

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPORTAMENTO
INGESTIVO DE NOVILHAS ANGUS x NELORE EM
SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

Juliana Mara de Freitas Santos

Zootecnista

2019

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS**

**DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPORTAMENTO
INGESTIVO DE NOVILHAS ANGUS x NELORE EM
SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**

Juliana Mara de Freitas Santos

**Orientadora: Profa. Dra. Cristiana Andrighetto
Co-orientador: Gustavo Pavan Mateus**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena - Unesp, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

2019

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvida pela Seção Técnica de Biblioteca e Documentação
Campus de Dracena

S237d

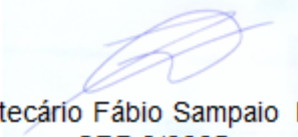
Santos, Juliana Mara de Freitas.

Desempenho produtivo e comportamento ingestivo de novilhas angus x nelore em sistemas integrados de produção agropecuária / Juliana Mara de Freitas Santos. -- Dracena: [s.n.], 2019.
69 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena. Área do conhecimento: Produção Animal, 2019.

Orientadora: Cristiana Andrighetto
Co-orientador: Gustavo Pavan Mateus
Inclui bibliografia.

1. Cruzamento industrial. 2. Ganho de peso. 3. Pastejo. 4. Oxidação lipídica. 5. Ruminação. 6. Sistema silvipastoril I.
Título.



Bibliotecário Fábio Sampaio Rosas
CRB 8/6665



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Dracena



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Produção e comportamento de novilhas Angus-Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária

AUTORA: JULIANA MARA DE FREITAS SANTOS

ORIENTADORA: CRISTIANA ANDRIGHETTO

COORIENTADOR: GUSTAVO PAVAN MATEUS

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: Produção Animal pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. CRISTIANA ANDRIGHETTO
Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena


Profa. Dra. SIRLEI APARECIDA MAESTÁ
Curso de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena


Dr. ROBERTO GIOLE DE ALMEIDA
Embrapa Gado de Corte / EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA

Dracena, 01 de março de 2019

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Juliana Mara de Freitas Santos – nascida em 02 de Dezembro de 1987, na cidade de São José dos Campos/SP – Brasil, filha de Katia Eliane de Freitas Santos e Joaquim Altair Ribeiro dos Santos. Em Julho de 2016, concluiu a graduação em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas de Dracena, Dracena/SP – Brasil. Durante a graduação realizou experimento na área de “Interação da calagem e adubação nitrogenada na produção do capim Jiggs: II. Nitrogênio” e “Desempenho de novilhos Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária no período seco”. Foi bolsista por 3 anos e meio pelo Programa de Educação Tutorial - PET. Em março de 2017, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Animal, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Programa Interunidades do Campus Experimental de Dracena e Campus de Ilha Solteira, realizando estudos na área de “Desempenho produtivo e conforto térmico de bovinos meio sangue Angus x Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária”, submetendo-se à banca de qualificação em 05 de novembro de 2018.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por não me desamparar;

Aos meus pais, pelo apoio diário e incentivo aos estudos desde a infância, pela formação de valores;

Aos meus avós (*in memoriam*), pelo exemplo de vida, família e valores religiosos;

À minha irmã Diana e meus sobrinhos Frederico e Francisco, pela compreensão, colaboração e apoio mesmo estando distante;

A todos integrantes do (NUPEE) Núcleo de Pesquisa Ensino e Extensão em Bovinocultura de Corte e Pastagem e aos demais que colaboraram para realização deste trabalho, em especial aos membros da “velha guarda” Aline, Erikelly, Helena, Gustavo por não hesitarem em me ajudar e esclarecer dúvidas mesmo alguns estando distante e principalmente a Patrícia Luz por ter aceitado fazer parte da banca de qualificação e não medir esforços para me ajudar em todos os momentos.

A Hornblenda, Juliana Andrade, Murilo Daldon, Larissa Lima, Ben Hur, por terem participado assiduamente em todas atividades, pela amizade e em momentos de descontração e lazer.

Aos funcionários da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, por toda ajuda e colaboração durante o experimento (APTA/ Andradina- SP);

A todos os docentes da pós-graduação, pelos preciosos ensinamentos passados durante o período;

A todos os funcionários e colaboradores da FCAT- Dracena, que colaboraram com a parte de análises laboratoriais e que pelo bom convívio se tornaram amigos pessoais.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo no período de abril/2017 à agosto/2017.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP, processo 2016/25385-0, pela concessão da bolsa e apoio durante o período de setembro/2017 à abril/2019.

Ao pesquisador Dr. Gustavo Pavan Mateus, meu coorientador pela dedicação, paciência e apoio;

Ao Prof. Dr. Gelci Carlos Lupatini, pela colaboração, empenho e dedicação neste trabalho e durante toda minha formação;

Ao Prof. Reges Heinrichs e ao Grupo PET- (Programa de Educação Tutorial), pelos ensinamentos e orientações;

E especialmente a Profa. Dra. Cristiana Andrighetto, um ser humano incrível, que exerce muito mais do que o papel de orientadora, pela dedicação, companheirismo, paciência e empenho nas atividades relativas ao trabalho e pela amizade, parceria, conselhos, preocupação dentro e fora da faculdade.

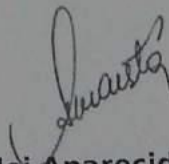
Agradeço a todos pela importante e especial participação.

Comissão de Ética no Uso de Animais

Certificado

Certificamos que a proposta intitulada "**Produção de novilhas Angus-Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária**" (**Production of Angus-Nellore heifers in integrated agricultural production systems**), registrada com o nº **03/2017.R1 - CEUA**, sob a responsabilidade do(a) Prof(a). Dr(a). **Cristiana Andrighetto** - que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de **pesquisa científica** - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas da UNESP - Câmpus de Dracena, em reunião de **20/09/2017**.

Dracena, 20 de setembro de 2017



Profa. Dra. Sirlei Aparecida Maestrá
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

DESEMPENHO PRODUTIVO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHAS ANGUS x NELORE EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

RESUMO- O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção, valor nutritivo e capacidade de suporte do capim Marandu, desempenho produtivo e comportamento ingestivo de novilhas meio sangue Angus x Nelore. O experimento foi conduzido na APTA – Andradina, SP em Sistemas Silvopastoris, sendo: SSP-1 com 187 árvores/ha, SSP-2 com 446 árvores/ha, associado ao *Eucalyptus urograndis*, clone I-224 (17 e 18,7m de altura respectivamente) e Sistema Convencional (SC), ambos em pastagens de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Para as avaliações da forragem, foram realizadas: massa seca total, análise bromatológica, desempenho animal e taxa de lotação nas estações inverno e verão. Para o comportamento ingestivo, realizou-se quatro coletas: uma no início e outra no final das estações inverno e verão. Foram observados os seguintes comportamentos: pastejo, ruminação (em pé e deitado), ócio (em pé e deitado), outras atividades, que incluem: interação com outros animais, ida ao bebedouro e ao cocho, urinar e defecar e deslocamento. Concomitantemente, foram avaliados as seguintes variáveis microclimáticas: temperatura de globo negro, temperatura ambiente, umidade relativa do ar e velocidade do vento. A partir destes dados, foram calculados os seguintes índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e carga térmica radiante (CTR). O delineamento experimental foi em blocos completos com 3 tratamentos e 4 repetições. Os dados foram submetidos às análises estatísticas utilizando o programa SAS para a execução das análises de variância e teste de Tukey ao nível de probabilidade de 5%. Os SSP-1 e 2 contribuíram para melhor composição bromatológica da forragem. O sombreamento reduziu a massa seca e a taxa de lotação, porém não alterou o ganho de peso não prejudicando o desempenho das novilhas. Houve preferência dos animais em realizar suas atividades em ambientes sombreados em virtude do melhor conforto térmico proporcionado pelas árvores.

Palavras chave: Cruzamento industrial, ganho de peso, pastejo, ruminação, sistema silvipastoril

PRODUCTIVE PERFORMANCE AND INGESTIVE BEHAVIOR OF AN ANGUS x NELLORE HEIFERS IN INTEGRATED LIVESTOCK-FORESTRY SYSTEMS

ABSTRACT- The objective of this work was to evaluate the production, nutritional value and support capacity of Marandu grass, productive performance and ingestive behavior of Angus x Nellore mid - blood heifers. The experiment was conducted at the APTA - Andradina, SP in Silvopastoral Systems, with: SPS-1 with 187 trees/ha, SPS-2 with 446 trees/ha, associated with *Eucalyptus urograndis*, clone I-224 (17 and 18.7m high respectively) and Conventional Pasture (CP), both in pastures of *Urochloa brizantha* cv. Marandu. For the forage evaluations, total dry mass, bromatological analysis, animal performance and stocking rate were performed in winter and summer seasons. For the ingestive behavior, four collections were made: one at the beginning and another at the end of the winter and summer seasons. The following behaviors were observed: grazing, rumination (standing and lying down), leisure (standing and lying down), other activities, including: interaction with other animals, going to the drinking fountain and the trough, urinating and defecating and displacement. Concurrently, the following microclimatic variables were evaluated: black globe temperature, ambient temperature, relative humidity and wind speed. From these data, the following thermal comfort indexes were calculated: temperature and humidity index (THI), globe temperature and humidity index (GTHI), and radiant heat load (RHL). The experimental design was in complete blocks with 3 treatments and 4 replicates. The data were submitted to statistical analysis using the SAS program to perform the analyzes of variance and Tukey test at the probability of 5%. The SPS-1 and 2 contributed to better forage composition. The shading reduced the dry mass and the stocking rate, but did not alter the weight gain without affecting the performance of the heifers. The animals were preferred to perform their activities in shaded environments due to the better thermal comfort provided by the trees.

Keywords: Industrial crossing, weight gain, grazing, rumination, silvopastoral system

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Desempenho e massa seca de forragem sob pastejo de novilhas Angus x Nelore durante a estação do inverno e verão.....	36
Tabela 2- Taxa de lotação em UA/ha sob pastejo de novilhas Angus x Nelore nas estações inverno e verão.	38
Tabela 3- Análise bromatológica de capim-marandu em sistemas integrados durante as estações inverno e verão.....	39
Tabela 4- Teores de FDN (Fibra em detergente neutro) de capim-marandu em sistema integrado nas estações inverno e verão	40
Tabela 5- Variáveis microclimáticas em sistemas integrados	42
Tabela 6- Comportamento em minutos de novilhas Angus x Nelore, mantidas em sistemas integrados	47
Tabela 7- Atividades de comportamento animal em minutos de novilhas Angus x Nelore em sistemas integrados	51

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Médias mensais de temperatura máxima e mínima e de precipitação pluviométrica mensal acumulada, durante o período experimental, estação meteorológica APTA Andradina, SP (2018).28
- Figura 2.** Médias de temperatura ambiente e umidade relativa no inverno e verão em sistemas integrados de produção agropecuária (2018).45
- Figura 3.** Atividades de comportamento ingestivo em porcentagem de novilhas Angus x Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária (2018)56
- Figura 4.** Atividades de comportamento ingestivo em minutos de novilhas Angus x Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária (2018)57

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária	15
2.2 Produção e Qualidade da Pastagem em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.....	18
2.3 Desempenho de Bovinos de Corte em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.....	20
2.4 Índices de Conforto Térmico em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária.....	22
2.5 Comportamento e Conforto Térmico de Bovinos em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária	23
2.6 Cruzamento Industrial de Bovinos de Corte em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária	25
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
3.1 Local do Experimento e Condições Climáticas	28
3.2 Histórico da Área Experimental.....	28
3.3 Tratamentos, Animais e Manejo de Pastagem	30
3.4 Avaliação da Forragem	31
3.4.1 Avaliação da massa de forragem	31
3.4.2 Simulação de pastejo.....	32
3.5 Desempenho Animal.....	32
3.6 Avaliações de Comportamento Animal	33
3.6.1 Índices de conforto térmico.....	33
3.6.2 Comportamento ingestivo	34
3.7 Delineamento Experimental e Análise dos Resultados.....	35
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36

5 CONCLUSÃO.....	57
6 REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina no mundo, com, aproximadamente, dois terços do rebanho localizado em zona intertropical e em sistemas de produção quase que exclusivamente dependentes das pastagens (FERRAZ; FELICIO, 2010). Em 2017, foram abatidas 30,83 milhões de cabeças de bovinos sob algum tipo de inspeção sanitária, representando aumento de 3,8% (mais de 1,13 milhão de cabeças) em relação a 2016 (IBGE, 2017). No entanto, o manejo inadequado dessas pastagens, devido a sua intensa exploração sem manutenção da fertilidade e conservação do solo, tem se constituído na principal limitação para a pecuária de corte, em virtude de apresentar rápido e acentuado declínio em sua capacidade de suporte (MACEDO, 2005; FERREIRA, *et al.*, 2008) e conseqüentemente, na produtividade.

Esse fato traz implicações negativas para a sustentabilidade da pecuária desenvolvida em pasto, como atividade improdutiva e essencialmente danosa ao meio ambiente (DIAS FILHO, 2014), além de baixa oferta de forragem, baixos índices zootécnicos e baixa produtividade de carne por hectare, reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema (BALBINO *et al.*, 2011).

A implantação de sistemas integrados de produção agropecuária tem sido proposta como alternativa viável para a recuperação de pastagens, diversificação da produção e renda na propriedade rural, além de promover benefícios ambientais (CORDEIRO *et al.*, 2015).

Quanto aos benefícios dos sistemas integrados de produção agropecuária com a presença de árvores, estas atuam no controle da erosão, no melhoramento da fertilidade pelo o acúmulo da matéria orgânica no solo, por meio da participação de folhas e galhos, beneficiando a ciclagem de nutrientes (GARCIA; COUTO, 1997) entretanto, o sombreamento causado pelas árvores com baixa incidência de luminosidade, reduz a fotossíntese e a fixação de carbono pela planta, que diminui a produção de matéria seca (CASTRO *et al.*, 1999). Por esse motivo, a escolha adequada das plantas forrageiras que irão compor o sub-bosque é um requisito básico para o sucesso do sistema.

Em condições de estresse térmico calórico, causados pelas altas temperaturas, são necessários ajustamentos no comportamento e/ou fisiologia do animal. Dentre os distúrbios mais comuns, observa-se a redução de consumo de

alimentos e da taxa metabólica, aumento da temperatura retal e da frequência respiratória, aumento do consumo de água, alterações das concentrações hormonais, aumento da sudorese e aumento da energia de manutenção (PIRES *et al.*, 2002) acarretando assim, em uma diminuição do ganho de peso, aumentando o tempo de abate e o custo de produção.

Contudo, a busca na melhoria da produtividade, qualidade da carne e da eficiência dos sistemas de produção levam a um aumento na introdução de raças taurinas e no uso de cruzamento industrial na cadeia produtiva da pecuária brasileira. Porém, pouco se sabe sobre os padrões adaptativos e respostas produtivas desses grupos genéticos e dos produtos de seus cruzamentos às condições climáticas em que são criados no Brasil (RIBEIRO *et al.*, 2008).

Apesar de apresentarem bom desempenho produtivo e excelente qualidade de carcaça, animais com grau de sangue taurino sofrem mais no ambiente tropical quando comparados com animais zebuínos, devido principalmente a fatores fisiológicos e morfológicos inerentes à origem genética, como coloração da pele e número de glândulas sudoríparas. (BAENA *et al.*, 2014).

Partindo-se da hipótese de que os animais com sangue taurino apresentam maior sensibilidade a altas temperaturas e que a utilização de árvores pode melhorar o conforto térmico animal influenciando positivamente em seu desempenho, o presente estudo teve como objetivo avaliar as características da pastagem, o desempenho produtivo e o comportamento ingestivo de novilhas cruzadas Angus x Nelore em sistemas silvipastoris (SSP) com duas densidades de eucaliptos (187 e 446 árvores/ha) em comparação à pastagem convencional (PC).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

A integração de culturas é praticada há anos, de forma plena ou eventual para recuperar pastagens degradadas e a utilização de resíduos de culturas na alimentação dos animais ou o pastejo das restegas de lavouras, por exemplo, são práticas frequentes em uso em várias regiões do Brasil (MACEDO, 2009). Contudo, as pastagens degradadas brasileiras (isto é, o baixo rendimento forrageiro por área)

cobrem aproximadamente 80 milhões de hectares (CRUSCIOL *et al.*, 2014). Esse fato traz consigo implicações negativas para a sustentabilidade da pecuária, tais como: baixa oferta de forragem, baixos índices zootécnicos e baixa produtividade de carne por hectare, além de reduzido retorno econômico e ineficiência do sistema (BALBINO *et al.*, 2011).

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) apresentam destaque na recuperação de áreas degradadas, que segundo Balbino *et al.* (2011) podem ser divididos em: Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ou sistema agropastoril; Integração Pecuária-Floresta (IPF) ou sistema silvipastoril; Integração Lavoura-Floresta (ILF) ou sistema silviagrícola; e Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) ou sistema agrossilvipastoril. Entre os sistemas citados, o mais utilizado é a ILP, verificando-se também aumento na adoção dos sistemas que possuem integração com a introdução do componente arbóreo.

O Sistema Agropastoril ou Integração Lavoura-Pecuária (ILP) ocorre por meio do consórcio com culturas anuais, diminuindo a degradação química, física ou biológica do solo visando reduzir a área de pastagens degradadas. Nesse caso, é feita a semeadura simultânea da cultura anual e da forrageira, tendo-se o pasto formado logo após a colheita da cultura (KICHEL *et al.*, 1999). Já o Sistema Agrossilvipastoril ou Integração-Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), é considerado atualmente inovador no Brasil (BALBINO *et al.*, 2012). Esse modelo integra os componentes agrícola, pecuário e florestal em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área (BALBINO *et al.*, 2011), ou seja, possui ainda o componente arbóreo que o diferencia da ILP.

Tanto ILP como o ILPF tem como finalidade a produção de grãos para amortizar, em parte os custos da recuperação das pastagens, pela venda dos grãos e o aproveitamento dos nutrientes residuais das lavouras para produção de forragem e melhora as características físicas e químicas do solo (CARVALHO *et al.*, 2002).

Quanto aos benefícios do sistema de ILPF, as árvores presentes nas pastagens, atuam no controle da erosão, no melhoramento da fertilidade pelo acúmulo da matéria orgânica no solo, por meio da participação de folhas e galhos, beneficiando a ciclagem de nutrientes (GARCIA; COUTO, 1997). Paciullo *et al.* (2011) demonstrou a eficiência da sombra moderada, quanto à produção de proteína

bruta, densidade de perfilhos e matéria seca da forrageira, sendo este um fator adicional para o uso de sistemas onde envolve-se o componente arbóreo.

Em estudo realizado pela consultoria Kleffmann Group (2016), constatou-se que o Brasil possui 11,5 milhões de hectares com a sistemas integrados de produção agropecuária (ILP, IPF, ILF, ILPF) e que são os pecuaristas que estão adotando a tecnologia com mais rapidez. O estudo aponta também que são as pequenas e médias propriedades que mais adotaram a tecnologia, mostrando crescimento promissor para o setor.

Sob manejo adequado, os sistemas de produção em integração promovem melhorias diretas e/ou indiretas de ordem zootécnica e ambiental, resultantes do sombreamento e da maior disponibilidade de nutrientes no solo que, associadas ao maior conforto térmico dos animais, sinalizam a possibilidade de aumento no consumo de forragem e no ganho de peso individual (ALVES, 2012).

A importância dos sistemas integrados de produção, segundo Nicodemo *et al.* (2004), é clara, visto que promovem o desenvolvimento sustentável, combinando produção (alimentos, madeira, lenha, forragem, fibras), conservação dos recursos naturais (solos, microbacias, áreas florestais, biodiversidade, entre outros) e ativos ambientais (sequestro de carbono).

Além desses benefícios citados, um fator muito importante, não relacionados diretamente ao sistema, mas que tem grande impacto quando este é implantado, é a questão das condições de bem-estar dos animais, inclusive porque esses não existem com o propósito de servirem ao homem, seja na forma de trabalho ou alimento. Tais condições derivam da relação existente entre o direito dos animais e os deveres e obrigações morais concernentes aos criadores, técnicos e cientistas. (GLASER, 2003). Muito tem se discutido e levado em consideração sobre essa questão em outros países, principalmente os que importam carne bovina no Brasil.

Outros benefícios da utilização de árvores é o aumento de renda da propriedade, pela exploração econômica de mais de um produto. As árvores em crescimento contribuirão para o sequestro de carbono e, conseqüentemente, mitigação da emissão dos gases do efeito estufa, além de fornecer sombra aos animais que serão criados no sistema e melhorar o conforto térmico. Em condições

tropicais, a temperatura sob a copa das árvores é cerca de 2 a 3°C menor que sob céu aberto, havendo registro de reduções de até 9°C (RIGOLIN, 2014).

A FAO (2010) reconhece o potencial dos sistemas integrados como via sustentável para se atingir objetivo de alimentar nove bilhões de pessoas em 2050 e além disso assegura que esses sistemas são capazes de incrementar a resiliência ambiental pelo aumento da diversidade biológica e pela efetiva e eficiente ciclagem de nutrientes, que acarreta melhoria da qualidade do solo, além de prover serviços ecossistêmicos e contribuir para a adaptação e mitigação às mudanças climáticas. Sendo assim, podemos afirmar que os SIPA além de contribuir intensamente com a recuperação de áreas degradadas, modifica completamente o ambiente onde foi implantado acarretando em melhorias de âmbito social, econômico e ambiental, que são características de sistemas sustentáveis.

2.2 Produção e Qualidade da Pastagem em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

O sombreamento causado pelas árvores, pela baixa incidência de luminosidade, reduz a fotossíntese e a fixação de carbono pela planta que diminui a produção de massa seca (CASTRO *et al.*, 1999). Por esse motivo, um dos requisitos principais para o sucesso de produção do sistema silvipastoril, é a escolha adequada das plantas forrageiras que irão compor o sub-bosque.

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 *Urochloa brizantha* cvs. Marandu e Xaraés, *U. decumbens* cv. Basilisk, *Megathirus maximum* cvs. Aruana, Mombaça, Tanzânia e Massai, com uma produção satisfatória nos sistemas de produção integrado (VARELLA *et al.*, 2009), portanto a escolha da forrageira é decisiva para a viabilidade dos sistemas, bem como, estudos sobre o desenvolvimento das mesmas.

Oliveira Neto *et al.* (2010) levantam a discussão em que cita fontes que descrevem respostas positivas da produção de forragem sob efeito de sombreamento, outras que demonstram respostas neutras e negativas. As espécies forrageiras que se encontram nestas condições necessitam de estratégias para

continuar seu desenvolvimento, como o máximo aproveitamento do uso da radiação, produção de área foliar e interceptação de luz, por meio de alterações morfológicas, fisiológicas e anatômicas, que interferem diretamente na quantidade e qualidade da forragem produzida (ALLARD *et al.*, 1991; DEINUM *et al.*, 1996; LIN *et al.*, 2001; BELESKY, 2005a e 2005b; PACIULLO *et al.*, 2007a).

Santana (2013) comparou a tolerância dos capins Piatã e Marandu a níveis de sombreamento, concluindo que a cultivar Marandu apresentou melhor desempenho sob sombreamento mais intenso (60%). Por outro lado a cultivar apresentou uma relação folha: colmo inversamente proporcional à redução de luminosidade.

Aranha (2016) avaliou a produção de massa de forragem do capim-marandu nos sistemas de integração lavoura-pecuária e nos sistemas lavoura pecuária floresta com densidades diferentes de árvores (196 e 448 árvores por hectare), e obteve um resultado menor na produção de massa de forragem conforme se aumenta a densidade de árvores, resultando numa menor taxa de lotação por essa limitação.

O sombreamento induz modificações morfológicas nas plantas, nas quais a lâmina foliar altera sua área, comprimento, espessura e orientação (GARCIA *et al.*, 2013). Em condições de baixa irradiância, as plantas investem relativamente maior proporção de fotoassimilados e outros recursos no aumento da área foliar, apresentando maior área foliar específica ($\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$) e folhas com menor densidade de massa (GOBBI *et al.*, 2011).

Diversos autores observaram queda na produção de matéria seca total (MST) com a intensificação do sombreamento (PACIULLO *et al.*, 2008; SOARES *et al.*, 2009) e, em gramíneas, tem sido atribuído à redução da taxa de perfilhamento quando submetidas ao sombreamento (PACIULLO *et al.*, 2007), como estratégia de tolerância e escape a condições de restrição de luz. Para manter o desenvolvimento do perfilho, em condições de sombreamento, a planta prioriza o crescimento de perfilhos existentes, em detrimento da produção de novos perfilhos (DAVIES *et al.*, 1983).

Quando sombreadas, as gramíneas forrageiras tendem a apresentar melhor valor nutritivo, com maior de proteína bruta, menor conteúdo de parede celular e consequentemente, maior digestibilidade da matéria seca (PACIULLO *et al.*, 2011).

2.3 Desempenho de Bovinos de Corte em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

As pastagens constituem a base da alimentação de rebanhos estabelecidos nas regiões tropicais, e o desempenho animal é obtido a partir da interação entre a forragem disponível, o consumo, a digestão e as exigências nutricionais, que pode ser satisfatório ou não no sistema de produção. Diante de um desempenho não satisfatório, é necessária a suplementação da dieta dos animais, que deve ser conveniente do ponto de vista técnico-econômico (ZERVOUDAKIS *et al.*, 2002).

Na parte pecuária do sistema, a criação de bovinos em pasto é caracterizada por uma série de fatores e suas interações podem afetar o comportamento ingestivo dos animais, comprometendo seu desempenho (PARDO *et al.*, 2003). O desempenho animal e o comportamento ingestivo estão, de certa forma, ligados, uma vez que o primeiro está relacionado à quantidade de forragem ingerida pelo animal, o que é determinado pelo seu hábito de consumo, e ambos são influenciados pela estrutura do dossel forrageiro, altura, relação folha/colmo, densidade de forragem e massa de lâmina foliar, pelas características químicas e digestibilidade da forragem.

De acordo com Leme *et al.* (2005), a sombra das árvores pode interferir positivamente no desempenho dos animais em regiões tropicais que apresentam altos níveis de radiação solar, uma vez que Silva *et al.* (2009) estabeleceram que o comportamento de ingestão é influenciado pela presença de árvores na pastagem.

Silva *et al.* (2009) avaliando o desempenho em ganho de peso de 64 novinhos mestiços zebuínos confinados, com idade média de 24 meses em duas condições de ambiência, com sombreamento e sem sombreamento, observaram que o maior ganho em peso médio diário (GPMD), ocorreu nos animais submetidos ao ambiente com sombreamento, apresentando superioridade em ganho médio de 0,114 kg em relação ao ganho médio diário dos animais alocados em ambiente sem sombreamento. Esses autores ainda concluíram que a utilização de sombreamento

aumenta eficiência de ganho em peso diário, proporcionando melhor bem-estar aos animais.

Em estudo com animais recém desmamados da raça Nelore em sistema de ILPF estabelecido com *Urochloa brizantha* cv. Piatã, Coelho (2011) obteve ganho diário de 0,406 e 0,449 kg.animal⁻¹, respectivamente para densidade de árvores de 227 e 357 árvores.ha⁻¹, sendo esses valores médias do verão e outono.

Trabalhos comprovam o aumento do potencial e desempenho na produção animal quando comparado os sistemas extensivos, sem uso de tecnologias, com o sistema de integração lavoura pecuária. Vilela *et al.* (2008) observaram aumento na taxa de lotação de 485 para 1440 kg.ha⁻¹, resultado esse obtido com os benefícios da introdução do sistema de ILP. Magnabosco *et al.* (2003) no sistema de ILP, que constataram taxa de lotação de 1206 kg.ha⁻¹.

Já estudos avaliando o ganho de peso por área, apresentou diferença significativa inferior no ILPF2 quando comparado com o ILP, e o ILPF1 não diferiu do ILPF2 e ILP. Martha Júnior *et al.* (2006) concluíram que em sistemas ILP a amplitude de ganho de peso em pastagem de primeiro ano tem variado entre 9 e 40 arrobas, enquanto que em sistemas extensivos produzem entre 3 e 5 arrobas de carcaça ha⁻¹ano.

Durante os últimos anos, o mercado mundial de produtos agropecuários tem sido altamente competitivo, exigindo cada vez mais qualidade dos produtos por parte dos compradores. O Brasil, tem a sua disposição em grande parte desse mercado, situando-se numa zona com recursos privilegiados. Só de janeiro a abril de 2016, foram exportadas 480.000 toneladas de produtos carnes, 12% a mais que o mesmo período de 2015 (ABIEC, 2016).

Na literatura, dados de animais mantidos em sistemas integrados com a introdução do componente arbóreo, IPF e ILPF com ênfase no desenvolvimento sazonal, carecem de elucidação, uma vez que esses sistemas ainda são considerados inovadores no país, porém, sabendo que a maior parte dos bovinos abatidos são criados em sistema extensivo no Brasil, essas informações são fundamentais para que a pecuária se modernize, com produtos diferenciados, produzidos com respeito ao animal e, conseqüentemente, se tornando uma atividade cada vez mais competitiva frente às demais atividades agrícolas.

2.4 Índices de Conforto Térmico em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

Existem limites de temperatura nos quais os animais encontram-se, ou “zona de conforto térmico” (ZCT), em que o mesmo mantém a homeotermia com o mínimo de esforço do sistema termorregulador, não havendo sensação de frio ou calor. Quando a temperatura ambiente ultrapassa estes limites, os animais passam a sofrer estresse térmico. Esta ZCT é variável conforme a espécie, idade, nível de produção, entre outros, sendo que para bovinos indianos varia de 10°C a 26°C e, para bovinos europeus, de 0,5°C a 15-20°C (NICODEMO *et al.*, 2004). Neste contexto, a utilização de áreas sombreadas atenua os efeitos de temperatura e radiação solar elevadas, permitindo, frequentemente, melhores desempenhos produtivos (McILVAN; SHOOP, 1970; NAVARINI *et al.*, 2009), principalmente para animais de raças taurinas.

Os índices de conforto térmico por serem de fácil obtenção, tornam-se uma ferramenta importante no manejo animal (MOURA; NAAS, 1993), auxiliando na classificação do ambiente em relação ao estresse calórico e o seu impacto no desempenho e comportamento animal. A utilização dos índices de conforto térmico é importante na avaliação do impacto do ambiente sobre os bovinos, principalmente em condições tropicais, pois podem descrever mais precisamente os efeitos do ambiente físico sobre a habilidade dos animais em dissipar calor (SILVA *et al.*, 2009). Ademais, tentam apresentar em um único parâmetro, tanto as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar) como o desconforto que tal ambiente pode proporcionar naquele momento (MARTERLLO *et al.*, 2004).

O ITU (índice de temperatura e umidade) e o ITGU (índice de temperatura de globo e umidade) são índices de conforto térmico e o último é o mais preciso indicador de estresse, por considerar a radiação solar (BAÊTA; SOUZA, 1997; SILVA, 2000). De acordo com Silva (2000), a temperatura de globo negro é uma maneira de indicar os efeitos combinados da radiação, convecção, e sua influência no organismo vivo. O National Weather Service (1976) delimitou valores de ITGU até 74 como situação de conforto; entre 75 e 78, situação de alerta; 79 a 84, perigo; e acima de 84, situação crítica. Segundo Hahn e Mader (1997), valores de ITU

menores ou iguais a 70 são indicadores de um ambiente não estressante; entre 71 e 78 são críticos; de 79 a 83 a situação é de perigo; e acima de 83, de emergência.

Já a carga térmica radiante (CTR), também pode ser definida como a quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo através de radiação com o meio ambiente (SILVA, 2000). Provê uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento, dando assim uma medida do conforto térmico, desde que se suponha não haver trocas térmicas por evaporação entre o ambiente e o animal considerado (CONCEIÇÃO *et al.*, 2008).

Em estudo realizado por Vaz (2016), comparando ILP e ILPF, sendo ILPF-1, linhas simples, 196 ha⁻¹ e ILPF-2 com linhas triplas, 448 ha⁻¹, ambos com eucalipto, o valor de ITU foi maior no ILP, com 83,92. Os menores ITU foram encontrados nos tratamentos ILPF-1 e ILPF-2, no qual não diferiram estatisticamente apresentando valores de 81,33 e 81,7 respectivamente, ainda considerados críticos segundo Silva (2000).

Trivelin *et al.* (2015), no mesmo estudo, observou-se que houve diferença para valores de velocidade do vento, em sistema ILP, no qual obtiveram valores maiores em relação ao ILPF, em razão da ausência do componente arbóreo. Resultados similares foram encontrados por Carvalho (2010), onde obteve uma variação na velocidade do vento no sistema agropastoril de 48% superior do que o sistema agrossilvipastoril, mostrando assim a forte característica do componente arbóreo de barreira física contra o vento.

2.5 Comportamento Ingestivo e Conforto Térmico de Bovinos em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

Um ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com ele, ou seja, quando o calor produzido pelo metabolismo é perdido para o meio ambiente sem prejuízo da sua homeostase (SILVA *et al.*, 2010).

Determinadas características das árvores podem interferir no conforto térmico de pessoas ou de animais, motivando diversos estudos de campo numa tentativa de se classificar as espécies segundo sua capacidade modificadora do microclima (GURGEL *et al.*, 2012). Isto porque o território brasileiro, em sua maioria, situa-se na

faixa intertropical, considerada a mais quente do planeta, recebendo a maior quantidade de radiação solar (SILVA, 2006).

As sombras, por sua vez, alteram o microclima da floresta, primeiramente, pela modificação da luz que penetra através da cobertura das árvores (SCHUMACHER; POGGIANI, 1993). A quantidade dessa radiação solar que chega à superfície terrestre depende muito da latitude, isto é, da posição geográfica do local (SILVA, 2006) afetando também, a temperatura do ar (BROOKS; KYKER-SNOWMAN, 2007).

Os animais são seres dinâmicos e adaptáveis, e a resposta a um determinado agente estressor pode envolver modificações comportamentais, em diferentes níveis, para minimizar as consequências adversas (HAHN, 1999). Assim, a correta identificação dos fatores que tem influência na vida produtiva do animal, como o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permite ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando oferecer sustentabilidade e viabilidade econômica (NEIVA *et al.*, 2004).

O comportamento ingestivo de bovinos em pastagens caracteriza-se por períodos longos de alimentação, de 4 a 12 horas por dia, para dietas com baixo teor de energia (BÜRGER *et al.*, 2000). De acordo com Carvalho e Moraes (2005), através do comportamento ingestivo, o animal é capaz de transmitir sinais sobre a qualidade e disponibilidade de seu ambiente pastoril.

As variáveis e os tempos de pastejo, ruminação, ócio, dentre outros, são alguns dos parâmetros utilizados para avaliar e descrever o comportamento ingestivo de ruminantes (LIMA *et al.*, 2003). Conhecer os ciclos diários comportamentais dos animais, assim como o tempo despendido em cada atividade é importante, principalmente, quando se deseja avaliar quão confortável é o ambiente circunstante (FERREIRA *et al.*, 2005), auxiliando no entendimento de como os animais ajustam esse comportamento em função das variações no ambiente (BRÂNCIO *et al.*, 2003).

Paes Leme *et al.* (2005) concluíram que os animais em desconforto térmico procuraram locais sombreados, na época do verão, onde o calor e a radiação são menores, assim sendo há uma grande necessidade de disponibilizar aos animais algum tipo de sombreamento.

Assim, sistemas produtivos capazes de mitigar o calor por meio de árvores são essenciais para a sustentabilidade da pecuária nos trópicos. De fato, os sistemas integrados de produção agropecuária, embora concebidos inicialmente para a recuperação de solos e pastagens degradados, têm se destacado também por melhorarem as condições microclimáticas, com redução do estresse térmico sobre os animais e melhoria do bem estar (THORNTON *et al.*, 2009; BROOM *et al.*, 2013).

Na literatura, muitos trabalhos relatam os impactos do estresse calórico na diminuição do desempenho animal (COELHO, 2011), sendo que, poucos são os estudos que avaliam formas para solucionar tal problema de forma eficiente e sustentável. Tendo em vista os modelos de previsão da temperatura terrestre, os quais afirmam aumentos de 0,5°C na temperatura média global para os próximos anos (IPCC, 2001), os sistemas de integração com a introdução do componente arbóreo, se apresentam como uma alternativa eficaz e inovadora diante deste contexto.

2.6 Cruzamento Industrial de Bovinos de Corte em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

A busca na melhoria da produtividade, da qualidade da carne e da eficiência dos sistemas de produção levam a um aumento na introdução de raças taurinas e no uso de cruzamento industrial na cadeia produtiva da pecuária brasileira. Porém, pouco se sabe sobre os padrões adaptativos e respostas produtivas desses grupos genéticos e dos produtos de seus cruzamentos às condições climáticas em que são criados no Brasil (RIBEIRO *et al.*, 2008). Apesar de apresentarem bom desempenho produtivo e excelente qualidade de carcaça, animais com grau de sangue taurino sofrem mais no ambiente tropical quando comparados com animais zebuínos, devido principalmente a fatores fisiológicos e morfológicos inerentes à origem genética, como coloração da pele e número de glândulas sudoríparas (BAENA *et al.*, 2014).

Cerca de 80% do rebanho é composto de raças zebuínas (*Bos indicus*), dentre estas raças, podemos destacar o Nelore, com 90% desta parcela. Considerados animais adaptados as condições brasileiras, tanto ao ambiente quanto

ao sistema de produção, a criação destes animais é predominantemente a pasto. Na região Sul do Brasil, caracterizada pelas baixas temperaturas e pastagens de maior valor nutritivo, é possível encontrar grandes criatórios de raças taurinas (*Bos taurus*), como Aberdeen Angus, Red Angus, Herefor e Simental. Estes animais são criados em sistemas mais adaptados às suas necessidades, tanto nutricionais quanto de controle de ecto e endo parasitas. No Brasil ainda encontramos os chamados europeus adaptados, representados principalmente pelas raças Senepol e Caracu (ABIEC, 2016).

A influência do grupo genético sobre a produção e qualidade da carne bovina tem sido estudada amplamente por Junqueira *et al.* (1998); Cattelan *et al.* (2011); Menezes *et al.* (2013), derivado da grande variabilidade genética existente no rebanho nacional, além de perseguir o objetivo de melhorar a carne para exportação. Alguns resultados mostram maior capacidade de alguns grupos genéticos para adaptar-se as condições do Brasil.

Em busca da pecuária moderna que exige bovinos com equilíbrio entre as virtudes: adaptação ao ambiente, resistência a parasitas, potencial de crescimento, precocidade de acabamento de carcaça, eficiência reprodutiva e nutricional e maciez de carne, uma ferramenta cada vez mais utilizada pelos criadores brasileiros é o cruzamento entre raças, ou cruzamento industrial (MONTAGNER; MENEZES, 2008). O objetivo é usufruir do ganho de heterose (ganho genético decorrente de combinação de características entre as raças), além da complementaridade das características. Os cruzamentos vêm ganhando adeptos com o passar dos anos, permitindo a produção de uma carne mais nobre em ambientes mais rústicos (ABIEC, 2016).

O cruzamento industrial vem aumentando nos últimos anos como demonstra os dados da Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA, 2013), durante o ano 2013, as raças Nelore e Angus tiveram maior participação no mercado com 2,7 e 2,9 milhões de doses respectivamente, representando o 35,24 e 38,02% do total nacional, sendo grande parte do sêmen Angus comercializado para o cruzamento industrial.

Com relação às características produtivas, os animais Angus apresentam excelentes características de fertilidade, precocidade sexual e de acabamento da

carcaça com qualidade de carne reconhecida mundialmente, tendo em vista a maciez das fibras musculares e a suculência, devida à gordura entremeada nos músculos (marmoreio) (COSTA; SILVA *et al.*, 2013). Em função destas características e de serem geneticamente mochas, condição interessante para sistemas de produção mais intensivos, estas raças foram difundidas amplamente pelo mundo, para serem criadas puras ou em cruzamentos comerciais e para a criação de novas raças (NIETO *et al.*, 2013). Para Santiago (1975) citado por Glaser (2003), a raça Angus adapta-se exclusivamente às regiões de clima temperado, e afirma que em experimentos realizados no Estado de São Paulo, demonstrou-se a inconveniência de sua exploração em zonas de clima subtropical e tropical.

Por meio dos cruzamentos, é possível produzir animais mais precoces, com capacidade de crescimento e desempenho para ganho de peso superior. Essas características conferem melhor qualidade de carne e carcaças melhores quando comparadas a animais zebuínos. Porém, quando se pensa na criação em território brasileiro caracterizado pelo clima tropical, com altas temperaturas e elevada umidade do ar, a participação de animais zebuínos se torna muito importante, pois confere rusticidade a cria (NIETO *et al.*, 2013).

Diante desse cenário, a introdução do componente arbóreo em sistemas integrados de produção agropecuária se torna uma alternativa viável, pois, permite a redução dos efeitos de temperatura e radiação solar elevadas, proporcionando melhor conforto térmico aos animais provenientes de cruzamentos ou não, resultando em melhores desempenhos e aumento nos índices produtivos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de acordo com os princípios éticos na experimentação animal (Protocolo Nº 03/2017.R1 - CEUA) determinados pela Comissão de Ética em Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas- FCAT/ Unesp campus de Dracena.

3.1 Local do Experimento e Condições Climáticas

O presente estudo foi conduzido no Polo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Extremo Oeste, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, localizada no município de Andradina, SP (APTA-Andradina) (20° 53' 46" de latitude sul, 51° 22' 46" de longitude oeste e 405 m de altitude), Oeste do Estado de São Paulo. O clima predominante na região é o Aw, segundo a classificação de Köppen. O solo da área é um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico com camada superficial arenosa e a declividade média do terreno é de 6%. Segundo os dados climáticos da própria estação meteorológica (APTA), a precipitação anual da região é em cerca de 1.257 mm, concentrando 78% das chuvas de outubro-abril e 22% de maio-setembro, caracterizando a estação seca.

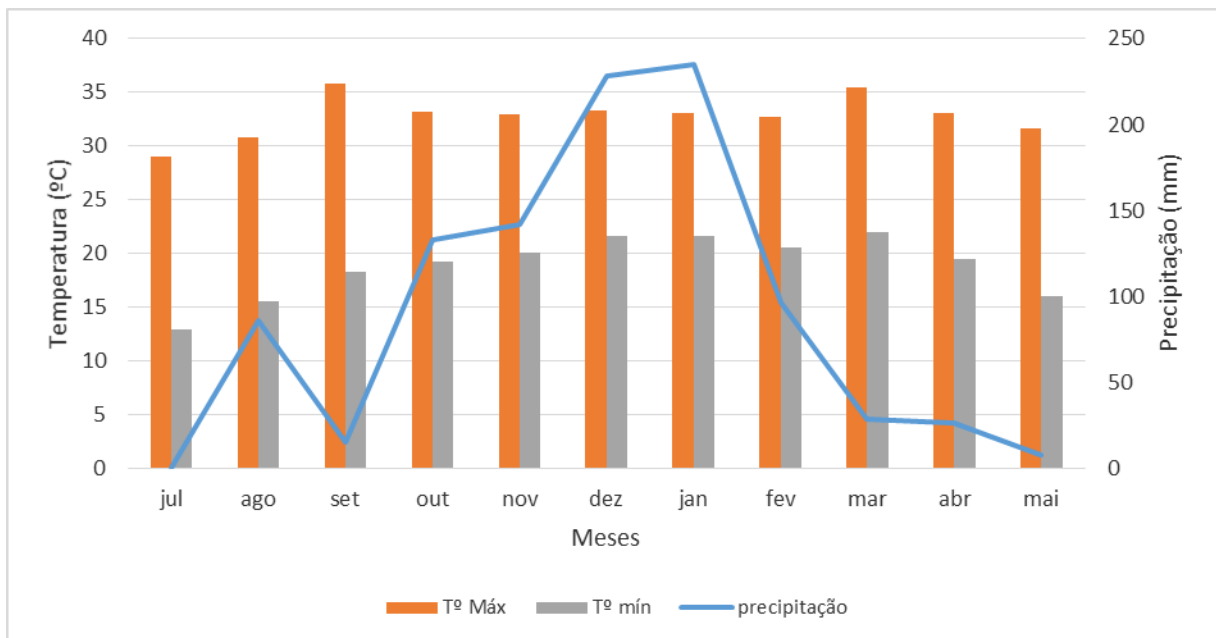


Figura 1. Médias mensais de temperatura máxima e mínima e de precipitação pluviométrica mensal acumulada, durante o período experimental (2016-2017). Dados da estação meteorológica APTA Andradina, SP (2018).

3.2 Histórico da Área Experimental

O experimento realizado é parte de um projeto de parceria entre a APTA-Andradina e a UNESP- Campus de Dracena, que vem sendo desenvolvido pelas duas unidades desde dezembro de 2011, quando a área foi selecionada e realizado o levantamento topográfico. No primeiro semestre de 2012 foi projetado o

experimento, com a escolha dos tratamentos e divisão dos piquetes. No segundo semestre de 2012 foram realizadas: a amostragem e análise de solo, o preparo do solo, calagem, adubação e marcação dos tratamentos para iniciar o plantio dos eucaliptos.

Em julho de 2012, a área foi corrigida com base nas análises químicas do solo (0-20 cm), que apresentava os seguintes atributos: pH (CaCl₂) 4,8; M.O. 16 g dm⁻³; P (resina) 3 mg dm⁻³; K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ e H+Al 1,9; 7; 5 e 20 mmolc dm⁻³, respectivamente, S-SO₄²⁻ 1 mg dm⁻³ e V% (saturação por bases) de 42. O teor de argila; silte e areia foi 107; 113 e 780 g kg⁻¹, respectivamente. Foi aplicado a lanço e incorporado o calcário dolomítico (PRNT 80%) na quantidade média de 1200 kg ha⁻¹ para elevação da saturação por bases a 70% e gesso agrícola em área total na quantidade de 600 kg ha⁻¹ visando fornecimento de enxofre às culturas, conforme recomendação do Boletim 100 (RAIJ *et al.*, 1996) para o Estado de São Paulo. No preparo de solo foram realizados terraceamento, uma gradagem aradora, aração e gradagem niveladora.

O eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), clone I-224, foi plantado no fim de 2012, início de 2013, com perfil para produção de celulose, característica comercial da região de implantação. Na adubação de plantio foram utilizados 350 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-16, sendo a quantidade de 210 g por muda (8,4 g N, 63 g P₂O₅, 33,6 g de K₂O) na cova de plantio. Na adubação de cobertura realizada em fevereiro de 2013, foram utilizados 37 kg ha⁻¹ de nitrogênio, 3 kg ha⁻¹ de zinco e 2 kg ha⁻¹ de boro, aplicando-se 50 g de ureia (23 g N), 9 g de sulfato de zinco (1,8 g Zn) e 12 g de borogran (1,2 g B) em coroamento para cada muda de eucalipto. Em janeiro de 2014, foi realizada mais uma adubação de cobertura com 123 kg ha⁻¹ de N, utilizando 160 g de ureia (73,6 g N) em forma de coroa para cada muda.

O plantio da soja foi feito no mês de dezembro 2013, cultivar BMX Potência, por meio de semeadora modelo SAM 200 com quatro linhas, na densidade de 20 sementes por metro de sulco e espaçamento de 0,50m entrelinhas. A adubação mineral de semeadura foi de 300 kg/ha do fertilizante formulado 04-30-16, correspondendo à aplicação de 12 kg/ha de N, 90 kg/ha de P₂O₅ e 48 kg/ha de K₂O. A adubação de cobertura foi efetuada 40 dias após o plantio, aplicando-se 200 kg/ha

do formulado 00-20-20, para melhorar os níveis de nutrientes, já que era uma área degradada de pastagem. A colheita foi realizada em maio de 2013.

Na safra 2013/2014 foram cultivados no mês de dezembro, o milho com capim-marandu, sendo o híbrido de milho DKB 390, espaçamento de 0,80 m entrelinha e adubação com 350 kg/ha do formulado 8-28-16, o que corresponde a 28 kg/ha de N, 98 kg/ha de P₂O₅ e 56 kg/ha de K₂O, e cobertura de 112 kg/ha de nitrogênio via ureia. A forrageira utilizada foi a *Urochloa brizantha* (Syn. *Brachiaria brizantha*) cv. Marandu, e foi formada na densidade de 10,0 kg/ha de sementes puras e viáveis com a utilização de semeadora de plantio direto. O milho foi colhido para silagem em março de 2014 e o pasto ficou vedado até outubro do mesmo ano. Em outubro de 2014, após feita as cercas e a canalização, foram colocados animais para redução da altura do pasto e posteriormente feita a roçagem da área para a uniformização dos piquetes.

Em janeiro de 2015 iniciou-se o primeiro ciclo de bovinos de corte, no qual foram utilizados bezerros desmamados da raça Nelore até a engorda e o experimento terminou em julho de 2016. Posteriormente a área permaneceu em pousio.

Já em março de 2017, realizou-se o preparo da área para o experimento, no qual o pasto foi rebaixado com vacas de cria da APTA. Aplicou-se na pastagem 100kg de ureia por ha⁻¹ e procedeu-se o diferimento da área antes dos animais entrarem nos piquetes. Neste período, a altura do pasto era maior que 30 cm (45,1; 47,5 e 47,4 cm para SC, SSP-1 e SSP-2 respectivamente). As novilhas Angus x Nelore com peso médio inicial de 276,7 kg ± 20,1kg e idade média de 9 meses foram introduzidas na área para o início do experimento em junho de 2017.

3.3 Tratamentos, Animais e Manejo de Pastagem

O período experimental foi de julho à setembro de 2017, caracterizando a estação do inverno e de dezembro de 2017 à abril de 2018, caracterizando a estação do verão.

A área total do experimento é de 25 ha de pastagem, divididos em: Tratamento 1: Sistema convencional (SC), sem o componente arbóreo; Tratamento 2: Sistema Silvopastoril (SSP-1), com árvores de eucalipto plantadas em linhas

simples, sendo a distância entre linhas de 17 a 21m e a distância entre plantas de 2m, com densidade de 187 árvores/ha e 17m de altura; Tratamento 3: Sistema Silvipastoril (SSP-2), com árvores de eucalipto plantadas em linhas triplas, sendo a distância entre linhas de eucaliptos de 3m, distância entre plantas de 2m e a distância entre as faixas de eucalipto de 17 a 21m, com densidade de 446 árvores/ha e 18,7m de altura.

Foram utilizadas novilhas provenientes do cruzamento industrial composto da paternidade da raça Aberdeen Angus (*Bos taurus*) e da maternidade, a raça Nelore (*Bos taurus indicus*), contemporâneas, com idade média de 9 meses e com peso inicial médio de 276 kg, sendo 24 animais por tratamento criados em pastejo contínuo.

O método de pastejo adotado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável, utilizando a técnica de “put and take”. Em cada piquete foram utilizados 6 animais “testers” e um número variável de reguladores, conforme a necessidade de ajuste da taxa de lotação para manutenção da meta de manejo, apresentando 32,5; 35; 32,1 cm para SC, SSP-1 e SSP-2 respectivamente, a qual encontra-se dentro da faixa (20 a 40 cm) para ótima condição de pasto (ANDRADE, 2004). O monitoramento da meta de manejo da pastagem nas parcelas experimentais, foi realizado por meio de medições utilizando-se régua graduada (cm) em 80 pontos em média por piquete, sendo medida a distância entre a curvatura da folha mais alta no ponto de amostragem e o solo (HODGSON, 1990), em percurso em zig-zag em intervalos médios 14 dias no inverno e verão.

3.4 Avaliação da Forragem

3.4.1 Avaliação da massa de forragem

A mensuração da massa de forragem foi realizada a cada 28 dias, no inverno e verão, com o corte rente ao solo de todo material presente no interior de uma moldura com medidas de 1 x 0,5m (0,5m²), em 9 pontos de cada piquete em locais representativos das condições médias do pasto, utilizando-se uma ceifadeira costal. A forragem cortada foi homogeneizada e pesada. Posteriormente, foram retiradas 3

subamostras de aproximadamente 200g, que foi pesada e levada à estufa com circulação de ar forçada, à 65°C, até atingir peso constante, para determinação da matéria parcialmente seca.

3.4.2 Simulação de pastejo

Realizou-se a simulação manual de pastejo (SMP), a cada 28 dias nas estações inverno e no verão, de acordo com a metodologia descrita por Sollenberger e Cherney (1995), colhendo-se manualmente a forragem após a observação prévia do hábito de pastejo dos animais. Foram coletados aproximadamente 500g de forragem fresca por piquete que foram pesadas e levada à estufa com circulação de ar forçada, à 65°C, até atingir peso constante.

As amostras secas de lâminas foliares foram processadas em moinho tipo Willey com malha de 1mm para avaliação da composição bromatológica. Com essas amostras, foram realizadas as análises de: teores de matéria seca (MS) e de proteína bruta (PB) segundo metodologia descrita por AOAC (1995). A determinação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), de acordo com metodologia descrita por Van Soest (1991) adaptado por Mertens (2002). A matéria mineral (MM), por meio de queima das amostras em mufla a 550°C. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada de acordo com a técnica descrita por Tilley e Terry (1963) adaptada ao rúmen artificial (DAISYII), desenvolvida pela ANKOM®, conforme metodologia descrita por Holden (1999).

3.5 Desempenho Animal

As pesagens foram realizadas a cada 28 dias, com jejum de sólidos de 14 horas na estação inverno e verão. O ganho de peso médio diário foi obtido pela diferença entre a pesagem final e inicial, dividindo-se pelo número de dias do período. O ganho de peso por hectare foi calculado multiplicando a média do ganho de peso médio diário pelo número médio de animais/ha e número de dias de pastejo. Foi calculada a taxa de lotação com base nos animais “testers” e os dados foram expressos nas referidas estações.

3.6 Avaliações de Comportamento Animal

3.6.1 Índices de conforto térmico

Foram obtidas as seguintes variáveis microclimáticas dos tratamentos: velocidade do vento (VV) por meio de anemômetro portátil da marca Instrutemp, modelo: ITAM 700 (precisão: 2% leitura + 0,2m/s); temperatura de globo negro (TG), temperatura do ar (TA) e umidade relativa (UR), que foram registrados a cada 10 minutos, por meio de *dataloggers* da marca HOBO® U12-012 (Onset, Rondonópolis/MT), que tem como características componentes de precisão que eliminam a necessidade de calibração pelo usuário, acoplados aos globos negros adaptados, utilizando bóias pintadas de preto fosco, segundo método proposto por Souza *et al.* (2002).

No sistema SC os equipamentos foram alocados em pleno sol e nos SSP- 1 e 2, os equipamentos foram alocados em pleno sol e na sombra a 1,4 m do solo, simulando a altura do centro de massa de ruminantes de grande porte. Nesta ocasião, considerou-se um tratamento cada localização dos equipamentos, perfazendo 5 tratamentos. As avaliações foram realizadas nos tratamentos por 12 horas consecutivas, das 6 às 18 horas, no início e final do inverno e início e final do verão. Com esses dados, foram calculados os seguintes índices de conforto térmico:

- Índice de Temperatura e Umidade (ITU), sendo encontrado por meio da equação proposta por Thom (1958):

$$ITU = ta + 0,36 tpo + 41,5, \text{ onde:}$$

ta = temperatura ambiente e

tpo = temperatura de ponto de orvalho;

- Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), equação proposta por Buffington *et al.* (1981):

$$ITGU = tg + 0,36 tpo + 41,5, \text{ onde:}$$

tg = temperatura de globo negro e

tpo = temperatura de ponto de orvalho;

- Carga Térmica Radiante (CTR), pela equação proposta por Esmay (1969):

$$CTR = \sigma (TRM)^4, \text{ em que:}$$

CTR = carga térmica radiante, $W m^{-2}$

σ = constante de Stefan-Boltzmann, ($5,67 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}$)

TRM = temperatura radiante média, K

A temperatura radiante média (TRM) descrita por Bond e Kelly (1995), pode ser expressa pela equação:

$$TRM = 100 \sqrt[4]{(2,51 \sqrt{Vv}(Tgn - Tbs) + \left(\frac{Tgn}{100}\right)^4)}$$

Vv = velocidade do ar, m/s

tgn = temperatura do globo negro ($^{\circ}C$); e

tbs = temperatura de bulbo seco (do ar), em K.

3.6.2 Comportamento ingestivo

Realizou-se quatro coletas no período experimental: uma no início e no final da estação da estação do inverno (2017) e outra no início e final da estação do verão (2018). Utilizou-se a metodologia preconizada por Martin e Bateson (1986), por meio de colheita instantânea e contínua com amostragem focal e intervalo amostral de 10 minutos, de forma direta, por períodos contínuos de 12 horas, anotando-se as atividades em planilhas específicas.

As variáveis comportamentais estudadas foram: pastejo, ruminação, ócio e outras atividades que compreendiam: ingestão de água e sal mineral; deslocamento; interação com outros animais; urinar; defecar, em duas diferentes posições corporais (em pé e deitado) e duas posições espaciais (ao sol e a sombra). Foram considerados expostos ao sol, quando 50% ou mais de seu corpo encontravam-se sob o sol, e, à sombra, quando 51% ou mais de seu corpo estivesse exposto à sombra. As frequências das variáveis comportamentais foram transformadas em minutos (min), totalizando 720 min relativos ao tempo do total do período de avaliação para cada estação.

O tempo de pastejo foi considerado como o tempo gasto com as atividades de procura e colheita de forragem na pastagem, com o animal em atividade de ingestão. O tempo de ruminação foi considerado como o período em que o animal não estava pastejando, mas mastigando o bolo alimentar retornado do rúmen,

caracterizado por movimentos mandibulares cíclicos e repetitivos. O comportamento de ócio foi adotado quando o animal não estava realizando as demais atividades.

3.7 Delineamento Experimental e Análise dos Dados

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos, sendo 3 tratamentos e 4 repetições por tratamento. O critério de blocagem foi devido a desuniformidade da área em relação ao declive e fertilidade do solo na implantação dos sistemas e peso médio dos animais.

Os dados foram primeiramente analisados com o procedimento UNIVARIATE NORMAL (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA, 2010) e a normalidade dos dados confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk ($W \geq 0,90$). Na análise dos dados, o piquete foi considerado como unidade experimental para todas as características estudadas. Posteriormente, os dados foram analisados utilizando o procedimento PROC MIXED (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA, 2010) e a aproximação Satterthwaite para determinar os graus de liberdade para os testes de efeitos fixos.

Para as variáveis: desempenho individual e por área; peso vivo final; taxa de lotação; massa seca de forragem; valor nutritivo da forragem e comportamento foram considerados efeitos fixos o sistema, o bloco, as estações e a interação (sistema x estação).

Para as variáveis microclimáticas os dataloggers foram alocados à sombra e ao sol. A posição e, conseqüentemente, a luminosidade, determinou o tratamento e foram divididos em: SC com os dataloggers alocados ao sol; SSP-1 com linhas simples de eucalipto e 187 árvores ha⁻¹, com os dataloggers alocados ao sol; SSP-1 com linhas simples de eucalipto e 187 árvores ha⁻¹ com os dataloggers alocados à sombra; SSP-2 com linhas triplas de eucalipto e 446 árvores ha⁻¹, com os dataloggers alocados ao sol e SSP-2 com linhas triplas de eucalipto e 446 árvores ha⁻¹, com os dataloggers alocados à sombra, totalizando 5 tratamentos. Portanto, para as variáveis microclimáticas foram considerados efeitos fixos: a luminosidade, o bloco, as estações e a interação (luminosidade x estação).

As médias foram calculadas pelo procedimento lsmeans e os resultados foram relatados como mínimos quadrados e separados utilizando a opção probabilidade diferenças (pdiff), ao nível de probabilidade de 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de desempenho produtivo animal estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD), ganho de peso por área (GPA), taxa de lotação (TL), e massa seca de forragem (MSF) em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2) sob pastejo de novilhas Angus x Nelore durante a estação do inverno e verão.

TRATAMENTO	PVF kg/ha	GMD kg/ha	GPA kg/ha	GPA @/ha	TL UA/ha	MSF kg/ha
SC	339,9	0,495	299,3	19,96	2,34 a	4250 a
SSP-1	346,6	0,534	287,6	19,17	2,03 b	2955 b
SSP-2	344,7	0,522	282,5	18,83	1,91 b	2877 b
Estação						
Inverno	302,6 b	0,315 b	71,12 b	4,74 b	1,94 b	3274
Verão	381,7 a	0,698 a	218,68 a	14,58 a	2,24 a	3448
Significância						
Sistema	0,499	0,524	0,770	0,770	<0001	<0001
Estação	<0001	<0001	<0001	<0001	<0001	0,208
Sist*Est	0,256	0,062	0,297	0,296	0,007	0,481
EPM	4,11	0,019	9,42	0,627	0,039	97,83

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na linha diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%. EPM= Erro padrão médio.

Não houve diferença ($p>0,05$) entre tratamentos para as variáveis peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD), ganho de peso por área (GPA) em kg e arroba por hectare, observando diferença entre estação, no qual o verão apresentou valores superiores aos valores do inverno para as mesmas variáveis citadas.

Coelho (2011), por meio de estudo com animais recém desmamados da raça Nelore, no verão e outono, em sistema de ILPF estabelecido com *Urochloa brizantha* cv. Piatã, não observou diferença entre os tratamentos avaliados para o ganho de peso médio diário, o qual foram de 0,406 e 0,449 kg animal⁻¹, respectivamente, para densidade de árvores de 227 e 357 árvores ha⁻¹, mostrando que a presença do componente arbóreo não influenciou no desempenho dos animais. Resultados semelhantes foram observados no presente estudo, entretanto, os eucaliptos estavam com 5 anos e altura de 17 e 18,7m para SSP-1 e SSP-2 respectivamente,

mostrando que árvores mais altas também não apresentaram impacto no ganho de peso médio diário de novilhas Angus x Nelore.

Aranha (2017), conduzindo um trabalho na mesma área do presente estudo, avaliou o desempenho de animais Nelore, no terceiro ano após o plantio dos eucaliptos e não encontrou diferenças significativas entre os sistemas para GMD, GPA e TL, porém no verão os valores foram maiores que no outono. Observa-se resultados similares na Tabela 1, não havendo diferença significativa nos sistemas, porém maiores valores no verão, o que pode ser atribuído ao melhor valor nutritivo da forragem disponível aos animais devido ao favorecimento das condições climáticas favoráveis no verão (Figura 1).

Os valores de MSF, apresentaram diferença ($p < 0001$), de forma que o SC obteve valor de 4.250 kg/ha, superior aos SSP-1 com 2.955 e SSP-2 com 2.877 kg/ha e conseqüentemente maior TL. Espera-se que no verão, a produção de massa seja maior que no inverno como observado por Molan (2004), Carnevalli *et al.* (2006) e Barbosa *et al.* (2007) para diversas gramíneas tropicais, entretanto não foi observada diferença dessa variável entre as estações. Esse fato pode ser explicado, em função da adubação e diferimento realizado na pastagem antes da entrada dos animais no experimento, o que proporcionou maior oferta de forragem em todos os sistemas na estação do inverno.

As menores MSF observadas nos sistemas SSP-1 e 2, podem ser explicadas em virtude do sombreamento que segundo Bernardino e Garcia (2009) há alteração na qualidade da luz incidente e competição por água. Esta última, porém, tem pouco efeito quando a escassez de água não é muito prolongada, devido a diferença de profundidade dos sistemas radiculares entre as espécies, sendo que, as espécies arbóreas absorvem água em maiores profundidades do que as gramíneas. Em virtude da menor MSF nos sistemas com árvores, observou-se menor TL quando comparados com o SC, apresentando efeito de interação sistema x estação (Tabela 1), e o desdobramento está apresentado na Tabela 2.

No inverno, o SC apresentou maior TL que o SSP-1 e SSP-2, porém não foi encontrada diferença entre os tratamentos com árvores. No verão, o SC não mostrou diferença na TL do SSP-1, entretanto o SSP-2 apresentou menores valores em relação aos outros tratamentos. Apesar de não ter sido encontrada interação

entre produção de massa seca de forragem e estação, a menor massa nos sistemas com árvores (Tabela 1) pode ter sido responsável pela menor TL no inverno para SSP-1 e SSP-2 e no verão para SSP-2.

Tabela 2. Taxa de lotação em UA (unidade animal) por hectare em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade de 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2) sob pastejo de novilhas Angus x Nelore nas estações do inverno e verão.

	Tratamento		
	SC	SSP-1	SSP-2
Inverno	2,29 Aa	1,76 Bb	1,76 Bb
Verão	2,39 Aa	2,30 Aa	2,06 Ab

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Trabalhos na literatura também mostram redução na TL em sistemas com árvores nas estações do inverno e verão. Oliveira *et al.* (2013), em um estudo comparando dois sistemas de integração, um lavoura-pecuária (ILP) e outro lavoura-pecuária-floresta (ILPF) com um estande de 227 árvores de eucalipto ha⁻¹ no Cerrado, ambos sob lotação contínua utilizando a cultivar Piatã, constataram TL no verão de 1,5 no ILP contra 1,2 UA ha⁻¹ do ILPF. No inverno, o ILPF foi superior, sendo 0,9 e 1,1 UA ha⁻¹ nos sistemas ILP e ILPF, respectivamente.

Os resultados da composição bromatológica da pastagem estão expressos na Tabela 3. Houve diferença teor de MS, sendo observado maiores porcentagens no inverno (34,16%), pouco maior em relação ao verão (29,75%). Resultados similares foram encontrados por Miguel Estrada (2014), que por meio do pastejo simulado, também em capim marandu, nos meses de fevereiro e março, obteve 29,96 e 26,74% e em maio e junho, valores de 31,53 e 34,98%, respectivamente. Isso se deve à redução de aparecimento de folhas, ocorrido pelas condições climáticas, e escassez de chuvas característico do inverno, que contribuíram para aumento da MS.

Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), matéria mineral (MM) e digestibilidade in vitro de matéria seca (DIVMS) de capim-marandu em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade de 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2), durante a estação do inverno e verão.

	MS	PB	FDN	FDA	LIG	MM	DIVMS
Tratamento							
SC	33,41	10,80 b	60,04	30,49	2,74	8,57	55,12
SSP-1	31,59	13,57 a	61,12	32,39	2,78	8,89	54,75
SSP-2	30,85	14,28 a	60,85	31,55	3,23	8,93	56,39
Estação							
Inverno	34,16 a	11,67 b	60,13	39,18 a	2,82	9,07 a	55,92
Verão	29,75 b	14,09 a	61,22	23,77 b	3,02	8,52 b	54,92
Significância							
Sistema	0,071	<0001	0,269	0,063	0,188	0,179	0,12
Estação	<0001	<0001	0,062	<0001	0,396	0,003	0,13
Sist. * Est.	0,504	0,684	0,007	0,710	0,641	0,627	0,24
EPM	0,73	0,44	0,38	1,64	0,11	0,10	0,35

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%. EPM= Erro médio padrão.

O teor de PB foi menor no sistema SC em relação aos SSP-1 e 2. O aumento no teor de PB nas plantas sombreadas, é relatado pela literatura, em função do menor tamanho das células sob sombra (GOBBI *et al.*, 2010). De acordo com Kephart e Buxton (1993), a menor espessura de folha e o menor tamanho das células, juntamente com a manutenção do teor de N por célula podem ter efeito concentrador. Por sua vez Niinemets (1999), verificou que, o aumento na concentração de nitrogênio nas plantas pode estar correlacionado com a redução na densidade e espessura das folhas e com o aumento da área foliar específica sob sombra.

Da mesma forma, Wilson (1996) observou que o maior teor de umidade do solo e as menores temperaturas observadas em ambientes sombreados podem contribuir para a maior taxa de mineralização e ciclagem do nitrogênio (N), resultando na maior disponibilidade de N e maior teor de PB das plantas.

As maiores porcentagens de PB observadas no verão, provavelmente foi resultado do acúmulo de folhas novas provenientes da rebrota do capim nessa estação, contribuindo também para menor teor de MS.

Houve efeito de interação sistema x estação para FDN (Tabela 3) e os desdobramentos estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Teores de FDN (Fibra em detergente neutro) de capim-marandu em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade de 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2), durante a estação do inverno e verão.

	Tratamento		
	SC	SSP-1	SSP-2
Inverno	60,70 Aa	59,32 Ba	60,34 Aa
Verão	59,37 Ab	62,92 Aa	61, 35 Aa

Médias seguidas de letras iguais maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

O tratamento SSP-1, apresentou menor FDN no inverno sendo que o SC e SSP-2 não diferiram entre si, nessa estação. No SC observou-se menor FDN na estação do verão os demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas nas estações estudadas. Carvalho; Freitas; Xavier (2002), avaliando gramíneas tropicais sob sombra natural, não verificaram alterações no conteúdo de FDN, mas a DIVMS (digestibilidade *in vitro* de matéria seca) foi significativamente mais alta sob sombra. Pouca ou nenhuma variação, nos teores dos constituintes da parede celular de forrageiras submetidas ao sombreamento, é encontrada na literatura (SOUSA *et al.*, 2010 b). As variações nos teores de FDN, FDA podem estar relacionadas à interação da percentagem de sombra com o estágio de maturidade da planta (CAVALLI *et al.*, 2015) e pelo maior alongamento do caule em função da procura por luminosidade.

Os valores de FDA (Tabela 3), não diferiram entre si nos tratamentos, apresentando somente diferença entre estação, sendo que no inverno foi superior ao verão. Provavelmente isso ocorreu como decorrência do diferimento do pasto já citado anteriormente e das condições climáticas típicas do inverno (seca e temperatura mais amenas) aumentando a proporção dos constituintes de parede celular. Todavia, Paciullo *et al.* (2007) não constataram mudanças nos teores de FDA e lignina de *Brachiaria decumbens* crescendo sob sombra natural.

Para os valores de LIG e DIVMS, não foram observadas diferenças entre os tratamentos e estação. Alguns estudos relatam o aumento do teor de lignina em plantas sombreadas é um fator que contribui para a redução da digestibilidade (SENANAYAKE, 1995), fato esse que não foi observado. Contrariando os resultados citados anteriormente, alguns trabalhos evidenciam a redução do conteúdo de parede celular e aumento da digestibilidade de plantas sombreadas (KEPHART; BUXTON, 1993; DEINUM *et al.*, 1996; PACIULLO *et al.*, 2007).

Não foi observada diferença para MM nos tratamentos, entretanto, no inverno o teor de MM foi maior. Esse fato ocorreu, pelo aumento no teor de matéria seca no inverno estando de acordo com os relatos de Hernandez *et al.* (1995), Balsalobre (2002) e Bueno (2003), que apontaram valores mais elevados de matéria mineral, em gramíneas tropicais, nas épocas do ano de baixo crescimento (outono/inverno).

Não foi observado diferença para digestibilidade tanto para tratamento, quanto para estação, o que de acordo com Castro *et al.* (2009), as respostas do efeito do sombreamento sobre a DIVMS pode variar com diferentes fatores que influenciam na composição da forragem.

Os dados referentes as variáveis microclimáticas e ao conforto térmico estão representados na Tabela 5. A TA apresentou maiores valores nos tratamentos SC e SSP-1 e 2 ao sol (Figura 2), inferiores ao encontrado em um estudo realizado na área experimental da Embrapa Gado de Corte, em Campo Grande- MS, no ano de 2013 ao avaliarem sistemas com e sem sombra onde obtiveram picos de TA de 37,8 e 38,7°C ao sol, no mês de setembro as 12:00h para os tratamentos de ILPF 1,2 e 3 (JÚNIOR *et al.*,2016). Comportamento semelhante foi observado por Pezzopane *et al.* (2015), avaliando o microclima e as condições de umidade do solo em um sistema silvipastoril, onde obtiveram máxima diária de temperatura do ar de 28,3°C em pleno sol, com redução de aproximadamente 1,0°C na sombra.

Em relação a estação, o final do inverno não diferiu do final do verão. Na região em que o experimento foi conduzido, é comum a incidência de altas temperaturas e baixa umidade relativa no final do inverno, aproximando-se das temperaturas observadas na estação do verão. Nesse período, os valores de temperatura foram próximos aos 34°C. De acordo com estudos realizados por Nicodemo *et al.* (2004), a faixa de temperatura ideal para que os animais se

mantenham na zona de conforto térmico para bovinos europeus é de 0,5° à 15-20° C. Neste experimento, tais condições se mantiveram bem acima da faixa considerada pelos referidos autores, salientando que a presença de sombra interfere diretamente no conforto térmico dos animais (Figura 2).

Tabela 5. Variáveis microclimáticas e índices de conforto térmico em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade de 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2).

	TA	UR	TG	VV	ITU	ITGU	CTR
SC	27,90 a	52,76 ab	34,76	1,21	75,40	82,41 a	582,12
SSP-1 sol	27,69 a	53,85 a	31,74	0,76	75,21	78,17 a	531,54
SSP-1 sombra	26,65 b	55,11 a	29,11	0,82	74,00	76,76 b	495,69
SSP-2 sol	27,83 a	52,71 ab	32,81	0,62	75,30	80,06 a	532,03
SSP-2 sombra	26,41 b	55,83 a	28,89	0,72	73,84	76,02 b	493,77
Estação							
Final inverno	32,78 a	26,33 c	35,98 a	0,19 b	77,66 a	80,86 b	538,10
Início inverno	18,10 c	55,87 b	21,20 c	1,95 a	62,84 b	65,18 c	475,28
Início verão	28,64 b	58,39 a	33,55 b	0,51 ab	77,14 ab	81,98 b	540,20
Final verão	33,32 a	57,13 b	37,73 a	0,24 b	83,30 a	87,93 a	557,07
Significância							
Sistema	<0001	0,010	0,119	0,372	0,471	<0001	0,370
Estação	<0001	<0001	<0001	0,030	0,003	<0001	0,178
Sist*Est	0,071	0,083	0,212	0,366	0,411	0,202	0,299
EPM	1,03	1,63	1,27	9,49	2,51	1,47	20,52

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%. TA= Temperatura Ambiente; UR= Umidade Relativa; TG= Temperatura do globo; ITU= Índice de temperatura e umidade; ITGU= Índice de temperatura de globo negro; CTR= Carga térmica radiante; VV= Velocidade do vento; EPM= Erro médio padrão.

Em temperaturas mais amenas (10 a 27°C), os animais dissipam calor para o ambiente através da pele, por radiação, por condução e por convecção. Se o animal não conseguir dissipar o calor excedente através dos mecanismos citados, a temperatura retal aumenta acima dos valores fisiológicos normais (38 a 39°C) e desenvolve-se o estresse calórico, responsável em parte pela baixa produtividade animal nos trópicos (RANDALL, 2010), confirmando que a presença das árvores melhora no conforto térmico dos animais.

A umidade relativa (UR) foi semelhante no SC e o SSP-2 sol, diferindo dos demais tratamentos tanto no sol quanto na sombra, observando-se maiores valores no SSP-1 e SSP-2 sombra (Figura 2). Isso provavelmente ocorreu por conta do

microclima formado pela presença de árvores no tratamento. O início do verão, apresentou o maior valor de 58,39% e o final do inverno, o menor valor de 26,33%. Resultados semelhantes para a estação do verão foram relatados por Souza (2010), ao avaliar o efeito da presença de árvores e de sua altura em sistemas integrados sobre o comportamento de novilhas aneladas, onde observou que a UR foi maior na parte da manhã tanto para o tratamento a pleno sol, quanto para árvores de 8 e 18 metros de altura, sendo de 55,3%, 58,5% e 69,8%, respectivamente.

Os valores de temperatura do globo (TG) foram iguais para todos os tratamentos, apresentando diferença somente entre estações, no qual o início do inverno foi inferior aos demais demonstrando valor próximo de 22°. Ao contrário, os resultados encontrados por Aranha (2017) na mesma área do presente estudo, demonstrou valores de TG menores no sistema ILPF-3L sombra, devido a maior quantidade de árvores que proporcionaram maior sombreamento, sendo a maior temperatura no período das 10:00 às 13:00 horas. A TG fornece uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante consequente do meio ambiente em todas as direções possíveis, da temperatura ambiente (TA) e da velocidade do vento (VV), dando assim uma medida de conforto térmico proporcionado pelo ambiente nessas determinadas condições (SILVA, 2000), ou seja, esse parâmetro representa a sensação térmica do ambiente o qual o animal está inserido. De acordo com essa observação, os resultados obtidos para estações na TG tiveram influência da TA, como consequência das altas temperaturas da região da alta paulista.

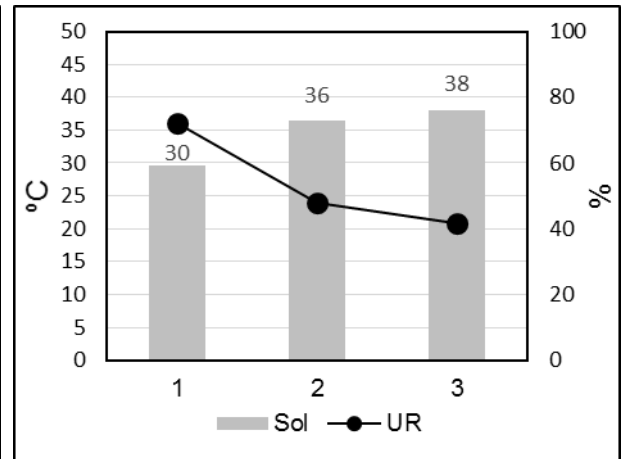
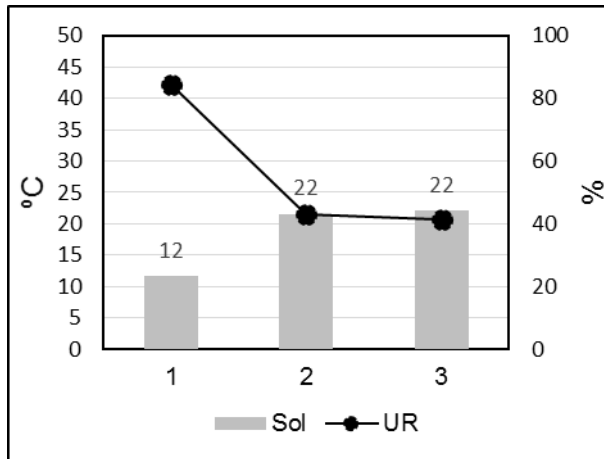
O índice de temperatura e umidade (ITU), apesar de não ser o mais completo índice para determinação do conforto térmico, é muito utilizado por envolver informações meteorológicas normalmente disponíveis como a temperatura ambiente e a umidade relativa (SOUZA *et al.*, 2010). No entanto, não foram observadas diferenças entre os tratamentos para esse índice de conforto. Para estação, o final do inverno não diferiu do final do verão e foi semelhante ao início do verão. Nota-se que os valores de ITU, nos tratamentos mantiveram na faixa entre 73 e 75 e foram considerados de moderados à críticos (71 a 78) de acordo com a classificação de Hahn e Mader (1997) para o ambiente térmico de bovinos. Normalmente esses valores não causam problemas em animais saudáveis (NAVARINI *et al.*, 2009).

Mesmo não apresentando diferença no ITGU, o final do verão apresentou elevado índice (83,30), e foi possível observar no momento da avaliação de comportamento, que as novilhas que estavam no SC, exibiram sinais de estresse térmico, como ofegação, aumento da frequência respiratória e redução da atividade de pastejo. Salienta-se que os parâmetros fisiológicos não foram avaliados, no entanto, observou-se essa alteração, principalmente no horário entre as 11 às 15 horas, que o ITGU foi de 93 no SC e 88 nos sistemas com árvores na sombra. Portanto, ressalta-se a importância e a influência da presença do componente arbóreo no ambiente de pastejo, principalmente quando possuem algum grau sanguíneo de taurino.

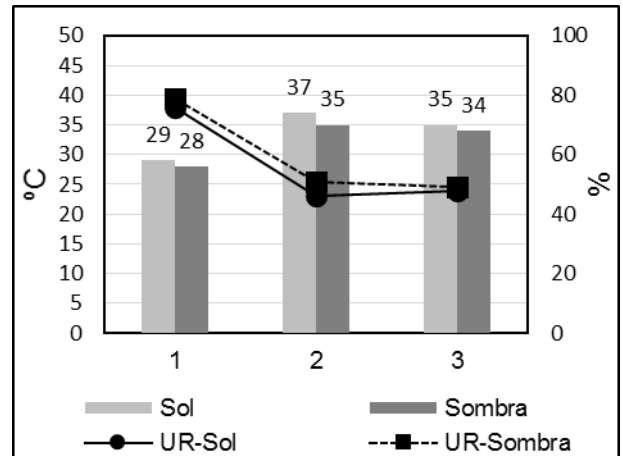
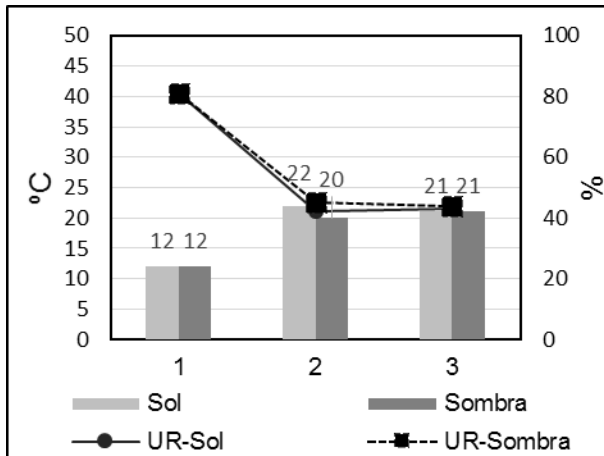
INVERNO

VERÃO

SC



SSP-1



SSP-2

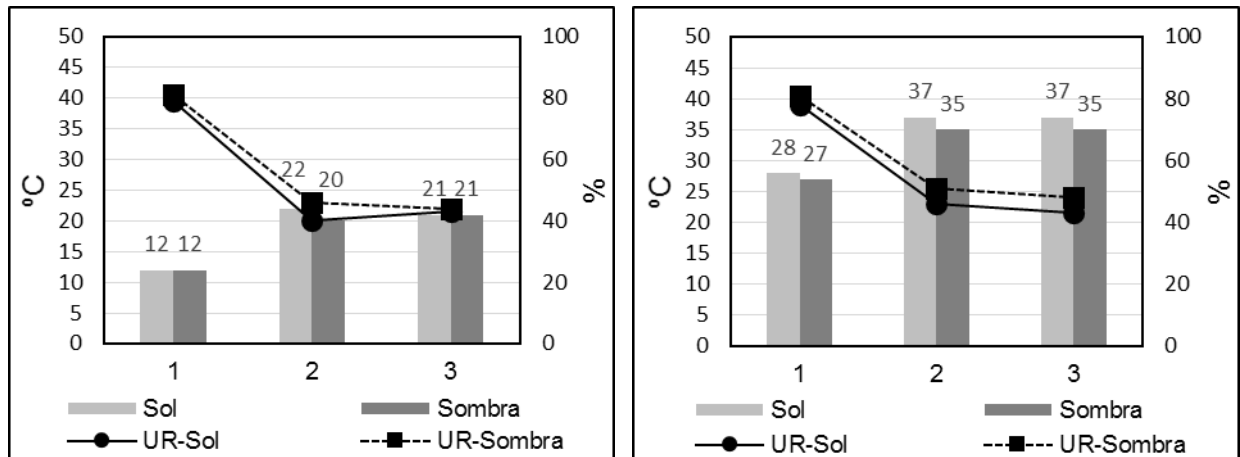


Figura 2. Médias de temperatura ambiente ao sol e a sombra nos períodos de 1=06-09h; 2=10-13h; 3=14-18h e umidade relativa (UR), nas estações inverno e verão em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2), em Andradina-SP (2018).

Os valores de índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), foram próximos de 76 nos tratamentos SSP-1 e 2 na sombra, sendo menor aos outros tratamentos. Apenas o final do verão apresentou valor de 87,93, superior as demais estações. Segundo Baêta (1985), índices até 74 definem situação de conforto para bovinos, de 74 a 78 situação alerta, de 79 a 84 situação perigosa e acima de 84 emergência.

Observou-se ITGU com variação de 76 a 82 nos tratamentos, que de acordo com o parâmetro proposto pelo autor, considera-se que os animais estão em situação de alerta para perigosa, uma vez que se trata de animais com sangue taurino e são mais sensíveis as condições de temperaturas mais elevadas. Da mesma forma, pode-se afirmar que são notórios os efeitos causados pela presença das árvores na melhoria do ambiente, em termos de conforto térmico, pois os menores valores foram observados nos tratamentos com sombra.

A CTR não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, nem por estações, resultado semelhante foi observado por Aranha (2017), que também não encontrou diferença na CTR entre os tratamentos com diferentes densidades de árvores e ILP. Entretanto, Martins *et al.* (2002) avaliaram a qualidade térmica de algumas espécies arbóreas usando dados climáticos e índices de conforto térmico

animal e observaram que a CTR foi maior nos horários das 12:00 às 14:00 horas, considerado período mais crítico do dia.

Não houve diferença nos tratamentos para a VV, apresentando diferença nas estações, sendo menores no final do inverno com 0,19 m/s e do verão com 0,24 m/s. O vento tem grande importância para o conforto térmico dos animais, pois quando está na velocidade ideal para bovinos, que varia de 1,38 m/s a 2,22 m/s (BAÊTA; SOUZA,1997), favorece a perda de calor por sudação, porém quando muito alta, ocorre excesso de perda de calor e aumenta a sensação de frio (ALVES *et al.*, 2015). As VV encontradas em todos os tratamentos foram abaixo da faixa considerada adequada pelos autores.

Os dados de comportamento ingestivo animal em minutos, estão apresentados na Tabela 6. Para as atividades de pastejo ao sol (Psol), o maior valor foi encontrado no SC e para pastejo à sombra (Psombra) não tiveram diferença entre os SSP-1 e 2, o que pode ser justificado pelo fato do tratamento SC não ter árvores e a atividade de pastejo ser somente ao sol. Entre estações, observou-se diferença no SC, sendo o maior tempo gasto em pastejo no inverno em comparação ao verão (Figura 3). Isso se deve a qualidade da forragem ser inferior nessa estação (Tabela 3), influenciando na dinâmica de pastejo por parte dos bovinos. Minson e Wilson (1994), alegam que os animais aumentam o tempo de pastejo como forma de compensar a menor qualidade da forragem.

Tabela 6. Comportamento ingestivo em minutos (min) de novilhas Angus x Nelore mantidas em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade de 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2).

Tratamento	P sol	P sombra	REP sol	REP sombra	RD sol	RD sombra	OEP sol	OEP Sombra	OD Sol	OD sombra	At sol	At sombra
SC	383,7 a	-	42,03 a	-	57,29 a	-	91,14 a	-	76,50 a	-	69,34 a	-
SSP-1	102,2 b	265,9	9,52 b	54,02	11,76 b	56,57	20,79 b	79,52	8,34 b	37,04	26,73 b	47,60
SSP-2	110,8 b	265,0	10,0 b	54,74	9,53 b	67,06	17,99 b	64,80	7,99 b	41,52	27,53 b	42,89
Estação												
Início inverno	228,5 a	178,3 b	23,82 a	15,42 b	38,35 a	16,70 b	44,80 b	42,46	25,89	14,15 b	58,46 a	33,07
Final inverno	295,0 a	206,5 a	12,50 b	19,61 b	17,56 b	12,81 b	27,99 b	26,27	18,84	15,14 b	51,86 a	15,84
Início verão	153,9 b	121,1 c	24,95 a	60,30 a	29,94 b	58,67 a	45,15 b	66,77	45,36	48,94 a	27,50 b	37,33
Final verão	139,6 b	195,3 ab	21,12 a	45,86 a	19,57 b	71,80 a	56,08 a	51,99	34,84	24,08 b	29,77b	30,89
Significância												
Sistema	<0001	0,569	<0001	0,815	<0001	0,154	<0001	0,384	<0001	0,493	<0001	0,738
Estação	<0001	0,0006	0,048	0,001	0,152	<0001	0,156	0,193	0,124	0,001	0,005	0,109
Sist*Est	0,862	0,047	0,0004	0,036	0,500	0,003	0,004	0,700	0,022	0,034	0,083	0,636
EPM	25,85	24,00	3,89	6,77	5,33	8,07	8,75	8,06	7,33	4,99	5,27	4,67

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5%. EPM= Erro médio padrão P = Pastejo; REP = Ruminando em pé; RD = Ruminando deitado; OEP = Ócio em pé; OD = Ócio deitado; At = Atividade. As atividades no sol eram: interação com outros animais, comportamento de beber água, lamber sal, urinar e defecar, deslocamento. As atividades na sombra eram: interação com outros animais, interação com as árvores, ingestão de água e sal, urinar e defecar, deslocamento.

Resultados semelhantes foram observados por Oliveira (2013), quando estudou o comportamento ingestivo de novilhas Nelore, onde os animais passaram maior tempo pastejando no iLP (373 min), seguido do iLPF-2 (306,9 min) e iLPF-1 (218,7 min) na estação seca e, na estação das águas, 292,8, 388,2 e 399,1 min para os sistemas iLPF-1, iLPF-2 e iLP, respectivamente.

Analisando o efeito de interação sistema x estação na atividade de Psombra (Tabela 7), houve diferença entre estações para o tratamento SSP-1, no qual o final do inverno e do verão apresentaram maiores valores e no tratamento SSP-2, somente o início do verão foi inferior as demais estações. Isso demonstra que com a presença de apenas uma linha de eucalipto, amenizou as altas temperaturas encontradas nas referidas estações (Tabela 5). Por outro lado, condições ambientais podem alterar o tempo de pastejo e o consumo, e são reconhecidas como fatores importantes, não associados ao dossel, que afetam o comportamento de pastejo (BETANCOURT *et al.*, 2003). Neste sentido, a inclusão das árvores em áreas de pastagem favorece o conforto térmico dos animais em regiões quentes, devido à sombra proporcionada pela copa das árvores (KICHEL *et al.*, 2014).

O tempo de ruminação deitado ao sol (RDsol), ruminação em pé ao sol (REPsol), foram iguais para os SSP-1 e 2 (Tabela 6), sendo encontrado maior tempo para o SC. A ruminação em pé à sombra (REPsombra) e ruminação deitado à sombra (RDsombra) foram iguais para SSP-1 e 2. O comportamento dos dados dessas variáveis foi o mesmo do observado no comportamento de pastejo, confirmando que a sombra proporcionou um melhor ambiente para as novilhas.

A atividade de ruminação em animais adultos ocupa em torno de 8 horas por dia, podendo apresentar variações entre 4 e 9 horas, divididas em 15 a 20 períodos (FRASER, 1980; VAN SOEST, 1994). Considerando-se o tempo de ruminação de 8 horas, cada período terá aproximadamente 28 minutos. O tempo total de ruminação, somatória de REPsol, REPsombra, RDsol e RDsombra (Tabela 6), foi de 97 minutos para SC, 132 minutos para SSP-1 e de 141 minutos para SSP-2, perfazendo aproximadamente 3,5; 4,7 e 5 períodos de ruminação respectivamente para SC, SSP-1 e SSP-2.

Observa-se no presente estudo, poucos períodos de ruminação em função da avaliação ter sido iniciada às 6:00 da manhã, no qual segundo Costa *et al.* (2015) os

animais buscam otimizar o tempo para buscar o alimento, procurando ingerir o máximo possível e deixando para ruminar no período da noite. Carlotto *et al.* (2010) também observaram tempo de ruminação de 94 a 124 minutos no período diurno quando avaliaram vacas primíparas cruzadas mestiças Polled Hereford x Aberdeen-Angus x Nelore.

Foram encontrados efeitos de interação sistema x estação ruminação em pé ao sol (REPsol), ruminação em pé à sombra (REPsombra) e ruminação deitado à sombra (RDsombra) (Tabela 7). Em relação a atividade de REPsol, houve diferença entre estações no tratamento SC, no qual o verão foi superior ao inverno, tanto no início como no final das estações. No tratamento SSP-1, somente o início do inverno foi superior as demais estações e no SSP-2, o inverno foi superior ao verão. Já entre estação, houve diferença entre tratamentos, sendo o SC superior aos sistemas silvipastoris 1 e 2 no final do inverno e início e final do verão.

No entanto, na REPsombra, observou-se diferença no SSP-1, no qual o início do verão foi superior as outras estações, diferente do observado no SSP-2, em que o verão foi maior que o inverno. Contudo, a RDsombra, houve diferença entre estações para ambos sistemas SSP-1 e 2, sendo o verão superior ao inverno, no início e no final das estações e no tratamento SSP-1, somente o início do verão se diferenciou, apresentando menor valor em relação ao SSP-2 (Tabela 7).

Portanto, o comportamento de ruminação foi menor no inverno, com exceção do REP sol no SSP-1 no final do inverno e REP sol no SSP-2, no início e final do inverno em que apresentaram maiores valores (Figura 3). O menor tempo de ruminação no inverno ocorreu pelo menor valor nutritivo da foragem nessa estação (Tabela 3), levando os animais a gastar maior tempo pastejando e menor tempo ruminando.

As atividades ócio em pé ao sol (OEPSol) e ócio deitado ao sol (ODsol) apresentaram maiores valores para o SC e os tratamentos com árvores não diferiram entre si, exibindo o mesmo padrão que os comportamentos de pastejo e ruminação.

Quando é realizada a soma do comportamento ócio deitado à sombra e ócio deitado ao sol dos sistemas com presença de árvores, observa-se menor tempo da atividade, sendo 45,38 e 49,51 minutos respectivamente para SSP-1 e SSP-2 e

maior tempo no SC que foi de 76,5 minutos (Tabela 6). O menor tempo em ócio deitado no SSP-1 e SSP-2, pode ser explicado pela limitação do campo visual dos animais ocasionada pelas árvores, que permite menor controle sobre sua distância de fuga, fazendo com que se sintam menos protegidos e permaneçam vigilantes (SANTANA *et al.*, 2019), permanecendo menos tempo nessa atividade.

Houve efeito de interação para OEPsol, ODsol e ODsombra, demonstrado na Tabela 7. Os maiores valores de ODsol, foram encontrados no início e final do verão no SC e OEPsol, o maior valor foi observado somente no final do verão no mesmo tratamento. Para os SSP-1 e SSP-2 em todas as estações o comportamento de ócio foram iguais, com exceção do ODsombra, em que o SSP-2 apresentou menores valores no início e final do inverno. Quando avaliado os tratamentos nas diferentes estações observa-se que, o OEPsol e ODsol foram iguais para todos os tratamentos no início do inverno, o que está relacionado com as temperaturas mais amenas dessa estação e menor ITGU (Tabela 5) proporcionando um ambiente com melhor conforto térmico aos animais, mesmo quando exposto ao sol.

No final do inverno, início e final do verão, as temperaturas e índices de conforto térmico foram mais elevados (Tabela 5) o que diminuiu o OEPsol e ODsol nos sistemas sombreados com diferentes densidades de eucalipto. O comportamento de ODsombra não diferiu nos dois sistemas com árvores em todas as estações (Figura 3).

Tabela 7. Atividades de comportamento em minutos de novilhas Angus x Nelore mantidas em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade de 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2) no início e final das estações inverno e verão.

Psombra			
	SC	SSP-1	SSP-2
Início inverno	-	247,70 Ba	287,27 Aa
Final inverno	-	344,36 Aa	321,26 Aa
Início verão	-	192,83 Ba	170,63 Ba
Final verão	-	304,91 Aa	281,20 Aa
REPsol			
Início inverno	23,80 Ba	24,89 Aa	22,77 Aa
Final inverno	23,40 Ba	0,00 Bb	9,94 Ab
Início verão	60,27 Aa	8,42 Bb	6,17 Bb
Final verão	60,64 Aa	1,60 Bb	1,11 Bb
REPsombra			
Início inverno	-	25,74 Ba	20,53 Ba
Final inverno	-	28,68 Ba	33,18 Ba
Início verão	-	101,81 Aa	79,09 Aa
Final verão	-	51,40 Ba	86,17 Aa
RDsombra			
Início inverno	-	30,97 Ba	19,13 Ba
Final inverno	-	16,55 Ba	23,12 Ba
Início verão	-	68,95 Ab	107,06 Aa
Final verão	-	96,46 Aa	118,93 Aa
OEPsol			
Início inverno	58,85 Ca	47,94 Aa	27,62 Aa
Final inverno	45,99 Ca	8,90 Aa	22,71 Aa
Início verão	103,21 Ba	13,70 Ab	18,54 Ab
Final verão	156,50 Aa	8,65 Ab	3,09 Ab

ODsol			
	SC	SSP-1	SSP-2
Início inverno	39,49 Ba	13,77 Aa	24,42 Aa
Final inverno	48,02 Ba	0,00 Ab	2,20 Ab
Início verão	118,34 Aa	13,06 Ab	4,69 Ab
Final verão	100,13 Aa	3,76 Ab	0,64 Ab
ODsombra			
Início inverno	-	23,70 Aa	18,74 Ba
Final inverno	-	32,44 Aa	18,74 Ba
Início verão	-	60,62 Aa	86,21 Aa
Final verão	-	29,87 Aa	42,38 Aa

Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

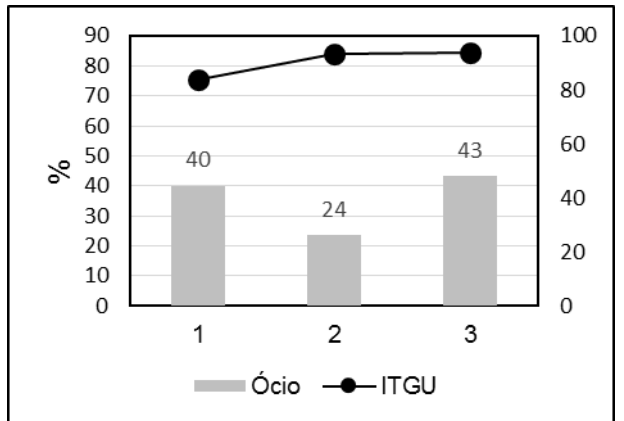
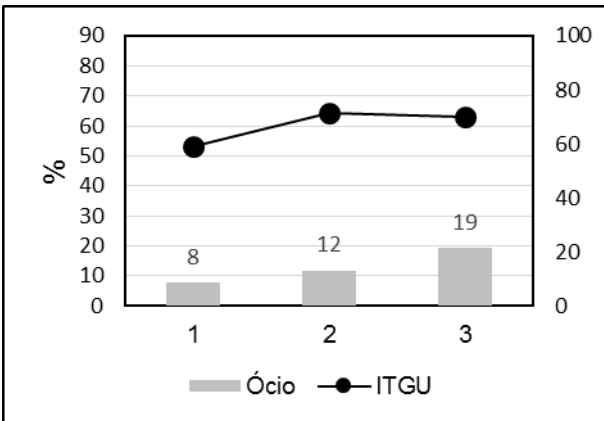
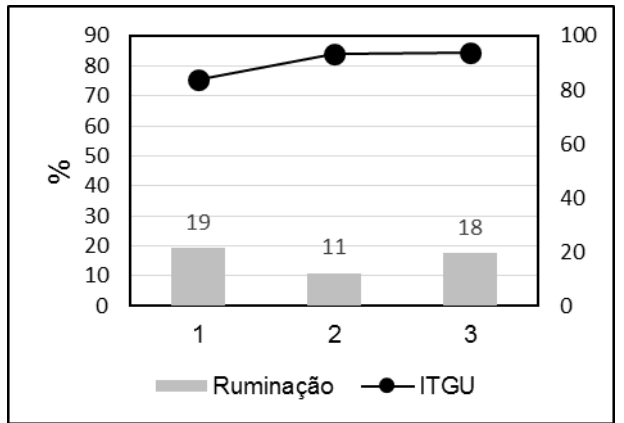
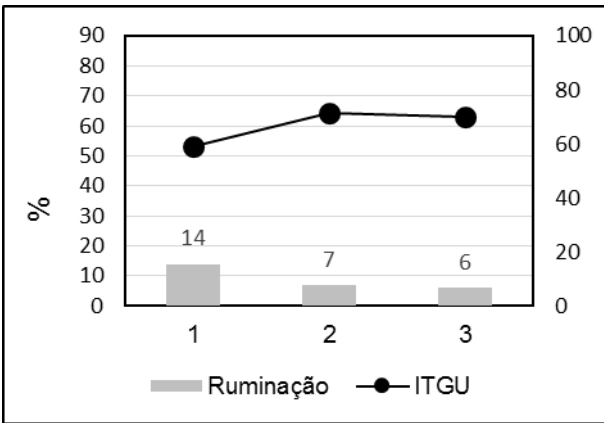
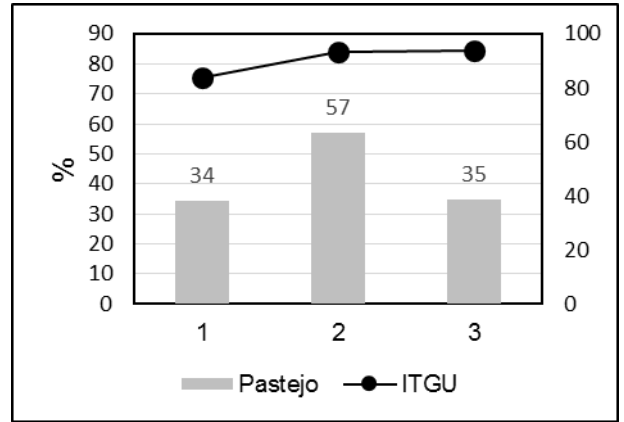
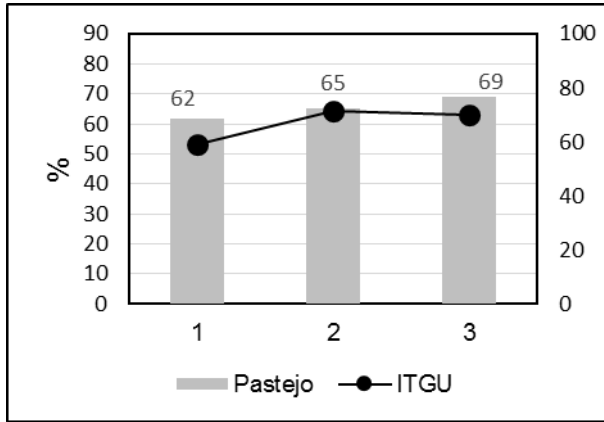
Em relação às outras atividades no sol (At sol) e na sombra (At sombra), (Tabela 6), houve diferença no SC em At sol, sendo superior aos SSP-1 e 2, porém na At sombra, esses tratamentos não apresentaram diferença. Para estação, houve diferença no At sol, sendo os valores no inverno superiores aos encontrados no verão, diferente da At sombra, que apresentaram semelhança entre as estações (Figura 3).

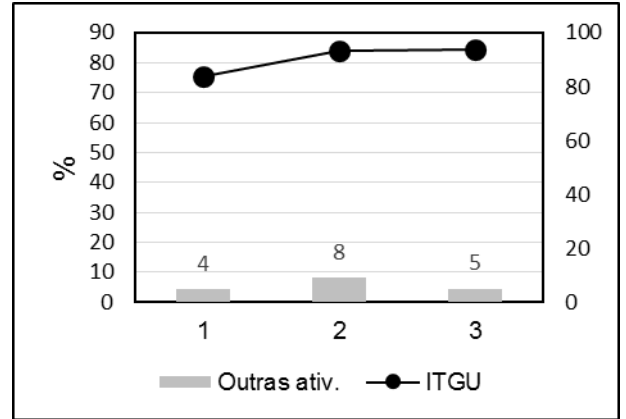
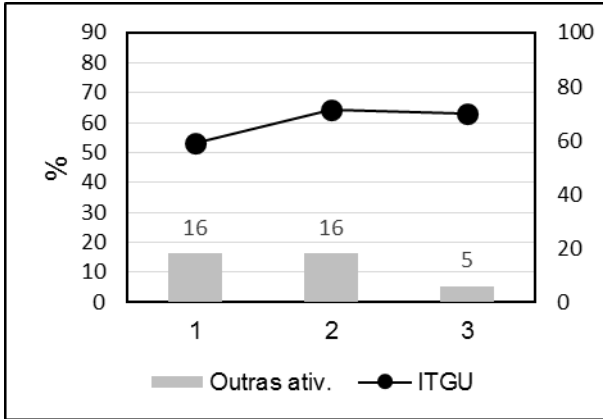
No comportamento destas atividades, observou-se durante a avaliação, que os animais apresentaram interação com as árvores. Porfírio da Silva *et al.* (2012) relatam que os animais utilizavam parte do tempo de outras atividades em entretenimento com árvores, roendo e se coçando em seus troncos.

INVERNO

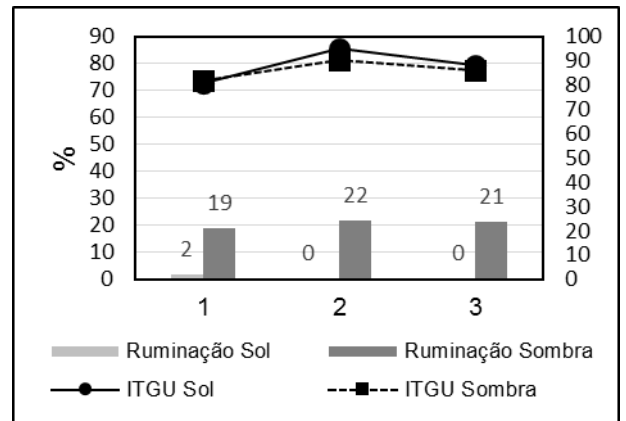
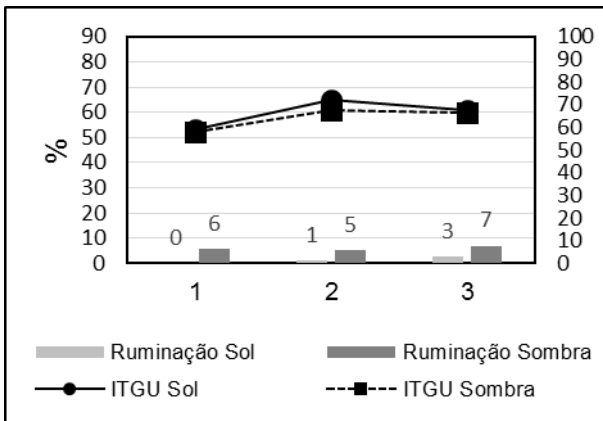
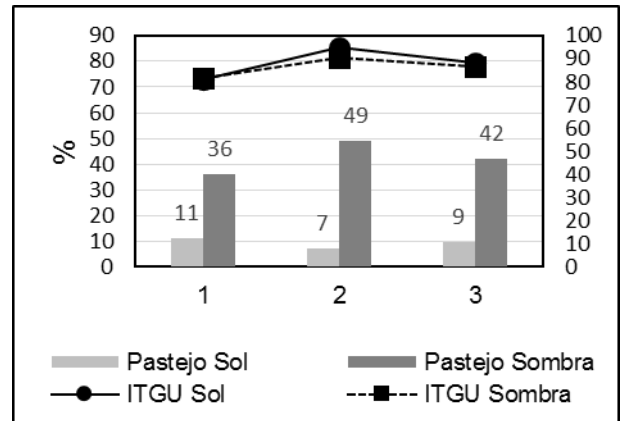
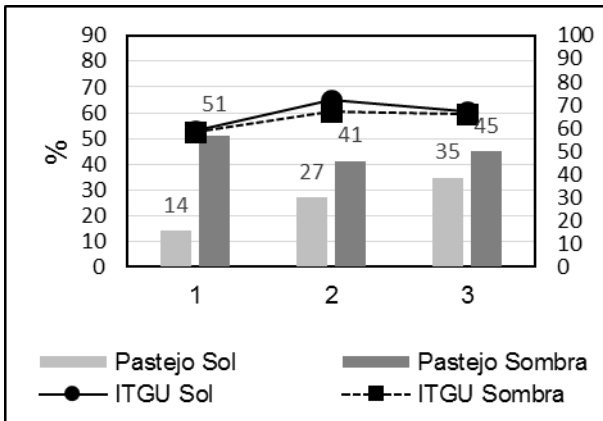
VERÃO

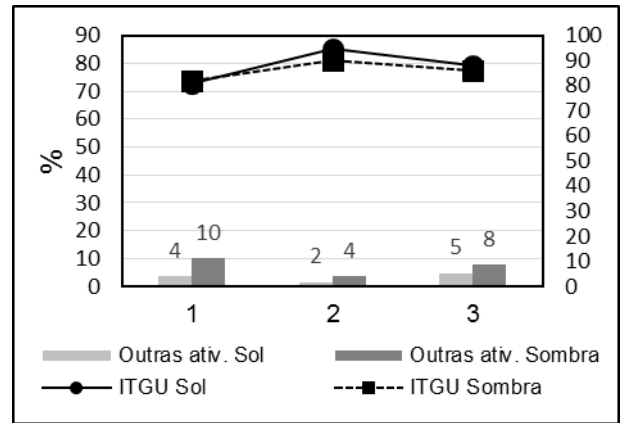
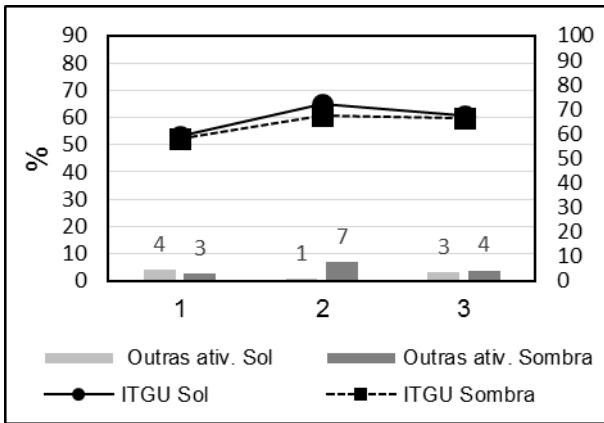
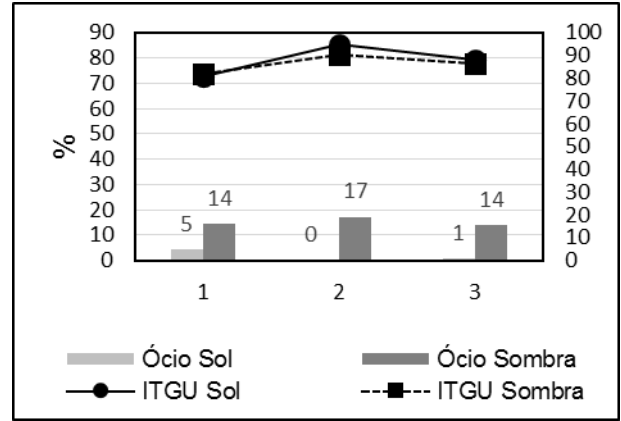
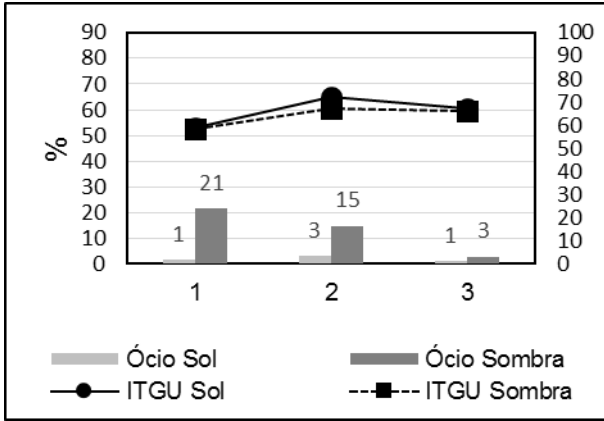
SC



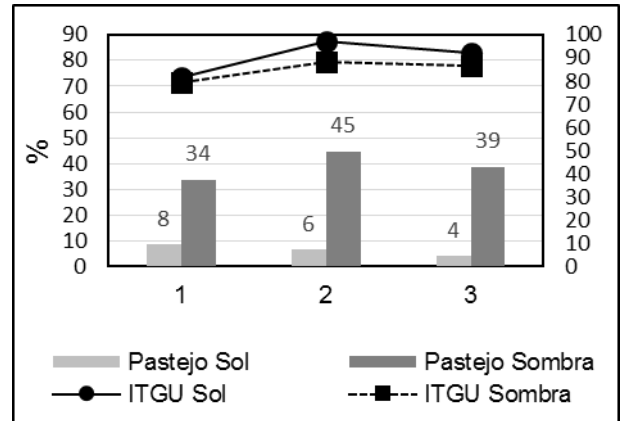
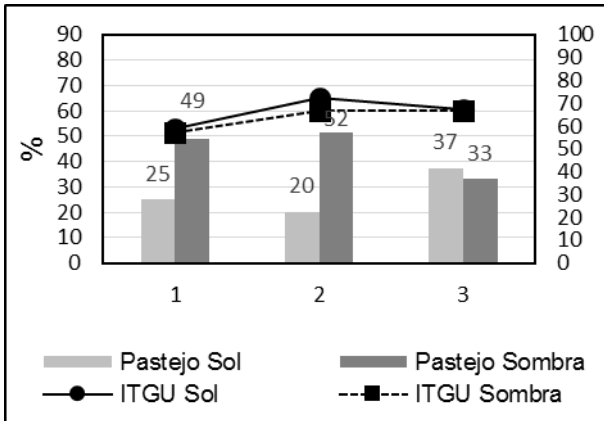


SSP-1





SSP-2



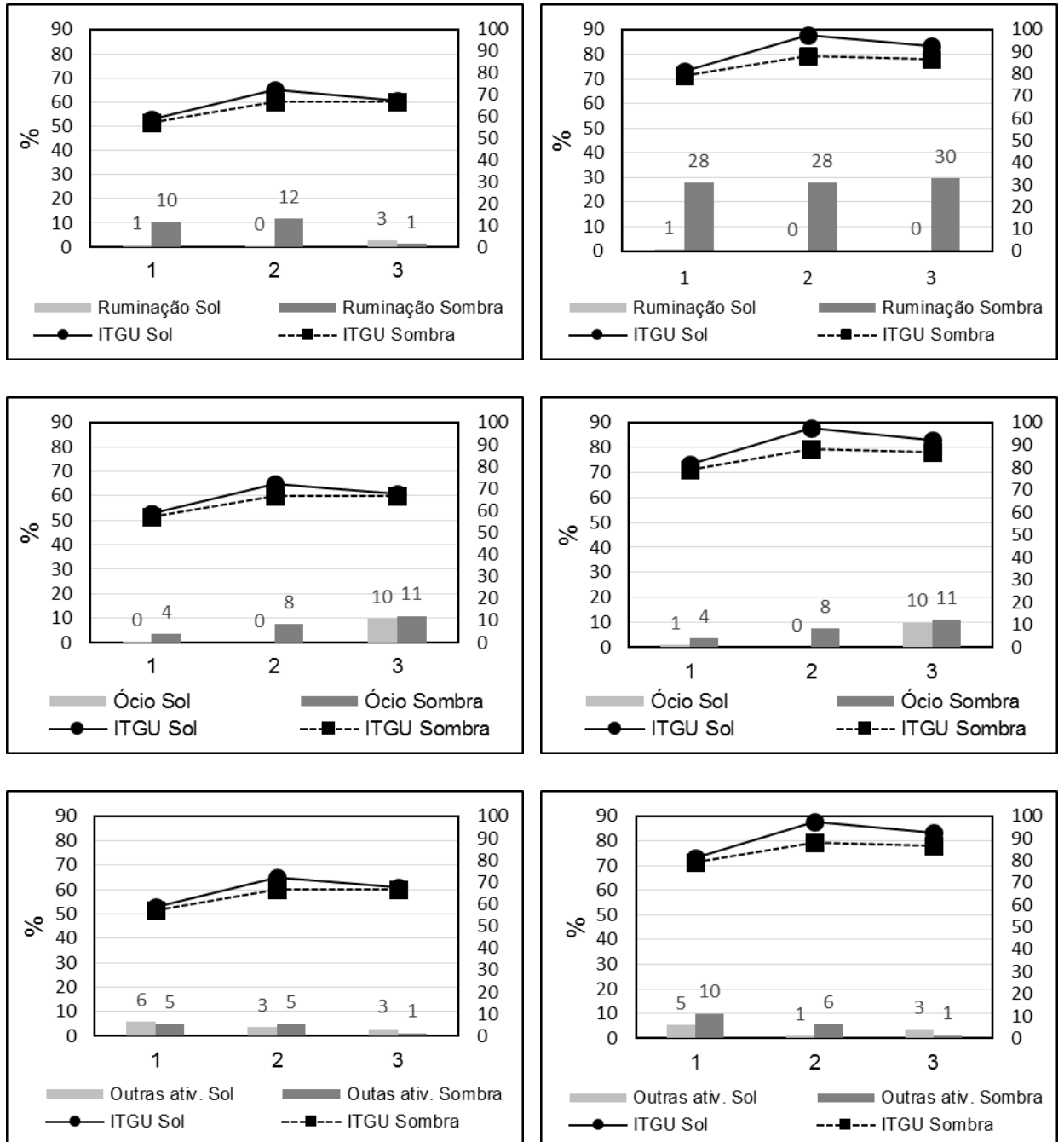


Figura 3. Atividades de comportamento ingestivo em porcentagem e índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) ao sol e a sombra, nas estações inverno e verão em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2), em Andradina-SP (2018).

Na Figura 4, observa-se as atividades das novilhas Angus x Nelore nos sistemas avaliados e fica claro que, quando a pastagem possui componente arbóreo, os animais preferem realizar as suas atividades à sombra e não ao sol, em

função do melhor conforto térmico, que foi constatado pelos valores de temperatura ambiente e ITGU (Tabela 5), proporcionado um melhor bem-estar para os animais.

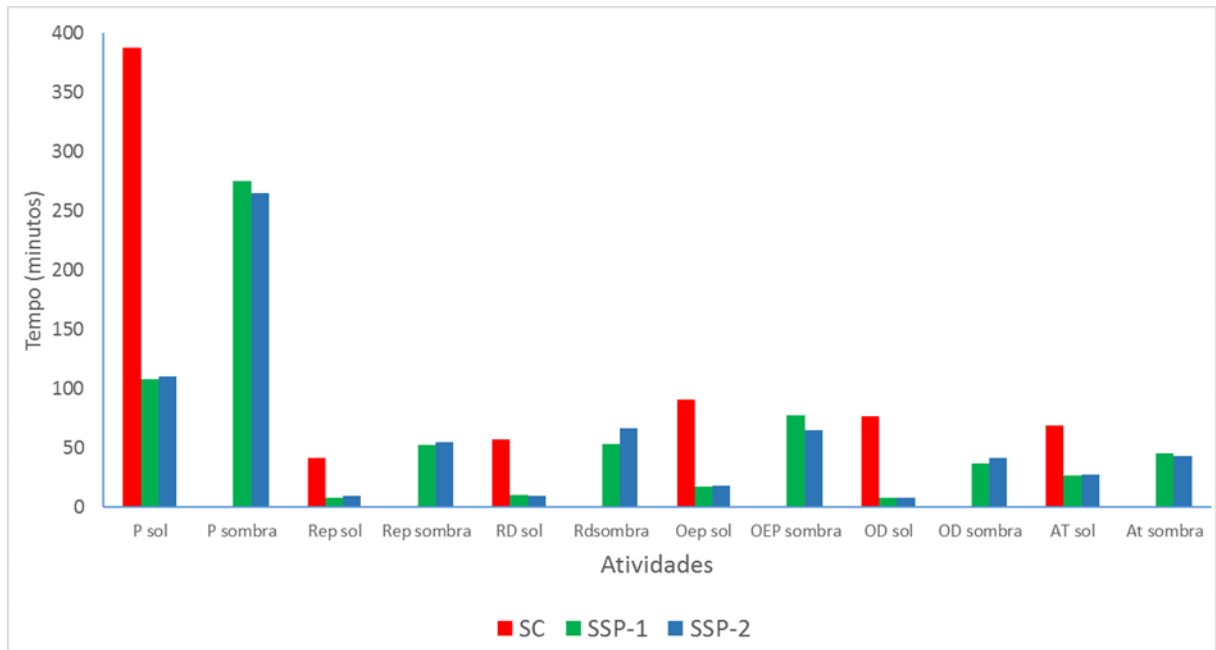


Figura 4. Atividades em minutos de novilhas Angus x Nelore no período de junho de 2017 à março 2018 em sistema convencional (SC), sistema silvipastoril com densidade de 187 árvores ha⁻¹ (SSP-1) e sistema silvipastoril com densidade de 446 árvores ha⁻¹ (SSP-2).

5 CONCLUSÃO

Os SSP-1 ou SSP-2 contribuem para a melhora da composição bromatológica da forragem.

O desempenho das novilhas não foi afetado pela presença de árvores no sistema, sendo os melhores valores encontrados no verão. O sombreamento diminui a MSF e reduz a TL, mas não altera o GPA, possivelmente pela melhor qualidade da forragem e melhor conforto térmico dos animais.

Os tratamentos SSP-1 e 2 proporcionaram maior conforto térmico das novilhas, amenizando as altas temperaturas, principalmente no verão. Quando há a presença de árvores nos sistemas, os animais têm preferência em realizar suas atividades em locais sombreados.

6 REFERÊNCIAS

ALVES, F. V. O componente animal em sistemas de produção em integração. *In*: BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração, a produção sustentável**. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2012. p.143-154.

ALVES, F. V.; NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P. Bem-estar animal em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta. *In*: (Ed.). **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2015. p.273-289.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 39, p. 263-270, mar. 2004.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington: Assoc. Off. Anal. Chem., 1995.

ARANHA, A. S. **Desempenho e bem estar de bovinos nelore na fase de recria mantidos em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2016. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena - SP, 2016.

ARANHA, H. S. **Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),, Dracena - SP, 2017.

ASBIA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL. **Relatório index 2013**. Disponível em: <http://www.asbia.org.br/novo/home/> Acesso em: 16 ago. 2016.

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Exportações brasileiras de carne bovina**. [S.l.]: ABIEC, 2016. jan/abr. 18 p.

BAENA, M. M.; RIBEIRO, A. R. B.; ESTOPA, A. D. C.; MEIRELLES, S. L. C. Características de pelame em bovinos taurinos criados em condições climáticas tropicais. *In*: CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 23., 2014, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2014.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e

arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p.i-xii, 2011.

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J. ; OLIVEIRA, P.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. . Agricultura sustentável por meio da integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). **Informações Agronômicas**, v. 138, p. 1-18, 2012.

BALSALOBRE, M. A. A. **Valor alimentar de capim-Tanzânia irrigado**. 2002. 113 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BARBOSA, R. A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V. P. B. Capim–tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 329-340, 2007.

BETANCOURT, K.; IBRAHIM, M.; HARVEY, C. A.; VARGAS, B. Efecto de La cobertura arbórea sobre El comportamiento animal em fincas ganaderas de doble propósito em Mantiguás, Matagalpa, Nicaragua. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v. 10, n. 39-40, p. 47-51, 2003.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.. Sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, 60, 13 77-87, 2009.

BOND, T. E.; KELLY, C. F. The globe thermometer in agricultural research. **Transactions ASAE**, St. Joseph, v. 35, n. 7, p. 251-255, 1995.

BRÂNCIO, P. A.; EUCLIDES, V. P. B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avaliação de três cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 5, p. 1045-1046, 2003.

BROOKS, R. T.; KYKER-SNOWMAN, T. D. Forest floor temperature and relative humidity following timber harvesting in southern New England, USA. **Forest Ecology and Management**, v. 254, p. 65–73, 2007.

BUENO, A. A. O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO AROCHO, A.; CANTON, G. H. PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions for the American Society of Agricultural Engineers**. v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

- CARLOTTO, S. B.; MEDEIROS, R. B.; PELLEGRINI, C. B.; GARCIA, R. P. A.; LISBOA, C. A. V. Comportamento ingestivo diurno de vacas primíparas em pastagem nativa dominada por capim-annoni-2 com suplementação proteica e mineral em diversas estações climáticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 454-461, 2010.
- CARNEVALLI, R. A.; DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O. Herbage production and grazing losses in Panicum maximum cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, M. M.; XAVIER, D. F.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. **Sistemas Silvistoris –Consórcio de Árvores e Pastagens**. Viçosa (MG): [s.n.], 2002. 128 p.
- CARVALHO M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Início do florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condições de sombreamento natural. **Pesqui. Agropecu. Bras.**, v. 37, p. 717-722, 2002.
- CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. *In*: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, 2005, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2005. p.1-20.
- CARVALHO, P. H. V.; ALMEIDA, R. G.; MACEDO, M. C. M.; GAMARRA, E. L.; ECHEVERRIA, D. M. S.; SANTOS, V. A. C.; QUINTINO, A. C. Microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, no terço final do inverno. *In*: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA GADO DE CORTE, 6., 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2010. p. 1.
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 919-927, 1999.
- CASTRO, C. R. T., PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; NASCIMENTO JR., E. R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de Brachiaria decumbens em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 60, p.19-25, 2009.
- CAVALLI, J.; SILVA, A.; HOLSCHUCH, S. G.; BOURSCHEIDT, M. L. B.; GOMES, F. J.; DOMICIANO, L. F.; PINA, D. S.; PEDREIRA, B. C. Teor de fibra e digestibilidade in vitro da matéria seca de Brachiaria brizantha cv. Marandu em sistema silvipastoril. *In*: 2015, Fortaleza-CE. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA ZOOTEC, 25. 2015, Dimensões Tecnológicas e Sociais da Zootecnia. **Anais...** Fortaleza: Zootec,2015.
- COELHO, F. S. **Comportamento de pastejo e ganho de peso de bezerras Nelore em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta**. 2011. 17 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

CONCEIÇÃO, M. N.; SILVA, I. J. O.; DIAS, C. T. S. Avaliação do tipo de sombreamento para novilhas leiteiras em pastagens. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 2008.

CORDEIRO, L. A. M.; VILELA, L.; KLUTHCOUSKI, J.; MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária-floresta: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 2015. 393 p.

COSTA E SILVA, E. V. Ambiência e comportamento no manejo reprodutivo. *In: ROSA, A. do N. (Ed.). Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus*. Brasília: Embrapa, 2013. p. 27-38.

COSTA, J. V.; OLIVEIRA, M. E.; MOURA, R. M. A. S.; COSTA JUNIOR, M. J. N.; RODRIGUES, M. M. Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, p. 865-872, 2015.

CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; MATEUS, G. P. Intercropping soybean and palisade grass for enhanced land use efficiency and revenue in a no till system. **European Journal of Agronomy**, v. 58, p. 53-62, 2014.

DAVIES, A.; EVANS, M. E.; EXLEY, J. K. Regrowth of perennial ryegrass as affected 25 by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, v. 101, n.1, p. 131-137, 1983.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém: [s.n.]. 2014. (Documentos, 402).

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2. ed. Westport: CT Abi, 1969. 325 p. (Environmental engineering in agriculture and food series)

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **An internacional consultation on integrated crop-livestock systems for development: the way forward for sustainable production intensification**. Rome: FAO, 2010. v. 13.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa (MG): Aprenda Fácil, 2005. 371 p.

FERREIRA, L. R.; SANTOS, M. V.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA NETO, S. N. Plantio direto e sistemas integrados de produção na recuperação e renovação de pastagens degradadas. *In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM*, 4., 2008, Viçosa (MG). **Anais...** Viçosa: UFV; DZO. 2008. p. 373-399.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, p. 238-243, 2010.

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

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; BERNARDINO, F. S. Sistema Silvipastoril: uma integração pasto, árvore, animal. *In: REIS, R. A., BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA G. R. (Ed.). Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros*. Jaboticabal: M. de L. Brandel-ME, 2013. p. 219-234.

GLASER, F. D. **Aspectos comportamentais de bovinos da raça Angus a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2003. 84 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

GOBBI, K. F.; GARCÍA, 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**, Córdoba, v. 59, n. 227, sep. 2010.

GOBBI, K. F.; GRACIA, 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, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

GURGEL, E. M.; SERAPHIM, O. J.; SILVA, I. J. O. Método de avaliação bioclimática da qualidade da sombra de árvores visando ao conforto térmico animal. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 2, p. 20-34, 2012.

HAHN, G. L.; MADER, T. L. Heat waves in relation to thermoregulation, feeding behavior and mortality of feedlot cattle. *In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM MINNEAPOLIS*, 5., 1997, Minneapolis. **Anais...** St. Joseph: ASAE. 1997. p. 563-567.

HAHN, G. L. Dynamic response of cattle to thermal heat loads. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 10-20, 1999.

HERNANDEZ, M.; ARGEL, P. J.; IBRAHIM, M. A.; MANNETJE, T. Pasture production, diet selection and liveweight gains of cattle grazing *Brachiaria brizantha* with or without *Arachis pintoii* at two stocking rates in the Atlantic Zone of Costa Rica. **Tropical Grasslands**, v. 29, p. 134-141, 1995.

HODGSON, J. **Grazing management: science practice**. Essex: Longman 18 Scientific & Technical, 1990. 203 p.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v. 2, n. 8, p. 1791-1794, 1999.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2017. Disponível em: <http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias>. Acesso em: 05 out. 2018.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2001**: working group II: impacts, adaptations and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press 2001. Disponível em: https://library.harvard.edu/collections/ipcc/docs/27_WGIITAR_FINAL.pdf. Acesso em: 24 abr. 2019.

JOHNSON, A. D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation. *In*: MANETJE, L. T. (Ed.). **Measurement of grassland vegetation and animal production**. Aberystwyth: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1978. p. 96-102.

JÚNIOR, N. K.; ALVES, F. A.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G.; TSUTSUMI, C. Y.; OLIVEIRA, C. C. **Microclima e índices de conforto térmico em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2016. 38 p. (Documentos / Embrapa Gado de Corte, 225).

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

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; ZIMMER, A. H. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. *In*: FERREIRA, C. C. B. (eds.). SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE – SIMCORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV. 1999. p. 201-234.

KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G.; PAULINO, V. T. Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF)-experiências no Brasil. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 71, n. 1, p. 94-105, 2014.

KLEFFMANN GROUP. **Brasil já tem 11,5 milhões de hectares com ILPF**. Globo rural. 2016. Disponível em: <http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Sustentabilidade/noticia/2016/11/exclusivo-brasil-ja-tem-115-milhoes-de-hectares-com-ilpf.html>. Acesso em: 10 dez. 2016.

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

LIMA, R. M. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347-353, 2003.

MACEDO, M. M. C. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.

MAGNABOSCO, C. V., FARIA, C. V.; BALBINO, L. C.; BARBOSA, V.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. de O.; SAINZ, R. D. Desempenho do componente animal: experiências do Programa de Integração

LavouraPecuária. *In*: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 459-495.

MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JR, H.; PINHEIRO, M. G.; SILVA, S. L.; ROMA JR., L. C. Avaliação do microclima de instalações para gado de leite com diferentes recursos de climatização. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 2, 2004.

MARTHA JÚNIOR, G. B.; VILELA, L.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O. **Custos de produção em sistemas pastoris**: efeitos da vida útil do pasto e da taxa de lotação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 4 p. (Embrapa Cerrados. Comunicado técnico, 128).

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. Cambridge-UK: Cambridge University Press, 1986.

MARTINS, J. L.; DA SILVA, I. J. O.; FAGNANI, M. A.; MOURA, D. J.; PIEDADE, S. M. Avaliação da qualidade do sombreamento natural em pastagem no outono. **Engenharia Rural**, v.13, único, 2002.

MENEZES, L. G.; MONTAGNER, M. M. Cruzamento na bovinocultura de corte. *In*: MARTIN, T. M.; ZIECH, M. **Sistemas de produção agropecuária**. Dois Vizinhos: UTFPR, 2008. p. 145-163.

MENEZES, L. F. G.; CATTELAM, J.; FERREIRA, J. J.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C. Órgãos internos e trato digestório de novilhos e vacas de descarte de diferentes grupos genéticos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 418-425, 2013.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **J. AOAC Int.**, v. 85, p. 1217-1240, 2002.

MIGUEL ESTRADA, M. **Desempenho, características da carcaça e qualidade da carne de novilhas de diferentes genótipos terminadas no sistema pasto**: suplemento. Viçosa (MG): Mauricio Miguel Estrada,,2014.

MINSON, D. J.; WILSON, J. R. Prediction of intake as an element of forage quality. *In*: FAHEY, Jr. **National conference on forage quality**: forage quality, evaluation, and utilization. Madson: American Society of Agronomy, 1994. p. 533-563.

MOLAN, L. K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 180 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2004.

MOURA, D. J.; NÃÃS, I. A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção animal. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1993, Lavras. **Anais...** Lavras: [s.n.], 1993. p.42-46.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; VILELA, H. H.; SOUSA, B. M. L.; SILVEIRA, M. C. T. Fatores que afetam a Qualidade de Plantas Forrageiras. 409-424. *In*: REIS, R. A., BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA G. R. (Ed.). **Forragicultura**: ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros. Jaboticabal: M. de L. Brandel-ME, 2013.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A., ALMEIDA, C. P. Conforto térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 4, p. 508-517, 2009.

NEIVA, J. N. M.; TEIXEIRA, M.; TURCO, S. H. N.; OLIVEIRA, S. M. P.; MOURA, A. A. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3., p. 668-678, 2004.

NICODEMO, M. L. F.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; THIAGO, L. R. L. de S.; 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. 1-37, Documentos.

NICODEMO, M. L. F.; SILVA, V. P.; STHIAGO L. R. L.; GONTIJO NETO M. M.; NIETO, L. M.; ALENCAR, M. M.; ROSA, A. N. Critérios de seleção. *In*: ROSA, A. do N. (Ed.). **Melhoramento genético aplicado em gado de corte**: programa Geneplus. Brasília: Embrapa, 2013. p. 109-122.

NIINEMETS, Ü. Components of leaf dry mass per area: thickness and density: alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in woody plants. **New Phytol.**, v. 144, p. 35-47, 1999.

OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B.; **Sistema agrossilvipastoril**: integração lavoura pecuária e floresta. Viçosa: SIF, 2010. 193 p.

OLIVEIRA, C. C.; VILLELA, S. D. J.; ALMEIDA, R. G.; ALVES, F. V.; BEHLING NETO, A.; MARTINS, P. G. M. A. Performance of Nelore heifers, forage mass, and structural and nutritional characteristics of *Brachiaria brizantha* grass in integrated production systems. **Tropical Animal Health and Production**, v. 46, n. 1, p. 167-172, 2013.

OLIVEIRA, C. C. **Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro**. Diamantina: UFVJM, 2013. 84 f.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do

capimbraquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 573-579, 2007.

PACCIULO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, out. 2011.

PAES LEME, T. M. S.; PIRES, M. F. Á.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 668-675, 2005.

PARDO, R. M. P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p.1408-1418, 2003.

PEZZOPANE, J. R. M.; BOSI, C.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, P. M.; CRUZ, P. G.; PARMEJANI, R. S. Microclimate and soil moisture in a silvipastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia**, v. 74, n. 1, p. 110-119, 2015.

PIRES, M. F. A.; NOVAES, L. P.; CAMPOS A. T.; ALVIM, M. J.; MOSTARO, L. E. Ambiência em pastagens. *In*: EVANGELISTA, A. R.; SILVEIRA, P. J.; ABREU, J. G. (ed). **Forragicultura e pastagens, tema em evidência**. Lavras: Editora UFLA, 2002.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A.; MOLETTA, J. L.; PONTES, L. S.; OLIVEIRA, E. B.; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32-33, n. 70, p. 67-76, 2012.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; HIROCE, R.; FURLANI, M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**.. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996. 285 p. (Boletim Técnico, 100)

RANDALL, M. The physiology of stress: cortisol and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. **The Dartmouth Undergraduate Journal of Science**, 2010.

RIBEIRO, A. R. B.; ALENCAR, M. M.; OLIVEIRA, M. C. S. Características do pelame de bovinos Nelore, Angus x Nelore e Senepol x Nelore. *In*: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras (MG): SBZ, p. 81-83. 2008.

RIGOLIN, M. E. S.; RIGOLIN, L. S. Viabilidade de sistemas silvipastoris no brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOÉTICA E BEM-ESTAR ANIMAL, 3.; SENCÊNCIA E BEM-ESTAR ANIMAL: expandindo horizontes, 3., Curitiba. **Anais...** Curitiba: [s.n.], 2014.

- SANTANA, E. A. R. **Composição morfológica e valor alimentício de capim-marandu e comportamento de bovinos nelore em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2017. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2017.
- SANTANA, E. A. R.; ANDRIGUETTO, C.; MATEUS, G. P.; ARANHA, A. S.; LUPATINI, G. C.; MEIRELLES, P. R. L.; ARANHA, H. S.; SANTOS, J. M. F.; LUZ, P. A. C.; TRIVELIN, G. A. Padrão de deslocamento de bovinos Nelore em sistemas integrados de produção agropecuária. **Arq. Bras. Med. Vet. E Zootecnia**, v. 71, n. 1, p. 353-356, 2019.
- SAS. Statistical Analysis System. **System for Microsoft Windows**: release 9.4. Cary: SAS Institute, Inc, 2010
- SENANAYAKE, S. G. J. N. The effects of different light levels on the nutritive quality of four natural tropical grasses. **Trop. Grasslands**, v. 29, p. 111-114, 1995.
- SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Revista Ciência Florestal**. v. 3, n.1, p. 9-20, 1993.
- SILVA, R. G.. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286 p.
- SILVA, R. G. Predição da configuração de sombra de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 268-281, 2006.
- SILVA, E. C. L.; MODESTO, E. C.; AZEVEDO, M.; FERREIRA, M. A.; DEBEUX JÚNIOR, J. C. B.; SCHULER, A. R. P. Efeitos da disponibilidade de sombra sobre o desempenho, atividades comportamentais e parâmetros fisiológicos de vacas da raça Pitangueiras. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 295-302, 2009.
- SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; PERIN, T. B.; FRANCO, A. Avaliação de conforto térmico em sistema silvipastoril em ambiente tropical. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, v. 18, n. 3-4, p. 87-95, 2010.
- SOARES, A. B.; SARTOR, L. R.; ADAMI, P. F.; VARELLA, A. C.; FONSECA, L.; MEZALIRA, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 443-451, 2009.
- SOLLENBERGER, L. E.; CHERNEY, D. J. R. **Evaluating forage production and quality**: the science grassland agriculture. Ames: Iowa State University Press, 1995. p. 97-110.

SOUZA, C. F.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 26, n. 1, p. 157-164, jan./fev., 2002.

SOUZA, A.; PAVÃO, H. G.; LASTORIA, G.; GABAS, S. G.; CAVAZZANA, G. H.; PARANHOS FILHO, A. C. Um estudo de conforto e desconforto térmico para o Mato Grosso do Sul. **REA: Revista de estudos ambientais**, v. 12, n. 2, p. 15-25, jul./dez. 2010.

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

THOM, E. C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Trans. Amer. Soc. Heatg. Refrig. Air-Cond. Engrs.**, v. 55, p. 65-72, 1958.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

TRIVELIN, G. A. Microclima e índices de conforto térmico em sistemas integrados. *In*: SIMPÓSIO DE CIÊNCIAS DA UNESP, 11., Dracena, 2015. **Anais...** Dracena: [s.n.], 2015.

TRIVELIN, G. A. **Avaliação econômica de sistemas integrados de produção agropecuária**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual Paulista (Unesp) - Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, 2017.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminants**. 2. ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476 p.

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.

VAZ, R. F. **Estresse térmico de bovinos de corte na fase de terminação em sistemas integrados de produção agropecuária**. 2016. 47 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, 2016.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JUNIOR, R.; BARIONI, L. G.; BARCELLOS, A. O. Integração lavoura-pecuária. *In*: FALEIRO, F.

G.; FARIAS NETO, A. L. (Ed.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008. p. 933-962.

ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E. Desempenho e Características de Carcaça de Novilhos Suplementados no Período das Águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1381-1389, 2002.