Nutri·Time

Revista Eletrônica

Vol. 13, Nº 04, julho/agosto de 2016
ISSN: 1983-9006
www.nutritime.com.br

A Revista Eletrônica Nutritime é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: http://www.nutritime.com.br. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Produção de forragem em sistemas integrados

Espécies forrageiras, ILPF, produtividade, sombreamento.

Kaio Augusto Ribeiro Santana Cavalini Soares[1]*
Henrique Melo Da Silva[2]
Hozane Alves De Souza[2]
Helio Stinguel[1]

[1]Mestrando em Zootecnia, UFMT/ICAA-Sinop,
[2] Acadêmico do Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso Campus Sinop *E-mail: kaiocavalini@gmail.com

RESUMO

O sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) vem ganhando destaque no cenário nacional e internacional nos últimos anos, devido sua sustentabilidade e viabilidade econômica. Integrando atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, num cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do sistema, em busca da adequação ambiental. Porém, a implantação de árvores em um sistema já estabelecido mudará a configuração da atividade. A competividade por luz e nutrientes entre as árvores e as gramíneas interfere diretamente na produção de forragem, por outro lado, as árvores aumentam a ciclagem de nutrientes e diminui a perda de umidade dentro do sistema. Existem algumas espécies forrageiras tolerantes que quando submetidas ao sombreamento moderado, apresentaram algumas características intrínsecas do sistema que devem ser avaliadas de forma mais conjunta aos outros componentes do sistema, tais como: plasticidade fenotípica, qualidade nutricional e valor nutricional.

Palavras-chave: espécies forrageiras, ILPF, produtividade, sombreamento.

FODDER PRODUCTION IN INTEGRATED SYSTEMS

ABSTRACT

The system of integration crop-livestock-forest (IAFP) has gained prominence on the national and international scene in recent years, owing its sustainability and economic viability. Integrating agricultural, livestock and forestry held in the same area, in intercropping, in succession or rotation, promoting a synergistic effect between the system components, in pursuit of environmental compliance. However, the deployment of trees on a system already established had changed the configuration of the activity. The competitiveness for light and nutrients between the trees and the grass directly interferes in forage production on the other hand, the trees increase nutrient cycling and reduces moisture loss within the system. There are some tolerant forage species when subjected to moderate shading, presented some intrinsic characteristics of the system to be assessed more jointly with other system components such as phenotypic plasticity, nutritional quality and nutritional value.

Keyword: forage species, IAFP, productivity, shading.

INTRODUÇÃO

A integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) apresenta dúvidas sobre aspectos do manejo dos componentes do sistema. Ao se integrar em uma mesma área física plantas herbáceas, arbustivas e/ou arbóreas e animais ruminantes, estabelece-se um ambiente de relações ecológicas, baseadas em interações complexas e dinâmicas entre seus componentes. A significância e o nível de competição entre os componentes são determinados pelo clima, manejo, tipo de solo e espécies. Em sistemas estabelecidos em ambientes tropicais úmidos, espécies arbóreas e forrageiras competem primariamente por luz (SHELTON et al., 1997; PACIULLO et al., 2011). Ao longo do tempo, as árvores crescem e interceptam progressivamente maiores quantidades da radiação fotossinteticamente ativa, aumentando o sombreamento do pasto. Ao mesmo tempo, ocorrem mudanças na qualidade da radiação que atravessa o dossel arbóreo e alcança o pasto, o que interfere em várias características morfofisiológicas das plantas forrageiras.

O grau de sombreamento imposto sobre as forrageiras, assim como a capacidade dessas plantas continuarem produzindo, mesmo em condições de menor luminosidade são condições básicas para o sucesso na exploração desses sistemas, especialmente quando se prioriza a produção animal. O uso de densidade de árvores, de modo a promover apenas sombreamento moderado das forrageiras, além do plantio de espécies, pelo menos medianamente tolerantes à sombra, pode contribuir significativamente para o sucesso de sistemas de produção animal baseado no uso de pastagens arborizadas. A tolerância ao sombreamento depende da capacidade que a planta tem em se ajustar morfológica e fisiologicamente a um dado nível de irradiância (DIAS-FILHO, 2000), variando entre espécies e é de suma importância o conhecimento no momento de escolher qual plantar.

Recentemente a integração lavoura pecuária (ILP) vem se consolidando dentro da pecuária nacional e fornecendo cifras cada vez mais atrativas ao produtor. Devido à maior exploração da ILP nos últimos anos, a atividade se encontra em um elevado nível tecnológico. Atualmente a ILPF vem para revolucionar a ILP, porém há pouco conhecimento técnico - científico a respeito dos efeitos aditivos do componente florestal sobre a lavoura e a pecuária e qual o sinergismo entre as atividades. Portanto objetivou-se com essa revisão, discutir sobre a produção e qualidade da forragem produzida em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, tendo em vista a interferência do componente florestal, buscando identificar quais os tipos de interações e efeitos aditivos sobre a produção de forragem.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta

A inclusão do componente arbóreo na lavoura e pastagem representa um avanço inovador da Integração Lavoura Pecuária (ILP), evoluindo para o conceito de integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF). Estratégia de produção sustentável que integra atividades agrícolas, pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, num cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do sistema, em busca da adequação ambiental (Embrapa, 2009). Além disso, o modelo pode possibilitar o aumento de renda da propriedade, pela exploração econômica de mais de um produto comercializável.

A implantação de espécies arbóreas no sistema constitui a garantia de manter ativa a circulação de nutrientes e o aporte significativo de matéria orgânica, condição essencial para se cultivar de maneira contínua os solos tropicais (BURGUER et al., 1986). Porém, com o desenvolvimento das árvores há uma diminuição progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque que influencia a produtividade do pasto. O sombreamento pode comprometer a produção de forragem (CASTRO et al., 1999; GUENNI et al., 2008), mas há evidências de seus benefícios sob determinadas condições (ROZADOS LORENZO et al., 2007; YAMAMOTO et al., 2007; SOUSA et al., 2010).

Em condições de sombreamento moderado, algumas gramíneas, que apresentam tolerância mediana a esse tipo de ambiente, podem manter sua produção semelhante à do cultivo a pleno sol ou mesmo aumentar, quando estabelecidas em solos pobres em nitrogênio (CASTRO et al., 1999; PACIULLO et al., 2008; SOUSA et al., 2010).

Algumas variáveis importantes que influenciam a disponibilidade de luz para o sub-bosque, para obtenção de sombra moderada, são a densidade e a disposição das árvores na área de pastagem (Oliveira et al., 2007; Rozados Lorenzo et al., 2007). Em sistemas agrosilvipastoris, cujo arranjo espacial envolve a disposição das árvores em linhas ou renques com mais de uma linha, é possível supor que haja influência das árvores sobre o pasto, à medida que este se distancia dos troncos. Embora a influência do componente arbóreo nas características do pasto se concentre principalmente sob as copas das árvores, os efeitos do sombreamento podem alcançar regiões localizadas além da projeção das copas (DIAS et al., 2007).

Paciullo et al. (2011) avaliando os efeitos de árvores dispostas em renques sobre as características produtivas e nutricionais de *Urochloa decumbens* verificou que a densidade de perfilhos variou ($p<0,05$) com a época do ano e com as distâncias dos renques, mas não com a interação entre esses fatores. O sombreamento natural, proporcionado pelas árvores, alterou tanto a intensidade quanto a qualidade da radiação incidente no sub-bosque o que explicou a menor densidade de perfilhos.

A presença de árvores em sistemas agrosilvipastoris também influencia o valor nutritivo do pasto, principalmente em razão de adaptações morfofisiológicas da planta (BARUCH & GUENNI, 2007), sendo que, em condições de sombreamento moderado, diminui-se a quantidade de matéria seca total, mas em contrapartida aumenta-se o teor de nitrogênio na folha, o que pode repercutir em melhorias do teor proteico da forragem (PACIULLO et al., 2007; SOUSA, 2009).

O conhecimento do efeito de sombreamento é de suma importância no planejamento de sistemas agrosilvipastoris, no que se refere ao espaçamento entre faixas de árvores e escolha de espécies forrageiras adaptadas, para que se possa obter o máximo benefício da inclusão de espécies arbóreas em pastagens.

Produção de forragem em sistemas integrados

De maneira geral, a produção de forragem é dependente tanto da temperatura quanto da luminosidade. Forrageiras de estação fria têm o pico de produção no inverno e na primavera, enquanto forrageiras de estação quente apresentam maior produtividade durante os meses mais quentes. Durante o inverno, em consequência de temperaturas e luminosidade baixa, espécies perenes de verão reduzem a produção de forragem, enquanto, no verão, água é o fator mais limitante à produção de forragem (NELSON & MOSER, 1994). No Centro-oeste, tendo em vista que as estações do ano são bem definidas, deste modo, pode-se dizer que o fator limitante de produção é a escassez de água no período da seca.

A produção de matéria seca de forrageiras em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicada ou favorecida, dependendo de fatores como a tolerância das espécies à sombra e o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores. Mesmo gramíneas consideradas medianamente tolerantes ao sombreamento têm apresentado redução acentuada da produção de forragem quando submetidas a condições de sombreamento intenso, em geral com níveis de sombra acima de 50% de luz solar plena (CASTRO et al., 1999; ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2007). Resultados de pesquisa têm revelado que a *Brachiaria. decumbens* se mostrou pouco tolerante ao sombreamento intenso (65% de sombreamento em relação à condição de sol pleno), considerando o baixo nível de produtividade obtido (Tabela 1). A diminuição do sombreamento de 65 para 35% resultou em aumentos da ordem de 65% para a massa de forragem (PACIULLO et al., 2007). Castro et al. (1999) também observaram redução de 50% no rendimento forrageiro dessa espécie quando cultivada com 60% de sombreamento artificial.

A espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu também apresentou diminuição de 60% na taxa de acúmulo de MS quando cultivada sob 70% sombreamento artificial (ANDRADE et al., 2004).

Tabela 1: Radiação fotossinteticamente ativa (RFA), massas de parte aérea e raiz de *Brachiaria decumbens* (kg/ha) e relações massa/RFA, conforme a intensidade da RFA

	RFA Incidente no Sub-Bosque de *B. decumbens* (%)		
CARACTERÍSTICAS	100	79	45
RFA (µmol/m²/s)	1,389	1,111	6,23
Massa de parte aérea	2,306	2,591	1,78
Massa de raiz	3,071	1,963	1,684
Massa total	5,377	4,554	3,462
Parte aérea	1,66	2,33	2,85
Raiz	2,21	1,77	2,7
Total	3,87	4,09	5,5

Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2011)

Castilhos et al. (2003) avaliaram a produção de forragem de cinco cultivares de *Panicum maximum* a pleno sol e em um bosque de eucalipto com 15 anos de idade, plantado no espaçamento 3 × 3 m. Na sombra, foi observada redução acentuada da produção de forragem de todas as cultivares, em decorrência da alta densidade arbórea e, consequentemente, baixos níveis de radiação disponível para as gramíneas. A produção de matéria seca média obtida na sombra foi, aproximadamente, 25% da observada a pleno sol.

O grau de sombreamento imposto pelas árvores no sistema silvipastoril sobre as forrageiras, assim como a capacidade dessas plantas continuarem produzindo, mesmo em condições de menor luminosidade, são condições básicas para o sucesso na exploração desses sistemas, especialmente quando se prioriza a produção animal. O uso de densidade de árvores, de modo a promover apenas sombreamento moderado das forrageiras, além do plantio de espécies medianamente tolerantes à sombra, pode contribuir significativamente para o sucesso de sistemas de produção animal baseado no uso de pastagens arborizadas.

Forrageiras tolerantes ao sombreamento

O crescimento de gramíneas forrageiras em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como o grau de sombreamento e de competição entre as plantas, contribuição das árvores em biomassa, nível de nitrogênio no solo e tolerância das gramíneas ao sombreamento (CARVALHO et al. 1997). Nesse contexto, há uma necessidade de identificar espécies arbóreas e forrageiras, adaptadas a esse sistema, assim, avaliações de forrageiras tolerantes ao sombreamento devem ser priorizadas. A pesquisa sobre tolerância de forrageiras ao sombreamento tem avançado a partir de estudos realizados com diversas espécies de gramíneas e leguminosas forrageiras em várias partes do mundo (SMITH & WHITEMAN, 1983; WONG et al., 1985; ANDRADE et al., 2003; 2004; SOARES et al., 2009; PACIULLO et al., 2011), o que tem permitido orientação segura para escolha da espécie mais adequada para compor sistemas silvipastoris.

De acordo com Wong (1991), essa característica se refere à capacidade da espécie crescer a sombra, em relação ao crescimento a pleno sol, e sob a influência de desfolhações regulares. Além do crescimento, outros aspectos importantes das gramíneas forrageiras que podem ser afetados pelo sombreamento são o florescimento, e consequentemente, a produção de sementes, e aspectos do valor nutritivo da forragem, como a digestibilidade e composição mineral (CARVALHO et al., 2002).

Dentre as espécies de gramíneas que possuem tolerância mediana ao sombreamento estão algumas das forrageiras mais utilizadas para formação de pastagem no Brasil e em outras regiões tropicais e subtropicais, de como *Brachiaria* spp. e *Panicum maximum* (Tabela 2). Gramíneas tais como *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu, Xaraés e Piatã, *Brachiaria ruziziensis*, *Panicum maximum* cvs. Tanzânia, Massai e Vencedor apresentaram relativa tolerância ao sombreamento moderado, sendo potencialmente

adequadas para sistemas silvipastoris (CASTRO et al., 1999; CARVALHO et al., 2002; ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2007; GUENNI et al., 2008; SOARES et al., 2009; SILVA et al., 2010; PACIULLO et al., 2011d; SANTOS et al., 2012).

Tabela 2: Gramíneas forrageiras tropicais tolerantes ao sombreamento moderado

ESPÉCIE/CULTIVAR	REFERÊNCIA
	Gênero *Brachiaria*
B. decumbens	Schreiner (1987), Andrade et al. (2003), Paciullo et al., (2007; 2011d), Guenni et al. (2008), Gobbi et al. (2009)
B. brizantha cv. Marandu	Dias-Filho (2000), Andrade et al. (2003), Soares et al. (2009), Paciullo et al. (2011d)
B. brizantha cv. Xaraes	Martuscello et al. (2009), Paciullo et al. (2011d)
B. brizantha cv . Piatã	Santos et al (2012)
B. humidicola	Smith & Whiteman (1983), Dias-Filho (2000
B. ruziziensis	Paciullo et al. (2011)
	Gênero *Panicum*
P. maximum cv. Vencedor	Castro et al. (1999)
*P. maximum cv.*Tanzânia	Carvalho et al. (2002), Castro et al. (2009)
P. maximum cv. Massai	Andrade et al. (2004), Silva et al. (2010)

Fonte: Adaptado de Carvalho et al. (2002).

As respostas que ocorrem em condições de sombreamento variam de espécie para espécie. O capim Tanzânia, por exemplo, nos estudos se demonstrou tolerante ao sombreamento (Carvalho et al., 2002), porém, reduziu a produção de matéria seca total, retardou o florescimento e apresentou mudanças morfológicas. Por outro lado, aumentou a concentração de nitrogênio na planta e consequentemente melhorou a qualidade da forragem.

Como a Integração Lavoura Pecuária Floresta ainda é um sistema pioneiro, ainda é de pouco conhecimento técnico e científico os efeitos aditivos entre as atividades agrossilvipastoris, deste modo, não se pode afirmar que a implantação de arvores em um sistema pecuário é prejudicial, pois, na mesma hora que o sombreamento diminui a produção total de matéria seca melhora-se a qualidade da forragem. A partir dessa afirmação, gera-se uma série de questionamentos: Qual será a eficiência de utilização dessa forragem? Como será a suplementação de um animal manejado nesse sistema? Será que com a suplementação se consegue aumentar a produção por área, uma vez que diminui a produção de forragem? ... Assim uma série de pesquisas deverá ser feita para melhorar e complementar o sistema.

Ajustes morfológicos em resposta ao sombreamento

Sabe-se que o dossel forrageiro sofre modificações morfofisiológicas quando submetido à competição com o componente arbóreo por recursos de crescimento, principalmente no que se refere à competição pela radiação fotossinteticamente ativa (DIAS-FILHO, 2002; PACIULLO et al., 2008; GOBBI et al., 2009).

Aumentos da área foliar específica com a diminuição da luminosidade têm sido observados para gramíneas de clima temperado (KEPHART et al., 1992) e tropical (PACIULLO et al., 2007). Da mesma forma, plantas submetidas ao sombreamento apresentam maiores teores de clorofila total que aquelas cultivadas em condições de pleno sol (DIAS-FILHO, 2002). Dias-Filho (2002) examinou as respostas fotossintéticas de *Brachiaria brizantha* e *Brachiaria humidicola*, cultivadas em condições de luz plena e sombreamento. Para ambas as espécies, as plantas submetidas ao sombreamento apresentaram menor ponto de compensação de luz do que plantas expostas ao sol pleno, o que foi resultado das menores taxas de respiração no escuro por unidade de área foliar. Segundo os autores, baixa respiração no escuro e baixo ponto de compensação de luz são atributos de plantas tolerantes à sombra.

Com o sombreamento a espécie forrageira desenvolve algumas características para se adaptar ao ambiente. Estudos com gramíneas tropicais indicaram que a intensificação do sombreamento resultou em lâminas foliares e colmos mais longos (LOPES et al., 2011; PACIULO et al., 2011). Esses resultados decorrem das maiores taxas de alongamento de folhas e colmos quando as plantas são submetidas à luminosidade reduzida, conforme observado para gramíneas dos gêneros *Brachiaria* (DIAS-FILHO, 2000; PACIULLO et al., 2011d; LOPES et al., 2011) e *Panicum* (CASTRO et al., 2009) cultivadas em condições de sombreamento.

Em geral, a taxa de aparecimento de folhas não é influenciada pelo sombreamento (PACIULLO et al., 2008; 2010), ou apresenta apenas aumento de pequena magnitude (LOPES et al., 2011), provavelmente pelo papel central que desempenha na morfogênese das plantas, fato que contribui para que essa seja a última característica modificada pela planta em condições adversas de crescimento (NABINGER & PONTES, 2001). O número de folhas por perfilho também não tem se modificado com o sombreamento, o que está relacionado ao pequeno ou ausente efeito da sombra na taxa de aparecimento e tempo de vida da folha (FERNANDÉZ et al., 2002; PACIULLO et al., 2008; LOPES et al., 2011).

Em relação aos perfilhos, variações nos padrões e taxas de aparecimento e morte correspondem a um dos principais mecanismos utilizados pelas plantas forrageiras para se manterem vivas e perenes em áreas de pastagem, uma vez que asseguram reposição de perfilhos mortos e restauração da área foliar removida pelo pastejo. Em geral, tem sido constatada redução da taxa de perfilhamento de gramíneas quando submetidas ao sombreamento (FERNANDÉZ et al., 2002; PACIULLO et al., 2007). Normalmente, para manter o desenvolvimento do perfilho, em condições de sombreamento, a planta prioriza o crescimento dos perfilhos existentes, em detrimento da produção de novos perfilhos. Pode ocorrer maior mortalidade de perfilhos em função da limitação no suprimento de carbono gerada pela competição por luz (KIM et al., 2010). Adicionalmente, em condições de sombreamento, algumas gemas axilares podem ser abortadas antes mesmo da emergência de novos perfilhos (LEMAIRE & CHAPMAN, 1996).

Além do efeito da quantidade de luz sobre a produção de fotoassimilados, que sustenta e permite o desenvolvimento dos perfilhos, a qualidade da luz também tem efeito sobre o perfilhamento. A qualidade da luz que passa através das copas das árvores é alterada porque as folhas das mesmas 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 infra-vermelho, 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). A importância da intensidade da sombra sobre este fator foi demonstrada por Paciullo et al. (2007), 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. Outro estudo demonstrou redução entre 20 e 32% na densidade de perfilhos, com o sombreamento, para várias espécies do gênero *Brachiaria* cultivadas sob sol pleno e diferentes percentagens de sombra (PACIULLO et al., 2011).

Outra modificação decorrente do sombreamento é a redução da produção de raízes (Figura 1), resultante da mudança no padrão de alocação de fotoassimilados pelas plantas cultivadas em ambiente de reduzida luminosidade, especialmente na camada de 0 a 40 cm de profundidade do solo (PACIULLO et al., 2010). Como consequência desse fenômeno, tem-se maior relação parte aérea/raiz em plantas cultivadas sob sombreamento. Em pastagem de *Brachiaria decumbens* calculou-se que a redução da biomassa aérea sob a maior porcentagem de sombra (60% da radiação plena) foi de 29,7% em relação ao cultivo sob menor sombreamento (16% da radiação plena), enquanto a redução relativa na biomassa de raízes, causada pelo sombreamento, foi de 70,5% (PACIULLO et al., 2010). A diminuição mais acentuada da massa de raízes em relação à parte aérea refletiu-se em plantas sob maiores percentagens de sombra, em relação àquelas crescendo sob menor efeito da sombra das árvores. Dias-Filho (2000) enfatiza que a marcada redução na biomassa de raízes pode resultar em maior vulnerabilidade do pasto aos estresses ambientais

que exijam forte interferência do sistema radicular para o processo de rebrotação.

Valor nutritivo da forragem

A temperatura, a disponibilidade de água, a fertilidade do solo e radiação solar são os fatores mais importantes que determinam a quantidade e o valor nutritivo da forragem produzida (FONTANELI et al., 2012). A qualidade da forragem está diretamente relacionada com o desempenho animal, isto é, produção diária de leite por animal ou por área e ganho de peso vivo diário. Uma maneira simples de representar qualidade de forragem pode ser: qualidade de forragem = quantidade ingerida da forragem x valor nutritivo (FONTANELI et al., 2012).

O valor nutritivo de uma forragem refere-se às características inerentes da forragem consumida que determinam a concentração de energia digestível e sua eficiência de utilização. O valor nutritivo é determinado pela concentração e digestibilidade de nutrientes e natureza dos produtos finais da digestão. A qualidade da forragem produzida pela planta ou, de forma mais geral, pela população de plantas é determinada pelo estádio de crescimento destas e por suas condições durante a colheita. Em sentido global, a qualidade da forragem é o resultado das espécies presentes e da quantidade de forragem disponível, bem como da composição e da textura de cada espécie.

A sombra, geralmente, favorece o aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo e induz aumentos na concentração de nitrogênio das gramíneas (SAMARAKOON et al. 1990A; KEPHART & BUXTON, 1993; RIBASKI & MONTOYA, 2000). Em pastagens de *Brachiaria decumbens* sombreadas ou não com leguminosas arbóreas, os teores de proteína bruta foram influenciados pelas condições de luminosidade. Nas lâminas foliares o teor de proteína bruta (PB) foi 29% maior na sombra do que no sol (PACIULLO et al., 2007). A sombra possibilita maior retenção de água no solo, cujo efeito positivo sobre a atividade microbiana, resulta em maior decomposição da matéria orgânica e ciclagem de nitrogênio (WILSON, 1998).

Sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade in vitro da MS (DIVMS) os resultados, embora contraditórios, indicam uma tendência de redução dos teores de FDN e aumento da DIVMS em condições de sombra (CARVALHO, 2001). Kephart e Buxton (1993) verificaram que, impondo 63% de sombra a cinco espécies de gramíneas forrageiras perenes, o conteúdo da parede celular decresceu em apenas 3% e o teor de lignina em 4%, fatores que contribuíram para um aumento da digestibilidade em 5%. À sombra, as gramíneas apresentam um ligeiro aumento da digestibilidade (1 a 3%), em virtude de sua menor concentração de parede celular. Entretanto, um aumento do teor de lignina foi reportado nas gramíneas cultivadas à sombra, em relação àquelas mantidas em pleno sol (SAMARAKOON et al., 1990a).

Efeito significativo da condição de luminosidade foi observado sobre o teor de FDN da *Brachiaria decumbens*, o qual foi maior a pleno sol do que sob as copas das árvores (PACIULLO et al., 2007). Resultado semelhante foi encontrado para as espécies *Brachiaria brizantha e Panicum maximum*, cultivadas em diferentes níveis de sombreamento (DENIUM et al., 1996). De acordo com os autores, a maior concentração de FDN, a pleno sol, é conseqüência da maior disponibilidade de fotoassimilados, do que resulta aumento na quantidade de tecido esclerenquimático, com maior número de células e paredes celulares mais espessas.

A literatura mostra que o efeito do sombreamento na DIVMS é variável com a espécie, nível de sombreamento e condições climáticas, principalmente temperatura e umidade. Quatro anos após a introdução de nove espécies de leguminosas arbóreas em uma pastagem já formada de *Brachiaria decumbens*, foi observado que durante a estação seca ou em período de menores precipitações, em áreas de pastagem sob a influência da sombra a mesma apresentava melhor qualidade do que a forragem produzida nas áreas fora da influência das árvores (CARVALHO et al., 1999). O teor de PB da forragem foi maior

em regime de sombreamento do que a pleno sol, em ambas as estações. Durante a estação chuvosa, as condições de sombreamento não apresentaram efeito significativo na DIVMS da *Brachiaria decumbens*. Entretanto, durante a seca a forragem produzida na sombra apresentou valores de DIVMS maiores do que aqueles observados ao sol. Paciullo et al. (2007) verificaram maior DIVMS para lâminas foliares de *B. decumbens* desenvolvidas na sombra, quando comparada a sol pleno. Os autores relacionaram o maior valor de DIVMS, ao maior teor de PB e menor de FDN obtidos em condições de sombreamento.

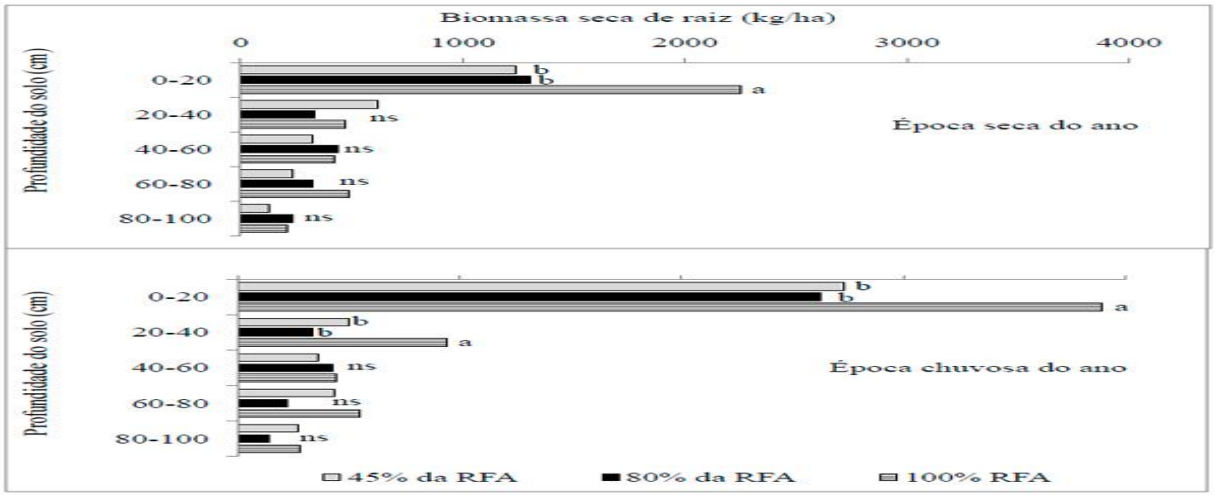
Denium et al. (1996) observaram efeito positivo da sombra na DIVMS para a *Setaria anceps*, negativo para *P. maximum* e ausência de efeito para *B. brizantha*. Sob sombreamento intenso (28% de de transmissão de luz) foram verificados decréscimos nos valores de digestibilidade de várias gramíneas forrageiras; mas em condições de sombra moderada (64% de transmissão de luz) a digestibilidade aumentou em comparação ao cultivo à luz solar plena.

De forma consistente o sombreamento contribui para aumentos dos teores de PB e minerais na forrageira. A tendência de menores teores de FDN, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra, associada ao maior teor de PB, geralmente melhora a digestibilidade da matéria seca. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo em forrageiras sombreadas dependem da espécie, nível de sombreamento, fertilidade inicial do solo, estação do ano, entre outros.

CONCLUSÕES

A produção de forragem dentro do ILPF sofre interferência do sombreamento, porem vai depender da tolerância e adaptação da espécie forrageira ao sombreamento produzido pelo componente arbóreo. Nesta situação ocorrem adaptações morfofisiológicas, como a diminuição da densidade de perfilhos. Contudo, estudos demonstram que espécies tolerantes sobre condições de sombreamento moderado, são beneficiadas pela ciclagem de nutrientes proporcionada pelas árvores. Dessa forma, estudos mais detalhados sobre os efeitos aditivos dentro da ILPF deverão ser desenvolvidos para que possamos elaborar técnicas mais específicas de manejo dentro do sistema.

Figura 1. Distribuição de raízes de B. decumbens no perfil do solo, em um sistema silvipastoril, conforme a intensidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) incidente no pasto.



Fonte: Adaptado de Paciullo et al. (2010).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agriculture Science, v.44, p.111124, 1996.

ANDRADE, C.M.S., GARCIA, R., COUTO, L. et al. **Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o Stylosanthes guianensis cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003 (Supl. 2).

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

BARUCH, Z.; GUENNI, O. **Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Brachiaria*.**Tropical Grasslands, v.41, p.269-276, 2007.

BURGUER et al**. Aproveitamento de capoeira como fonte de adubo orgânico para a utilização e conservação do solo na Amazônia: relatório final do convênio, pesquisa oriental**. EMBRAPA-CPATU/GTZ. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/GTZ, 1986. p. 203-221.

CARVALHO, C.A.B. et al. **Demografia do perfilhamento e acumulo de matéria seca em coastcross submetido a pastejo.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 36 n. 3, p.567 - 575, mar. 2001.

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

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O. da; CAMPOS JÚNIOR, B. de A. **Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico vermelho.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.

CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. **Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.28, n.5, p.919-927, 1999.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M. et al**. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de Brachiaria decumbens em sistema silvipastoril.** Pesquisa Floresl Brasileira, n.60, p.19-25, 2009.

DENIUM, B.; SULASTRI, R.D.; SEINAB, 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

DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; RESENDE, A.S.; URGUIAGA, S.; ROCHA, G.P.; MOREIRA, J.F.; FRANCO, A.A. **Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio**. Ciência Rural, v.37, p.352-356, 2007.

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.23352341, 2000.

DIAS-FILHO, M. **Photosynthetic light response of the C4 grasses Brachiaria brizantha and B. humidicola under shade.** Scientia Agricola, v.59, n.12, p.65-68, 2002.

EMBRAPA, **Integração lavoura, pecuária e floresta**. Especial embrapa de 2009. p.27-32,

FERNÁNDEZ, M.E., GyENGE, J.E., SALDA, G.D. et al. **Silvopastoral systems in northwestern Patagonia I: growth and photosynthesis of Stipa speciosa under different levels of Pinus ponderosa** cover. Agroforestry Systems, v. 55, p. 27–35, 2002.

FONTANELI, R. S.; SANTOS H. P.; FONTANELI R. S.; **Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. - Brasília, DF : Embrapa, 2012. 544 p.

GARCIA, R.; COUTO, L. **Sistemas silvipastoris. In: Gomide**, J.A. (ed.). SIMPÓSIO INTERNACIOANL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. Anais. Viçosa: UFV, 1997. p. 447-471.

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.

GOBBI, K.F., GARCIA, R., GARCEZ NETO, A.F. et al. **Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombrea-**

mento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

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

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R.; TAyLOR, S. E. **Growth of C3 and C4 perennial grasses under reduced irradiance.** Crop Science, v. 32, n. 4, p. 1033-1038, 1992.

KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. **Forage quality responses of C3 and C4 perennial grasses to shade.** Crop Science, v.33, n.4, p.831-837, 1993.

KIM, H.K., OOSTEROM, E.V., DINGKUHN, M. et al. Regulation of tillering in sorghum: environmental effects. Annals of Botany, v.106, p.57-67, 2010.

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

LOPES, C.M., PACIULLO, D.S.C., ARAÚJO, S.A.C. et al. **Morfogênese de Brachiaria decumbens conforme o sombreamento e o uso de calagem e fertilização**. In: IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011. Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 2011. CD ROM.

LOPES, C.M., PACIULLO, D.S.C., ARAÚJO, S.A.C. et al. **Morfogênese de Brachiaria decumbens conforme o sombreamento e o uso de calagem e fertilização.** In: IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011. Brasília. Anais... Brasília: SBZ, 2011. CD ROM.

MARTUSCELLO, J.A., JANK, L. GONTIJO NETO, M.M. et al. **Produção de gramíneas do gênero Brachiaria sob níveis de sombreamento**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. **Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto**. In: A PRODUçÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS. Piracicaba, 2001, Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-770.

NEOLSON, C. J.; MOSER, L. E. **Plant factors affecting farage quality**. In: JR., G. C. (Ed). Forage quality evaluation and utilization. Madison: Americam Society of Agronomy Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 1994. Chapp. 3, p. 115-154.

OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. dos; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. **Produtividade de*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto**. Ciência e Agrotecnologia, v.31, p.748-757, 2007.

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

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

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, 2000. I CD ROM.

ROZADOS-LORENZO, M.J.; GONZALEZ-HERNANDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J. **Pasture production under different tree species and densities** in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.70, p.53-62, 2007.

ROZADOS-LORENZO,M.J.;GONZALEZ-**HERNA**

NDEZ, M.P.; SILVA-PANDO, F.J. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. Agroforestry Systems, v.70, p.53-62, 2007.

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. 161-16,1900.

SANTOS, V.A.C., ABREU, J.G., ALMEIDA, R.G. et al. **Disponibilidade, morfofisiologia e valor nutritivo do capim-piatã sob sombreamento e sol pleno em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUçÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012. Belém. Anais... Belém: UFRA, 2012. CD ROM.

SANTOS, V.A.C., ABREU, J.G., ALMEIDA, R.G. et al**. Disponibilidade, morfofisiologia e valor nutritivo do capim-piatã sob sombreamento e sol pleno em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS PARA A PRODUçÃO PECUÁRIA SUSTENTÁVEL, 7., 2012. Belém. Anais... Belém: UFRA, 2012.

SCHREINER, H.G. **Tolerância de quatro gramíneas forrageiras a diferentes graus de sombreamento**. Pesquisa Florestal Brasileira, n.15, p.61-72, 1987.

SILVA, D.P., PACIULLO, D.S.C., CASTRO, C.R.T. et al. **Produção de forragem e perfilhamento do capim-massai sob doses de nitrogênio e percentagens de sombreamento**. IN: SIMPÓSIO MINEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1., 2010, Viçosa. Anais... Viçosa: UFV, 2010. CD ROM.

SMITH, M.A., WHITEMAN, P.C. **Evaluation of tropical grasses in increased shading under coconuts canopies.** Experimental Agriculture, v. 19, p.153-161, 1983.

SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; ADAMI, P.F. et al. **Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.2, p.443-451, 2009.

SOUSA, L.F. **Brachiaria brizantha cv. Marandu em sistema silvipastoril e monocultivo**. 2009. 166p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; PEREIRA, L.G.R**. Nutritional evaluation of ‘‘Braquiarão’’ grass in association with ‘‘Aroeira’’ trees** in a silvopastoral system. Agroforestry Systems, v.79, p.189-199, 2010.

WILSON, J.R. **Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture** in subhumid south-east Queensland. Tropical Grassland, v.32, p.209-220, 1998.

WONG, C. C.; **Shade tolerance of tropical forages**, In: SHELTON, H. M.; STÜR, W. W.; (Ed) Forages for plantation crops. Camberra: ACIAR, 1991. p. 64-69. (ACIAR Proceedings, 32).

YAMAMOTO, W.; DEWI, I.A.; IBRAHIM, M. **Effects of silvopastoral areas on milk production at dual-purpose cattle farms at the semi-humid old agricultural frontier** in central Nicaragua. Agricultural Systems, v.94, p.368- 375, 2007.