com a adubação, em relação ao tratamento sem adubo.

Fica evidente que a redução da radiação disponível para o crescimento do pasto, imposto pelo componente arbóreo, limita o aproveitamento dos nutrientes provindos da fertilização. Os resultados evidenciam também que a eficiência da adubação, indicada neste caso pelas taxas de acúmulo, nas diferentes condições, é inversamente proporcional ao nível de sombreamento imposto ao pasto, conforme também observado por Guenni *et al.* (2008) e Paciullo *et al.* (2008b;2011).

No entanto, Andrade *et al.* (2004) trabalhando com *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em sistema silvipastoril com eucalipto e utilizando adubação, relataram incremento na taxa de acúmulo de forragem quando utilizaram adubação nitrogenada na dose de 100kg/ha. Os autores concluíram que o crescimento da gramínea estava sendo restringido, não somente pela baixa disponibilidade de nitrogênio no solo. Da mesma forma, Bernardino *et al.* (2011)

relataram aumento da massa de forragem em sistema silvipastoril, com o aumento da dose de N aplicado ao solo. Ressalta-se que as diferenças entre os resultados deste estudo e os relatados por outros autores podem ser devido às diferenças de níveis de sombra, espécie arbórea, espécie forrageira, condições de solo, entre outras.

TABELA 8

Taxa de acúmulo de kg/ha/dia de matéria seca da *B. decumbens* conforme o nível de sombreamento e o uso ou não da fertilização

	Com	Sem
0 %	54,43 Aa	36,15 Ba
20 %	37,72 Ab	31,89 Aa
70 %	15,74 Ac	19,69 Ab

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

De qualquer forma, a ausência de resposta ao fertilizante, em condições de sombra, evidencia a necessidade de mais estudos em sistemas silvipastoris sobre estratégias de fertilização, principalmente para gramíneas de maior capacidade produtiva, usadas em sistemas de produção mais intensivos. Evidentemente, levando-se em conta as baixas massas de forragem sob condições de sombreamento intenso e a ausência de resposta ao fertilizante aplicado ao solo, deduz-se uma inviabilidade de sistemas de produção animal intensivos em sistemas silvipastoris que proporcionem em qualquer momento do período produtivo sombreamento maior que 50% da radiação fotossinteticamente ativa plena (CASTRO *et al.*, 1999; ANDRADE *et al.*, 2004; PACIULLO *et al.*, 2007; GUENNI *et al.*, 2008).

TABELA 9

Taxa de acúmulo de forragem (kg/ha/dia) da *B. decumbens* conforme o nível de sombreamento e ciclos de crescimento

	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
0 %	42,19 Ba	37,12 Ba	56,56 Aa
20 %	39,42 Aa	30,50 Ba	34,50 ABb
70 %	19,83 Ab	19,84 Ab	13,48 Ac

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

Os teores de PB, FDN e FDA, além da DIVMS variaram ($P < 0,05$) com a interação sombreamento versus ciclo de crescimento (TAB. 10). Os teores de lignina não variam com nenhum dos fatores estudados, nem com suas interações, apresentando 5,94 % como valor médio.

Os teores de PB aumentaram com o sombreamento. Segundo Leimare e Chartier (1992), isso ocorre devido à teoria da diluição do nitrogênio, que se baseia no propósito da existência de uma porcentagem de nitrogênio ideal para determinada nível de produção de matéria seca na planta. A maior produção de forragem a pleno sol pode ter contribuído para maior diluição do nitrogênio absorvido e transmudado para as partes aéreas em relação às plantas sombreadas, para as quais se observou menor produção. Isso ocorre porque a planta metaboliza todo o nitrogênio absorvido, convertendo-o em matéria seca. As plantas adaptadas à sombra tendem a priorizar reservas para o crescimento da área foliar (maior taxa de alongamento de folhas) e para aumentar a concentração de clorofila (SOARES *et al.*, 2009).

A sombra geralmente favorece o aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo (WILSON e WILD, 1991), conseqüentemente induzindo a aumentos na concentração de nitrogênio na matéria seca das gramíneas (SAMARAKOON *et al.* 1990; KEPHART e BUXTON, 1993; CARVALHO *et al.*, 1994; BOTERO e RUSSO, 1998; HERNÁNDEZ *et al.*, 1998; RIBASKI e MONTOYA, 2000).

Para os teores de FDA e FDN foram observados efeitos significativos ($P < 0,05$), com tendência de redução à medida que se eleva o nível de sombreamento, padrão também observado por Paciullo *et al.* (2007) e Deinum *et al.* (1996). Segundo Kephart & Buxton, (1993), a redução nos teores de FDN e FDA em plantas sombreadas pode estar relacionada com a menor disponibilidade de fotoassimilados para o desenvolvimento de parede celular secundária, reduzindo a concentração desses constituintes de parede celular.

Para Deinum *et al.* (1996), o maior teor de FDN das plantas sob condições de alta luminosidade pode estar associado à maior proporção de tecido esclerenquimático, cujas células apresentam paredes mais espessas do que em condições de sombra.

Os valores médios da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) apresentaram uma tendência ao acréscimo à medida que se aumentou o nível de sombreamento. De acordo com Paciullo *et al.* (2007), o maior coeficiente da DIVMS está correlacionado ao maior teor de proteína bruta e menor de fibra de detergente neutro (FDN) na *B. decumbens*, em condições de sombreamento.

Carvalho *et al.* (1994) relataram que o sombreamento para a *B. decumbens* não influenciou os valores de DIVMS na época das chuvas, no entanto, aumentou durante a época seca do ano, em razão de melhores condições de umidade do solo, sob as copas das árvores, permitindo assim que as plantas ficassem mais verdes durante esse período. Deinum *et al.* (1996) observaram, em condições idênticas de cultivo, ausência do efeito na digestibilidade

em outras espécies forrageiras. A literatura mostra inconsistência do efeito da sombra na digestibilidade, o que pode ser atribuído às diferenças decorrentes de espécie forrageira, grau de sombreamento, estação do ano, entre outros (PACIULLO *et al.*, 2007).

Não foi encontrado nenhum efeito significativo sobre as características bromatológicas, FDN, FDA, lignina e PB, além da digestibilidade da matéria seca quando submetida à fertilização.

TABELA 10
Valor nutritivo da *B. decumbens* conforme nível de sombreamento e ciclo de crescimento

% Sombreamento	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4
Proteína Bruta				
0 %	8,46 Cc	8,11 Cc	12,61 Ab	9,84 Bc
20 %	9,90 Cb	9,92 Cb	12,15 Ab	10,97 Bb
70 %	14,10 Ba	14,66 Ba	14,33 Ba	16,26 Aa
FDN				
0 %	70,99 Aa	65,60 Ba	64,31 Bb	65,15 Ba
20 %	68,34 Ab	62,10 Db	66,21 Ba	64,26 Ca
70 %	66,46 Ac	63,05 Bb	66,22 Aa	61,01 Cb
FDA				
0 %	36,83 Aa	32,57 Ba	31,75 BCab	30,94 Cb
20 %	34,89 Ab	30,46 Cb	32,71 Ba	31,92 Ba
70 %	35,17 Aab	31,66 Bab	31,26 Bb	29,23 Cc
DIVMS				
0 %	58,38 Ca	61,47 Bb	67,25 Aa	56,68 Cab
20 %	57,78 Ba	65,00 Aa	66,33 Aa	55,07 Cb
70 %	58,73 Ba	63,88 Aab	61,84 Ab	59,13 Ba

⁽¹⁾Medidas seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste t de student, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A MS, massa de forragem e densidade de forragem são características que tendem à redução quando submetidas ao sombreamento. O efeito da interação fertilização versus sombreamento moderado parece ser positivo para as características massa de folha, colmo e verde e densidade de forragem.

No entanto, a taxa de acúmulo parece ser somente influenciada pela fertilização quando não há a interferência do sombreamento.

As características FDN, FDA e DIVMS apresentam médias decrescentes quando submetidas à redução da intensidade luminosa. Entretanto, para a PB esta tendência torna-se crescente.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.M.; VALENTIN, J.F.; CARNEIRO, J.C.; et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.263-270, 2004.

ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1178-1185, 2001.

BERNADINO, F.S.; TONUCCI, R.G.; GARCIA, R.; NEVES, J.C.L.; ROCHA, G.C. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p. 1412-1419, 2011.

BOTERO, R.; RUSSO, R. O. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. In: CONFERENCIA ELECTRÓNICA DE LA FAO SOBRE AGROFORESTERÍA PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN LATINOAMÉRICA, 1., 1998, Roma. **FAO AGROFOR1**. Roma: FAO, 22p. 1998.

CANTARUTTI, R. B. et al., Pastagens. In: ALVARES, V. H.; DIAS, L. E.; RIBEIRO, A. C.; SOUZA, R. B. Uso de gesso agrícola. COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS: **Recomendação para o uso de corretivo e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação** - RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; V. ALVAREZ, V. H. (Eds.). Viçosa, MG, 359p. p. 332-341. 1999.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicales**, 17(1):24-30. 1995.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem de pastagens de braquiária. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.709-718, 1994.

DEINUM, B.; SULASTRI, R.D.; ZEINAB, M.H.J. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.44, p. 111-124, 1996.

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

ERIKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Effects of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agron. J.**, 73(3):427-433. 1981.

FERNANDES, P.B.; TAVELA, R.C.; PACIULLO, D.S.C.; et al. Efeito de doses de nitrogênio e percentagens de sombreamento na morfogênese e perfilhamento de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: SEMANA DE BIOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2008, Juiz de Fora. **Anais...**Juiz de Fora: UFJF. 2008. CD-ROM.

GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Tropical Grasslands**, v.42, p.75-87, 2008.

HERNÁNDEZ, D.; CARBALLO, M.; REYES, F.; MENDOZA, C. Explotación de un sistema sivopastoril multiasociado para la producción de leche. In: TALLER SILVOPASTORIL LOS ÁRVORES Y ARBUSTOS EN LA GANADERIA, 3., 1998, Matanzas. **Memorias...** Matanzas: EEPF "Indio Hatuey", p. 214. 1998.

JEFFERIES, N.W. Herbage production on a gamble oak range in south western Colorado. **Journal of Range Management**, v.18, n.2, p.212-213, 1965.

JOHNSON, S.E.; SOLLENBERBER, L.E.; ANDRADE, I.F. et al. Nutritive value of rhizome peanut growing under varying levels of artificial shade. **Agronomy Journal**, v.94, p.1071-1077, 2002.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality response of C3 and c4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v.33, p.831-837, 1993.

LEMAIRE, G.; CHARTIER, M. Relationships between growth dynamics and nitrogen uptake for individual sorghum plants growing at different plant densities. In: LEMAIRES, G. (Ed.) **Diagnosis of the nitrogen status in crops**. Paris: INRA - Station de physiologie des Plantes Fourragères, p.3-43. 1992.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F., ET AL. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p. 109-119, 1999.

LITTEL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, v.19, p.1793-1819, 2000.

MOORE, J.E. Forage quality indices: development and application. In: Fahey Jr., G.C. (ed.) **Forage quality, evaluation e utilization**. Madison: ASA, CSSA/SSSA. p. 967-998. 1994.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M. et al. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.317-323, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.04, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M. et al. The growth dynamics in Brachiaria species according to nitrogen dose and shade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.02, p.270-276, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; ARAÚJO, V.B.F.; SOUZA, B.P.; CASTRO, C.R.T.; SOBRINHO, F.S. Crescimento do capim-xaraés, influenciado pela dose de nitrogênio e nível de sombreamento. In: V congresso nordestino de produção animal. **Anais...** Aracaju/SE. 2008b.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L.J.V. Sistema silvipastoris desenvolvidos na região Sul do Brasil: a experiência da Embrapa Florestas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL, 2000, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/FAO, I CD ROM. 2000.

RIBASKI, J.; MONTOYA, L.J.V.; RODIGHIERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos. **Informe Agropecuário**. V.22, n. 212, p. 61-67, 2001.

SAMARAKOON, S. P.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. Growth, morphology and nutritive value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 161-169, 1990.

SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded *Stenotaphrum secundatum* and *Pennisetum clandestinum* herbage. **J. Agric. Sci.**, 114(2):143-150. 1990.

SILVA, J.S.; QUEIROZ, A.C. da. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, p.235. 2002.

SMITH, M.A.; WHITEMAN, P.C. Evaluation of tropical grasses in increasing shade under coconut canopies. **Exp.Agric.**, 19(2):153-161. 1983.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F.; VARELLA, A.C.; FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.443-451, 2009.

WILSON, J.R.; WILD, D. W.M. Improvement of nitrogen nutrition and grass growth under shading. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops**. Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, Proc. No. 32, 168 p., pp. 77-82. 1991.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communication in Statistics**, v.22, p.1079-1106, 1993.

CONCLUSÃO GERAL

Apesar da *B. decumbens* ser considerada, de modo geral, moderadamente tolerante ao sombreamento, a diminuição da intensidade luminosa provoca redução na produtividade das plantas, uma vez que a sombra traz limitações à sua atividade fotossintética.

Em condições de sombreamento moderado aliado ao uso de fertilização a níveis considerados baixos, a *B. decumbens* pode continuar a crescer em níveis satisfatórios.

A resposta à fertilização é muito variada, fortemente influenciada pelo grau de sombreamento, havendo necessidade de mais estudos para melhor esclarecimento quanto à tolerância ao sombreamento e sua resposta à fertilização.