

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

Dailiene Costa Martins

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS: iLP E iLPF

Diamantina

2018

Dailiene Costa Martins

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS: iLP E iLPF

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela

Coorientador: Roberto Giolo de Almeida

Diamantina
2018

Ficha Catalográfica – Sistema de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário: Ivanilton Antônio de Oliveira CRB-6/3359

M386a Martins, Dailiene Costa.
Avaliação de Sistemas Integrados: iLP e iLPF / Dailiene Costa
Martins, 2018.
53 p. : il., tabs.

Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela
Coorientador: Roberto Giolo de Almeida

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e
Mucuri, Diamantina, 2018.

1. Capim-piatã. 2. Integração lavoura-pecuária-floresta. 3.
Produção animal. I. Villela, Severino Delmar Junqueira. II. Almeida,
Roberto Giolo. III. Título. IV. Universidade Federal dos Vales do
Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 636.2

Elaborada com os dados fornecidos pela autora.


AVALIAÇÃO DE SISTEMAS INTEGRADOS: ILP E ILPF

Dissertação apresentada ao
MESTRADO EM ZOOTECNIA, nível
de MESTRADO como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MAGISTER SCIENTIAE EM
ZOOTECNIA

Orientador : Prof. Dr. Severino Delmar
Junqueira Villela

Data da aprovação : 26/03/2018


Prof.Dr. SEVERINO DELMAR JUNQUEIRA VILLELA - UFVJM


Prof.Dr. SAULO ALBERTO DO CARMO ARAÚJO - UFVJM


Dr. LEANDRO DIEGO DA SILVA - UFVJM


Prof.Dr. PAULO GUSTAVO MACEDO DE ALMEIDA MARTINS - IFNMG

DIAMANTINA

DEDICATÓRIA

À minha Mãe, Maria Luzenir Costa Martins (in memórian), pela sua dedicação, carinho, humildade e proteção durante seus dias aqui na terra. MÃE, EU TE AMO!

Aos meus avós, Angélica, Vicente Martins, Maria Braga e Fernandes Costa (in memórian), por cada conversa, ensinamentos e almoço em suas casas.

À meu Pai, Julio Braga Martins por todo amor e cuidado.

À minha “TIA MÃE”, Maria das Graças M. Ferreira, grande incentivadora da minha vida acadêmica.

Aos Meus irmãos, Darlene, Denis, Daicilene e sobrinhos (Wendel, Julio, Luan, Amélie) por todo amor e momentos de alegria.

Aos animais usados em experimentos científicos.

Dedico e Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, pelo dom da vida, saúde, proteção, bênçãos concedidas; por me conceder todos os recursos necessários, coragem e disposição para persistir em minhas escolhas e realizar mais um SONHO na minha vida.

Difícil descrever em palavras a gratidão que sinto por cada um de vocês, que têm acompanhando toda minha caminhada durante esses anos. Agradeço à minha família, por todo amor e carinho incondicional, em especial, a meu pai Julio Braga, minha tia Mãe, Maria das Graças, por todos os ensinamentos de vida, por cuidar de mim desde o falecimento de minha mãe e respeitar minhas escolhas, e principalmente por todo apoio durante minha vida acadêmica. Amo vocês mais que tudo!

Aos meus irmãos, Darlene Martins, Denis Martins, Daicilene Martins e ao meu primo Reinaldo Barroso (irmão do coração) que tanto torcem por mim, pelo carinho, paciência, amizade e por compreenderem minha ausência.

À Lucas Emanuel, por sempre ouvir minhas chatices durante os anos de mestrado. Obrigado querido, pelo incentivo, paciência e companheirismo.

As minhas tias, tios e primos (as) tanto da parte materna como paterna, pelas palavras de incentivo e orações.

Ao meu orientador, Dr Severino Delmar J. Villela, por me mostrar que pra tudo devemos ter paciência, palavra ainda tão desconhecida por mim, mas que agora faz parte da minha vida. Grata pelos conselhos, incentivo, confiança, empenho, conhecimentos repassados e principalmente, por me conceder a oportunidade de concluir essa etapa, diante de tantos momentos de dificuldades.

Agradeço ao meu coorientador, Dr Roberto Giolo de Almeida, pela oportunidade, amizade, conselhos e por todo auxílio na execução deste trabalho.

À Elizângela, pessoa amiga e sempre pronta a ajudar em tudo. Obrigada!

À **CAPES**, pela concessão da bolsa de estudo, a qual permitiu que eu realizasse esse trabalho.

Aos professores do **Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFVJM** por contribuírem para enriquecer os meus conhecimentos na docência e na pesquisa. Em especial a Roseli Santos, pelo exemplo de profissionalismo e palavras de incentivo.

À Lorena e Diana, pessoas queridas (moram no coração sem pagar aluguel), pelo carinho, amizade, conversas no sofá, cafés da tarde e tudo que fizeram por mim na cidade de Diamantina.

Aos amigos de Pós-graduação e conquistados na cidade de Diamantina: Marluci, Michele, Pilar, Priscila Cruz, Wander, Eliana, Leonora, Eulália, Riccelly e Roberta, pelos momentos de descontração e valorização da amizade.

A todos os membros do Gcorte, pela oportunidade de participar do grupo e amizade.

Aos amigos, Cleynice, Alice, Cleide, Sergio, Maylson, Graciella, Giceli, Silvia Maria e família, Joaquim Braga, Thalles Policarpo, Fran, Cristianne, Cherly, Fran, Ijouber Andrade, Michel, Marcelle, Vitor Tane, a Sueli Santos e a todos do GO (grupo de oração), que mesmo distante se fizeram presentes em vários momentos dessa caminhada.

A Itânia Araújo (escolinha da Itânia), pelos meses de convívio, risos e todos os momentos compartilhados. Gratidão por ter encontrado você em Campo Grande MS.

Aos grandes amigos e professores, José Ricardo Telles, José S. Pinheiro, Willian Mochel, por todos os ensinamentos e conversas animadoras sobre sistemas de integração.

Ao Dr Leandro Diego Silva por suas contribuições, mais que essenciais para concretização desta dissertação. Obrigado pelo apoio e auxílio.

Ao Dr Saulo Alberto do Carmo Araujo, por aceitar participar da banca e contribuição para enriquecimento da dissertação.

A pós-doutoranda Josimari R. Paschoaloto por toda ajuda na organização da versão final da dissertação.

À **Embrapa Gado de Corte**, pela estrutura física, concessão de todo material necessário na realização deste trabalho.

A família Corvalã, Valéria, Valquíria, por todo carinho, e amizade. Eternamente serei grata por tudo que fizeram por mim. Muito obrigada!

Ao Beto, seu Zé, pelas horas de risos, cafés, e a todos os funcionários de Campo da Embrapa, em especial ao Odvaldo e Paulino pela coleta das amostragens e também ao laboratório de processamento de amostras que foram essenciais na execução desse trabalho.

Foram tantas pessoas que direta ou indiretamente me ajudaram, que se eu fosse citar todos os nomes, seria um rol bem longo; entretanto, todos serão lembrados com carinho.

GRATIDÃO!

*“A única coisa que importa é colocar em prática, com sinceridade e seriedade,
aquilo em que se acredita”.*

Dalai Lama

*“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não
seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como
nos acostumamos a ver o mundo”.*

Albert Einstein.

Tudo posso naquele que me fortalece.

Filipenses 4:13

BIOGRAFIA

DAILIENE COSTA MARTINS, filha de Julio Braga Martins e Maria Luzenir Costa Martins, nasceu em Brejo – MA, em 14 de agosto de 1987. Em setembro de 2008, iniciou o Curso de Zootecnia, pela Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, sendo monitora voluntária e bolsista de extensão nos anos de 2011 a 2013, respectivamente. No mesmo ano, de Fevereiro a Maio fez o estágio obrigatório na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos- CNPC, em Sobral- CE, onde executou seu experimento de monografia intitulado: Predição da Massa Corporal em Pequenos Ruminantes por meio de Medidas Morfométricas. No ano seguinte, em agosto de 2014, começou o curso de pós-graduação, em nível de mestrado, na área de concentração em produção de bovinos de corte, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, sob a orientação do Professor Drº. Severino Delmar Junqueira Villela e em 26 de março de 2018, submeteu-se aos exames finais de defesa de dissertação para obtenção do título de mestre em Zootecnia.

RESUMO

Os sistemas de integração são modelos de produção sustentáveis que visam melhor uso dos recursos naturais e insumos, gerando maior diversidade de produtos para o produtor rural aumentar sua renda. Estes sistemas são mais complexos, pois agregam o componente agrícola, pecuário, e, também, o florestal em uma mesma área, exigem maior controle do manejo das forrageiras e interações com o ambiente, que têm efeito na produção de produtos de origem animal. Objetivou-se avaliar as características da pastagem e o desempenho produtivo de bovinos da raça Nelore, em dois sistemas de integração, ILP e ILPF, nas estações de verão e inverno. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS, em área experimental com dois sistemas, um de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com 227 árvores/ha de *Eucalyptus urograndis* e outro de integração lavoura-pecuária (ILP) com árvores nativas remanescentes, ambos com pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas consistiram em dois sistemas de integração (ILP e ILPF) e, as subparcelas, nas estações do ano (inverno e verão). A produção de massa seca (PMS) de forragem foi maior no ILP (3.412 kg/ha) que no ILPF (2.308 kg/ha). Para o ganho de peso vivo (GPV) e o ganho médio diário, não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos ILP 238,6 kg/ha; 475,4 g/cab. dia) e ILPF (268,7 kg/ha; 581,4 g/cab. dia). O desempenho animal não foi prejudicado pela menor massa seca de forragem no ILPF, na estação de verão. Os valores de proteína e DIVMO da folha foram maiores no ILPF.

Palavras-chave: Capim-piatã. Integração lavoura-pecuária-floresta. Produção animal.

ABSTRACT

Integrated systems are sustainable production models that aim at better use of natural resources, generating greater diversity of products for the rural producer to increase their income. These systems are more complex, since they add the agricultural component, livestock, and also the forest in the same area, require greater control of forage management and interactions with the environment, which have an effect on the production of animal products. The objective of this study was to evaluate the forage production and animal performance of Nellore cattle in two integrated systems, ICL (integrated crop-livestock) and ICLF (integrated crop-livestock-forestry) in summer and winter season. The experiment was performed at Embrapa Gado de Corte, Campo Grande - MS, in an experimental area with two integrated systems, crop-livestock-forest (ICLF) with 227 trees/ ha of *eucalyptus urograndis* and crop-livestock (ICL) with 5 remnant native trees, both with pasture of *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. The experimental design consisted of two complete integration systems (ILP and ILPF), and the subplots, in the seasons (winter and summer). Forage dry matter production (PMS) was higher in ILP (3,412 kg / ha) than in ILPF (2,308 kg/ ha). For the live weight gain (GPV) and average daily gain, no significant differences ($P > 0.05$) were found between ILP treatments (238.6 kg/ ha; 475.4 g/ cab. day) and ILPF (268.7 kg/ ha, 581.4 g/ day). Animal performance was not affected by the lower dry mass of forage in the ILPF, in the summer season. The protein and IVDOM of leaf were higher in ILCF.

Keywords: Piatã-grass. Crop-livestock integration. Crop-livestock-forest integration, Animal production.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Temperatura média e valores de precipitação durante os anos de 2013 e 2014.....	38
Tabela 2. Valores médios de radiação incidente e radiação fotossinteticamente ativa nas estações de verão e inverno.....	38
Tabela 3. Características da pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã e produção de massa seca (folha, colmo e material morto) em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de verão.....	41
Tabela 4. Valor nutritivo da pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de verão.....	41
Tabela 5. Desempenho animal em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores /ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de verão.....	42
Tabela 6. Características da pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã e produção de massa seca (folha, colmo e material morto) em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de inverno.....	42
Tabela 7. Valor nutritivo da pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de inverno.....	43
Tabela 8. Desempenho animal em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores /ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) na estação de inverno.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT -	Altura média do pasto
CA -	Carga Animal
PMS -	Produção de massa seca
PMSC -	Produção de massa seca colmo
DIVMO -	Digestibilidade <i>in vitro</i> de matéria orgânica
FDN -	Fibra de Detergente Neutro
GP -	Ganho de peso
GMD -	Ganho médio diário
GPV -	Ganho de peso vivo
ILP -	Integração Lavoura-Pecuária
ILPF -	Integração Lavoura-Pecuária-Floresta
LC -	Lotação Contínua
PB -	Proteína Bruta
RFA -	Radiação Fotossinteticamente Ativa
UA -	Unidade animal (450 kg de peso vivo)
TL -	Taxa de lotação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	21
2 REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 Sistemas de Integração – Integração Lavoura-pecuária (ILP) e Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF).....	22
2.2 Comportamento do componente forrageiro em sistema integrado (ILPF).....	25
2.3 <i>Brachiaria brizantha</i> cv. BRS Piatã: origem e características agronômicas.....	28
2.4 Valor nutritivo de forragem em sistemas integrados.....	29
2.5 Desempenho produtivo animal em sistemas integrados.....	31
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
4 ARTIGO	38
RESUMO	39
ABSTRACT	40
INTRODUÇÃO.....	41
MATERIAL E MÉTODOS.....	42
Local e histórico da área experimental.....	42
Características produtivas e valor nutritivo da forragem	44
Desempenho animal	44
Delineamento experimental e análise estatística	45
RESULTADOS	45
DISCUSSÃO	48
CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui uma vasta extensão territorial e condições edafoclimáticas favoráveis para produção de forrageiras, como uma das melhores opções para alimentação do rebanho nacional, pois além de constituir um alimento de menor custo, oferece os nutrientes para o desempenho produtivo dos animais (JACK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013), uma vez que os ruminantes apresentam uma maior eficiência no aproveitamento da energia dos alimentos fibrosos que os demais herbívoros, e sendo assim, eles têm a capacidade de converter a celulose em energia (VAN SOEST, 1994). De acordo com o MAPA (Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento), o rebanho bovino chegou a 214 milhões de cabeças em 2016, sendo que 90% desse rebanho é composto por animais zebuínos “*Bos taurus indicus*” dentre os quais a raça Nelore tem se destacado (MAPA, 2016; TONUSSI, 2013). A maioria desses animais são criados a pasto, com pastagem nativa ou cultivada, onde boa parte dessas pastagens são formadas pelo gênero *Brachiaria*. Todavia, o uso intensivo dessas pastagens sem um manejo adequado, altas taxas de lotação, e também baixa ou nenhuma reposição de fertilizantes, tem levado a um excessivo uso do solo, ocasionando a degradação de pastagens (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011; ZIMMER *et al.*, 2012) e tornando essas áreas antes produtivas em ambientes de baixa eficiência produtiva. Conforme Macedo, Kichel e Zimmer (2000), uma pastagem degradada pode ter a produção até seis vezes menor que uma pastagem recuperada ou em bom estado de manutenção. Por isso, a busca por novas alternativas de sistemas mais sustentáveis que possam contribuir com melhorias para a área é de grande importância. Entretanto, esses sistemas são mais complexos do que os tradicionais, pois apresentam maior diversidade de produtos numa mesma área e que exigem um maior nível de conhecimento, tanto do ponto de vista relacionado à forrageira e suas interações com o ambiente sombreado, como também na própria gestão do sistema (ALMEIDA *et al.*, 2016). Neste contexto, o entendimento dos fatores e as interações que podem afetar o comportamento ingestivo, e consumo dos animais criados a pasto são de grande relevância, pois estes mesmos fatores podem comprometer o desempenho e, conseqüentemente, a viabilidade da propriedade (BERCHIELLI; GARCIA; OLIVEIRA, 2011). Um outro fator que também contribui de forma efetiva no desempenho animal, é a estacionalidade de produção de forragem verificada em determinadas épocas do ano, onde em um período, tem-se disponibilidade maior de pasto, melhorando a produtividade do rebanho, e no outro, uma reduzida produtividade, deixando os animais com escassez de forragem por um período, comprometendo dessa forma o desempenho animal. Além dos fatores mencionados,

existem outros que afetam o desempenho e podem ser divididos em três grupos: os que envolvem a capacidade digestiva, incluindo assim, a maturidade, valor nutritivo e digestibilidade; aqueles que afetam o processo de ingestão, relacionados à apreensão e colheita, estrutura do dossel; e os que afetam os requerimentos nutricionais e demandas, que estão relacionados com o estado fisiológico e nível de desempenho do animal (REIS; SILVA, 2011). Assim, objetivou-se avaliar as características da pastagem e o desempenho produtivo de bovinos de corte, em dois sistemas de integração (ILP e ILPF) nas estações de verão e inverno.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas de Integração – Integração Lavoura-pecuária (ILP) e Integração Lavoura-pecuária-floresta (ILPF)

Os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e lavoura-pecuária-floresta (ILPF) são modelos sustentáveis que visam um melhor uso dos recursos existentes dentro de uma área. Balbino *et al.* (2014) definiram os sistemas integrados da seguinte maneira: o ILP ou chamado de Agropastoril é um sistema de produção que integra o componente agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e em um mesmo ano agrícola ou por vários anos, em sequência ou intercalados. Já o ILPF ou agrossilvipastoril é considerado uma modalidade de agrofloresta que se diferencia do outro sistema, pois integra componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, incluindo dessa forma também o componente florestal, na mesma área, permitindo assim uma maior diversidade de produtos.

Os dois modelos de integração contribuem com produtos e serviços ecossistêmicos, necessários para garantir a sustentabilidade do sistema (ALMEIDA *et al.*, 2016; DIAS-FILHO; FERREIRA, 2013).

De acordo com Oliveira *et al.* (2014), uma vez que o sistema integrado de pecuária e silvicultura (ILPF) seja bem concebido, este passa a ser uma boa escolha para os produtores dispostos a diversificar suas fontes de receita sem diminuir a produção animal, nos estágios iniciais do desenvolvimento das árvores.

Segundo Balbino *et al.* (2014), na implantação desses sistemas, são identificadas algumas situações distintas, dentre as quais podemos citar: aquela em que a agricultura é introduzida nas áreas de pastagem; as que a pastagem é colocada nas áreas de lavouras de

grãos e as que o componente florestal, ou seja, as árvores, são introduzidas na área de pastagem ou de lavoura, seguindo-se com o uso da área para pastagens.

No caso de regiões que possuem clima e solo favoráveis e adequados para a cultura de grãos, é possível utilizar a pecuária por períodos de 6 a 18 meses e a lavoura por 2 a 5 anos (BALBINO *et al.*, 2014). Já em regiões com clima desfavorável, e também sem infraestrutura, e solos de baixa fertilidade com pouca tradição agrícola e ainda com restrições para uso de lavouras de grãos, além de se fazer o zoneamento agrícola, as culturas mais rústicas são as que devem ser recomendadas, como o sorgo (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011; BALBINO *et al.*, 2014).

Vários sistemas de integração no Cerrado de lavoura-pecuária, são modulados de acordo com o perfil e os objetivos da fazenda. As diferenças nos sistemas podem ser atribuídas às peculiaridades regionais e da propriedade, como condições de clima e de solo, infraestrutura, a própria experiência do produtor e tecnologia disponível. Neste caso, três modalidades de integração se destacam: fazendas de pecuária, em que culturas de grãos (arroz, soja, milho e sorgo) são introduzidas em áreas de pastagens para recuperar a produtividade dos pastos; fazendas especializadas em lavouras de grãos, que utilizam gramíneas forrageiras para melhorar a cobertura de solo em sistema plantio direto, e, na entressafra, para uso da forragem na alimentação de bovinos ("safrinha de boi"); e fazendas que, sistematicamente, adotam a rotação de pasto e lavoura para intensificar o uso da terra e se beneficiar do sinergismo oriundos das duas atividades na área. Esses sistemas podem ser praticados por parcerias entre lavoureiros e pecuaristas (VILELA *et al.*, 2011).

Diante disso, o uso desse sistema de produção integrado reduz resíduos ao utilizar os restos de um processo em outros processos. Portanto, quanto maior for a integração de um sistema, mais eficiente será a utilização dos recursos, de forma que o resultado final oferece maior agregação que se cada etapa fosse totalmente individualizada e isolada das demais.

A melhoria do solo que ocorre devido à inclusão da lavoura dentro da área, em sua maioria cultura de grãos como a soja, uma vez que essa cultura tem alta capacidade de fixação de nitrogênio, melhora a fertilidade da área, contribuindo dessa forma para melhor qualidade do solo pela adubação da lavoura, e cria condições no solo para o desenvolvimento de uma pastagem de elevado potencial de produção e qualidade (SERRA *et al.*, 2014).

É possível observar também que a cobertura do solo no sistema integrado, além de manter o solo coberto, contribui para o controle da erosão e diminuição de plantas daninhas,

umenta a infiltração de água, e em relação à qualidade do solo, este se torna diferenciado (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA, 2013).

Neste sentido, os sistemas integrados vêm ganhando interesse, pois são comprovadamente mais sustentáveis e resilientes, em relação aos sistemas agrícolas modernos que são voltados apenas para a agricultura tradicional (CARVALHO *et al.*, 2008), e mais precisamente a monocultura, pois se sabe que um país em que o sistema produtivo está apenas voltado para uma única cultura, a dependência do produto pode suscitar graves problemas ambientais e econômicos, uma vez que, alterações climáticas podem prejudicar a produção, o que gera grande impacto diretamente no final de toda a cadeia produtiva.

Assim, Bernardino e Garcia (2009) detalharam algumas vantagens dos sistemas integrados com a presença do componente arbóreo, reconhecendo seus benefícios para a pecuária, em que a presença de árvores e arbustos em pastagens de gramíneas também podem acarretar vários benefícios, destacando-se entre eles: o conforto para os animais por proporcionar um ambiente de sombra, melhoramento da fertilidade do solo, assim, levando a um melhor aproveitamento da água das chuvas e maiores teores de proteína bruta na forragem sombreada. Além disso, o fator árvore acaba também contribuindo para o incremento da rentabilidade da propriedade rural, com redução nos gastos com insumos e fertilizantes, e mais atualmente, a mitigação dos gases de efeito estufa através do sequestro de carbono (BALBINO; BARCELLOS; STONE, 2011; BALBINO *et al.*, 2012). Sendo assim, através do uso desses sistemas, é possível ter também melhorias para manutenção das pastagens cultivadas, recuperação e desenvolvimento de pastagens em áreas em processo de degradação ou até mesmo degradadas e preservação dos recursos naturais existentes, que são importantes para o adequado funcionamento do ecossistema. Em relação às fazendas que adotam a rotação de lavoura-pasto no ILP, como estratégia de produção na região do bioma cerrado, estas podem se beneficiar de maior estabilidade de produção de forragem para alimentar o rebanho durante todo o ano. No período das águas, as pastagens são mais produtivas, em virtude da melhor fertilidade do solo pela lavoura. No período da seca, além da palhada e dos subprodutos da colheita, os pastos recém-estabelecidos permanecem verdes, e com qualidade e quantidade capazes de nutrir os animais, pois confere ganho de peso positivo, ao invés de perdas de peso, caso muito comum neste período do ano nas fazendas do Bioma Cerrado (VILELA *et al.*, 2011). As vantagens dentro dos sistemas integrados já foram bem discutidas, e há embasamento científico que comprovam sua veracidade. Entretanto, ainda é necessário que as pesquisas priorizem o uso e efeito de diferentes níveis de sombreamento com a

presença animal, pois se sabe que qualquer mudança no ambiente interfere na disponibilidade do alimento aos animais e conforto térmico.

2.2 Comportamento do componente forrageiro em sistema integrado (ILPF)

A adoção de sistemas integrados por meio da consorciação, rotação ou sucessão de culturas de grãos com forrageiras vem crescendo por parte dos produtores no Bioma Cerrado, uma vez que este deve se inserir no atual contexto do mercado (QUITINO, 2011), e atualmente as forrageiras mais usadas nesses sistemas pertencem ao gênero *Brachiaria*, pois estas possuem grande importância no segmento da pecuária de corte e de leite (MACEDO; ZIMMER, 2007). As forrageiras desse gênero têm sido mais estudadas quanto ao seu potencial produtivo, pois é necessário que se atenda diversas condições, dentre elas, o fornecimento de uma pastagem que possa apresentar um bom valor nutritivo e que atenda a demanda nutricional dos animais, a fim de se obter um aumento significativo de bovinos em pastagens, e ganhos por unidade de área (EUCLIDES *et al.*, 2010; JACK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013). Assim, é necessário que a busca de conhecimentos sobre a morfogênese e interações da gramínea no ambiente com sombreamento seja cada vez mais estudada para possibilitar um manejo mais eficiente das forrageiras (ALMEIDA *et al.*, 2016), e portanto, contribuir para a manutenção da mesma a longo prazo e sucesso no processo produtivo. Paciullo *et al.* (2008) enfatizaram que sob a ação da luz, temperatura, água e nutrientes, as variáveis morfogênicas determinam as características estruturais da forragem, e entre elas, o número e tamanho de folhas e a densidade de perfilhos são as mais importantes, uma vez que o aparecimento e o crescimento de folhas e de perfilhos determinam a restauração da área foliar das gramíneas forrageiras, após o corte ou pastejo, e contribuem para a manutenção da produção e para a perenidade da pastagem. Avaliando as características morfofisiológicas e o valor nutritivo da *Brachiaria decumbens*, nas épocas chuvosas nos anos de 2003 e 2004 em um sistema silvipastoril, com faixas de 30 m de largura, que foram alternadas com faixas de 10 m com árvores de *Acacia mangium*, *A. angustissima*, *Mimosa artemisiana*, *Leucaena leucocephala* x *L. diversifolia*, *Eucalyptus grandis*, Paciullo *et al.* (2007) encontraram valores médios para a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) com às condições de sombreamento e a pleno sol de 70% e 74,2%, respectivamente. No sistema integrado, a produção do componente forrageiro é influenciada não só pelo clima, mas também por inúmeros fatores, incluindo a produtividade local, práticas de manejo, e própria dinâmica de competição, tanto acima, quanto abaixo do nível do solo (GARCIA;

TONUCCI, BERNARDINO, 2013). Ainda segundo os mesmos autores, a direção com que as fileiras do componente arbóreo em função do posicionamento leste-oeste ou norte-sul são plantadas, permitirá menor ou maior incidência de luz que irá chegar até a forrageira, modificando assim a composição do sub-bosque. Gobbi *et al.* (2011) encontraram variações nas características anatômicas foliares da braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) e do amendoim-forrageiro (*Arachis pintoii* cv. Amarillo) a diferentes níveis de sombreamento artificial (0, 50 e 70%). Há vários estudos sobre níveis de sombreamento e integração em pastagens, principalmente por árvores de espécies plantadas e nativas, e estes trabalhos demonstraram que, as forrageiras têm apresentado variações nas respostas morfológicas (BERNARDINO; GARCIA, 2009; GOBBI *et al.*, 2011; PACIULLO *et al.*, 2007; GARCIA; TONUCCI, BERNARDINO, 2013). Essas diferenças podem ocorrer devido à capacidade de algumas tolerarem melhor o sombreamento que outras (GOBBI *et al.*, 2011) e também as características das árvores, como a arquitetura das copas, e o espaçamento usado (GARCIA; TONUCCI, BERNARDINO, 2013). Algumas dessas variações ocorrem no aumento da relação da parte aérea/raiz, alongamento dos colmos, redução do perfilhamento (BERNARDINO; GARCIA, 2009; PACIULLO *et al.*, 2016), aumento da área foliar específica (GOBBI *et al.*, 2011), número de folhas e alterações na relação folha/colmo que sofrem influência também das estações do ano, devido à frequência de ocorrência de chuvas em cada estação (CASTRO *et al.*, 2009; GARCIA; TONUCCI, BERNARDINO, 2013). Em decorrência destas condições mencionadas, o nível de sombreamento tem efeito sobre o crescimento, qualidade, valor nutritivo, e diminuição da produção de matéria seca da espécie forrageira, mas pode promover aumento na digestibilidade do material produzido proporcionando melhor dieta aos animais (LEONEL *et al.*, 2009; PACIULLO *et al.*, 2011a; SANTOS, 2016). Carvalho *et al.* (2001) concluíram que a importância dessas alterações nas forrageiras por meio de sua plasticidade, que alteram a estrutura do pasto disponível (altura do dossel, densidade volumétrica, alterações morfológicas, etc) acabam influenciando o processo de pastejo; ou seja, o comportamento dos animais, e a ingestão de nutrientes, sendo que essas modificações são ainda maiores em sistemas integrados, proporcionadas pelas modificações microclimáticas ocorridas em ambientes sombreados. A limitação da radiação fotossinteticamente ativa é a maior restrição na produção de massa seca, desde que não esteja acontecendo déficit hídrico no solo (período seco) onde a água se torna o fator mais limitante (TAIZ; ZEIGER, 2013). Assim, níveis de sombreamento acima de 35% podem de alguma

maneira afetar o crescimento da maioria das gramíneas de clima tropical (PACIULLO *et al.*, 2007).

Em trabalhos publicados no Brasil tendo como objetivo a avaliação de plantas forrageiras em sombreamento, tanto em ambiente natural quanto artificial, alguns autores demonstraram que às condições microclimáticas se tornam favoráveis ao componente animal, e a redução da radiação pode influenciar no crescimento das forrageiras e também interferir na qualidade nutricional de algumas plantas, ocasionando a redução da massa seca, e digestibilidade (GARCIA; TONUCCI, BERNARDINO, 2013; GOBBI *et al.*, 2009; MASCHERONI, 2015; PACIULLO *et al.*, 2007; SANTOS, 2016). Conforme Gobbi *et al.* (2009), as gramíneas em ambientes sombreados proporcionam modificações estruturais, adaptativas e competitivas nas folhas para captar maior quantidade de luz e investir na maior proporção de fotoassimilados. Alguns autores demonstraram que, em sistemas sombreados, ocorre diminuição da demanda evapotranspirativa das plantas herbáceas em virtude das condições climáticas amenas e da menor velocidade dos ventos (SOARES *et al.*, 2009; CASTRO *et al.*, 2009). De acordo com Wilson e Wong (1982), o sombreamento reduz os componentes da parede celular das plantas por diminuir a produção de fotoassimilados, precursores desses componentes (celulose, hemicelulose, lignina e outros). Esses componentes da parede celular são indigestíveis ou de digestibilidade lenta (VAN SOEST, 1994) e podem afetar de maneira negativa a digestibilidade de frações mais digestíveis, como dificultar a acessibilidade dos microrganismos do rúmen a frações da planta (LANA, 2007). Em ambiente sombreado, as folhas modificam sua estrutura e se tornam maiores, mais tenras e estioladas, características adaptativas e competitivas por radiação (SOARES *et al.*, 2009) e por ser a fração mais digestível, as absorções dos nutrientes presentes nela, que são necessários para as funções vitais dos animais estarão disponíveis em menor tempo, já que houve maior acesso dos microrganismos ao alimento. Mesmo com os vários trabalhos que abordaram sobre os teores de fibra e a digestibilidade, composição química das forrageiras, e outras variáveis, os resultados ainda são contraditórios, apesar de que alguns indiquem uma certa tendência de redução dos teores de fibra em detergente neutro e aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, em condições de sombra (PACIULLO *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2008; PACIULLO *et al.*, 2011a). Entretanto, ainda existem informações que precisam ser melhor trabalhadas para que se possa ter resultados aplicáveis dentro dos sistemas. Em razão dos diversos manejos utilizados no ambiente sombreado, a competição por luz, e diante do uso inadequado dos recursos naturais, é nítido que os benefícios gerados

pelo sistema integrado vão bem mais além do que atualmente é estudado, e que há um grande desafio a se enfrentar, uma vez que boa parte da mudança demanda que as boas práticas de manejo, tanto na agricultura quanto na pecuária sejam seguidas criteriosamente, para que se tenha resultados satisfatórios a médio e longo prazo. Portanto, é preciso conhecer todos os processos envolvidos e interações, solo, planta, animal, e ambiente com componente arbóreo, a fim de que novas propostas possam ser implementadas e metas sustentáveis realmente possam ser cumpridas.

2.3 *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã: origem e características agronômicas

A cultivar BRS Piatã é uma *Brachiaria brizantha* que foi lançada pela Embrapa Gado de Corte em 2007 e parceiros com auxílio da Associação para o Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras Tropicais (Unipasto), após 16 anos de avaliações, é uma alternativa de diversificação das áreas de pastagens no Brasil (VALLE *et al.*, 2010). Para Jack, Braz e Martuscello (2013), o capim-piatã é uma planta perene e cespitosa, com altura de 0,85 m, chegando a 1,10 m quando em crescimento livre. Apresenta folhas lineares que medem até 45 cm de comprimento, as bainhas apresentam pelos claros e pouco densos, colmos finos (4mm), ramificados e verdes. É uma forrageira que pode ser cultivada em praticamente todo o país, e em regiões com regime adequado de chuvas e sem invernos rigorosos. Além disso, essa planta exige solos de média e alta fertilidade (JACK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013; MASCHERONI, 2015; VALLE *et al.*, 2010). Os estudos executados em diversas regiões e ecossistemas no Brasil demonstram que essa braquiária apresenta ampla adaptação e elevada produtividade, comparada a outras cultivares já estudadas, representando assim uma boa opção e alternativa em sistemas de integração por possuir características produtivas e favoráveis de manejo, arquitetura de planta, tolerância ao fator sombreamento, qualidade e alta produção de folhas (GAMARRA, 2015; MASCHERONI, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2014; QUITINO, 2013). Valle *et al.* (2010) afirmaram que o capim-piatã apresenta florescimento precoce, no início do verão (janeiro e fevereiro), com maior acúmulo de folhas do que os capins xaraés e marandu. Contudo, mesmo apresentando menor produção forrageira que o capim-xaraés, seus colmos são mais finos (4mm), o que favorece o manejo na época seca, e por ter seu crescimento lento na fase inicial, a implantação em consórcio com culturas anuais se torna favorecida (EMBRAPA, 2008). Analisando por esse ponto, o capim em estudo, apresenta características favoráveis de manejo e acúmulo de forragem, ou seja, produção de massa de forragem no período seco, favorecendo o desempenho animal nesse período também, destacando-se entre as Braquiárias (EUCLIDES

et al., 2009; JACK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013; VALLE *et al.*, 2010). De acordo com Andrade e Assis (2010), por ter o florescimento precoce, o manejo dessa forrageira necessita de acompanhamento mais rígido para evitar dano à estrutura do dossel forrageiro caracterizada pela diminuição da relação folha/colmo, aumento do perfilhamento aéreo e possível acamamento do pasto. Portanto, considerando que o capim-piatã é uma forrageira recém lançada, poucos estudos sobre seu manejo estão disponíveis, no entanto, adota-se o seu manejo próximo ao que é seguido para o capim-marandu, sendo recomendado o manejo entre 25 e 35 cm quando contínuo ou 20 e 40 cm em pastejo rotacionado (EUCLIDES *et al.*, 2009). Em condições de sombreamento e ainda mais em pastejo contínuo, os estudos também ainda são escassos. Dessa forma, é necessário haver mais pesquisas que possam determinar com maior precisão o acompanhamento da forrageira piatã, e assim ser possível adotar metas de manejo que proporcionem maior produtividade.

2.4 Valor nutritivo de forragem em sistemas integrados

A qualidade de uma forragem tem grande relação com a quantidade de fibra dietética que ela contém. A fibra inclui a maior parte da planta que precisa ser processada pelo trato digestivo, além de ser uma fonte energética para os microrganismos ruminais, principalmente os celulolíticos (VAN SOEST, 1994). Entretanto, com o avançar da idade essa fibra perde seu valor nutritivo pelo aumento do teor da lignina, e também pela diminuição na relação folha: colmo para proporcionar o funcionamento adequado do rúmen. O valor nutritivo da forragem disponível tem grande influência no consumo de forragem pelos ruminantes. As folhas possuem um duplo papel na interface planta-animal, representando a superfície responsável pela eficiência fotossintética e o substrato de maior qualidade na dieta dos animais (CARVALHO *et al.*, 2001). A alta ingestão de massa seca de determinadas espécies ou frações de plantas, comparadas a outras, têm efeito não apenas sobre o aporte de nutrientes para os animais, como também sobre a estabilidade da composição das espécies e a reciclagem dos nutrientes no sistema de pastejo (CÔRTEZ *et al.*, 2005). Nos sistemas integrados, as mudanças no valor nutritivo podem ser devido ao efeito da sombra, temperatura, menor velocidade do vento, uma vez que estes podem atuar de forma positiva sobre a digestibilidade da forragem, e superar ou equilibrar o efeito negativo causado pela redução no teor de carboidratos solúveis (SOARES *et al.*, 2009). Em relação às forrageiras cultivadas em sistemas integrados, vários autores abordaram que há possibilidade de aumento ou não, nos teores de proteína e minerais sob sombreamento em comparação com a forrageira

que estar a pleno sol (CASTRO *et al.*, 2009; NELL *et al.*, 2016; PACIULLO *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2016; SOARES *et al.*, 2009; SANTOS, 2016). Contudo, as variações nos conteúdos de FDN e FDA podem estar relacionadas com a interação entre a porcentagem de sombra, o estágio de maturidade da planta e também pelas práticas de manejo (PACIULLO *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2011a). Paciullo *et al.* (2016) avaliaram diferentes níveis de sombreamento (0, 37 e 58 %) e quatro doses de nitrogênio (0, 50, 100, 150 mg N dm⁻³) para as cultivares do gênero *Panicum* cv Tanzânia e Massai. Os dados encontrados pelos autores demonstraram que com o aumento dos níveis de sombreamento, houve acréscimo nos teores de proteína bruta insolúvel em detergente ácido na forrageira Massai. Já para a cultivar Tanzânia não foi observado esse mesmo padrão, indicando assim redução do teor proteico. O aumento no conteúdo do teor de proteína da cultivar Massai indica um efeito positivo em relação ao ambiente sombreado; entretanto, isso não significa que haverá acréscimo do valor nutricional da forrageira.

Pesquisas mostram que os valores nutritivos das forrageiras mudam de acordo com a intensidade de luz presente no sub-bosque, ou seja, à medida que se aumenta o sombreamento para as plantas, é possível que haja aumento dos teores de proteína. Isso porque a presença das árvores, tipo de espécie, e até mesmo a quantidade desse componente no ambiente gera uma mudança na composição química do alimento devido às adaptações morfofisiológicas (GARCIA; TONUCCI; BERNARDINO, 2013; PACIULLO *et al.*, 2007; PACIULLO *et al.*, 2011a). Gobbi *et al.* (2010) avaliaram o valor nutritivo do capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. Encontram que nas plantas de braquiária, o sombreamento crescente não causou alterações significativas nos constituintes de parede celular, no primeiro corte. No segundo corte as plantas apresentaram queda linear nos teores de FDN e FDA com o incremento em ambiente sombreado. Paciullo *et al.* (2011a) encontraram o teor de proteína bruta (PB) 51% maior sob a copa das árvores (9,8%) que a 13,5 m do renque, onde foi encontrado o valor mínimo (6,5%). Os resultados encontrados demonstram um certo benefício para a forrageira estudada, no caso, *Brachiaria decumbens*, já que houve a presença de serapilheira das árvores leguminosas (*Acacia mangium*, *Acacia angustissima* e *Mimosa artemisiana*), em que o aumento no teor de PB foi superior à redução de massa de forragem nos locais próximos à linha das árvores.

2.5 Desempenho produtivo animal em sistemas integrados

O desempenho produtivo animal é diretamente dependente do consumo diário de forragem e indiretamente através dos efeitos do processo de pastejo sobre a composição, as características estruturais do pasto e a produtividade da forragem (DIFANTE, 2010; EUCLIDES *et al.*, 2000). Além disso, apresenta ampla relação com o potencial ingestivo, onde a capacidade de colheita de forragem pelo animal pode ser influenciada pelas características do relvado, como massa de forragem disponível; relação entre lâminas foliares verdes, colmos, bainhas e material senescente (TREVISAN *et al.*, 2004). Isto porque os animais em pastejo estão diante de um ambiente heterogêneo, e este relacionado ao desempenho animal deve ser avaliado de modo temporal e espacial (BARROS *et al.*, 2010). Nas condições tropicais, o consumo de alimentos é inferior ao que é verificado em países de clima temperado, devido à baixa digestibilidade, que afeta a passagem de alimentos pelo sistema digestivo, e também pelo estresse térmico, limitando o consumo de alimentos, sobretudo no período diário de temperatura mais elevada (LANA, 2007). Vale ressaltar, que o consumo só será controlado pelo valor nutritivo da forragem se a quantidade de forragem disponível não for fator limitante (EUCLIDES *et al.*, 2009). Tanto Euclides *et al.* (2010) como Silva *et al.* (2011) relataram que a produtividade animal no ambiente pastoril só pode ser alcançada quando se consegue o controle e exploração de maneira eficiente dos três principais estágios de produção: crescimento da planta, consumo de forragem e conversão da forragem consumida em produto animal. O desempenho animal em sistemas silvipastoris está diretamente ligado ao potencial do componente forrageiro que poderá influenciar tanto no ganho individual do animal, quanto em ganho por hectare. Dessa forma, sabe-se que qualquer melhora no percentual de proteína bruta da forragem em ambiente sombreado constitui uma vantagem para a pecuária nos trópicos, se no caso compararmos o sistema voltado apenas para a monocultura (PACIULLO *et al.*, 2014). Oliveira *et al.* (2014) estudaram três sistemas integrados (ILPF-1, ILPF, ILP), dois com diferentes densidades de componente arbóreo e uma testemunha, durante o segundo e terceiro ano de pastejo no Bioma Cerrado em Campo Grande. Segundo os autores, os pastos manejados com menor altura proporcionaram maior ganho de peso vivo por área durante o período de verão e o outono, e mesmo que com disponibilidade menor de pasto, o sistema com menor densidade de árvore (ILPF 227 árvores/ha) proporcionou ganhos por animal semelhantes ao ambiente a pleno sol (ILP, testemunha) nas estações de inverno, primavera e verão. Os valores de ganho médio diário

para o verão foram de 0,60; 0,51 e 0,48 kg/dia, e no outono de 0,57; 0,56 e 0,50 kg/dia, para os sistemas ILPF com 357 árvores/ha, ILPF com 227 árvores/ha e o ILP, respectivamente. O ganho de peso vivo por área acumulado no sistema com densidade menor de árvore foi de 83% comparado ao sistema ILP. Segundo Paciullo *et al.* (2009), as melhorias nutricionais do pasto, resultantes da influência das copas de árvores e da maior disponibilidade de nutrientes no solo, demonstram que há possibilidade de aumento no consumo da forragem e no ganho de peso de animais em pastejo.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G. *et al.* Manejo do pastejo em sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, v. 8, 2016, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2016. p. 199-229.

ANDRADE, C. M. S.; ASSIS, G. M. L. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: gramínea recomendada para solos bem-drenados do Acre. Embrapa, 2010. Rio Branco. 29 p (**Circular técnica** 54).

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; COSTA, S. E. V. G. A. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção agrícola e pecuária no subtropical brasileiro. **Tópicos em ciência do solo**, v. 8, p. 325-380, 2013.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial em integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: EMBRAPA. Informação Tecnológica, 130 p, 2011.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, O.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da interação Lavoura-pecuária-floresta (ILPF). **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 138, p. 1-18, 2012.

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, 2014. p. 12-18.

BARROS, C. S. *et al.* Técnicas para estudos de consumo de alimentos por ruminantes em pastejo: revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 9, n. 2, p. 5-24, 2010.

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; GARCIA, A.V.; OLIVEIRA S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2 ed. São Paulo, Jaboticabal: Funep, 2011. p. 397-421.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 60, p. 77-87, 2009.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Características estruturais do pasto e o consumo de forragem: o quê pastar, quanto pastar e como se mover para encontrar o pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4, 2008, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2008, p. 101-130.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W.R.S. (Org.). *A Produção Animal na Visão dos Brasileiros*. Anais da XXXVIII Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Piracicaba, 2001, v. 1, p. 853-871.

CASTRO, C. R. T. *et al.* Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, colombo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 60, p. 19-25, 2009.

CÔRTEZ, C. *et al.* Potencial discriminatório dos n-alcanos em plantas forrageiras tropicais por análises multivariadas. **Revista Brasileira. Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1079-1087, 2005.
DIAS-FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. As pastagens e o meio ambiente. In: REIS, R.A.;

BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forrageicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1 edição. São Paulo, Jaboticabal: UNESP, 2013. p. 93-101.

DIFANTE, G. dos S. Desempenho e conversão alimentar de novilhos de corte em capim-tanzânia submetido a duas intensidades de pastejo sob lotação rotativa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 1, p. 33-41, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia de produção de gado de corte. BRS Piatã *Brachiaria brizantha*. Campo Grande, 2008 (folder).

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 151-168, 2010 (supl. especial).

EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *brachiara brizantha*. **Pesquisa Brasileira de Zootecnia**., v. 44, p. 98-109, 2009.

EUCLIDES, V. P. B.; CARDOSO, E. G.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. de. Consumo voluntário de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p. 2200-2208, 2000.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; BERNARDINO, F. S. Sistemas Silvopastoril: Uma integração árvore, pasto, animal. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1 edição. São Paulo, Jaboticabal: UNESP, 2013. p. 219-234.

GOBBI, K. F. *et al.* Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

GOBBI, K. F. *et al.* Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1645-1654, 2009.

GOBBI, K. F. *et al.* Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos de zootecnia**, v. 59, n. 227, p. 379-390, 2010.

JACK, L.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1 edição. São Paulo, Jaboticabal: UNESP, 2013. p. 109-119.

LANA, R. P. **Sistema Viçosa de formulação de rações**. Viçosa: UFV, 4ª edição, 2007, 90p. LEONEL, F. P. *et al.* 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.

MACEDO, C. M.; ZIMMER, A. H. Sistemas integrados de lavoura-pecuária na região dos cerrados do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA, 2007, **Anais...Curitiba**. UFPR, 2007.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 2000. 4 p (**Comunicado Técnico, 62**).

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2016. Disponível em: www.agricultura.gov.br. Acesso em: 23/10/2016.

MASCHERONI, J. D. C. **Características estruturais do dossel forrageiro acúmulo de forragem de *Brachiaria Brizantha* cv. Piatã submetido a regime de sombra em sistemas**

de integração lavoura pecuária e floresta. 92 f. 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP 2015.

OLIVEIRA, C. C. **Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro.** 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) - Universidade dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, Minas Gerais, 2013.

OLIVEIRA, C. C. *et al.* Performance of Nellore heifers forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 1, p. 167-172, 2014.

PACIULLO, D. S. C. *et al.* Características produtivas e nutricionais do pasto em sistemas agrossilvipastoril, conforme distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1176-1183, 2011a.

PACIULLO, D. S. C. *et al.* Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

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

PACIULLO, D. S. C. *et al.* Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**. doi: 10.1111/gfs.12264. 2016.

PACIULLO, D. S. C. *et al.* Sward características do pasto e desempenho de novilhas em sistemas of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, p. 1264-1271, 2014.

PACIULLO, D.S.C. *et al.* Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1528-1535, 2009.

QUINTINO, A. C. **Capim-piatã e sorgo de corte e pastejo em sistema de integração lavoura-pecuária.** 2011. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – MT. 2011.

QUINTINO, A. C. *et al.* Produtividade da soja em condições de sombreamento em sistemas de integração. In: CONGRESSO: SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 10 ANOS DE PESQUISA, 2013, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2013. p. 1-6.

REIS, R. A.; SILVA, S. C. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 83-114.

SERRA, A. P.; BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; FERREIRA, A. D. Fundamentos técnicos para a implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucalipto. In: BUNGENSTAB, D. J. (Ed.). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2014. p. 50-72.

SILVA, J. C. P. M.; VELOSO, C. M.; TEIXEIRA, R. M. A.; SANTOS, M. E. R. **Manejo de vacas leiteiras a pasto**. Suprema Gráfica e editora LTDA, Aprenda Fácil. Viçosa, MG, 1ª ed., 170 p, 2011.

SOARES, A. B. *et al.* Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perene de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUZA, W. *et al.* Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 677-684, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 918p, 2013.

TONUSSI, R. L. **Associação genética entre características da carcaça e carne com características de crescimento em bovinos Nelore**. 49 f. 2013. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2013.

TREVISAN, N. B. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhos de corte em pastagem de aveia preta e azevém com níveis distintos de folhas verdes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1543-1548, set-out, 2004.

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, D. M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.). **Plantas forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. cap. 1, p. 30-77.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock Publ. Association, 476 p, 1994.

VILELA, L. *et al.* Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

WILSON, J. R.; WONG, C. C. Effects of shade on some factors influencing nutritive quality of green panic and siratro pastures. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 33, n. 8, p. 937-949, 1982.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Embrapa, 2012. Brasília, DF. 42p. **(Documento 189)**.

4 ARTIGO

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características da pastagem e o desempenho produtivo de bovinos da raça Nelore, em dois sistemas de integração, ILP e ILPF, nas estações de verão e inverno. O experimento foi conduzido na Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS, em área experimental com dois sistemas, um de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com 227 árvores/ha de *Eucalyptus urograndis* e outro de integração lavoura-pecuária (ILP) com árvores nativas remanescentes, ambos com pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas consistiram em dois sistemas de integração (ILP e ILPF) e, as subparcelas, nas estações do ano (inverno e verão). A produção de massa seca (PMS) de forragem foi maior no ILP (3.412 kg/ha) que no ILPF (2.308 kg/ha). Para o ganho de peso vivo (GPV) e o ganho médio diário, não foram encontradas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os tratamentos ILP (238,6 kg/ha; 475,4 g/cab. dia) e ILPF (268,7 kg/ha; 581,4 g/cab. dia). O desempenho animal não foi prejudicado pela menor massa seca de forragem no ILPF, na estação de verão. Os valores de proteína e DIVMO da folha foram maiores no ILPF.

Palavras-chave: Capim-piatã. Integração lavoura-pecuária. Integração lavoura-pecuária-floresta. Produção animal.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the forage production and animal performance of Nellore cattle in two integrated systems, ICL (integrated crop-livestock) and ICLF (integrated crop-livestock-forestry) in summer and winter season. The experiment was performed at Embrapa Gado de Corte, Campo Grande - MS, in an experimental area with two integrated systems, crop-livestock-forest (ICLF) with 227 trees/ ha of *eucalyptus urograndis* and crop-livestock (ICL) with 5 remnant native trees, both with pasture of *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã. The experimental design consisted of two complete integration systems (ILP and ILPF), and the subplots, in the seasons (winter and summer). Forage dry matter production (PMS) was higher in ILP (3,412 kg / ha) than in ILPF (2,308 kg / ha). For the live weight gain (GPV) and average daily gain, no significant differences ($P > 0.05$) were found between ILP treatments (238.6 kg / ha; 475.4 g / cab. day) and ILPF (268.7 kg / ha, 581.4 g / day). Animal performance was not affected by the lower dry mass of forage in the ILPF, in the summer season. The protein and leaf DIVMO values were higher in ILPF.

Keywords: Piatã-grass. Crop-livestock integration. Crop-livestock-forest integration, Animal production.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui condições edafoclimáticas favoráveis para a produção de forrageiras, que são a principal fonte de nutrientes aos animais criados a pasto (JACK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013). Contudo, o uso intensivo dessas áreas, sem um manejo adequado, vem ocasionando a degradação de pastagens (ZIMMER *et al.*, 2012). Concomitantemente, o aumento da demanda por alimentos advindos de produção sustentável tem gerado grandes desafios à agropecuária, pois há a necessidade de modelos e tecnologias equilibradas, que visem maior harmonia com os novos requerimentos exigidos pelas atuais leis acerca da preservação ambiental (FAO, 2010). Nesse contexto, torna-se imperativo o uso de sistemas de produção sustentáveis, tais como o sistema integração lavoura-pecuária (ILP) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Do ponto de vista de gestão dos recursos, estes passam a ser mais complexos, uma vez que demandam um grau de conhecimento maior e específico de todos os componentes presentes (agricultura, pasto, pecuária e floresta) na área; entretanto proporcionam a diversificação, rotação e/ou consórcio das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural gerando benefícios para ambas (ALMEIDA *et al.*, 2016). Os sistemas ILP e ILPF possuem como premissa a produção agrícola sustentável ao longo do tempo possibilitando a recuperação de áreas degradadas e potencializando a produção por área (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2007; KLUTHCOUSKI; STONE; AIDAR, 2003; MARTHA JR; VILELA; MACIEL, 2007). Diversos trabalhos têm demonstrado os benefícios provenientes do ILP e ILPF, tais como a melhoria da qualidade do solo, melhor ciclagem de nutrientes, aumento da fertilidade do solo, oriundo do acúmulo de matéria orgânica, redução de pragas, doenças e plantas daninhas, entre outros (CARVALHO *et al.*, 2010; FLORES *et al.*, 2008; MARTHA JR; ALVES CONTINI, 2011). Todavia, é necessário avaliar os efeitos dos componentes arbóreo e/ou cultura anual sobre a produção e qualidade da espécie forrageira utilizada, uma vez que todos os componentes competem por recursos ambientais (ROZADOS-LOREZNO *et al.*, 2007). Neste contexto, objetivou-se avaliar as características da forrageira *Brachiaria brizantha* cv. piatã e o desempenho produtivo de bovinos de corte, em dois sistemas de integração, ILP e ILPF) nas estações de verão e inverno.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e histórico da área experimental

O experimento foi realizado na Embrapa Gado de Corte, MS, na região Centro-Oeste no estado do Mato Grosso do Sul, de dezembro de 2013 a setembro de 2014, a 20°27' de latitude Sul, 54°37' de longitude Oeste e a 530 m de altitude. De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger Kottek *et al.* (2006), a área em estudo encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1560 mm. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura argilosa, e a análise química de amostras de solo, na camada de 0 a 20 cm de profundidade, revelou que a área era relativamente uniforme, com teores de argila de $41 \pm 5\%$; P (Mehlich-1) de 0,29 a 0,42 mg/dm³; saturação por bases de 26 a 34% e saturação por alumínio de 10 a 23%.

Foram avaliados neste trabalho dois sistemas de integração em sucessão à cultura de soja (quinto ano da implantação das árvores, segundo ciclo da soja e quarto ano de pastejo), na estação de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) e inverno (junho, julho e agosto), numa área de 6 hectares, subdividida em dois blocos de 3 hectares, cada um com 2 piquetes de 1,5 ha cada: lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com 227 árvores de eucalipto/ ha e lavoura-pecuária (ILP) com cinco árvores nativas remanescentes/ ha.

A área experimental, para o sistema ILPF, foi estabelecida em janeiro de 2009 com o transplante das mudas de eucalipto (*Eucalyptus urograndis* – clone H13), distribuídas em fileiras simples, com espaçamento de 22 metros entre linhas e 2 metros entre plantas (orientação leste-oeste). No primeiro ciclo (2009-2011) plantou-se a cultura agrícola soja e a forrageira *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã, sendo sua produção conservada como feno. Em 2012, deu-se início ao segundo ciclo de avaliações, com o plantio da soja em novembro, utilizando-se cultivar de ciclo precoce transgênica, BRS 318RR, e, nesse mesmo período, foi realizada calagem com 2t/ha de calcário dolomítico e adubação (formulada NPK 0-20-20) a base 300 kg/há (QUINTINO *et al.*, 2013). Em abril de 2013, a soja foi colhida e, em seguida, realizou-se a semeadura mecânica do capim-piatã junto com adubo, com taxa de semeadura de 60 sementes puras viáveis/ m², com espaçamento de 0,25 m, com profundidade de 1 cm (MECABÔ, 2014).

Na Tabela 1 estão apresentados os dados meteorológicos da área experimental.

Tabela 1 - Temperatura média e valores de precipitação durante os anos de 2013 e 2014.

Mês	2013		Mês	2014	
	Temperatura (C°)	Precipitação, (mm)		Temperatura, (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
Mai	22,2	14,9	Mai	20,6	165,5
Junho	21	36,5	Junho	20,7	51,1
Julho	19,7	0	Julho	20,1	115,2
Agosto	20,2	0	Agosto	23	17,7
Setembro	23,4	105,5	Setembro	25,5	66
Outubro	24,5	122,2	Outubro	27	19,7
Novembro	25,2	249,6	Novembro	24,7	217,8
Dezembro	25,5	170,8	Dezembro	24,9	359,4

Durante o experimento foi mensurada a radiação incidente e a radiação fotossinteticamente ativa (RFA, TABELA 2), por meio de ceptômetro portátil AccuPAR Linear (modelo LP – 80 Decagon Devices). Em cada ponto foi realizada uma leitura acima do dossel e outra no nível do solo (Figura 1). A radiação fotossinteticamente ativa é a energia luminosa disponível para a realização da fotossíntese.

Tabela 2 - Valores médios de radiação incidente e radiação fotossinteticamente ativa nas estações de verão e inverno.

Item	Radiação incidente ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$)	Radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$)
	Verão	
ILPF	294	58
ILP	1396	100
Inverno		
ILPF	158	25
ILP	733	100

ILP: integração Lavoura-Pecuária; ILPF: integração Lavoura-Pecuária-Floresta

O ponto A posicionado entre as árvores da fileira, o B, C, D e E entre os renques e equidistantes a 4,4 metros do ponto A no sistema ILPF. Para as avaliações de forragem no sistema ILPF foram utilizadas dois transectos perpendiculares às fileiras de árvores por parcela. Em cada transecto, foram delimitados cinco pontos equidistantes (A, B, C, D e E), onde A e E eram localizados a 2 m dos troncos das árvores e C correspondia à posição intermediária totalizando 10 amostras por parcela.

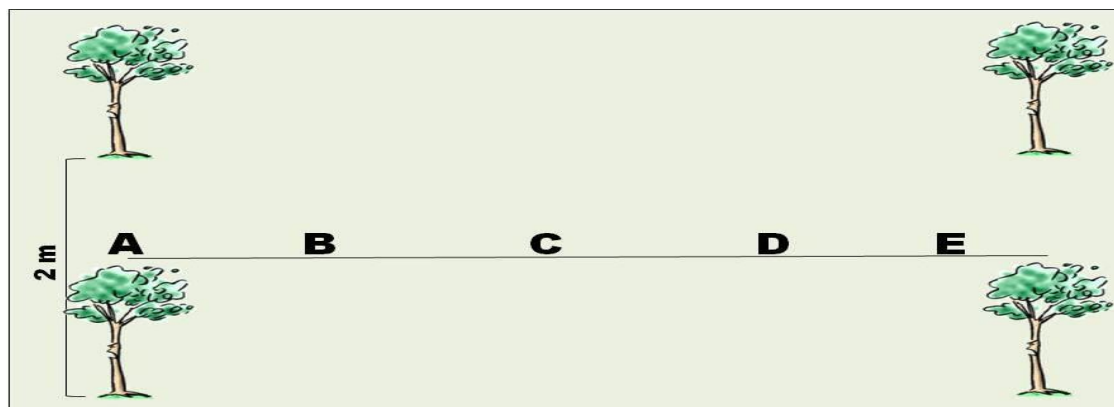


Figura 1- Esquema dos pontos amostrais (A, B, C, D, E). Fonte: Oliveira, 2013

Características produtivas e valor nutritivo da forragem

A altura do dossel foi medida utilizando-se uma régua graduada em centímetros, e em seguida era feita uma avaliação visual da cobertura do solo. A produção de massa seca de forragem foi estimada a cada 28 dias cortando-se 10 amostras de 1 m², rente ao solo, alocadas ao acaso. As amostras coletadas foram divididas em duas sub-amostras, uma foi seca em estufa 55° e pesada para estimativa da massa seca total (MST) e a outra separada em lâmina foliar, colmo (colmo e bainha) e material senescente. Posteriormente, foram secas em estufa a 55°C, para estimativa da produção de massa seca de folhas e massa seca de colmos. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinhos Willey de peneira de 1mm, e analisadas utilizando o sistema de Espectrofotometria de Reflectância no Infravermelho Proximal (NIRS), de acordo com os procedimentos feitos por MARTEN *et al.* (1985). Os dados de reflectância das amostras na faixa de comprimentos de onda de 1.100 a 2.500 nm foram armazenados por um espectrômetro modelo NR5000 acoplado a um microcomputador. Foram avaliados os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), determinando-se assim, o valor nutritivo das forrageiras.

Desempenho animal

Para a avaliação de desempenho animal, foram utilizadas, nos dois sistemas, o

método de pastejo contínuo com taxa de lotação variável. Todos os animais foram vermifugados e identificados no início do período experimental e receberam água e sal mineral à vontade. Para ajuste da altura da pastagem (35 cm) foi utilizado, quando necessário, animais reguladores (*put and take*) com 180 Kg de peso corporal e idade aproximada de 20 meses. A cada 28 dias foram realizadas pesagens após jejum líquido e sólido de 16 horas. As pesagens foram utilizadas para acompanhamento do peso corporal e ajuste da taxa de lotação.

A taxa de lotação foi calculada como o produto do peso médio dos animais-teste e dos animais-reguladores pelo número de dias que os mesmos permaneceram no piquete (28 dias) (PETERSEN; LUCAS JR, 1968). O ganho médio diário (GMD, g/animal/dia) foi calculado pela diferença de peso dos animais-teste no início e final de cada ciclo de pastejo, dividida pelo número de dias do ciclo. O ganho de peso de peso vivo (GPV) por hectare (kg/ha de peso animal produzido) foi obtido multiplicando-se o ganho de peso diário dos animais-teste pelo número de animais mantidos por hectare em cada ciclo de pastejo. Para o ganho de peso total somou-se o ganho de peso por hectare de todos os ciclos de pastejo para cada tratamento.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o em blocos casualizado com o esquema de parcela subdividida com duas repetições. Os tratamentos corresponderam aos sistemas de integração ILP, ILPF, constituídos de capim-piatã, e os da subparcela, as épocas do ano (período do verão e inverno).

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SAS e as médias agrupadas pelo teste F, adotando-se o nível de probabilidade de 5% para características produtivas do capim-Piatã e 10% para o desempenho animal.

RESULTADOS

Durante o período experimental a taxa de radiação incidente nos sistemas integrados foi de 294 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ e 1396 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ (ILPF e ILP, respectivamente), e a taxa radiação fotossinteticamente ativa foi de 58 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ para o sistema ILPF e 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ para o sistema ILP.

A altura do dossel forrageiro (cm), cobertura do solo (%) e massa seca disponível (Kg MS/ ha) dos componentes morfológicos (folha, colmo e material morto) durante a estação de verão estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Características da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã e produção de massa seca (folha, colmo e material morto) em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de verão.

Item	ILPF	ILP	EPM	P-Valor
Altura (cm)	78,7	98,4	2,6	0,0010
Cobertura do solo (%)	60,7	86,8	3,4	0,0010
Massa seca disponível do capim-piatã (kg MS/ha)	2308,0	3412,0	174,0	0,0141
Massa seca da folha do capim-piatã (kg MS/ha)	633,9	1069,4	72,0	0,0006
Massa seca do colmo do capim piatã (kg MS/ha)	1401,2	1974,3	96,7	0,0009
Massa seca do material morto do capim piatã (kg MS/ha)	272,5	368,4	37,0	0,2035

EPM: erro padrão da média

Foram encontrados efeitos significativos ($P < 0,0010$) do tipo de sistema (ILP ou ILPF) para a altura do dossel forrageiro e cobertura do solo. Sendo que no sistema ILPF houve redução de 19,7 cm na altura da forragem e, aproximadamente, 30% de redução na cobertura do solo em relação ao sistema ILP. Da mesma forma, a quantidade (Kg MS/ha) de massa seca disponível, massa de folha e colmo foi menor no sistema ILPF.

No sistema ILPF, a proteína bruta e DIVMO da folha e colmo apresentaram valores significativamente maiores, em contrapartida os valores de FDN da folha e colmo foram menores (TABELA 4).

Tabela 4 - Valor nutritivo da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de verão.

Item, %	ILPF	ILP	EPM	P-Valor
Folha				
Proteína bruta	10,5	7,7	0,5	0,0026
Fibra de detergente neutro	69,9	72,0	0,4	0,0086
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica	54,9	50,5	0,8	0,0059
Colmo				
Proteína bruta	4,6	3,1	0,3	0,0010
Fibra de detergente neutro	80,1	82,4	0,4	0,0025
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica	41,1	39,0	0,7	

EPM: erro padrão da média

Como observado na Tabela 5, a taxa de lotação e o desempenho animal não diferiram entre os sistemas avaliados.

Tabela 5 - Desempenho animal em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores /ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de verão.

Item	ILPF	ILP	EPM	P-Valor
Taxa de lotação, UA/ha	3,3	3,6	0,1	0,5160
Ganho de peso diário, g/animal/dia	581,4	475,4	48,9	0,3724
Ganho de peso corporal, kg/ha	268,7	238,6	24,9	0,6573

EPM: erro padrão da média

Durante a estação de inverno a taxa de radiação incidente para o sistema ILPF foi em média de 158 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$, enquanto para o ILP foi de 733 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$. A radiação fotossinteticamente ativa ficou em torno de 25 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ e 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}^1$ para o ILPF e ILP, respectivamente (TABELA 6).

Tabela 6 - Características da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã e produção de massa seca (folha, colmo e material morto) em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de inverno.

Item	ILPF	ILP	EPM	P-Valor
Altura (cm)	32,6	35,1	0,9	0,1614
Cobertura do solo (%)	75,8	94,1	2,6	0,0001
Massa seca disponível do capim-piatã (kg MS/ha)	1577,2	2433,1	130,1	0,0141
Massa seca da folha do capim-piatã (kg MS/ha)	271,8	415,2	25,8	0,0026
Massa seca do colmo do capim-piatã (kg MS/ha)	279,6	460,9	32,1	0,0020
Massa seca do material morto do capim-piatã (kg MS/ha)	1025,7	1557,0	87,4	0,0006

EPM: erro padrão da média

A altura do dossel forrageiro durante a estação de inverno não apresentou diferença significativa quando comparado os sistemas de integração analisados (ILP e ILPF), entretanto houve redução na cobertura do solo de, aproximadamente, 19% no sistema ILPF. Assim como, redução da massa seca disponível, massa de folha, colmo e material morto para o sistema ILPF.

O sistema ILPF proporcionou maiores valores de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da MO da folha, e maior proteína bruta e FDN do colmo. Em contrapartida, a porcentagem de FDN da folha e digestibilidade da MO do colmo foi inferior no ILPF, comparado ao ILP (TABELA 7).

Tabela 7 - Valor nutritivo da pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores/ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), na estação de inverno.

Item, %	ILPF	ILP	EPM	P-Valor
Folha				
Proteína bruta	13,5	11,2	0,3	0,0001
Fibra de detergente neutro	66,5	68,5	0,3	0,0012
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica	69,9	64,2	0,9	0,0002
Colmo				
Proteína bruta	5,5	4,9	0,2	0,0337
Fibra de detergente neutro	78,0	75,8	0,4	0,0036
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica	43,9	47,5	0,7	

EPM: erro padrão da média

Não houve diferença significativa para o desempenho animal durante a estação de inverno entre os sistemas avaliados (TABELA 8).

Tabela 8 - Desempenho animal em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com densidade de 227 árvores /ha e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) na estação de inverno.

Item	ILPF	ILP	EPM	P-Valor
UA/ha	1,20	1,18	0,01	0,3118
Ganho de peso diário (g/animal/dia)	82,50	272,50	67,90	0,1922
Ganho Peso Corporal (kg/ha)	13,75	45,42	11,32	0,1911

EPM: erro padrão da média.

DISCUSSÃO

O componente arbóreo modifica o microclima da área, que por sua vez altera a produção de forragem (SIBBALD, 1999; PACIULLO *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2009; MASCHERONI, 2015). No presente estudo, houve redução na altura do dossel forrageiro, cobertura do solo e na quantidade de massa da forragem no sistema lavoura-pecuária-floresta tanto na estação de verão quanto na estação de inverno, evidenciando que a presença das árvores altera o perfil produtivo da pastagem, uma vez que, com o desenvolvimento do componente arbóreo nos sistemas integrados, há redução progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque, além do aumento na competição por recursos naturais. Segundo Garcia e Couto (1997), quanto maior o número de árvores dentro do sistema de produção,

maior será a competição entre árvores e forragem, principalmente para radiação e água quando esses recursos são limitados, como na estação de inverno.

A diminuição da radiação solar recebida pela forragem afetará o processo fotossintético da planta, que, por sua vez, poderá reduzir o suprimento de carbono para o crescimento da forrageira, sobretudo em espécies com rotas metabólicas C₄, gramíneas tropicais (PACIULLO *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2009). Como forma de tolerância da planta à baixa luminosidade podem ocorrer algumas alterações anatômicas, morfológicas e/ou fisiológicas, que por sua vez podem afetar a quantidade de massa produzida (LIN *et al.*, 2001; PERI *et al.*, 2007; GOBBI *et al.*, 2011). Corroborando com os dados encontrados neste trabalho, Lopes *et al.* (2017) analisando o efeito do sombreamento e adubação de *B. decumbens* observaram que em condições de sombreamento severo há acentuada redução na massa de forragem produzida, não sendo revertida mesmo com uso de fertilizante.

Em contrapartida, há evidências na literatura que o sombreamento melhora a qualidade da planta forrageira. Alguns autores atribuem o efeito positivo do sombreamento sobre o teor de PB e digestibilidade da forragem à melhoria na ciclagem de nutrientes no solo, especialmente do nitrogênio, em ambientes arborizados (ROZADOS-LORENZO *et al.*, 2007; YAMAMOTO *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2010), o que corroboram com os resultados desta pesquisa.

Como observado na Tabela 4 e Tabela 7, o sistema ILPF proporcionou melhora no valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv BRS Piatã, com aumento no teor de PB e digestibilidade da MO da folha. O benefício mais evidente do sombreamento é a manutenção da umidade do solo que associada a temperatura moderada na sombra, favorece o processo de mineralização do N, decomposição da matéria orgânica do solo e melhora a atividade microbiana do solo (WILSON, 1996; SÁNCHEZ *et al.* 1997; CRUZ *et al.* 1999). Portanto, os maiores valores de PB e digestibilidade da MO encontrados neste trabalho podem estar relacionados ao microclima e melhor fluxo de nutrientes no solo proporcionado pelo componente arbóreo no sistema ILPF.

Durante a estação de verão, o teor de FDN da folha e colmo das plantas sombreadas (sistema ILPF) foi menor que no sistema com ausência do componente arbóreo (ILP), provavelmente isto ocorreu devido a menor disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento da parede secundária. Entretanto, na estação de inverno foi observado maior teor de FDN e menor digestibilidade *in vitro* da MO do colmo das plantas do sistema ILPF (Tabela 7).

Em relação ao desempenho animal, apesar da menor produção de forragem no sistema ILPF não foi observado diferença para ganho de peso diário e por área dos animais em relação ao sistema ILP. Provavelmente, o maior valor nutricional da pastagem sob sombreamento permitiu ganho médio diário semelhante ao registrado sob condições de plena luz solar.

CONCLUSÃO

O componente arbóreo contribui para a redução da produção de massa seca e proporcionou maior valor nutritivo da forragem.

O desempenho animal não é afetado pela presença de árvores (ILPF), desde que haja manejo correto do sistema planta-animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R. G. *et al.* Manejo do pastejo em sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, v.8, 2016, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2016. p. 199-229.

CARVALHO, P. C. F. *et al.* Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and oil improvement in no-till integrated systems. **Nutr. Cycl. Agroecosyst**, v. 88, p. 259-273, 2010.

CRUZ, P., SIERRA, J., WILSON, J.R., DULORMNE, M. and TOURNEBIZE, R. (1999) Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. **Annals of Arid Zone**, 38(3&4), 335–361.

FAO. An international consultation on integrated crop-livestock systems for development: The way forward for sustainable production intensification. **Integrated Crop Management**, v.13, 64p, 2010.

FLORES, J. P. C. *et al.* Atributos químicos do solo em função da aplicação superficial de calcário em sistema de integração lavoura-pecuária submetido a pressões de pastejo em plantio direto. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v. 32, p. 2385-2396, 2008.

GARCIA, R.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 447-471.

GOBBI, K. F. *et al.* Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

JACK, L.; BRAZ, T. G. S.; MARTUSCELLO, J. A. Gramíneas de clima tropical. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1 edição. São Paulo, Jaboticabal: UNESP, 2013. p. 109-119.

KLUTHCOUSKI, J; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

KOTTEK, M. *et al.* World map of the Koppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 15, n. 13, p. 259-263, 2006.

LIN, C.H.; MCGRAW, M.L.; GEORGE, M.F.; GARRET, H.E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v.53, p.269- 281, 2001.

LOPES, C. M. et al. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017.

MARTEN, G. C.; SHENK, J. S.; BARTON, F. E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis of forage quality**; Agriculture Handbook 643, (USDA, ARS, Washington, DC, United States). 1985.

MARTHA JR, G. B.; ALVES, E.; CONTINI, E. Dimensão econômica de sistemas de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1117-1126, 2011.

MARTHA JR., G. B.; VILELA, L.; MACIEL, G. A. A prática da integração lavoura-pecuária como ferramenta de sustentabilidade econômica na exploração pecuária. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, **Anais**. Lavras, MG: UFLA, 2007.

MASCHERONI, J. D. C. **Características estruturais do dossel forrageiro acúmulo de forragem de Brachiaria Brizantha cv. Piatã submetido a regime de sombra em sistemas de integração lavoura pecuária e floresta**. 92 f. 2015. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura, Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. 2015.

MECABÔ, C. A. **Crescimento, produção e valor nutritivo do capim-Piatã em sistema agrossilvipastoril com duas densidades de eucalipto**. 41 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon. 2014.

PACIULLO, D. S. C. *et al.* Crescimento de capim braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PETERSEN, R. G.; LUCAS JR, H. L. Computing methods for the evaluation of pastures by means of animal response. **Agronomy Journal**, v. 60, p. 682-687, 1968.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. A integração "lavoura-pecuária-floresta" como proposta de mudança no uso da terra. In: FERNANDES, E.N.; MARTINS, P. do C.; MOREIRA, M.S. de P.; ARCURI, P.B. (Ed.). **Novos desafios para o leite no Brasil**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 197-210.

QUINTINO, A.C. et al. Produtividade da soja em condições de sombreamento em sistemas de integração. *In: Congresso: Sistemas agroflorestais e desenvolvimento sustentável, 10 anos de persuisa, 2013, Campo Grande, MS. Anais...* Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2013. 1- 6p.

ROZADOS-LORENZO, M.J. et al. Pasture production under different tree species and densities in an Atlantic silvopastoral system. **Agroforestry System**, v. 70, n. 1, p. 53-62, 2007.

SÁNCHEZ, L.F., GARCÍA-MIRAGAYA, J. and CHACÓN, N. (1997) Nitrogen mineralization in soils under grasses and under trees in a protected Venezuelan savanna. **Acta Oecologica**, v. 18, p. 27–37.

SIBBALD, A. R. Silvopastoral agroforestry: soil–plant–animal interactions in the establishment phase. **Grassland Sci Eur**. v. 4. p. 133–144, 1999.

SOARES, A. B. *et al.* Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perene de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.

SOUZA, W. *et al.* Behavior of beef cattle in silvopastoral systems with eucalyptus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 677-684, 2010.

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

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

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ALMEIDA, R. G. Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens. Embrapa, 2012. Brasília, DF. 42p. (**Documento 189**).