

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**PRODUÇÃO DE BOVINOS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO
ESTABELECIDOS**

Érick Lemes Gamarra

CAMPO GRANDE, MS
2015

2015		PRODUÇÃO DE BOVINOS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO ESTABELECIDOS		GAMARRA
------	--	--	--	----------------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**PRODUÇÃO DE BOVINOS EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO
ESTABELECIDOS**

Cattle production in established integrated systems

Érick Lemes Gamarra

**Orientadora: Profa. Dra. Maria da Graça Morais
Coorientador: Dr. Roberto Giolo de Almeida**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS 2015

Certificado de aprovação

ÉRICK LEMES GAMARRA

Produção animal em sistemas integrados estabelecidos.

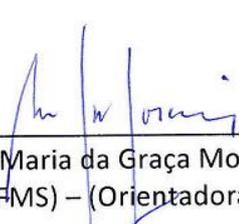
Animal production in established integrated systems.

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção
Animal.

Aprovado(a) em: 26/02/2015

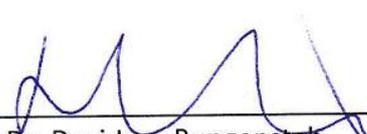
BANCA EXAMINADORA:



Dra. Maria da Graça Moraes
(UFMS) – (Orientadora)



Dra. Andrea Roberto Duarte Lopes Souza
UFMS



Dr. Davi Jose Bungenstab
EMBRAPA CNPGC

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus Jeová pela oportunidade, saúde e as bênçãos fornecidas.

Aos meus familiares em especial meus pais que sem o apoio deles não teria condições de chegar a lugar nenhum, sempre disposto a oferecer apoio financeiro e principalmente moral e emocional.

À minha namorada Natalia Paludetto pelo apoio emocional, pelo carinho amor e amizade.

Aos meus colegas de profissão e de trabalho, a mestranda Mariana Pereira pela ajuda nas coletas, escrita, ao Dr. Davi José Bungenstab pela ajuda intelectual e escrita, pelas considerações a respeito do meu trabalho.

A Dra. Andrea Roberto pela imensa ajuda na melhoria do trabalho, pela disposição em ajudar.

A Embrapa Gado de Corte pelo fornecimento do espaço físico para realização do experimento, aos funcionários em especial Paulino e Odivaldo por sempre apoiaram as coletas no campo.

Aos meus orientadores Dra. Profa. Maria da Graça Morais e Dr. Roberto Giolo de Almeida, pelos ensinamentos e conhecimento fornecido, pela paciência e pelo apoio prestado.

À Capes pela concessão da bolsa de estudo.

A todos os professores e o programa de Pós-Graduação da UFMS, os meus sinceros agradecimentos.

OBRIGADO!

Resumo

Gamarra, E. L. Produção de bovinos em sistemas de integração estabelecidos. 2015. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

Os sistemas agrossilvipastoris fornecem a possibilidade de melhor utilização da terra, além de melhorias na fertilidade do solo, qualidade da forragem e do microclima. Apesar das melhorias, o ambiente sofre influência marcante do sombreamento fornecido pelas árvores, isso diminui a produtividade da forrageira e pode acarretar em diminuição na produtividade animal. Assim, com o presente trabalho, objetivou-se avaliar três sistemas de integração com diferentes densidades de árvores de eucalipto com vistas à produção de gado de corte. Foram avaliados os sistemas de integração: lavoura-pecuária-floresta, com 357 árvores de eucalipto/ha (ILPF1); lavoura-pecuária-floresta, com 227 árvores de eucalipto/ha (ILPF2) e lavoura-pecuária (ILP, testemunha), com cinco árvores nativas remanescentes/ha. Para avaliação da forrageira foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos da parcela corresponderam aos sistemas de integração (ILPF1, ILPF2 e ILP), os tratamentos da subparcela corresponderam às épocas do ano (verão, outono e inverno), para avaliação do desempenho animal, foi utilizado o ganho médio diário (GMD) e ganho de peso vivo por área (GPV), obtidos por pesagens a cada 28 dias com jejum prévio de 16 horas. Foi observado maior produção de massa de forragem no verão ($P < 0,05$) no sistema de ILP (3.234 kg/ha) e ILPF2 (2.449 kg/ha) no qual este não se diferiu do ILPF1 (2.142 kg/ha), nas estações do outono e inverno o ILP foi superior aos outros dois sistemas de integração. A produção de massa seca de folhas do capim-piatã no verão foi superior no sistema de ILP (1.021 kg/ha) e no ILPF2 (776 kg/ha) no qual este não diferiu do ILPF1 (637 kg/ha), no outono o ILP foi superior aos demais sistemas e o ILPF1 obteve o menor valor, no inverno não houve diferença em nenhum dos sistemas estudados. Maiores teores de PBf% no verão foram encontrados nos sistemas de ILPF1 e 2 (10,15% e 10% respectivamente), no outono o maior valor observado foi no ILPF1 (14,75%) e o menor no ILP (9,50%), no inverno o ILPF1 e ILPF2 obtiveram os maiores valores, sendo que o ILPF2 não diferiu do ILP. Os maiores teores de FDNf% no verão foram encontrados no ILP (72,50%), no outono o ILP foi superior ao ILPF1 e este não diferiu do ILPF2, no inverno o ILP e ILPF2 foram superiores ao ILPF1. Maiores taxas de lotação (UA/ha) no verão foram observadas no ILP e ILPF2 (3,35 e 2,96 UA/ha respectivamente), no outono maior UA/ha foi no ILP (3,54) e menor no ILPF1 (0,39), no inverno não houve diferença entre os tratamentos. Maiores Ganhos médios diários (GMD g/animal/dia) foi na estação do verão (548 g/animal/dia). Foram observados maiores (GPV kg/ha) no verão nos sistemas de ILP e ILPF2 (263 e 246 respectivamente) assim como na estação do outono, no inverno não houve diferença em nenhum dos três sistemas. O sistema de ILPF2 demonstrou ser o sistema com árvores mais propício a produção animal apesar de o sombreamento interferir na produtividade forrageira, mas isto é recompensado com melhores teores nutricionais como a PB o que favorece os animais, por fornecer maior aporte de nutrientes para o seu crescimento.

Palavras-chave: capim-piatã, densidade de árvores, eucalipto, integração lavoura-pecuária-floresta, produção de forragem.

Abstract

Gamarra, E. L. Cattle production in established integrated systems. 2015. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2015.

The agroforestry systems offer the possibility of the land better use, as well as improvements in soil fertility, forage quality and microclimate. Despite improvements, the environment suffers significant influence of shading provided by trees, which reduces forage yield and may decrease animal productivity. Thus, the present work aimed to evaluate three integration systems with different eucalyptus trees densities for beef cattle production. It was evaluated the integration systems: crop-livestock-forest, with 357 eucalyptus trees / ha (ILPF1); crop-livestock-forest, with 227 eucalyptus trees / ha (ILPF2) and crop-livestock (ILP, control), with five remaining native trees / ha. To evaluate the forage, it was adopted a randomized block design, in a split-plot design, with four replications. Plot treatments consisted of integration systems (ILPF1, ILPF2 and ILP). Split-plot treatments consisted of year seasons (summer, fall and winter). For animal performance evaluation, it was used the average daily gain (GMD) and live weight gain per area (GPV), obtained by weighing every 28 days, with a prior fasting of 16 hours. It was observed greater forage mass production at summer ($P < 0.05$) at the ILP system (3234 kg / ha) and ILPF2 (2449 kg / ha), which does not differ from ILPF1 (2142 kg / ha). At fall and winter, the ILP was superior compared to the other two integration systems. The leaves dry matter production of Piata grass at summer was higher in the ILP system (1021 kg / ha) and ILPF2 (776 kg / ha), which did not differ from ILPF1 (637 kg / ha). At fall, ILP was superior compared to the other systems and the ILPF1 had lower values. At winter there was no difference between systems. Higher levels of PBF%, at summer, were found in systems ILPF1 and ILPF 2 (10.15% and 10% respectively). At fall, higher values was observed in ILPF1 (14.75%) and lower values in the ILP (9.50 %). At winter, ILPF1 and ILPF2 presented higher values, and ILPF2 did not differ from ILP. Higher values of FDN%, at summer, were found in ILP (72.50%). At fall, ILP was superior then ILPF1 and this one did not differ from ILPF2. At winter, ILP and ILPF2 were superior then ILPF1. Higher stocking rates (UA / ha) at summer were observed in ILP and ILPF2 (3.35 and 2.96 UA / ha, respectively). At fall, higher UA / ha was in ILP (3.54) and lower in ILPF1 (0.39). At winter, there was no difference between treatments. Higher average daily gain (GMD g / animal / day) was at summer (548 g / animal / day). Higher GPV kg / ha were observed at summer in ILP and ILPF2 systems (263 and 246 respectively) as well as at fall. At winter there were no difference between systems. The ILPF2 system proved to be the system with trees more conducive for animal production, despite shading interfere in forage yield. But it is rewarded by a better nutritional content, as the PB, which favors the animals, providing greater nutrients supply for its growth.

Keywords – crop-livestock-forest integration, eucalyptus, forage production, Piata grass, trees density

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1. REVISÃO DE LITERATURA	10
1.1. Sistema Agrossilvipastoril.....	10
1.1.1 Componente Arbóreo	10
1.1.2 Componente Animal	12
1.1.3 Componente Forrageiro.....	13
1.1.3.1 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã.....	14
1.2. Fisiologia Das Plantas Forrageiras Em Sistemas de ILPF	15
REFERÊNCIAS	24
2. ARTIGO: Produção de bovinos em sistemas de integração estabelecidos	29
2.1 Introdução.....	11
2.2 Material e Métodos.....	12
2.3 Resultados e Discussão	15
2.4 Conclusões.....	22
2.5 Referências	22

INTRODUÇÃO

A produção pecuária no Brasil baseia-se na utilização de pastagens, sendo grande parte formadas com gramíneas do gênero *Brachiaria*. A intensa utilização destas pastagens sem o adequado manejo e a reposição dos nutrientes, tem causado degradações e queda de fertilidade do solo (MACEDO, 2005).

A utilização de sistemas silvipastoris representa uma alternativa para recuperação das pastagens de forma sustentável. Paciullo et al. (2007) mencionam diversos benefícios na utilização deste sistema, tais como: conservação da fertilidade do solo, melhorias nas condições físicas do solo, maior valor nutritivo da forrageira e o conforto térmico para os animais.

A melhoria do solo ocorre devido à inclusão da lavoura dentro da área, em sua maioria cultura de grãos como a soja, que pela fixação de nitrogênio melhora a fertilidade da área. Além da cultura dentro do sub-bosque, o componente arbóreo promove maior ciclagem de nutrientes pela deposição de matéria orgânica, advinda da decomposição de folhas e frutos (WILSON, 1996).

A introdução de árvores no sistema também traz benefícios aos animais, com diminuição da temperatura e o fornecimento de sombra principalmente nas horas mais quentes do dia. As árvores reduzem os efeitos rigorosos impostos pelo clima tropical, isto favorece os animais com uma melhor utilização dos recursos naturais, com isso tem-se o aumento da produtividade e diminuição dos custos (CARVALHO, 1998).

Apesar dos benefícios que os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta fornecem, sabe-se que as árvores reduzem a incidência de luz dentro do sistema, acarretando em diminuição de produtividade da forrageira e influencia o valor nutritivo e modifica alguns aspectos morfológicos da planta (CASTRO et al., 1999).

Em geral as mudanças morfológicas alteram a digestibilidade da matéria seca e a concentração de nutrientes (LIN et al., 2001), e as plantas passam por diversas adaptações morfológicas para se adequarem ao meio onde estão alocadas. As alterações anatômicas das folhas sob-baixa luminosidade assume um importante papel na adaptação da planta dentro do sistema (GOBBI et al., 2011).

Portanto, para se obter sucesso com a exploração de sistemas de integração, é necessário escolher forrageiras tolerantes ao sombreamento e que apresentem adaptações que garanta

sobrevivência e manutenção de produção satisfatória dentro destes ambientes (GOBBI et al., 2011).

Assim com o presente trabalho objetivou-se avaliar os sistemas de integração lavoura pecuária, integração lavoura-pecuária-floresta 14m e integração lavoura-pecuária-floresta 22m para saber qual sistema proporciona melhor produção de bovinos.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL

Os sistemas agrossilvipastoris, conhecidos como sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), são sistemas que permitem a interação de componentes arbóreos e agricultura com a produção animal, que podem ser associados em sucessão, consórcio ou rotação e contribuem para o acréscimo do número de plantas na mesma área (BALBINO et al., 2011). O sistema de ILPF é composto por quatro componentes: arbóreo, animal, lavoura e forrageiro. Os componentes arbóreos implantados na área podem ser de espécies florestais, arbustivas, frutíferas, leguminosas e espécies de interesse econômico para a indústria (COSTANTIN, 2009).

Os sistemas de ILPF trazem diversos benefícios de ordem técnica, socioeconômica e ambiental para a área na qual estão implantados, como melhorias para o solo, devido a maior ciclagem de nutrientes, para o bem estar animal, por aumentar a área sombreada da pastagem, e para lucratividade, já que após determinado período a madeira produzida pode ser comercializada. A escolha da espécie do componente florestal deve melhorar a produtividade animal e apresentar potencial para oferecer madeira de qualidade com entrada de receita durante o seu ciclo produtivo.

O interesse sobre a utilização destes sistemas no Brasil é crescente, porém são escassos estudos publicados na literatura nacional. No entanto, é possível verificar a partir das informações disponíveis que sua implantação, quando bem estruturada, pode ser benéfica para o agroecossistema nele inserido.

1.1.1 COMPONENTE ARBÓREO

A utilização do sistema de ILPF pode aumentar a eficiência do uso da terra, melhorar as condições do solo, o desempenho animal e a qualidade da forragem e aumentar rentabilidade

do produtor rural com a comercialização da madeira para empresas de celulose, fabricação de postes e vigas, serraria, indústria moveleira, laminados entre outras utilidades.

O componente florestal é muito importante para garantir a lucratividade deste sistema, pois as árvores interferem diretamente na produção agrícola, pecuária e forrageira. Segundo Castro e Paciullo (2006), o componente arbóreo ideal para o sistema de ILPF a ser implantado deve ser adaptado ao clima e solo do local, além de apresentar rápido crescimento no período de um a dois anos de estabelecimento para atingir altura suficiente e permitir a entrada e manejo dos animais sem que haja danos às árvores e prejuízos ao seu desenvolvimento. Dessa forma, o plantio das árvores em sistemas de ILPF não deve ser feito com a presença dos animais na área, pois o pisoteio ou o pastejo pode prejudicar o desenvolvimento das mudas das árvores.

As mudas devem ser introduzidas juntamente com a lavoura e a área deve ser vedada até o desenvolvimento ideal das árvores (NICODEMO et al., 2004). Por exemplo, no caso das árvores de eucalipto, os animais devem ser inseridos no sistema após a primeira poda, quando estas atingirem 6 a 8 cm de diâmetro a altura do peito (DAP) e altura de 1,30 m (PORFÍRIO DA SILVA e MORAES, 2010).

A distribuição espacial das árvores dentro do sistema, assim como a altura que as mesmas apresentam para a introdução dos demais componentes pode interferir positivamente ou negativamente na produção, já que o número de árvores e o sombreamento proporcionado pelas copas podem afetar a taxa de lotação e o crescimento da pastagem, além do retorno econômico associado a posterior comercialização das árvores.

Outro aspecto que deve ser considerado no estabelecimento do componente arbóreo é a alelopatia. Recomenda-se árvores que não produza substâncias químicas que prejudiquem o crescimento da forrageira. Deve ser evitada a escolha de árvores que produzam excessivo depósito de serrapilheira (MELOTTO et al., 2011). Baggio (1998) mencionou que a escolha de espécies florestais e forrageiras adequadas pode proporcionar benefício para a pastagem por aumentar a produção da forrageira e sua qualidade, consequentemente, melhorar o desempenho animal.

Esses sistemas proporcionam maior renda por haver concomitante produção de produtos agrícolas, pecuários e florestais (ALMEIDA, 2010). A adequação destes tipos de produtos aumenta a entrada de receita devido à maior eficácia do uso dos recursos naturais, insumos, mão-de-obra, gerando melhor taxa de retorno no investimento, sendo superior quando comparado a sistemas de componentes de uma única especificidade (NICODEMO et al., 2004).

Entre as espécies florestais mais utilizadas destacam-se: eucaliptos (*Eucalyptus* spp. e *Corymbia* spp.), grevilea (*Grevillea robusta*), pinus (*Pinus* spp.), teca (*Tectona grandis*), paricá (*Schyzolobium amazonicum*), mogno africano (*Kaya ivorensis*), cedro australiano (*Toona ciliata*), canafístula (*Pelthophorum dubium*) e acácia mangium (*Acacia mangium*) (CARVALHO et al., 2001).

O gênero *Eucalyptus* nativo da Austrália e da Indonésia foi trazido para o Brasil em 1825. O seu uso para fins comerciais teve início no século 20 e desde então, esta espécie vem sendo usada para a produção de celulose, madeira, tecidos sintéticos e outros (GALZERANO; MORGADO, 2008). Conforme Silva et al. (2008a) o eucalipto é um dos gêneros mais cultivados no mundo por ter alta capacidade para produção de lenha, carvão, celulose, postes e móveis e ser adaptado à diversos ambientes climáticos e tipos de solo.

Outros benefícios do eucalipto incluem a absorção de CO₂ da atmosfera, controle da erosão, controla o fluxo dos recursos hídricos, matéria-prima para diversos produtos e gera riquezas econômicas e sociais (BERTOLA, 2006).

Castro e Paciullo (2006) avaliaram um sistema de ILPF com plantio de eucalipto e leguminosas, em seu primeiro ano de implantação e milho no segundo ano e observaram que a produção do milho (4.000 kg/ha) foi capaz de amortizar em 41,5% os custos de implantação do sistema. Isso mostra a possibilidade da renda gerada desde o primeiro ano de implantação para amortizar os custos investidos.

Deste modo, a interação entre os componentes que compõem um sistema de integração, considerando principalmente a influência do componente florestal, deve ser considerada no momento de implantação e durante a manutenção do sistema.

1.1.2 COMPONENTE ANIMAL

O Brasil possui um rebanho de 176,6 milhões de bovinos criados em uma área de aproximadamente 190 milhões de hectares, sendo 73 milhões de pastagens nativas e 117 milhões de hectares com pastagens cultivadas. Entretanto, aproximadamente 80% destas áreas apresentam algum estágio de degradação, resultado da produção de bovinos em sistemas predominantemente extensivo, com pequenas taxas de lotação (0,93 animal/ha/ano) e baixo desempenho (ANUALPEC, 2010).

Neste contexto, a implantação dos sistemas de ILPF para produção de bovinos de corte pode ser uma excelente opção para aumentar a produtividade animal e melhorar os índices zootécnicos da propriedade rural. Conforme Costa et al. (2006), os principais objetivos da

integração de ruminantes nestes sistemas é aumentar a produção de proteína animal sem a necessidade de ampliação de novas áreas.

De acordo com Ots e Catie (1986), as principais interações existentes nos sistemas agrossilvipastoris estão relacionadas à presença do animal, pois este pode acelerar e mudar a ciclagem dos nutrientes em alguns aspectos. Por exemplo, animais mais seletivos pelo alimento podem afetar a composição do bosque devido à escolha de lugares específicos para o consumo. Se os animais forem manejados em alta taxa de lotação nestes locais, podem ocasionar compactação do solo e prejudicar o crescimento das árvores e forragem.

Segundo Almeida (2010), a escolha dos animais para o sistema de ILPF depende do sistema agropecuário a ser recuperado e geralmente se mantém os mesmos animais que já são criados na área de interesse. Espera-se com a implantação dos sistemas melhorar os resultados de desempenho de animais de maior exigência nutricional, desde que atendidas as demandas de água, suplementos minerais e manejo sanitário.

A presença dos animais nas pastagens reduz o número de plantas invasoras (devido ao seu consumo e danos associados ao pastejo dos animais), gera maior ciclagem dos nutrientes devido à deposição de fezes e urinas na pastagem. Os sistemas de integração trazem importantes benefícios para os animais, destacando o conforto térmico gerado pela sombra produzida pelas árvores.

Townsend et al. (2008) avaliaram o conforto térmico de diferentes sistemas silvipastoris para identificar os efeitos nos animais em pastejo com sombreamento de *Hevea brasiliensis* Willd. ex A. Juss (seringueira) e árvores nativas em pastagem de *B. brizantha* cv. Marandu. Os autores constataram melhores condições térmicas para bovinos europeus como menor temperatura ambiente, maior umidade dentro do sistema propiciando o conforto térmico e observaram que as raças zebuínas demonstraram resultados mais significativos nas estações de secas.

1.1.3 COMPONENTE FORRAGEIRO

A escolha das forrageiras para o uso em sistemas de ILPF deve se basear na sua tolerância ao sombreamento. Nas condições de sombreamento, as forrageiras priorizam o crescimento da parte aérea em relação ao sistema radicular e com o menor acúmulo de carboidrato de reserva, ocorre retardo do início do florescimento e redução da produção de biomassa aérea (ALMEIDA, 2010).

Em um contexto geral, as gramíneas forrageiras são mais sensíveis ao sombreamento no seu período de estabelecimento se comparado à fase produtiva e os valores de níveis de sombreamento tolerados pelas plantas estão entre 40 e 70% para as gramíneas *Brachiaria brizantha* cvs. Marandu e Xaraés, *B. decumbens* cv. Basilisk, *Panicum maximum* cvs. Aruana, Mombaça e Tanzânia e Massai, com uma produção satisfatória nos sistemas de iLPF (VARELLA et al., 2009).

Leonel et al. (2009) mencionaram que devido a baixa incidência de luz no dossel forrageiro a produção de massa seca da forragem pode ser reduzida, porém ocorre aumento na digestibilidade das plantas proporcionando melhorias nutritivas da dieta dos animais em pastejo.

Dessa forma, ao se levar em consideração o ponto de vista nutricional, as interações entre as árvores e as pastagens são mais importantes por ter relação com o aumento da quantidade de nutrientes disponíveis para os bovinos em pastejo (FERNANDES et al., 2006).

Dentre as diversas espécies de gramíneas utilizadas para formação do componente forrageiro, predomina o gênero *Brachiaria* devido a sua capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas e tipos de solos, assim como pelo manejo e produção da pastagem.

1.1.3.1 *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã

As mais de 100 espécies forrageiras do gênero *Brachiaria* são oriundas do continente africano e sete delas foram introduzidas para formação de pastagens nas Américas: *B. arrecta*, *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. dictyoneura*, *B. humidicola*, *B. ruziziensis* (VALLE et al., 2011). Essas forrageiras se destacaram como boas opções de formação de pastagem no Brasil por se adaptarem as diferentes características climáticas e manejo de pastagem (MONTEIRO et al., 1995).

Dentre as gramíneas indicadas para utilização em sistemas integrados, destacam-se as cultivares de *Brachiaria brizantha*, como o capim-Piatã, cujas características principais são: planta cespitosa de altura entre 0,85 a 1,10 m, colmos verdes e lâmina foliar de 45 cm e 4 mm de diâmetro, respectivamente. De acordo com Timossi et al. (2007), o capim-Piatã tem boa adaptação a solos com baixa fertilidade, se estabelece facilmente e produz boa quantidade de biomassa durante o ano (9,5 t/ha de matéria seca, com 57% de folhas). Aproximadamente 36% da produção anual desta forrageira ocorre no período seco do ano, sendo assim uma boa opção para utilização nos sistemas de integração.

Behling Neto et al. (2011) verificaram a disponibilidade do capim-Piatã em sistemas de ILPF com dois arranjos de árvores em seu primeiro ano de pastejo e observaram que durante o período experimental, a composição botânica da forragem disponível permaneceu, em média, com 78,2% de capim-Piatã e 21,8% de outras braquiárias, como o capim-marandu.

Em experimento conduzido com o objetivo de quantificar o valor nutritivo do capim-Piatã, Gamarra et al. (2011) avaliaram a composição bromatológica deste capim e observaram interação entre altura de pastejo (15 cm vs 45 cm) e espaçamento entre árvores (14 m vs 22 m) sobre o teor de proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN). Os maiores teores de PB foram observados em plantas mantidas no espaçamento com 14 metros em pastos baixos, enquanto que, no espaçamento de 22 metros, o teor de PB foi similar entre as alturas de pastejo.

Quando se comparou os resultados de altura de pastejo, os autores observaram maior DIVMO (Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica) somente no outono, nos pastos mais baixos, enquanto que o teor de FDN foi menor em pastos mantidos baixos (79,3%) em relação àqueles mantidos altos (80,9%). Assim, observou-se melhorias na composição bromatológica das plantas forrageiras mais próximas às árvores e em sistemas de cultivo com maior adensamento de árvores, ou seja, com os espaçamentos de 14 metros.

Além de modificações do valor nutritivo, as plantas sofrem adaptações morfológicas e fisiológicas que propiciam a sobrevivência dentro do sistema de integração.

1.2. FISILOGIA DAS PLANTAS FORRAGEIRAS EM SISTEMAS de ILPF

As interações interespecíficas entre os componentes existentes nos sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) precisam ser esclarecidas para que seus potenciais benefícios possam ser adequadamente explorados e maximizados a favor da produção vegetal e animal. As pastagens neste sistema são afetadas pelas condições de clima, solo, populações de animais, manejo e luminosidade.

O fator radiação solar é o elemento mais importante e determinante do potencial de crescimento das espécies forrageiras que estão sob a copa das árvores em sistemas integrados (VARELLA, 2008). Apesar de 90% do peso seco das plantas serem oriundos da assimilação de CO₂ via fotossíntese, em ambientes sem a interação do componente florestal, a taxa fotossintética aparentemente não afeta a produção de forragem, mas sim outras variáveis fisiológicas e ambientais, tais como déficit hídrico e relações fonte/dreno (SILVA e PEDREIRA, 1997).

Em sistemas de ILPF ocorre redução da incidência luminosa sobre as forrageiras, a taxa de crescimento diária das plantas se torna limitada em função da restrição de energia necessária para os processos fotossintéticos e isto exige das plantas uma série de adaptações morfológicas e fisiológicas a esse novo ambiente. Vários aspectos morfofisiológicos estão envolvidos na interceptação da luz pelas plantas, alguns relacionados à organização espacial das folhas, que pode ser expressa pela densidade de cobertura foliar, pela distribuição horizontal e vertical das folhas e pelos ângulos foliares. Outros correspondem a aspectos funcionais afetados por fatores da planta e ambiente, como idade, tipo e tamanho das folhas, saturação lumínica e flutuações na intensidade e na qualidade de luz (PEDREIRA e PEDREIRA, 2007).

A adequada luminosidade é fundamental para garantir a eficiência de fixação de carbono pelas folhas durante a fotossíntese. Este carbono fixado pode ser alocado para três destinos metabólicos, como a utilização no metabolismo celular, fornecendo energia e esqueletos de carbono para síntese de outros compostos; para a síntese de compostos de transporte, exportados para os diversos drenos da planta (TAIZ e ZEIGER, 1998), constituídos pelo meristema terminal (meristema apical, folhas em expansão e folhas emergentes), perfilhos, colmo, raiz, inflorescência e sementes (ROBSON, 1988); ou ainda, alocado para síntese de compostos armazenados durante o dia e utilizados no período noturno (TAIZ e ZEIGER, 1998).

O conhecimento sobre a partição de fotoassimilados é fundamental para compreender a fisiologia vegetal, principalmente em sistemas integrados, onde o sombreamento pelas copas das árvores pode diminuir a captação de luz e a fixação de carbono. A relação fonte/dreno da forrageira é necessária para adequada partição de fotoassimilados que se altera conforme o estado fisiológico da planta, as condições do meio de manejo.

Em condições limitantes de radiação fotossinteticamente ativa, como no caso de sombreamento das plantas, a síntese e a partição de fotoassimilados podem ser prejudicadas. Assim, as plantas sombreadas maximizam a captação de luz disponível para aumentar a proporção de fotoassimilados pelo aumento da área foliar específica e da parte aérea da planta (GOBBI et al., 2011). O crescimento das plantas forrageiras e sua taxa de acúmulo de matéria seca estão relacionados com o nível de interceptação de luz pelo dossel e com sua área foliar (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

As folhas completamente expandidas, com maior área foliar específica, realizam fotossíntese com maior intensidade e os assimilados formados são utilizados para sua manutenção e atendimento das necessidades do meristema apical, das folhas em formação e

do sistema radicular (PEDREIRA et al., 2001). As folhas que possuem a lâmina parcialmente exposta não disponibilizam os fotoassimilados para outras partes do perfilhos, utilizando-os para seu próprio desenvolvimento, sendo caracterizadas como folhas dreno (PEDREIRA et al., 2001). As folhas em expansão apresentam 38% de eficiência fotossintética; folhas jovens completamente expandidas, 40%; folhas velhas, em torno de 18% e a bainha exposta, 4% (MONTAGNER, 2004).

As folhas do topo e base apresentam diferença de idade e proximidade dos drenos da planta. As folhas do topo, mais novas, encontram-se mais próxima do meristema apical, ao passo que as folhas da base, mais velhas, estão localizadas mais próximas da raiz e perfilhos, conferindo diferente padrão de distribuição de assimilados, resultado da força e distância dos drenos em relação à fonte (RYLE, 1970).

Geralmente as folhas da base, desenvolvidas sob condições de baixa luminosidade, já que as folhas do topo exercem sombra sobre elas, têm menor capacidade fotossintética e retêm menor quantidade de fotoassimilados (TEIXEIRA et al., 2005). Em condições adversas, como baixa incidência luminosa, a formação da área foliar ocorre principalmente a partir da emissão de novas folhas durante o perfilhamento e alocação de assimilados para o meristema terminal (TEIXEIRA et al., 2005).

Estudos com diversas espécies forrageiras relacionados à tolerância à sombra têm sido realizados para gerarem informações de grande relevância ao planejamento de sistemas de ILPF, pois o sucesso da exploração destes sistemas depende de forrageiras que tenham bom rendimento, sejam tolerantes ao sombreamento e suportem as desfolhas ocasionadas pelo pastejo animal. A produção final de matéria seca destas pastagens depende da eficiência com que as folhas convertem energia radiante em energia química por meio do processo fotossintético.

Aproximadamente 60% do total de energia solar que chega até uma folha é oriunda de radiação de comprimento de onda não absorvido, 8% corresponde à radiação que é refletida ou transmitida, 8% é referente à radiação dissipada como calor, 24% é utilizada no metabolismo geral da folha. Deste total utilizado no metabolismo geral da folha somente 5% é convertido em carboidratos, já que 19% perde-se no metabolismo (MACEDO et al., 2010).

Embora a energia total absorvida seja importante para a fotossíntese, esta também depende do número de fótons absorvidos. A densidade do fluxo fotônico (DFF) expressa à quantidade de fótons (mol ou μ mol de fótons) por unidade de área e de tempo. Em um dia de pleno sol, a DFF, na faixa da radiação fotossinteticamente ativa, pode alcançar valores de 2.000 ou 2.500 μ mol $s^{-1} m^{-2}$. À medida que aumenta a intensidade de luz e DFF, elevam-se as

taxas de fotossíntese líquida das folhas expostas ao sol até um ponto de saturação lumínica, a partir do qual o aumento da intensidade lumínica não ocasiona aumento da taxa de fotossíntese líquida (MACEDO et al., 2010).

Esse ponto de compensação lumínica determina, em grande parte, a quantidade de carboidratos que é produzida. Constata-se que esse processo tem poucas consequências para plantas totalmente expostas, visto que recebem toda luz incidente. Porém, isso não ocorre com plantas cultivadas no sub-bosque em sistemas de ILPF, já que recebem a luz filtrada por meio do dossel superior em meio à sombra (MACEDO et al., 2010). Assim, a planta sombreada pode não atingir o ponto de compensação lumínica e apresentar baixa produção de carboidratos e tecidos.

A curva de fotossíntese líquida acompanha a disponibilidade de luz até o ponto de saturação, se a troca gasosa não for restrita por outros fatores, como o suprimento de água e temperatura. As plantas C3 atingem um ponto de saturação lumínica antes que as plantas C4, as quais são capazes de utilizar plenamente a luz do meio-dia em um dia claro (LARCHER, 1986). Algumas plantas C3, como a soja podem saturar-se com baixos níveis de radiação, aproximadamente $500 \mu \text{ mol s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ (LOUREIRO e MARTINEZ, 2005).

As gramíneas tropicais, que utilizam a via fotossintética C4 ou ciclo de Hatch-Slack-Kortschak, de modo geral, têm maior capacidade de utilização da água e luz, conseqüentemente de fixação de CO_2 , em relação às gramíneas de clima temperado, que utilizam a via fotossintética C3, além de produzirem maior quantidade de matéria seca por unidade de água perdida por transpiração (DOWNES 1970, citado por OLIVEIRA et al., 1973).

Analisando a curva de resposta fotossintética (Figura 1), é possível observar que a taxa de fotossíntese líquida das espécies forrageiras tropicais cai bruscamente abaixo da condição de pleno sol (0% de irradiação).

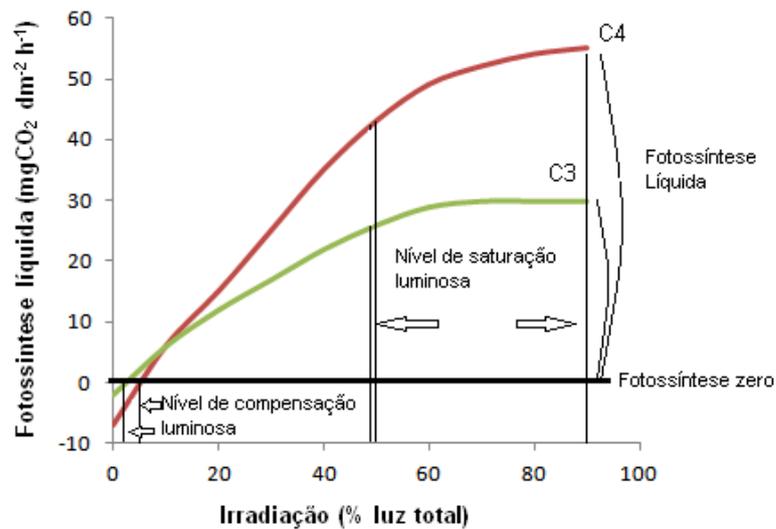


Figura 1. Curva de resposta fotossintética de espécies cultivadas tropicais (C4) e temperadas (C3) em função da irradiação (Adaptado de Gardner et al., 1985).

O nível máximo de atividade fotossintética das espécies temperadas é similar àquele alcançado pelas gramíneas tropicais quando apenas 30% da radiação foram disponíveis. Isto indica que, mesmo com tal sensibilidade ao sombreamento, a atividade fotossintética das forrageiras tropicais (C4) é superior à atividade das forrageiras de clima temperado, quando o nível de radiação está entre 10 e 90% da radiação disponível a pleno sol (TAIZ e ZEIGER, 1998). Além da menor sensibilidade ao sombreamento, as forrageiras tropicais C4 podem ser mais recomendadas para implantação em sistemas de ILPF por outras características, que serão citadas a seguir.

Algumas diferenças no processo fotossintético desses dois ciclos são que o metabolismo C4 consiste de uma série de modificações anatômicas e bioquímicas que concentram o CO_2 nos locais de ação da ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase, enzima Rubisco. Esta enzima é suprimida nas células do mesofilo, de forma que o CO_2 liga-se primariamente ao fosfoenolpiruvato (PEP) pela ação da fosfoenolpiruvato carboxilase (PEPcarboxilase), formando o ácido oxaloacético, com quatro átomos de carbono (SOUZA et al., 2005).

Nessas espécies C4, os cloroplastos ocorrem em duas camadas distintas de células, concentradas ao redor dos feixes vasculares (bainhas parenquimáticas dos feixes - BPF) e uma coroa de células mesofílicas, ambas caracterizadas pela presença marcante de cloroplastos abundantes e grandes (OLIVEIRA et al., 1973). Somente as plantas de ciclo C4 possuem esses dois tipos de células fotossintetizantes.

Nessas espécies, as células da BPF possuem paredes espessas, em alguns casos, não havendo acesso direto aos espaços intercelulares do mesofilo. Estas características conferem à

bainha um aspecto de “coroa”, que originou o termo “anatomia Kranz”, coroa, em alemão (SOUZA et al., 2005). A maioria das gramíneas tropicais possui estrutura foliar conhecida como anatomia tipo Kranz, diferindo das gramíneas temperadas. Em ambientes sombreados, o tamanho das células da BPF aumenta com objetivo de melhorar a eficiência fotossintética, já que a disponibilidade de luz é limitante para o processo de fixação de carbono (GOBBI et al., 2011).

O balanço fotossíntese-respiração determina a quantidade de assimilado disponível para o crescimento vegetal, definida como taxa de assimilação líquida (GOMIDE e GOMIDE 1999). Entretanto, a aclimatação fenotípica às condições de baixa radiação ocorre principalmente durante o crescimento e a diferenciação dos órgãos de assimilação, condicionando a alocação preferencial de carbono pelas diferentes frações da planta.

A baixa luminosidade disponível para os processos fotossintéticos das gramíneas nos sistemas de ILPF diminui a disponibilidade de fotoassimilados, direcionando a utilização de recursos e o desenvolvimento da parte aérea das plantas, com o objetivo de aumentar a capacidade fotossintética. Essa prioridade de distribuição de assimilados para a parte aérea é uma resposta adaptativa da forrageira. Com isso, há uma menor disposição de fotoassimilados para o desenvolvimento de parede celular secundária, reduzindo os constituintes de parede celular e consequentemente os teores de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) (GOBBI et al., 2010).

Além da expansão da área foliar específica nas plantas presentes em ambientes sombreados, outra alteração histológica observada é a redução da densidade de nervuras nas plantas, que pode explicar em partes a redução da porcentagem de tecidos vasculares e sustentação das forrageiras sombreadas (GOBBI et al., 2011) e o menor teor de FDN e FDA das plantas. O aumento da área foliar efetiva tem sido uma das principais adaptações morfológicas das plantas que se desenvolvem em ambientes sombreados, representando um padrão esperado de resposta, que pode ocasionar a diminuição da resistência mecânica da lâmina e espessura da folha.

As plantas com maiores proporções de índice de área foliar (conceito desenvolvido por Watson (1947) e definido como a relação entre a área foliar e a área de solo que essas folhas ocupam) nas regiões intermediárias e superiores do dossel conseguem acumular maior área foliar e utilizam melhor a radiação incidente, tornando-se, portanto, mais produtiva (RHODES, 1973).

Considerando o elemento radiação de um sistema de ILPF, a variação espacial ocorre em função das características de copa, altura, espaçamento, orientação e arranjos de plantio do

componente florestal. Portanto, os sistemas agrossilvipastoris são dinâmicos e abrangem um ambiente luminoso singular em seu sub-bosque promovendo diferentes respostas dos demais componentes integrados. De fato, o ambiente de sistemas de ILPF sofrem modificações bruscas ao longo do dia, alterando não apenas a quantidade, como a qualidade e frequência da radiação disponível para as plantas.

Andrade (2000) avaliou a transmissão de luz ao sub-bosque em sistema de ILPF na região de Cerrado, utilizando clones de eucalipto, considerando a média de toda área do sub-bosque. A transmissão de luz correspondeu a 32% da densidade de fluxo de fótons medida a pleno sol, na época da avaliação, o sol encontrava-se inclinado para o Norte, de modo que grande parte da luz solar direta era interceptada pela copa das árvores. Provavelmente, no verão, a transmissão de luz ao sub-bosque seria em torno de 50%, pois haveria menor interceptação de luz pela copa das árvores devido a menor inclinação solar.

O componente forrageiro do sistema está exposto a um regime de restrição e intermitência luminosa, alternando desta forma sua atividade fotossintética. As folhas, quando submetidas repentinamente à sombra intensa, respondem à situação fechando gradualmente seus estômatos e diminuindo sua atividade fotossintética vagarosamente até se estabilizar em patamares muito baixos, fenômeno conhecido como “desativação da fotossíntese”. Quando estas folhas retornam ao período de plena luminosidade, dá-se o fenômeno de “ativação da fotossíntese”, ocorrendo o retorno da ativação fotossintética à condição normal de forma muito mais rápida quando comparada à queda durante o período de restrição luminosa (VARELLA, 2008).

Observa-se que quanto maior o tempo de exposição à sombra das folhas, maior será o tempo necessário para que as mesmas retornem à sua condição original fotossintética, como a observada em pleno sol (PERI et al., 2002). Além das variações microambientais de sistemas agrossilvipastoris, comumente muito mais dinâmica que sistemas pecuários tradicionais, afetarem as características histológicas, morfológicas e ultra estruturais, alteram também a composição química das plantas forrageiras e a produção de matéria seca/ha.

O maior teor de umidade do solo e as menores temperaturas observadas nos sistemas iLPF podem contribuir para maior taxa de mineralização e ciclagem do nitrogênio (N), resultando na maior disponibilidade de N no solo e maior teor de proteína bruta (PB) nas plantas (WILSON, 1996). O teor de minerais nas plantas também pode ser influenciado positivamente pela baixa incidência luminosa, com o aumento dos níveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio (CASTRO et al., 2001; PERI et al., 2007).

A aclimatação das plantas sob sombra, é caracterizada pela maior alocação de nitrogênio para os pigmentos proteicos envolvidos na fotossíntese (EVANS e POORTER, 2001), aumento da relação parte aérea:raiz, da área foliar específica, alterações no ângulo de inclinação das folhas, na relação folha:caule, alongamento da lâmina foliar, dos caules, pecíolos e entrenós, redução da ramificação e do perfilhamento (GOBBI et al., 2009).

O sombreamento interfere no microclima favorecendo o crescimento das plantas cultivadas no sub-bosque, pois a sombra reduz a temperatura do solo, após um período de chuva o teor de umidade do solo reduz mais lentamente do que em condições de pleno sol, favorecendo a diminuição do déficit hídrico e a atividade microbiana na serapilheira e no solo (WILSON, 1998). Certamente, o decréscimo do déficit hídrico é bastante relevante para esse mecanismo, uma vez que o alongamento e o aparecimento foliar são extremamente dependentes da disponibilidade de água (VAN LOO, 1992), a qual afeta a divisão e o alongamento celular (PACIULLO et al., 2008).

Esse maior influxo de água para os tecidos alongados e a reduzida velocidade de perda de águas pelas plantas, em vista da temperatura ser mais amena em ambientes sombreados, permite a maior taxa de alongamento foliar (SCHNYDER e NELSON, 1988). Contudo, a taxa de alongamento de folhas e colmos sofre influência das estações do ano, devido à frequência de ocorrência de chuvas em cada estação.

O comprimento da lâmina foliar é determinado pelo número de divisões celulares que ocorrem perpendicularmente à nervura central da folha e pelo alongamento das células. A epiderme das folhas de plantas sombreadas contém mais células no sentido longitudinal, que possuem maior comprimento em relação a indivíduos mantidos sob luminosidade plena (MITCHELL e SOPER, 1958).

O mecanismo de estiolamento, comum em plantas submetidas ao sombreamento, é uma estratégia usual para compensar a redução na luminosidade pela elevação das folhas e colmos, permitindo uma melhor distribuição da radiação ao longo do perfil do dossel (MELLO e PEDREIRA, 2004).

Outro mecanismo utilizado pelas forrageiras para aumentar a eficiência de interceptação da radiação incidente sob sombreamento é alterar seu ângulo de inclinação foliar, tornando-o mais horizontal. Essa alteração no ângulo de inclinação foliar pode reduzir a altura do dossel quando comparado com um sistema sob sol pleno (FÉRNANDEZ et al., 2004).

A distribuição da luz dentro da população de plantas sofre interferência da arquitetura do dossel, assim como os processos de transferência de CO₂ e evapotranspiração. Em estudo realizado por Paciullo et al. (2007), os autores observaram que as plantas de *Brachiaria*

decumbens que se desenvolveram sob a copa de árvores em sistema silvipastoril apresentaram arquitetura foliar mais horizontal em comparação àquelas desenvolvidas sob radiação solar plena, o que contribuiu para o aumento da interceptação luminosa.

Esses mecanismos de adaptação desenvolvidos pelas forrageiras são importantes, pois a eficiência de absorção da radiação fotossinteticamente ativa é determinada por características estruturais, como índice de área foliar, o ângulo médio da lâmina e as propriedades óticas da folha, como transmitância e reflectância das ondas de luz visíveis (LEMAIRE e CHAPMAN, 1996), denominado espectro luminoso, que compreendem o comprimento de onda entre 380 e 750 nanômetros.

Em relação à modificação que ocorre no perfilhamento das gramíneas, considerando a sensibilidade do perfilhamento às alterações de luminosidade, observa-se uma menor densidade populacional de perfilhos em ambientes com baixa irradiância, devido à radiação que penetra no dossel forrageiro promover a ativação de gemas axilares e basais para formação de novos perfilhos (BAHMANI et al., 2003).

As gemas axilares localizadas na base de cada folha são responsáveis pelo surgimento de perfilhos e a taxa de perfilhamento é determinada pelo filocrono e pela taxa de desenvolvimento destas gemas. O que também contribui para a inibição da produção de novos perfilhos, nestas condições, é que o suprimento reduzido de fotoassimilados é alocado preferencialmente para os perfilhos já existentes, em detrimento às gemas axilares (ROBSON et al., 1988)

Como a produção de forragem é produto da densidade populacional de perfilhos e do peso do perfilho (VALENTINE e MATTHEW, 2000), a redução da densidade de perfilhos com o sombreamento e o inalterado peso médios dos perfilhos ajudam a explicar a menor produção das diversas gramíneas forrageiras (GOBBI et al., 2009).

Apesar das diferenças de tolerância de gramíneas em diferentes níveis de sombreamento no sub-bosque, a tendência é a redução da sua produtividade. Assim como, o recobrimento do solo e a produção de forragem decrescem à medida que se aproxima das linhas de plantio das árvores, local onde ocorre menor incidência de luz. Assim, a maneira como a luz é distribuída ao longo do dossel e a eficiência com que as folhas utilizam essa luz incidente influi na produtividade forrageira.

A fim de possibilitar tomadas de decisões que estimulem o equilíbrio de sistemas de ILPF diante desta múltiplas situações, é necessário compreender os mecanismos de aclimatação que determinam a capacidade das forrageiras em se desenvolverem nestes sistemas complexos.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, C.; OLIVEIRA, S. M.; COUTINHO-SILVA, R.; OLIVEIRA-CASTRO, G. M.; PERSECHINI, P. M. ATP- and UTP-induced currents in macrophages and macrophage-polykaryons. **Am. J. Physiol Cell Physiol** 265, C1663- C1673, 1993.
- ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. 10 p. 1 CD-ROM.
- ANDRADE, C. M. S. **Estudos de um sistema agrossilvipastoril, constituído por Eucalyptus urophylla S.T.BLAKE e Panicum maximum JACQ. cv. Tanzânia-1, na região dos cerrados de Minas Gerais.** Brasil. 2000. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, MG, 2000.
- ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira 2010.** São Paulo: AgraFNP, 2010. 360p.
- BAGGIO, A. J. Seleção de espécies para formação de bosquetes de proteção em pastagens para a região do arenito Caiuá, no Paraná. **Pesquisa em Andamento**, n.61, p.1-5, 1998.
- BAHMANI, I.; THOM, E.R.; MATTHEW, C.; HOOPER, R.J.; LEMAIRE, G. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, p.803-817, 2003.
- BALBINO, L. C.; KICHEL, A. N.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. Sistemas de integração: o que são, suas vantagens e limitações. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2011. p. 13-24.
- BEHLING NETO, A.; ALMEIDA, R. G.; ABREU, J. G.; MACEDO, M. C. M.; SANTOS, V. A. C.; COELHO, F. S. Caracterização da forragem disponível em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com dois arranjos de árvores. In : Simpósio de produção animal a pasto, Maringá-PR, **Anais...** 2011. p. 1-31 CD-ROM.
- BERTOLA, A. **Eucalipto verdades mentiras.** Disponível em: <http://www.celuloseonline.com.br/imagembank/Docs/DocBank/dc/dc009.pdf>. Acesso em: 10 janeiro de 2015.
- CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília: FAO, 2001. 413 p.
- CARVALHO, M. M. **Arborização de pastagens cultivadas.** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 37p. (EMBRAPACNPGL. Documentos, 64).
- CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C. **Boas práticas para a implantação de sistemas silvipastoris.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 50).

- 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, F. G.; RAWSON, R.; OBERT, J. Cultural and treatment issues in the adaptation of the Matrix model for implementation in Mexico. In Paper Presented at the Centros de Integracion Juvenil Conference on Drug Abuse Treatment, Mexico City, Mexico, Dec. 6-7, 2001.
- CONSTANTIN, A. M. Introdução aos Sistemas Agroflorestais. Disponível em: http://paraiso.etfto.gov.br/docente/admin/upload/docs_upload/material_87f61a9be7.PDF. Acesso em: 12 Janeiro de 2015.
- COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. de A. Utilização de sistemas silvipastoris na Amazônia Ocidental brasileira. **Revista Electrónica de Veterinária**, [online], v. 7, p. 1-15, 2006.
- DA SILVA, S. C.; NASCIMENTO JR. D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.121-138, 2007 (supl. especial).
- DE OLIVEIRA, B. A. D.; FARIA, P. R. S.; SOUTO, S. M.; CARNEIRO, A. M.; DOBEREINER, J.; ARONOVICH, S. Identificação de gramíneas tropicais com via fotossintética "c 4" pela anatomia foliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, série Agronomica, v.8: p. 267-271. 1973.
- DE SOUZA, A.; DE MORAES, M. G.; RIBEIRO, R. C. L. F. Gramíneas do cerrado: carboidratos não-estruturais e aspectos ecofisiológicos. **Acta botanica Brasileira**, 19(1): 81-90. 2005.
- EVANS J. R.; PORTER H. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. **Plant Cell Environ**, v. 24, p. 755-761, 2001.
- FERNANDES, F. E. P.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V. Sistemas agrossilvipastoris e o aumento da densidade de nutrientes para bovinos em pastejo. **Revista Electrónica de Veterinária** [online], v. 7, n. 11, 2006.
- GALZERANO, L.; MORGADO, E. Eucalipto em Sistemas Agrossilvipastoris. **Revista Electrónica de Veterinária** [online], v. 9, n. 3, 2008.
- GAMARRA, E. L.; BEHLING NETO, A.; ABREU, J. G.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; CARVALHO, P. H. V. Caracterização do valor nutritivo do capim-Piatã em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta com dois arranjos de árvores. In: Simpósio de produção animal a pasto, Maringá-PR, **Anais...** 2011a. p. 1-31 CD-ROM.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Arquivo Zootecnia**, v. 59: p. 379-390. 2010.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capimbraquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1645-1654, 2009.

- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.1436-1444, 2011.
- GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Análise de crescimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.675-680, 1999.
- LARCHER, W. 1986. *Ecofisiologia Vegetal*. Editora Pedagógica e Universitária Ltda., São Paulo.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.) *The ecology and management of grazing systems*. Guilford: CAB International, p.3-36, 1996.
- LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; DE MARCO JÚNIOR, P; LARA, L. A.; QUEIROZ, A. C. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.1, p.177-189, 2009.
- 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.
- LOUREIRO, M. E.; MARTINEZ, C. **Fotossíntese**. Disponível em: <http://www.ufv.br/dbv/pgfvg/bve%2027/pdf/fotossintese3.pdf> [consultado em 20.01.2015].
- MACEDO, R. L. G.; VALE, A. B.; VENTURIN, N. **Eucalipto em Sistemas Agroflorestais**. Lavras: UFLA, 2010, 331p.
- 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/UFG, 2005. p.56-84.
- 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.
- MELOTTO, A. M.; LAURA, V. A.; BUNGENSTAB, D. J. O componente florestal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, p. 37-51, 2011.
- MITCHELL, K. J.; SOPER, K. Effects of differences in light intensity and temperature on the anatomy and development of leaves of *Lolium perenne* and *Paspalum dilatatum*. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, 1(1):1-16, 1958.
- MONTAGNER, D. B. **Fluxos de carbono e nitrogênio em pastos sob pastejo**. Disciplina: Zoo 750 e 753, Viçosa, MG. 2004.

- MONTEIRO, F. A.; RAMOS, A. K. B., CARVALHO, D. D.; ABREU, J. B. R.; DAIUB, J. A. S.; DA SILVA, J. E. P.; NATALE W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandú em solução nutritiva com missões de macronutrientes. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.
- NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P.; STIAGO L. R. L.; GONTIJO NETO M. M.; LAURA, V. A. **Sistemas silvipastoris - introdução de árvores na pecuária do Centro-Oeste brasileiro**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. p. 17-20. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 146).
- OTS/CATIE. **Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los tropicos**. San Jose: Organización para Estudios Tropicales/CATIE, 818p. 1986.
- PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; 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.; MORENZ, M. 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**, v.42, p.573-579, 2007.
- PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, S. C. da. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p.281-287, 2007.
- PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.772-807.
- PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. Sistemas silvipastoris: fundamentos para a implantação. In: Pires, A. V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**, Piracicaba: FEALQ, 2010, v. 2, p. 1421-1461.
- ROBSON, M. P.; RYLE, G. J. A.; WOLEDGE, J. The grass plant- its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Eds.) **The grass crop**. London: Champman & Hall Ltda, p.25-83. 1988.
- SCHNYDER H.; NELSON, C. J. Diurnal growth of tall fescue leaf blades: I. Spatial distribution of growth, deposition of water, and assimilate import in the elongation zone. **Plant Physiol** 86: 1070-1076, 1988.
- SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; XAVIER, B. A. **Manual prático do fazendeiro florestal: produzindo madeira com qualidade**. 2ª edição. Viçosa, 2008.
- SILVA, S. C.; PEDREIRA, C. G. S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 1997. p. 1-62.

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Translocation in the phloem. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Eds.) **Plant physiology**. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. p.251-259.
- TEIXEIRA, A. C. B.; GOMIDE, J. A.; OLIVEIRA, J. A.; ALEXANDRINO, E.; LANZA, D. C. F. Distribuição de Fotoassimilados de Folhas do Topo e da Base do Capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) em Dois Estádios de Desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.479-488, 2005.
- TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 617-622, 2007.
- TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; SILVA NETTO, F. G.; LEÔNIDAS, F. C.; RODRIGUES, V. G. S. Condições térmicas ambientais sob diferentes sistemas silvipastoris na Amazônia ocidental. In: II SEMINÁRIO DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL – SEPEX “*A agricultura familiar no agronegócio*”, 2008, Rolim de Moura. **Anais...** Rolim de Moura: Fundação Universidade Federal de Rondônia, 2008.
- VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2011. p. 30-77.
- VARELLA, A. C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J.; SOARES, A. B.; MORAES, A.; SAIBRO, J. C.; BARRO, R. S. Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI, R. S. et al. (Ed.). **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-301.
- WATSON, D. J. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variations assimilation rate and leaf area between species and varieties and within and between years. *Annual Botanic*, 11: 41-89.
- WILSON, J. R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collington, v. 47, p. 1075-1093, 1996.
- WILSON, K. B.; BALDOCCHI, D. D.; HANSON P. J. Spatial and seasonal variability of photosynthetic parameters and their relationship to leaf nitrogen in a deciduous forest. **Tree Physiol**, v. 20, p. 565-578, 2000.

2. ARTIGO

Produção de bovinos em sistemas de integração estabelecidos

Cattle production in established integrated systems

Érick Lemes Gamarra - PPGCA-UFMS

*Maria da Graça Morais - UFMS- *morais.mariazinha@gmail.com

Roberto Giolo de Almeida - Embrapa Gado de Corte

RESUMO

1 Objetivou-se avaliar três sistemas de integração com diferentes densidades de árvores de
2 eucalipto com vistas à produção de gado de corte. Foram avaliados os sistemas de integração:
3 lavoura-pecuária-floresta, com 357 árvores de eucalipto/ha (ILPF1); lavoura-pecuária-
4 floresta, com 227 árvores de eucalipto/ha (ILPF2) e lavoura-pecuária (ILP, testemunha), com
5 cinco árvores nativas remanescentes/ha. Para avaliação da forrageira foi adotado o
6 delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas,
7 com quatro repetições. Os tratamentos da parcela corresponderam aos sistemas de integração
8 (ILPF1, ILPF2 e ILP), os tratamentos da subparcela corresponderam às épocas do ano (verão,
9 outono e inverno), para avaliação do desempenho animal, foi utilizado o ganho médio diário
10 (GMD) e ganho de peso vivo por área (GPV), obtidos por pesagens a cada 28 dias com jejum
11 prévio de 16 horas. Foi observado maior produção de massa de forragem no verão ($P < 0,05$)
12 no sistema de ILP (3.234 kg/ha) e ILPF2 (2.449 kg/ha) no qual este não se diferiu do ILPF1
13 (2.142 kg/ha), nas estações do outono e inverno o ILP foi superior aos outros dois sistemas de
14 integração. A produção de massa seca de folhas do capim-piatã no verão foi superior no
15 sistema de ILP (1.021 kg/ha) e no ILPF2 (776 kg/ha) no qual este não diferiu do ILPF1 (637
16 kg/ha), no outono o ILP foi superior aos demais sistemas e o ILPF1 obteve o menor valor, no
17 inverno não houve diferença em nenhum dos sistemas estudados. Maiores teores de PBf% no
18 verão foram encontrados nos sistemas de ILPF1 e 2 (10,15% e 10% respectivamente) no
19 outono o maior valor observado foi no ILPF1 (14,75%) e o menor no ILP (9,50%) no inverno
20 o ILPF1 e ILPF2 obtiveram os maiores valores, sendo que o ILPF2 não diferiu do ILP. Os
21 maiores teores de FDNf% no verão foram encontrados no ILP (72,50%), no outono o ILP foi

22 superior ao ILPF1 e este não diferiu do ILPF2, no inverno o ILP e ILPF2 foram superiores ao
 23 ILPF1. Maiores taxas de lotação (UA/ha) no verão foram observadas no ILP e ILPF2 (3,35 e
 24 2,96 UA/ha respectivamente), no outono maior UA/ha foi no ILP (3,54) e menor no ILPF1
 25 (0,39), no inverno não houve diferença entre os tratamentos. Maiores Ganhos médios diários
 26 (GMD g/animal/dia) foi na estação do verão (548 g/animal/dia). Foram observados maiores
 27 (GPV kg/ha) no verão nos sistemas de ILP e ILPF2 (263 e 246 respectivamente) assim como
 28 na estação do outono, no inverno não houve diferença em nenhum dos três sistemas. O
 29 sistema de ILPF2 demonstrou ser o sistema com árvores mais propicio a produção animal
 30 apesar de o sombreamento interferir na produtividade forrageira, mas isto é recompensando
 31 com melhores teores nutricionais como a PB o que favorece os animais, por fornecer maior
 32 aporte de nutrientes para o seu crescimento.

33

34 Palavras-chave: capim-piatã, densidade de árvores, eucalipto, integração lavoura-pecuária-
 35 floresta, produção de forragem.

36

37

ABSTRACT

38

39 The aim was evaluate what integrated system results in better cattle production. Treatments
 40 considered for the study were: integrated crop-livestock-forestry system with 357 eucalyptus
 41 trees/ha (ICLF1); integrated crop-livestock-forestry system with 227 eucalyptus trees/ha
 42 (ICLF2); and integrated crop-livestock system (ICL), as reference with five remnant native
 43 trees. For evaluation of forage (Piatã grass), the experimental design was assumed in
 44 randomized blocks in split-split-plot scheme, with four replications. The plot treatments
 45 corresponded to integrated systems (ICLF1, ICLF2 and ICL); the split-plot to seasons
 46 (summer and autumn) and the split-split-plot to forage sampling sites (A, B, C, D, E). It was
 47 observed higher grass production ($P < 0.05$) in systems with lower density of trees (ICL with
 48 3293 kg.DM/ha and ICLF2 with 2468 kg.DM/ha). The crude protein content of leaf were
 49 higher in the Piatã grass coming from the ICLF1 and ICLF2 systems in autumn (14.15% and
 50 12.00% respectively, $P < 0.05$), there wasn't difference of crude protein content of leaf at
 51 collection points in any of the seasons. Independent of season, higher animals productivity
 52 was observed in managed system of ICLF2 and ICL (182.90 kg/ha and 156.52 kg/ha,
 53 respectively). Systems integration with tree component decreases forage production both in
 54 summer and autumn, between dense and less dense systems, the most notable effect is the

55 improvement in nutritional value. The forage production is severely compromised by shading
56 of eucalyptus trees in denser systems and result in lower animal production per area.

57

58 Keywords: integrated crop-livestock-forestry, *Brachiaria*, animal production.

59

60 **2.1 INTRODUÇÃO**

61

62 Os sistemas de integração lavoura- pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF)
63 resultam em melhor uso da terra e aproveitamento do solo, maior produtividade por área
64 cultivada e diminuem a necessidade de ampliação de novas áreas para expansão da agricultura
65 e pecuária. Estes sistemas utilizam a rotação de atividades dentro da mesma área, o que
66 possibilita a geração de renda ao produtor pela venda de produtos oriundos da lavoura (grãos),
67 pecuária (carne) e floresta (madeira).

68 Sistemas de ILPF apresentam técnicas para produção de grãos, pasto e árvores por
69 meio de rotação ou consórcio e promovem um ambiente microclimático com sombra,
70 agradável tanto para os animais, especialmente bovinos de raças européias não adaptadas ao
71 calor, como para as plantas sob as copas, pois a sombra pode aumentar a umidade do solo,
72 promover a recuperação dos teores de matéria orgânica, fundamental para garantir a produção
73 da cultura em sucessão, e reduzir a quantidade de plantas daninhas e nematóides (Marchão *et*
74 *al.*, 2007; Wendling *et al.*, 2005; Braz *et al.*, 2006; Dias-Ariera *et al.*, 2002).

75 Apesar das vantagens no geral, a produção de forragem nestes sistemas é afetada pelo
76 sombreamento causado pelas árvores, pois a menor incidência de luminosidade reduz a
77 fotossíntese e a fixação de carbono pela planta, que diminui a produção de matéria seca
78 (Castro *et al.*, 1999; Sousa *et al.*, 2007; Leonel *et al.*, 2009). Assim, o sucesso da produção
79 animal nos sistemas de ILPF depende da escolha de forrageiras tolerantes ao sombreamento e
80 com máxima produção de matéria seca, como as gramíneas *Brachiaria brizantha* cvs.
81 Marandu, Xaraés e Piatã, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk entre outras (Martuscello *et al.*,
82 2009; Varella *et al.*, 2009).

83 Dentre as cultivares de *Brachiaria brizantha*, destaca-se o capim-piatã, pelo seu fácil
84 estabelecimento, boa produtividade em solos de média fertilidade, alta taxa de acúmulo e bom
85 crescimento sob pastejo (Valle *et al.*, 2011). Além disso, o capim-piatã proporciona bom
86 desempenho animal em consórcio com culturas anuais e boa produção forrageira,
87 principalmente, no período da seca (Embrapa Gado de Corte, 2008).

88 Embora ocorra redução da produção de matéria seca de forragem nos diversos
89 sistemas de ILPF, o desempenho animal pode ser favorecido, pois as plantas mantidas sob as
90 copas das árvores apresentam melhor valor nutritivo devido ao maior aporte de nutrientes
91 oferecidos pela decomposição de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, especialmente
92 o nitrogênio, utilizado na síntese protéica das folhas, que aumenta o teor de proteína bruta da
93 forragem (Kirchner *et al.*, 2010; Leonel *et al.*, 2009; Paciullo *et al.*, 2007),.

94 Assim, com o presente trabalho objetivou-se avaliar três sistemas de integração com
95 diferentes densidades de árvores de eucalipto com vistas à produção de gado de corte.

96

97 **2.2 MATERIAL E MÉTODOS**

98

99 O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, no município de Campo
100 Grande - MS (20°27' S, 54°37' O, e altitude de 530 m), entre os meses de dezembro de 2013 e
101 agosto de 2014. Foram avaliados três sistemas de integração em sucessão à soja, numa área de
102 18 ha, dividida em 12 piquetes com aproximadamente 1,2 ha cada: lavoura-pecuária-floresta,
103 com 357 árvores de eucalipto/ha (ILPF1), lavoura-pecuária-floresta, com 227 árvores de
104 eucalipto/ha (ILPF2); e lavoura-pecuária (ILP), com cinco árvores nativas remanescentes/ha
105 (testemunha).

106 O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, textura
107 argilosa. A análise química de amostras de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade,
108 revelou que a área era relativamente uniforme, com teores de argila de $41 \pm 5\%$; P (Mehlich-
109 1) de 0,29 a 0,42 mg/dm³; saturação por bases de 26 a 34% e saturação por alumínio de 10 a
110 23%. O clima da região, segundo a classificação de Köeppen, encontra-se na faixa de
111 transição entre Cfa e Aw tropical úmido; a precipitação média anual é de 1.560 mm sendo que
112 o período das águas corresponde aos meses de novembro a março, com 70 a 80% da
113 precipitação anual.

114 Antes da implantação dos sistemas de integração, entre os meses de agosto e setembro
115 de 2008, foi efetuada calagem e gessagem (3,0 e 1,0 t/ha, respectivamente). Em janeiro de
116 2009, as mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis* - clone H13) foram transplantadas para
117 área experimental para a formação do sistema ILPF1 e ILPF2. As mudas foram distribuídas
118 em ambos os sistemas em fileiras simples, porém, com densidade arbórea de 357 árvores/ha e
119 227 árvores/ha, respectivamente, e distância entre as linhas de árvores de 14 m e 22 m,
120 respectivamente. A distância entre as árvores dentro de cada fileira foi mantida em 2 m. O
121 pasto foi vedado até que as árvores atingissem diâmetro na altura do peito (DAP) maior que

122 60 mm para evitar danos pelos animais. No primeiro ciclo (2009-2011) a cultura agrícola foi à
123 soja e a forrageira implantada foi o capim-piatã, e sua produção foi conservada como feno.

124 Em 2012 iniciou-se o segundo ciclo de avaliações areados sistemas, com o plantio da
125 soja em novembro, utilizando-se cultivar de ciclo precoce transgênica, BRS 318RR. Foi
126 realizada calagem com 2 t ha de calcário dolomítico e adubação (formulado NPK 0-20-20) a
127 base 300 kg ha (Quintino *et al.*, 2013).

128 A soja foi colhida em abril de 2013 e realizou-se, logo a seguir a semeadura mecânica
129 do capim-piatã junto com adubo, com taxa de semeadura de 60 sementes puras viáveis
130 (SPV)/m², com espaçamento de 0,25 m, com profundidade de 1 cm (Mecabô, 2014).

131 A análise química de amostras de solo de 2011, na camada de 0 a 20 cm de
132 profundidade, apresentou teores de P (Mehlich-1) de 3,2 mg/dm³; K de 54,74 mg/dm³; Ca de
133 2,08 cmolc/dm³, Mg de 1,28 cmolc/dm³; matéria orgânica de 36,7 g/kg e saturação por bases
134 de 50%.

135 Os dados meteorológicos do entorno dos sistemas de integração foram coletados,
136 diariamente, por meio de estação meteorológica (A702 – INMET), distante cerca de 3 km da
137 área experimental (Tabela 1).

138

Tabela 1. Valores de temperatura média (T med) e de precipitação, para os anos de 2013 e 2014.

Mês	Ano 2013		Mês	Ano 2014	
	T med (°C)	Precipitação (mm)		T med (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	25,5	218,3	Janeiro	24,6	162,3
Fevereiro	24,7	215,8	Fevereiro	25,1	111,8
Março	24,9	187,2	Março	24,3	163,3
Abril	22,5	210,8	Abril	24,1	52,6
Maió	22,2	14,9	Maió	20,6	165,5
Junho	21,0	36,5	Junho	20,7	51,1
Julho	19,7	0,0	Julho	20,1	115,2
Agosto	20,2	0,0	Agosto	23,0	17,7
Setembro	23,4	105,5	Setembro	25,5	66,0
Outubro	24,5	122,2	Outubro	27,0	19,7
Novembro	25,2	249,6	Novembro	24,7	217,8
Dezembro	25,5	170,8	Dezembro	24,9	359,4

139

140 As avaliações da forrageira foram realizadas antes das pesagens dos animais, sendo que
141 eram coletadas 10 amostras da forragem aleatoriamente dentro de cada piquete, em cada
142 sistema. Para o corte da forragem era utilizado quadro com área amostral de 1,0 x 1,0 m.
143 Antes do corte da forragem era obtida a altura do dossel utilizando-se uma régua graduada,
144 realizada avaliação visual da cobertura do solo e corte da forrageira ao nível do solo, por meio
145 de ceifadeira costal. As áreas ocupadas pelas árvores foram descontadas para o cálculo de
146 produção de matéria seca (ILPF1 = 964 m² e ILPF2 = 614 m²). Posteriormente, o material
147 cortado foi pesado e dividido em sub-amostras para análises laboratoriais.

148 O material coletado foi separado nas frações capim-piatã (lâmina foliar, colmo com
149 bainha e material senescente). Estas frações foram colocadas em estufa de circulação forçada
150 de ar a temperatura de 55°C, até atingirem massa constante para avaliação da produção de
151 massa seca total e produção de massa seca de folhas do capim-piatã. Os componentes do
152 capim-piatã (lâmina foliar e colmo com bainha) foram triturados em moinho com peneira de
153 malha de 1 mm para determinação dos teores de proteína bruta da folha (PBf%) e teores de
154 fibra em detergente neutro da folha (FDNf%).

155 Para avaliação do desempenho animal, nos três sistemas de integração, o método de
156 pastejo adotado foi o contínuo com taxa de lotação variável, durante os meses de dezembro de
157 2013 a agosto de 2014. Todos os animais foram vacinados e vermifugados no início do
158 experimento e receberam água e suplementação mineral *ad libitum* durante o período de
159 avaliação.

160 Para o adequado manejo das pastagens, foram utilizados em cada piquete, dois animais-
161 teste (fêmeas da raça nelore com peso vivo médio de 180 kg), quando necessário, animais
162 reguladores (*put and take*). A altura das pastagens foi mantida em torno de 35 cm.

163 Para avaliação do desempenho animal, foi utilizado o ganho médio diário (GMD) e
164 ganho de peso vivo por área (GPV), obtidos por pesagens a cada 28 dias com jejum prévio de
165 16 horas.

166 O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de
167 parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos da parcela corresponderam aos
168 sistemas de integração (ILPF1, ILPF2 e ILP). Os tratamentos da subparcela corresponderam
169 às épocas do ano (verão, outono e inverno).

170 Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias agrupadas pelo teste de
171 Scott-Knott, adotando-se o nível de probabilidade de 5%, por meio do aplicativo estatístico
172 SISVAR versão 5.3.

173

174 **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

175

176 Foram observadas diferenças significativas para produção de matéria seca total (kg/ha)
 177 do capim-piatã nos sistemas de integração (Tabela 2). A produção na estação do verão foi
 178 maior no sistema de ILP em comparação ao ILPF1 e não diferiu do ILPF2. Nas estações de
 179 outono e inverno, a maior produção também foi no ILP comparado com os outros dois
 180 sistemas com árvores que não diferiram entre si.

181 Resultados similares foram obtidos por Castro *et al.* (1999), quando avaliaram o efeito
 182 de três níveis de sombreamento artificial sobre a produtividade de seis espécies de gramíneas
 183 tropicais e observaram decréscimo na produção de matéria seca total de *Brachiaria*
 184 *decumbens* com o aumento da porcentagem de sombra artificial.

185 A maior produtividade obtida no sistema ILP nas estações pode estar relacionado ao
 186 ambiente de menor competição por luz e nutrientes entre plantas, já que nele não foram
 187 implantados os eucaliptos. Segundo Garcia e Couto (1997), quanto maior a quantidade de
 188 árvores presentes numa determinada área, como nos sistemas integrados que incluiu o
 189 componente florestal (ILPF1 e ILPF2), maior a competição entre árvores e a forrageira por
 190 luz. A luz é fundamental para o processo de fotossíntese e produção de fotoassimilados,
 191 utilizados para o crescimento e desenvolvimento da forragem.

192 Segundo Andrade *et al.* (2004), o sombreamento proporcionado pelas copas das árvores
 193 diminui a produtividade das forrageiras, devido a menor incidência de radiação dentro do
 194 sistema de integração, e assim, as gramíneas tropicais reduzem a sua produção em detrimento
 195 ao sombreamento intenso, pois diminuem as suas taxas fotossintéticas.

196

Tabela 2. Médias de produção de massa seca total do capim-piatã (kg/ha), nos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta com 357 árvores/ha (ILPF1) e integração lavoura-pecuária-floresta com 227 árvores/ha (ILPF2), em três estações do ano.

Estação	Sistema		
	ILP	ILPF1	ILPF2
Verão	3.234 aA	2.142 bA	2.449 abA
Outono	2.821 aA	887 bB	1.555 bA
Inverno	2.649 aA	946 bB	1.512 bA

197 a>b na linha e A>B na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

198

199

200 Não houve diferença de produção de forragem entre estações, no sistema de ILP e
201 ILPF2, entretanto, no ILPF1 houve maior produção na estação de verão quando comparado
202 com o outono e inverno. A maior produção do capim no ILPF1 na estação do verão pode estar
203 relacionada com melhores condições microclimáticas e reciclagem de nutrientes.

204 O teor de umidade do solo reduz lentamente a sombra em comparação a pleno sol, isso
205 favorece o crescimento das plantas por diminuir o déficit hídrico e ajuda nas atividades
206 microbianas na serapilheira (Wilson, 1998).

207 Maior produção de massa seca de folhas do capim-piatã no verão foi observada no
208 ILP, sendo que este sistema não diferiu do ILPF2 mas foi superior ao ILPF1 (Tabela 3). No
209 outono o maior valor também foi observado no ILP e o menor no ILPF1, e não houveram
210 diferenças em nenhum dos sistemas para a estação do inverno.

211 O sistema de ILP proporciona maior quantidade de luz e taxa de fotossíntese para a
212 planta, favorecendo o acúmulo de folhas. Ocorre menor acúmulo de folhas em pastos com
213 sombreamento devido à redução de luz, o que diminui a taxa de aparecimento de folhas e
214 perfilhos (Bahmani *et al.*, 2000). Alguns autores mencionam que em ambientes sombreados
215 ocorre uma menor senescência e maior proporção de tecidos verdes (Hikosaka, 2005).

216 A menor produtividade das forrageiras em ambientes sombreados como já
217 mencionado (Tabela 2) também está relacionada com menor produção de folhas. Pastos
218 sombreados com menor produtividade podem estar relacionados com morte de perfilhos, mas
219 isso geralmente está ligado a população inicial de plantas (Fernández *et al.*, 2002).

220 Com maior luz incidente no dossel forrageiro o ILP possui uma maior taxa de
221 fotossíntese estimulando assim maior perfilhamento da forrageira e maior produção, diferente
222 dos sistemas de ILPF1 e ILPF2 que tem sua taxa fotossintética alterada pela limitação da
223 quantidade de luz, assim a planta diminui o perfilhamento e dá prioridade em manter as folhas
224 já expandidas.

225 A estações do verão e outono foram superiores na produção de folhas do capim
226 comparados a estação do inverno dentro do sistema ILP. No ILPF1 o verão não diferiu da
227 estação do inverno, mas foi superior a estação do outono, no ILPF2 o verão foi superior ao
228 inverno e não diferiu do outono.

229

230

231

232

Tabela 3. Produção de massa seca de folhas do capim-piatã (kg/ha), nos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta com 357 árvores/ha (ILPF1) e integração lavoura-pecuária-floresta com 227 árvores/ha (ILPF2), em três estações do ano.

Estação	Sistema		
	ILP	ILPF1	ILPF2
Verão	1.021 aA	637 bA	776 abA
Outono	1.084 aA	150 cB	575 bAB
Inverno	462 aB	467 aAB	368 aB

233 a>b na linha e A>B na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

234

235 No inverno nota-se uma menor produção das forrageiras isso devido às condições
236 pouco adequadas principalmente para plantas tropicais. Nesta estação a temperatura, umidade
237 e luminosidade não são ideais para o crescimento das forrageiras, diferente das condições
238 encontradas no verão.

239 Diferenças significativas foram encontradas nos teores de proteína bruta da folha
240 (PBf) de capim-piatã (Tabela 4). Na estação do verão não houve diferença dos teores de PBf
241 nos sistemas com árvores (ILPF1 e ILPF2) e o menor teor de PBf foi observado no ILP. Na
242 estação do outono, o maior teor foi encontrado no sistema com maior densidade de árvores e o
243 menor, novamente, no sistema a pleno sol, assim como no inverno, maior valor foi obtido no
244 ILPF1 em relação ao ILP mas não diferindo do ILPF2.

245 Os menores teores de PBf do capim-piatã observados no verão podem ser
246 consequência de algumas características desta estação tais como elevadas temperaturas, alta
247 pluviosidade e fotoperíodo longo, que afetam o crescimento e desenvolvimento das plantas
248 com maior síntese de carboidratos fibrosos (FDN), diluindo assim o teor proteico dentro da
249 MS (Taiz e Zeiger, 1998).

250 No entanto, a temperatura estimula a síntese e deposição de tecidos de sustentação
251 (nervuras das folhas, vasos lenhosos) via produção de compostos fenólicos, como a lignina.
252 As elevadas concentrações de lignina, observadas durante o verão, contribuem para formação
253 de complexos associados ao tecido fibroso da planta, que torna indisponível parte do
254 nitrogênio, reduzindo o teor de PB disponível das folhas e colmos. Wilson (1982) revisando
255 os efeitos dos fatores climáticos em detrimento ao valor nutritivo das forrageiras, mencionou
256 que a temperatura é o fator mais importante, sendo que esta pode diminuir a digestibilidade da
257 forragem a cada grau centígrado de elevação da temperatura.

258 Quando se compara os teores de PBf obtidos nos sistemas durante o verão, é possível
 259 observar que o capim-piatã oriundo dos sistemas ILPF1 e ILPF2 apresentaram maiores teores
 260 de PBf em relação ao sistema ILP. Resultados semelhantes foram encontrados por Moreira *et*
 261 *al.* (2009), avaliando a influência de árvores de Ipê Felpudo e Aroeira na degradabilidade *in*
 262 *situ* do capim-marandu, no qual encontraram maiores teores de PB sob as sombras das árvores
 263 comparados aos tratamentos a pleno sol. Resultados semelhantes também foram encontrados
 264 por Xavier *et al.* (2003) e Paciullo *et al.* (2007).

265 Durante o outono, o capim-piatã produzido no sistema ILPF1, com mais sombra,
 266 apresentou maior teor de PBf em relação aos sistemas ILP e ILPF2. Em condições de
 267 sombreamento ocorre maior degradação de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes entre
 268 esses o nitrogênio, contribuindo para o aumento da PB e melhoria da fertilidade do solo
 269 (Wilson, 1996).

270

Tabela 4. Teores de proteína bruta (%) da folha do capim-piatã nos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta com 357 árvores/ha (ILPF1) e integração lavoura-pecuária-floresta com 227 árvores/ha (ILPF2), em três estações do ano.

Estação	Sistema		
	ILP	ILPF1	ILPF2
Verão	7,25 bB	10,15 aB	10,00 aB
Outono	9,50 cA	14,75 aA	12,00 bA
Inverno	10,75 bA	13,50 aA	12,25 abA

271 a>b na linha e A>B na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

272

273 A estação do verão em todos os sistemas de integração foi a que promoveu menor teor
 274 de PBf, enquanto que as estações de outono e inverno não se diferenciaram em nenhum dos
 275 sistemas.

276 Em ambientes sombreados há maior concentração de matéria orgânica no solo em
 277 comparação a pleno sol, a matéria orgânica contém nitrogênio, que quando absorvido pelas
 278 raízes da forrageira, contribui para aumento da síntese de compostos nitrogenados (proteicos e
 279 não proteicos) e, conseqüentemente, aumento do teor de PBf. Corroborando com esta
 280 afirmativa Gamarra *et al.* (2011) estudando a produção de liteira dentro do mesmo local de
 281 avaliação do presente estudo, encontraram maiores quantidades de liteira nos sistemas de
 282 ILPF1 e ILPF2, variando de 9.462 e 8.833 kg/ha respectivamente, e menor valor para ILP,
 283 6.120 kg/ha.

284 O constituinte da parede celular (FDNf%) foi maior no sistema a pleno sol (ILP) na
 285 estação do verão comparado aos sistemas com componente arbóreo, já no outono e inverno
 286 este sistema não se diferenciou do ILPF2 (Tabela 5). O maior teor de FDN em plantas sob
 287 condições de alta luminosidade pode ser associado com maior proporção de tecidos
 288 esclerenquimáticos, as células apresentam paredes mais espessas em comparação as plantas
 289 sob sombreamento (Deinum *et al.* 1996). O sombreamento causa diminuição dos tecidos de
 290 sustentação da planta e reduz a espessura da parede celular.

291 Esta redução nos teores de FDN em plantas sombreadas pode ser associado com menor
 292 disponibilidade de fotoassimilados para crescimento da parede secundária. Paciullo *et al.*
 293 (2007) encontraram diminuições dos teores de FDN e incremento de digestibilidade *in vitro*
 294 da matéria seca (DIVMS) de *Brachiaria decumbens* em áreas sombreadas.

295

Tabela 5. Teores de fibra em detergente neutro da folha do capim-piatã (FDNf, %) nos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta com 357 árvores/ha (ILPF1) e integração lavoura-pecuária-floresta com 227 árvores/ha (ILPF2), em três estações do ano.

Estação	Sistema		
	ILP	ILPF1	ILPF2
Verão	72,50 aA	69,32 bA	70,25 bA
Outono	72,75 aA	69,75 bA	71,50 abA
Inverno	68,50 aB	62,50 bB	67,00 aB

296 a>b na linha e A>B na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

297

298 Em todos os sistemas de integração, as estações de verão e outono mostraram maiores
 299 teores de FDNf e o menor valor foi na estação do inverno, para todos os sistemas. Os maiores
 300 teores de FDNf nas estações de verão e outono no ILP podem estar relacionados com maiores
 301 temperaturas e maior produção de MS (Tabela 2), como mencionado essas estações fornecem
 302 condições para o crescimento das plantas e altas temperaturas que são ideias para forrageiras
 303 tropicais. Van Soest (1994) mencionou que temperaturas altas promovem rápida atividade
 304 metabólica na planta, diminuição de metabólitos dos conteúdos celulares, assim os produtos
 305 da fotossíntese são rapidamente convertidos em componentes estruturais.

306 Nos sistemas de ILPF1 e ILPF2 a planta fornece menor quantidade de fotoassimilados
 307 para formação da parede secundária e isso pode diminuir os constituintes da parede celular.
 308 Carvalho *et al.* (2002), estudando gramíneas tropicais sob sombra, não encontraram alterações
 309 no conteúdo de FDN. Paciullo *et al.* (2011) estudando características produtivas e nutricionais

310 de *Urochloa decumbens* em sistema agrossilvipastoril não encontraram padrões definidos de
311 alteração nos constituintes da parede celular.

312 Alguns autores mencionam que poucas ou nenhuma variação da parede celular de
313 forrageiras sombreadas são encontradas na literatura (Paciullo *et al.*, 2007; Souza *et al.*,
314 2010).

315 Durante o verão foram observadas maiores taxas de lotação (UA/ha) nos sistemas ILP
316 e ILPF2. No outono as maiores taxas de lotação foram observadas no sistema ILP e a menor
317 taxa foi no sistema ILPF1 (Tabela 6), na estação do inverno, os sistemas não diferiram entre
318 si.

319 A menor taxa de lotação no outono no sistema ILPF1 foi influenciada pela retirada dos
320 animais para recuperação da pastagem. Com isto, também propiciou que não houvesse
321 diferença na taxa de lotação dos sistemas na estação do inverno, quando os animais foram
322 reintroduzidos novamente no sistema, sendo que o esperado era uma menor taxa de lotação
323 devido ao maior densidade de árvores e menor produção de massa do capim neste sistema
324 (Tabela 2).

325 Silva *et al.* (1999) estudaram desempenho animal, taxa de lotação e forragem residual
326 em sistemas de integração com acácia-negra com dois espaçamentos e duas espécies
327 forrageiras; a maior taxa de lotação foi obtida no sistema com menor densidade de árvores.

328 No sistema ILP as maiores taxas de lotação foram observadas nas estações do verão e
329 outono; no sistema ILPF1, a maior taxa de lotação ocorreu na estação do verão e a menor no
330 outono; e no ILPF2 as maiores taxas foram observadas nas estações do verão e outono.

331

Tabela 6. Taxa de lotação (UA/ha) nos sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta com 357 árvores/ha (ILPF1) e integração lavoura-pecuária-floresta com 227 árvores/ha (ILPF2), em três estações do ano.

Estação	Sistema		
	ILP	ILPF1	ILPF2
Verão	3,35 aA	2,13 bA	2,96 aA
Outono	3,54 aA	0,39 cC	2,49 bA
Inverno	1,37 aB	1,25 aB	1,17 aB

332

333 a>b na linha e A>B na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

334

335 Não foram observadas diferenças para ganho médio diário (GMD) entre os sistemas de
336 integração. Porém, entre estações, observou-se maior GMD no verão, em comparação ao

337 outono e inverno, que não diferiram entre si (Tabela 7). Este resultado está associado à maior
338 disponibilidade de forragem durante o verão para consumo do animal.

339

Tabela 7. Ganho médio diário (GMD g/animal/dia) de novilhas Nelore em três estações do ano.

Estação	GMD (g/animal/dia)
Verão	548 A
Outono	364 B
Inverno	296 B

340 A>B na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

341

342 Os maiores valores de ganho de peso vivo (GPV) foram observados nos sistemas com
343 maiores produções de forragem (ILP e ILPF2) nas estações de verão e outono, já na estação
344 de inverno foram observadas diferenças entre os três sistemas para GPV (Tabela 8).

345 Resultados distintos foram encontrados por Coelho (2011) avaliando massa de forragem
346 e ganho de peso animal por área, em fase inicial dos sistemas de integração avaliados no
347 presente trabalho. Este autor não encontrou diferença no GPV nos três sistemas de integração
348 para as estações de verão e outono, possivelmente devido ao estágio inicial das árvores, que
349 não proporcionavam sombreamento suficiente para diminuição da produtividade do pasto.

350 A estação do verão apresentou maior GPV em todos os sistemas estudados e não houve
351 diferença entre as estações de outono e inverno em nenhum dos sistemas de integração,
352 evidenciando que a maior produtividade de forragem no verão influenciou no maior GPV das
353 novilhas nesta estação.

354

355 **Tabela 8.** Ganho de peso vivo (kg/ha) de novilhas Nelore nos sistemas de integração lavoura-pecuária
356 (ILP), integração lavoura-pecuária-floresta com 357 árvores/ha (ILPF1) e integração lavoura-pecuária-
357 floresta com 227 árvores/ha (ILPF2), em três estações do ano.

Estação	Sistemas		
	ILP	ILPF1	ILPF2
Verão	263aA	168bA	246aA
Outono	112aB	11bB	93aB
Inverno	70aB	61aB	31aB

358 a>b na linha e A>B na coluna, pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

359

360 Considerando todas variáveis estudadas e analisando os resultados dentro de uma visão
361 geral, percebe-se que em sistemas de ILPF estabelecidos, mesmo utilizando forrageiras

362 produtivas e tolerantes ao sombreamento e manejo correto destes pastos, a produção animal
363 fica comprometida em decorrência do maior sombreamento exercido pelas árvores com porte
364 mais alto, próximas da época de corte da madeira.

365 Nestes sistemas, a produção de massa seca é maior no verão, mas reduz no outono e
366 inverno, embora neste período de início de escassez de forragem o valor nutritivo eleve
367 naqueles menos adensados em árvores. Estes resultados impactam mais a produção animal em
368 sistemas de integração com maiores densidades de árvores. Partindo da premissa de obter
369 maior produtividade animal, recomenda-se utilizar os sistemas de menor densidade de árvores
370 (ILPF2) para amenizar os efeitos do sombreamento sobre a produção forrageira e o
371 desempenho animal (5.516 kg/ha e 370 kg/ha respectivamente), quando se leva em
372 comparação o sistema de integração a sol pleno (8.704 kg/ha e 445 kg/ha respectivamente)
373 bem manejado. Outro benefício que tem que ser considerado para estes sistemas é a melhoria
374 na fertilidade do solo que pode ser observada nas análises de início de implantação dos
375 sistemas e na época da realização deste experimento (segundo ciclo).

376

377 **2.4. CONCLUSÕES**

378

379 O ILPF2 demonstrou ser o sistema com árvores mais propício a produção animal
380 apesar de o sombreamento interferir na produtividade forrageira, mas isto é recompensando
381 com melhores teores nutricionais como proteína bruta, favorecendo assim os animais por
382 fornecer maior aporte de nutrientes para o seu crescimento.

383

384

385 **2.5. REFERÊNCIAS**

386

387 ALVARENGA, R.C.; NOCE, M.A. Integração Lavoura-Pecuária. Sete Lagoas: Embrapa
388 Milho e Sorgo, 2005. 7p.

389 ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. *et al.* Desempenho de Seis Gramíneas
390 Solteiras ou Consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e Eucalipto em
391 Sistema Silvipastoril. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.32, p.1845-1850, 2003.

392 ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. *et al.* Crescimento de gramíneas e
393 leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesq. Agro. Bras.*, v.39, p.263-270,
394 2004.

- 395 BRAZ, A.J.B.P.; PROCÓPIO, S.O.; CARGNELUTTI FILHO, A.A. *et al.* Emergência de
396 plantas daninhas em lavouras de feijão e de trigo após o cultivo de espécies de cobertura do
397 solo. *Plant. Dan.*, v.24, p.621-628, 2006.
- 398 CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M.; COUTO, L. Produção forrageira de
399 gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.28, p.919-927,
400 1999.
- 401 COELHO, F. S. *Comportamento de pastejo e ganho de peso de bezerras Nelore em sistemas*
402 *de integração lavoura-pecuária-floresta*. 2011. 20f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia),
403 Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina.
- 404 DIAS-ARIEIRA, C.R.; FERRAZ, S.; FREITAS, L.G.; MIZOBUTSI, E.H. Penetração e
405 desenvolvimento de *Meloidogyne incognita*, *M. javanica* e *Heterodera glycines* em quatro
406 gramíneas forrageiras. *Nema. Bras.*, v.26, p.35-41, 2002.
- 407 EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia de produção de gado
408 de corte. BRS Piatã *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, 2008 (folder).
- 409 FRANK, A.B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses.
410 *Crop Sci.*, v.34, p.468- 473, 1994.
411
- 412 GAMARRA, E.L.; ALMEIDA, R.G.; MACEDO, M.C.M. *et al.* **Massa seca de forragem e**
413 **de liteira em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta** (ilpf). in: 7 jornada
414 científica Embrapa Gado de Corte, 2011, campo grande.
415
- 416 GARCIA, R.; COUTO, L. Silvopastoral systems: emergent technology of sustainability. In:
417 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING,
418 1997, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: 1997. p.281-302. (Resumo).
- 419 GONTIJO NETO, M.M.; ALVARENGA, R.C.; PEREIRA FILHO, I.A. *et al.*
420 **Recomendações de densidades de plantio e taxas de semeadura de culturas anuais e**
421 **forrageiras em plantio consorciado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 6p.
422 (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 137).
- 423 KIRCHNER, R.; SOARES, A.B.; SARTOR, L.R. *et al.* Desempenho de forrageiras hibernais
424 sob distintos níveis de luminosidade. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.39, p.2371-2379, 2010.
- 425 LEONEL, F.P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G. *et al.* Comportamento produtivo e
426 características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. *Rev. Bras.*
427 *de Zootec.*, v.38, p.177-189, 2009.
- 428 LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F. *et al.* Shade effects on forage crops with
429 potential in temperate agroforestry practices. *Agro. Syst.*, v.44, p.109-119, 1999.
- 430 MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M. *et al.* Qualidade física de um Latossolo
431 Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. *Pesq. Agro. Bras.*, v.42,
432 p.873-882, 2007.
- 433 MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO-NETO, M.M. *et al.* Produção de gramíneas do
434 gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. *Rev. Bras. de Zootec.*, v.38, p. 1183-1190,
435 2009.

- 436 MECABÔ, C.A. *Crescimento, produção e valor nutritivo do capim-Piatã em sistema*
437 *agrossilvipastoril com duas densidades de eucalipto*. 2014. 41f. Dissertação (Mestrado em
438 Zootecnia), universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- 439 MOREIRA, G.R.; SALIBA, E.O.S.; MAURÍCIO, R.M. *et al.* Avaliação da *Brachiaria*
440 *brizantha* cv. marandu em sistemas silvipastoris. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, p.706-
441 713, 2009.
- 442 NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient requeriments of dairy**
443 **cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- 444 OLIVEIRA, C.C.; VILLELA, S.D.J.; ALMEIDA, R.G. *et al.* Performance of Nellore heifers,
445 forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in
446 integrated production systems. *Trop. An. Health and Prod.*, v.45, p.1-6, 2013.
- 447 OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. *et al.* Produtividade de *Brachiaria*
448 *brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de
449 sistema Agrossilvipastoril com eucalipto. *Ciênc. agrotec. Lavras.*, v.31, p.748-757, 2007.
- 450 PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. *et al.* Morfofisiologia e valor
451 nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesq. Agro. Bras.*,
452 v.42, p. 573-579, 2007.
- 453 PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T. *et al.* Características produtivas e
454 nutricionais do pasto em sistemas agrossilvipastoril, conforme distância das árvores. *Pesq.*
455 *Agro. Bras.*, v. 46, p. 1176-1183, 2011.
- 456 QUINTINO, A.C.; ALMEIDA, R.G.; ABREU, J.G. *et al.* Produtividade da soja em condições
457 de sombreamento em sistemas de integração. In: CONGRESSO: SISTEMAS
458 AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 10 ANOS DE
459 PESQUISA, 2013, Campo Grande, MS. *Anais...* Campo Grande, MS: Embrapa Gado de
460 Corte, 2013. 1-6 p.
- 461 SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology and nutritive
462 value of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus* and *Pennisetum*
463 *clandestinum*. *Jour. of Agri. Sci.*, v.114, p. 161-169, 1990.
- 464 SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. *et al.* Produtividade e valor nutritivo
465 da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema Silvipastoril. *Arq. Bras. Med. Vet.*
466 *Zootec.*, v.59, p.1029-1037, 2007.
- 467 TAIZ, L.; ZEIGER, E. Translocation in the phloem. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. (Eds.) *Plant*
468 *physiology*. 2.ed. Sunderland: Sinauer Associates, 1998. p.251-259.
- 469
- 470 VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. *et al.* Gênero *Brachiaria*. In:
471 FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (eds.) *Plant forrag*. Viçosa: UFV, 2011. p.30-77.
- 472 VARELLA, A.C.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; RIBASKI, J. *et al.* Estabelecimento de plantas
473 forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. In: FONTANELI,
474 R.S. *et al.* (eds.). *FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NA REGIÃO SUL-*
475 *BRASILEIRA*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. p. 283-301.

- 476 WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E.S.; NEVES, J.C.L. Carbono orgânico e
477 estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesq. Agro.*
478 *Bras.*, v.40, p.487-494, 2005.
- 479 WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pastures grasses in a
480 subtropical environment. *Aust. Jour. of Agri. Res.*, v.47, p.1075-1093, 1996.
- 481 Wilson, J.R. 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: J.B.
482 Hacker (Ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Sta. Lucia:
483 Commonwealth Agricultural Bureaux. p. 111-131.
- 484 XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Melhoramento da
485 fertilidade do solo em pastagens de *Brachiaria decumbens* associadas com leguminosas
486 arbóreas. *Past. Trop.*, v.25, p. 23-26, 2003.